



S.In.Ge.A. S.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

CQOP SOA
Costruttori Qualificati Opere Pubbliche



Sistema Certificato
UNI EN ISO 9001
SC 05-1847/EA 35-28

Laboratorio per l'esecuzione e la certificazione di indagini geognostiche, prelievo campioni e prove in sito ai sensi della Circ. 7619/STC
Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. - **Decreto n. 11244 del 30.11.2011**

Provincia di Brescia
COMUNE DI LONATO DEL GARDA



PIANO DI LOTTIZZAZIONE P.L. SALERA 2
VIA SALERA, 2 - LONATO DEL GARDA (BS)

Relazione Geotecnica
ai sensi del D.M. 17.01.2018
e del D.G.R. N. IX/2616 del 30.11.2011



Carpenedolo (BS), 19/07/2018

Pagina 1 di 14

Sede Legale: Via Mantova, 307 - 25018 Montichiari (BS) - Partita I.V.A. e C.F. n. 02323360988

Sede operativa : Via Enrico Fermi, 18 - 25013 Carpenedolo (BS)

Uffici : Via Antonio Meucci, 26 - 25013 Carpenedolo (BS)

Tel.: 030.9983413 - Fax: 030.9698872 - web: <http://www.singea.it> - E-mail: info@singea.it - PEC: singea@pec.singea.it



**Provincia di Brescia
COMUNE DI LONATO DEL GARDA**

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE P.L. SALERA 2
VIA SALERA, 2 - LONATO DEL GARDA (BS)**

COMMITTENTE: 20.20 Gestione e sviluppo immobiliare S.r.l.
Via Bariselli, 1
25017 - Lonato del Garda (BS)

INDICE:

RIFERIMENTI NORMATIVI	3
RELAZIONE GEOTECNICA	5
1. PREMESSA	5
2. INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA	6
2.1 RISULTATI PROVE IN FORO	6
2.2 RISULTATI INDAGINE GEOFISICA	6
3. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO	8
4. VERIFICA DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI	10
5. CONCLUSIONI	13

ALLEGATI:

- Planimetria di progetto
- Sezioni tipologici di progetto



RIFERIMENTI NORMATIVI

- **Decreto Ministeriale 11/03/1988**
"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- **Decreto Ministeriale 16/01/1996**
"Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"
- **Decreto Ministeriale 14/01/2008**
Norme Tecniche per le Costruzioni
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008. Circolare 02/02/2009
- **Decreto Ministeriale 17/01/2018**
Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- **Eurocodice 8 (1998)**
- **Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**
Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici (2003)
- **Eurocodice 7.1 (1997)**
Progettazione geotecnica – Parte I: regole generali UNI
- **Eurocodice 7.3 (2002)**
Progettazione geotecnica – Parte II: progettazione assistita con prove in sito (2002)
- **Legge Regionale Lombardia 11/03/2005 n. 12**
- **D.G.R. Lombardia n. 9/2616 del 30/11/2011**
Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11/03/2005 n. 12
- **D.G.R. Lombardia n. 10/2129 del 11/07/2014**
Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)
- **D.G.R. Lombardia n. 10/2489 del 10/10/2014**
Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 21 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»
- **D.G.R. Lombardia n. 10/4144 del 8/10/2015**
Ulteriore differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 21 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»
- **D.G.R. Lombardia n. 10/5001 del 30/03/2016**
Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)



-
- **Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Lonato del Garda**



RELAZIONE GEOTECNICA

1. PREMESSA

La presente relazione, sintesi e compendio dello studio geologico eseguito per la determinazione delle caratteristiche stratigrafiche, litologiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni costituenti il sottosuolo, contiene le considerazioni e le stime a carattere geologico-geotecnico riguardanti i terreni interessati dal Piano di Lottizzazione Salera2, in comune di Lonato del Garda (BS)..

Sulla base di quanto riportato nella relazione geologica e sismica (alla quale si rimanda), considerando come riferimento per la caratterizzazione geotecnica i dati riportati nel §10, è stato possibile definire il modello geotecnico sito specifico, utilizzando i valori mediamente più bassi dei principali parametri geotecnici relativi alle unità individuate.

Il Progetto, come indicato dalla committenza, prevede la realizzazione dei seguenti lotti:

- Lotto A: ubicato nella porzione nord dell'area, interessato da un parcheggio e da un eventuale capannone centrale; tale area, come si può osservare dalla documentazione di progetto, risulta essere ribassata sui lati nord e est, di circa -5.90 m dall'attuale piano campagna; in corrispondenza dei due lati è prevista la realizzazione di un muro di sostegno perimetrale con sezione a T, di altezza pari a 3.65 m.

