

**PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO  
IN RIFERIMENTO AL PIANO DI LOTTIZZAZIONE N. 591/06  
AREA VIA RIGAMONTI / VIA S. MAYER (INTERVENTO "A") ED  
AREA VIA RONCACCIO (INTERVENTO "B") IN COMUNE DI TRADATE**

**RELAZIONE GEOLOGICA ai sensi della DGR 2616/2011 (R3)**

**Tradate, Febbraio 2020  
aggiornamento: Novembre 2020**



A circular blue stamp from the "ORDINE DEI GEOLOGI DELLA LOMBARDA" (Order of Geologists of Lombardy). The stamp contains the text "PARMIGIANI MARCO" and "n° 886". Below the stamp is a handwritten signature in black ink that reads "Marco Parmigiani".

**PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO  
IN RIFERIMENTO AL PIANO DI LOTTIZZAZIONE N. 591/06**

**AREA VIA RIGAMONTI / VIA S. MAYER (INTERVENTO "A") ED  
AREA VIA RONCACCIO (INTERVENTO "B") IN COMUNE DI TRADATE**

**RELAZIONE GEOLOGICA ai sensi della DGR 2616/2011 (R3)**

**Sommario**

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. RELAZIONE GEOLOGICA (DGR 2616/2011).....</b>	<b>3</b>
2.1 <i>UBICAZIONE DELL'AREA DEL P.I.I. E CONTESTO GEOMORFOLOGICO.....</i>	3
2.2 <i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....</i>	3
2.3 <i>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....</i>	5
2.4 <i>INQUADRAMENTO IDROGRAFICO.....</i>	7
2.5 <i>INQUADRAMENTO SISMICO.....</i>	8
2.6 <i>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....</i>	11
2.7 <i>RAFFRONTO CON LA CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA E NORME GEOLOGICHE DI PIANO..</i> .....	11
<b>3. CARATTERIZZAZIONE SEMI-QUANTITATIVA DEGLI EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE ATTESI – ANALISI DI LIVELLO II.....</b>	<b>13</b>
<b>4. CARATTERISTICHE DI DETTAGLIO DEL PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO .....</b>	<b>17</b>
<b>5. PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE.....</b>	<b>19</b>
<b>6. CONCLUSIONI.....</b>	<b>21</b>

## 1. PREMESSA

La presente documentazione contempla quanto previsto dalla D.G.R. 5001/2016 e costituisce:

- **RELAZIONE GEOLOGICA ai sensi della DGR 2616/2011 (R3)**  
(conforme all' Allegato B della D.G.R. IX/2016 del 30/11/2011)

relativamente al Programma Integrato di Intervento (P.I.I.) di Via Rigamonti/Via Mayer e Via Roncaccio in Comune di Tradate (Piano di Lottizzazione n. 591/06).

Il suddetto P.I.I. è suddiviso in 3 porzioni: una corrisponde ad un'area boscata da cedere, sulla quale non sono previsti interventi di sorta, mentre sulle altre due sono previsti interventi di demolizione di vecchi fabbricati e realizzazione di un parcheggio ad uso pubblico (intervento B – Via Roncaccio) e realizzazione di nuove strutture (intervento A – Via Rigamonti/Via Mayer), come indicato nella seguente figura.



L'area in cessione non prevede interventi rilevanti dal punto di vista geologico, quindi non richiede una specifica valutazione di compatibilità, che si può quindi già dare per conseguita.

Le osservazioni e le valutazioni contenute nei successivi capitoli si focalizzeranno pertanto sull'area Via Rigamonti/Via Mayer e sull'area di Via Roncaccio.

Lo studio condotto è finalizzato a fornire un inquadramento fisico dell'area di interesse, al fine di consentire le verifiche di compatibilità dell'intervento proposto con le condizioni geologiche ed idrogeologiche locali in applicazione della Norme Geologiche di Piano e di individuare un adeguato piano di indagini a supporto della redazione della successiva relazione geologica e geotecnica ai sensi delle NTC D.M. 17/01/2018.

I dati tecnici di carattere geologico ed idrogeologico utilizzati per la stesura della presente relazione sono stati desunti dall'esame della componente geologica del Piano di Governo del Territorio e da rilevamenti diretti sul sito di interesse.

## **2. RELAZIONE GEOLOGICA (DGR 2616/2011)**

### **2.1 Ubicazione dell'area di intervento A e contesto geomorfologico**

L'area di interesse è sita nella porzione centrale del territorio comunale di Tradate, al limite del centro abitato verso il Parco Pineta di Appiano Gentile – Tradate.

Dal punto di vista geomorfologico, Tradate è posto al limite tra il livello fondamentale della pianura alluvionale che si sviluppa verso Sud e i primi rilievi prealpini posti a Nord. In tale contesto, il territorio di Tradate è modellato secondo forme caratteristiche di ambiente fluvioglaciale prossimale, nel quale in posizione frontale rispetto ad ogni lingua glaciale viene a formarsi una piana alluvionale costituita dai sedimenti trasportati dai fiumi di fusione glaciale.

Gli elementi geomorfologici di maggiore rilievo presenti nel territorio comunale sono quindi rappresentati dai terrazzi fluvioglaciali organizzati in tre ordini distinti. I terrazzi sono incastonati l'uno nell'altro; i più recenti sono situati a quote inferiori ed hanno tendenza ad ampliarsi verso Sud.

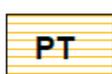
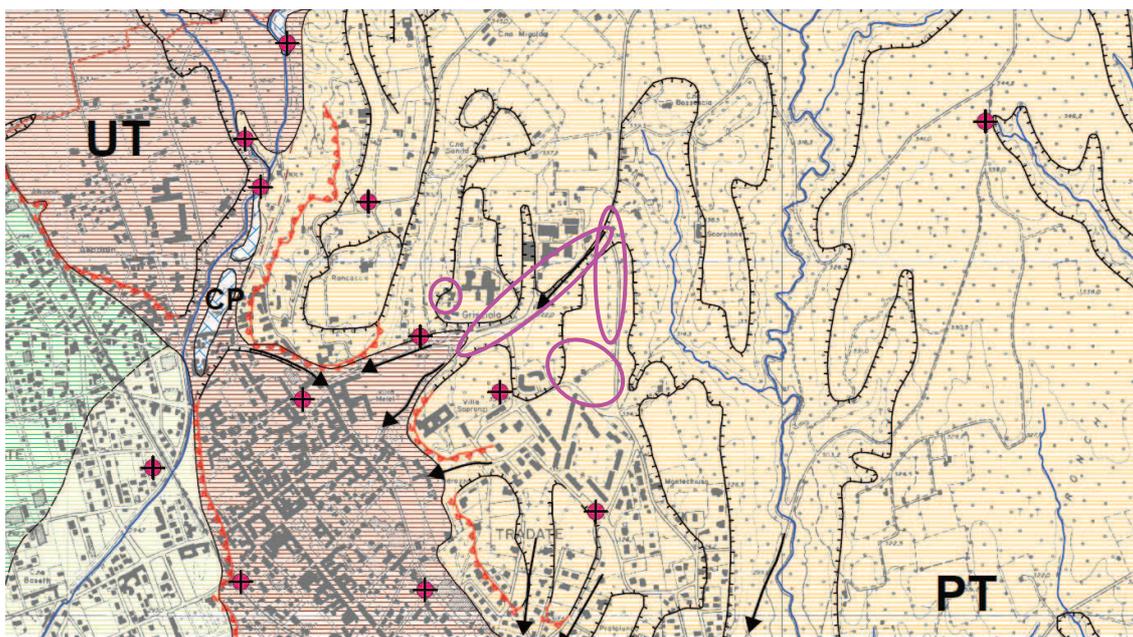
L'area di interesse si colloca in corrispondenza del terrazzo superiore, nel settore centrale del comune di Tradate, in un contesto morfologico pianeggiante, posto alla sommità di un terrazzo minore che digrada dolcemente verso Est/Sud-Est e quota media pari a circa 338 m s.l.m.

### **2.2 Inquadramento geologico**

I caratteri geologici sono riconducibili alla presenza di depositi fluvioglaciali quaternari derivanti dall'attività deposizionale degli scaricatori glaciali degli anfiteatri morenici.

Dall'analisi della tavola *Geologia e geomorfologia* contenuta nella componente geologica del P.G.T. si osserva che l'area di interesse si colloca nella zona di pianalto a ferretto dell'area della Pineta di Tradate – Appiano Gentile che costituisce l'area altimetricamente più rilevata nel territorio comunale di Tradate.

L'intero pianalto, geologicamente, è compreso nell'unità quaternaria denominata **Allogruppo del Bozzente** (localmente definita come Unità della pineta di Tradate – Appiano Gentile – vedi figura seguente).