Differentemente il lato ovest e il lato sud sono caratterizzati dal raccordo morfologico a mezzo di scarpate con pendenza 3:2 rispettivamente al piano campagna attuale e ai lotti B, C1 e C2, ribassati rispetto al Lotto A di circa 1.50 m.

La porzione sud orientale dell'area interessata dal Lotto A è collegata a via Salera a mezzo di una rampa di accesso, sostenuta da un muro di sostegno con sezione a T, di altezza variabile ($H_{max}=6.0$ m).

- Lotti B, C1 e C2: ubicati nella porzione sud dell'area, interessati da capannoni con aree di transito e parcheggio nel loro intorno, ribassati di circa 6.70 m nella porzione orientale rispetto all'attuale piano campagna, e raccordati morfologicamente lungo tutti i lati con scarpate morfologiche con pendenza 3:2.

Negli allegati alla presente relazione sono riportati gli stralci delle tavole di progetto.



2. INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA

Come specificato nella relazione geologica, nell'area interessata dalla lottizzazione sono stati eseguite le seguenti indagini:

- Tre sondaggi geognostici a carotaggio continuo, denominati S1, S2 e S3, spinti rispettivamente alla profondità di -10.0 m dal p.c., -15.0 m da p.c. e -10.0 m da p.c. completati da prove SPT in foro e da prove di permeabilità in foro.
- Uno stendimento sismico MASW per la definizione della categoria di sottosuolo e dei parametri sismici sito-specifici.

2.1 Risultati prove in foro

Nelle tabelle seguente sono sinteticamente riassunti i risultati delle prove in foro eseguite e della prova sismica di tipo masw..

PROVE SPT					
SIGLA SONDAGGIO	SIGLA PROVA SPT	PROFONDITA' DI PROVA (m da p.c.)	CAMPIONAT. UTILIZZATO	NUMERO DI COLPI (N ₁ -N ₂ -N ₃)	N _{SPT}
S1	SPT 1	3.00÷3.45	Punta chiusa	44-50/12 cm	Rifiuto
	SPT 2	6.00÷6.45	Punta chiusa	50/5 cm	Rifiuto
	SPT 3	9.00÷9.45	Punta chiusa	33-34-42	76
S2	SPT 1	3.00÷3.45	Punta chiusa	40-39-25	64
	SPT 2	6.00÷6.45	Punta chiusa	39-50/7 cm	Rifiuto
	SPT 3	9.00÷9.45	Punta chiusa	32-50/6 cm	Rifiuto
	SPT 4	12.00÷12.45	Punta chiusa	35-42-50/8 cm	Rifiuto
	SPT 5	15.00÷15.45	Punta chiusa	50/8 cm	Rifiuto
S3	SPT 1	3.00÷3.45	Punta chiusa	50/11 cm	Rifiuto
	SPT 2	6.00÷6.45	Punta chiusa	44-50/8 cm	Rifiuto
	SPT 3	9.00÷9.45	Punta chiusa	50/8 cm	Rifiuto

- Sintesi risultati prove SPT-

SINTESI PROVE LEFRANC						
SONDAGGIO	PROVA	TIPOLOGIA DI PROVA	TASCA DI PROVA (m da p.c.)	CONDUCIBILITA' IDRAULICA		NOTE
				(m/s)	(cm/s)	
S1	LFV-01	a carico variabile	7.00÷7.50	5.68E-06	5.68E-04	-
S2	LFC-01	a carico costante	4.00÷4.50	1.79E-04	1.79E-02	-
	LFC-02	a carico costante	7.00÷7.50	5.10E-05	5.10E-03	-
	LFV-03	a carico variabile	10.00÷10.50	1.31E-06	1.31E-04	-
	LFV-04	a carico variabile	13.00÷13.50	1.09E-06	1.09E-04	-
S3	LFC-01	a carico costante	4.00÷4.50	3.35E-05	3.35E-03	-
	LFV-02	a carico variabile	7.00÷7.50	1.01E-06	1.01E-04	-

- Sintesi risultati prove Lefranc-

2.2 Risultati indagine geofisica

In accordo a quanto prescritto nel D.M. 14/01/08 ("Norme tecniche per le costruzioni") e secondo le direttive della Giunta Regionale della Regione Lombardia contenute nella D.G.R. n. 9/2616 del 30 Novembre 2011 (criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 Marzo



2005, n. 12”), è stata definita la categoria di sottosuolo per il sito in esame sulla base dei risultati dell’indagine sismica svolta.

Il valore di $V_{s,EQ}$ ricavato dall’indagine è pari a 591 m/s, di conseguenza la categoria di sottosuolo derivante è B (Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s).

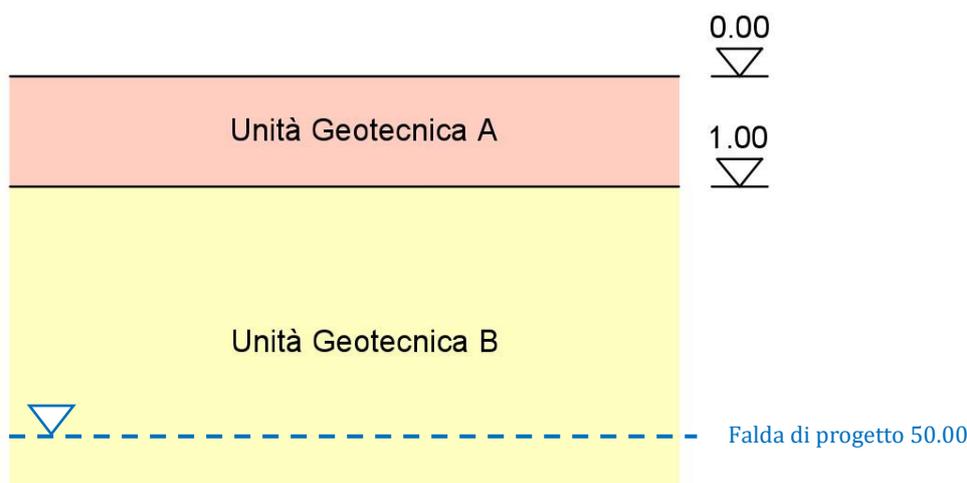


3. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

I terreni interessati dal progetto in esame sono costituiti da depositi fluvioglaciali prevalentemente sabbioso-ghiaiosi, con percentuali di materiale limoso variabile in senso verticale e orizzontale, ai quali si sovrappongono terreni di natura vegetale costituiti da sabbia limosa/con/limo, da ghiaiosa a con ghiaia.

La quota della falda freatica, non incontrata durante l'esecuzione dei sondaggi, risulta compresa fra -50.0 m dal p.c. e -60.0 m dal p.c.; in considerazione delle possibili variazioni stagionali di apporti idrici e a favore di sicurezza delle verifiche, si assume come soggiacenza di falda di progetto quella massima, pari a 50 m da p.c..

Di seguito si riporta il modello geotecnico da utilizzare nelle verifiche progettuali e i parametri caratteristici delle unità geotecniche definite.



-Modello geotecnico adottato per il sito in esame-

UNITA' GEOTECNICA A

- Terreno vegetale: sabbia da limosa a con limo, ghiaiosa, localmente con ghiaia.
- Profondità: da 0.00 m a -1.00 m da p.c.
- $N_{SPT}=4-5$ (ipotizzato)

<i>Peso di volume naturale (t/mc)</i>	$\gamma_N = 1.89$
<i>Peso di volume saturo (t/mc)</i>	$\gamma_{SAT} = 2.03$
<i>Coesione efficace (kg/cmq)</i>	$c' = 0$
<i>Angolo di attrito (°)</i>	$\phi = 27$
<i>Densità relativa %</i>	$D_r = 15$
<i>Modulo di deformazione (kg/cmq)</i>	$E = 142$



UNITA' GEOTECNICA B

- Ghiaia e sabbia con ciottoli con percentuale di frazione fine limosa variabile
- Profondità: da -1.00 m a -15.00m da p.c.
- $N_{SPT}=50$

<i>Peso di volume naturale (t/mc)</i>	$\gamma_N = 1.99$
<i>Peso di volume saturo(t/mc)</i>	$\gamma_{SAT} = 2.09$
<i>Coesione efficace (kg/cmq)</i>	$c' = 0$
<i>Angolo di attrito (°)</i>	$\phi = 41$
<i>Densità relativa %</i>	$Dr = 85$
<i>Modulo di deformazione (kg/cmq)</i>	$E = 504$

Sulla base dell'indagine geofisica eseguita e dei risultati dell'approfondimento di 2° livello (per cui si rimanda alla relazione geologica), in fase di progettazione edilizia si dovrà utilizzare lo spettro di norma caratteristico per la categoria di suolo B.



4. VERIFICA DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI

La normativa vigente (D.M. 17.01.2018) prevede la definizione del grado di sicurezza di una struttura con un approccio di tipo semiprobabilistico, adottando il concetto di “stato limite ultimo (SLU)”. Mentre nel caso si esamini una situazione in cui la deformazione o il danno siano reversibili o cessino con l’estinguersi della causa che ha determinato il superamento dello stato limite si utilizza il concetto di “stato limite di esercizio (SLE)”.

Come specificato al §6.2 della normativa, la verifica della sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) deve essere effettuata secondo i seguenti criteri:

- Per ogni stato limite per perdita di equilibrio (EQU), deve essere rispettata la condizione:

$$E_{INST,D} \leq E_{STB,D}$$

dove $E_{INST,D}$ è il valore di progetto dell’azione instabilizzante, $E_{STB,D}$ è il valore di progetto dell’azione stabilizzante.

La verifica della suddetta condizione deve essere eseguita impiegando come fattori parziali per le azioni i valori γ_F riportati nella colonna EQU della tabella 6.2.I.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l’effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

- Per ogni stato limite ultimo che preveda il raggiungimento della resistenza di un elemento strutturale (STR) o del terreno (GEO), deve essere rispettata la condizione:

$$Ed < Rd$$

Dove Ed è il valore di progetto dell’effetto dell’azione, Rd : valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

Il valore di progetto delle azioni si calcola utilizzando i coefficienti parziali γ_F (γ_E) riportati nella tabella 6.2.I, mentre il valore di progetto delle resistenze del sistema geotecnico vengono applicando ai parametri geotecnici del terreno i coefficienti parziali γ_M (Tabella 6.2.II) e considerando i coefficienti parziali γ_R (Tabella 6.5.I per le verifiche di opere di sostegno).



Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Facendo riferimento a quanto sopra esposto, la normativa prescrive che per muri di sostegno, le verifiche debbano essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

- **SLU di tipo geotecnico (GEO)**
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione –terreno
 - scorrimento sul piano di posa
 - ribaltamento
 - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno
- **-SLU di tipo strutturale (STR)**
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata, analogamente a quanto previsto nel §6.8, secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le resistenze globali.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I.

Allo stato attuale delle conoscenze progettuali, non conoscendo i valori di progetto delle azioni Ed (permanenti e variabili) imposte sulla struttura al terreno, e avendo un dimensionamento di massima delle opere stesse, non è possibile eseguire le verifiche sopra descritte.



La verifica delle opere di sostegno previste verranno quindi effettuate una volta definiti da parte del progettista le azioni e le geometrie definitive, utilizzando i parametri caratteristici delle unità geotecniche definite (riportati al §3)



5. CONCLUSIONI

La presente relazione è stata redatta al fine di definire le caratteristiche di resistenza e deformazione dei terreni interessati dalle opere di sostegno previste dal piano di Lottizzazione denominato "Salera 2", nel territorio comune di Lonato del Garda.

Il progetto prevede la realizzazione di un'opera di sostegno della rampa di accesso al Lotto A, costituito da un parcheggio ribassato rispetto all'attuale piano campagna, e di un'opera di sostegno dei lati settentrionale e orientale del suddetto lotto.

Nella fase progettuale attuale non è possibile effettuare le verifiche di sicurezza e delle prestazioni delle opere previste, in quanto non sono definite le geometrie definitive dei muri di sostegno e le azioni agenti su di esse.

Una volta definiti in maniera univoca geometrie e azioni agenti sulle opere, le verifiche verranno effettuate, sia in condizioni statiche (SLU), sia in condizioni sismiche, utilizzando i parametri caratteristici definiti nella presente relazione.

Carpenedolo (BS), 19/07/2018

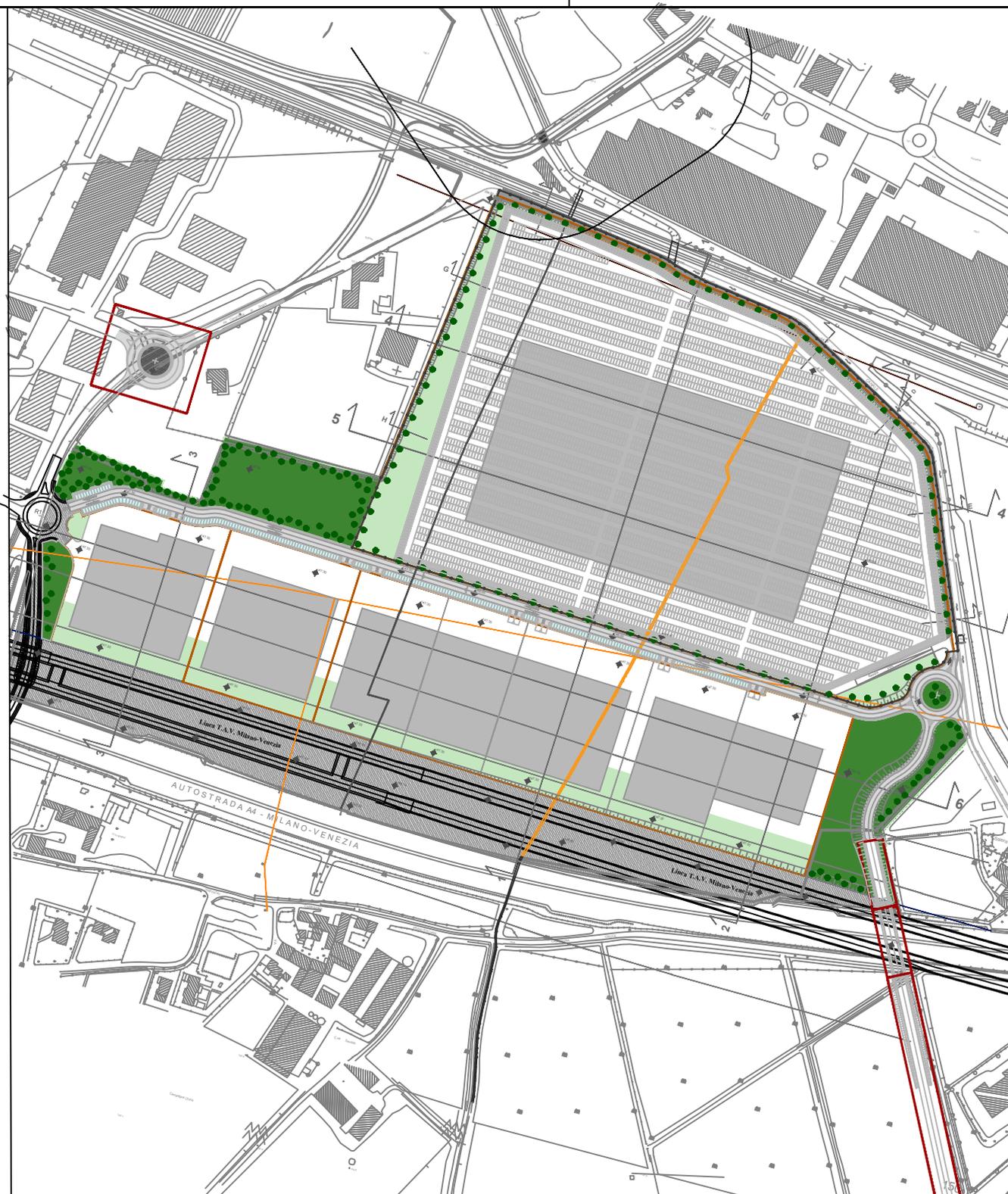
Il geologo





ALLEGATI

Provincia di BRESCIA
Comune di LONATO DEL GARDA (BS)
PIANO DI LOTTIZZAZIONE SALERA 2,
VIA SALERA n.2



NORD

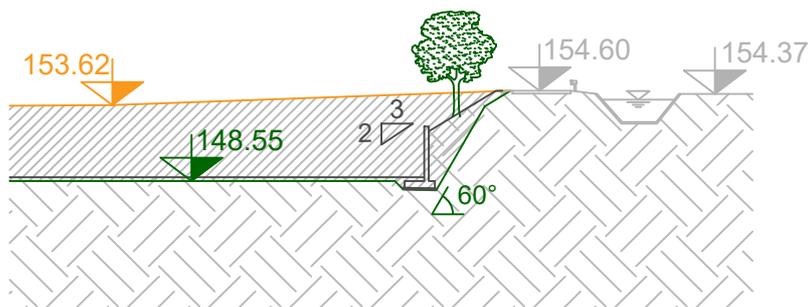


Provincia di BRESCIA
Comune di LONATO DEL GARDA (BS)
PIANO DI LOTTIZZAZIONE SALERA 2,
VIA SALERA n.2

TIPOLOGICO MURO DI SOSTEGNO LATO NORD (1:500)



TIPOLOGICO MURO DI SOSTEGNO LATO EST (1:500)



TIPOLOGICO MURO DI SOSTEGNO RAMPA DI ACCESSO LOTTO A (1:100)