*Unità della pineta di Tradate - Appiano Gentile  
- assimilata all'Allogruppo del Bozzente  
(Glaciale e fluvioglaciale Mindel A.A.)*

Depositi glaciali (diamicton) e fluvioglaciali (ghiaie grossolane in matrice sabbiosa) con sequenze sommitali fini (loess, colluvi, paleosuoli) profondamente alterati e ferrettizzati nella porzione sommitale (2 - 5 m); strutture originali non riconoscibili.

 Orlo di terrazzo

 Sponda di erosione fluviale

**Estratto della tavola della componente geologica del PGT  
*Geologia e geomorfologia***

L'unità è litologicamente eterogenea: si riscontrano litologie fluvioglaciali (ghiaie grossolane in matrice sabbiosa, talvolta a supporto clastico) e glaciali (diamicton) molto alterate ed arrossate, ricoperte da sequenze sommitali fini (loess, suoli, colluvi) spesse 1 – 3 metri.

Elemento caratterizzante tale unità è il notevole grado di alterazione che ha omogeneizzato il sedimento rendendo difficile l'identificazione delle facies (ferretto).

### **2.3 Inquadramento idrogeologico**

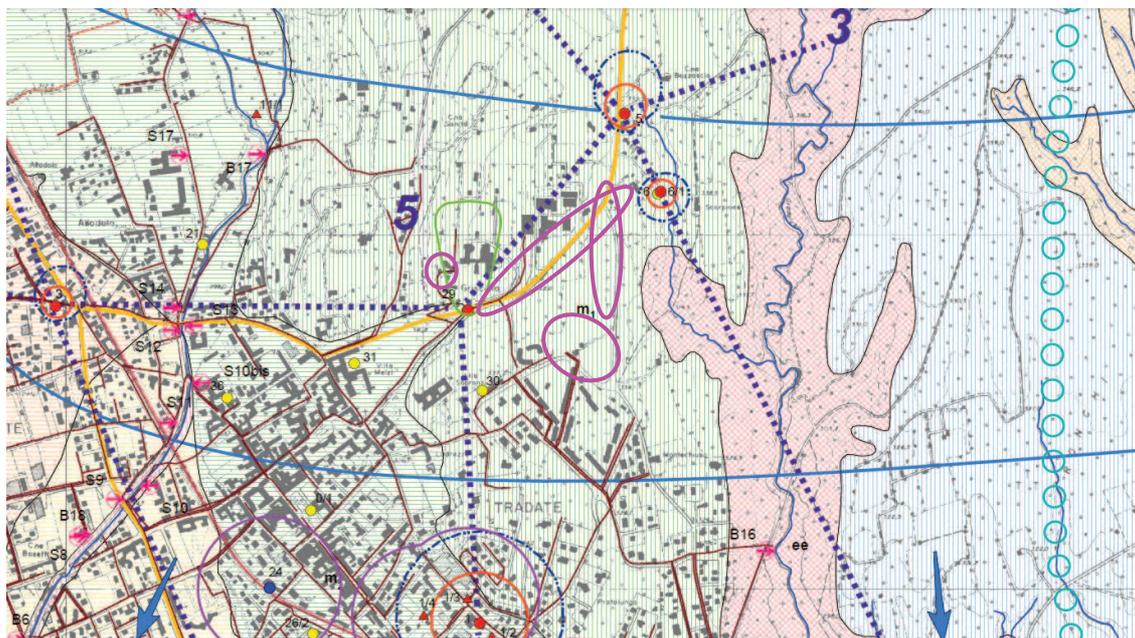
Le caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale di Tradate sono riferibili essenzialmente ad acquiferi sviluppati nelle formazioni geologiche quaternarie che raccolgono gli apporti idrici provenienti da monte e dall'infiltrazione delle acque meteoriche nelle unità maggiormente permeabili.

La morfologia della superficie piezometrica indica che nell'area in esame le direzioni del flusso idrico sotterraneo hanno orientazione generale N-S. Il gradiente idraulico medio della falda è dell'ordine del 1% in diminuzione fino a circa lo 0,8% nel settore S. La soggiacenza della falda idrica è superiore a 50 metri (vedi figura a pagina seguente).

Il primo acquifero, inoltre, è protetto da strati superficiali a bassa permeabilità, come indicato nella sezione alle pagine seguenti.

Gli interventi previsti sull'area di interesse sono pertanto privi di qualsiasi relazione con la falda idrica sotterranea.

Non è tuttavia da escludere la presenza di falde sospese, localmente abbondanti, a circa 150-200 cm di profondità, che costituiscono la circolazione idrica locale nei depositi a bassa permeabilità.



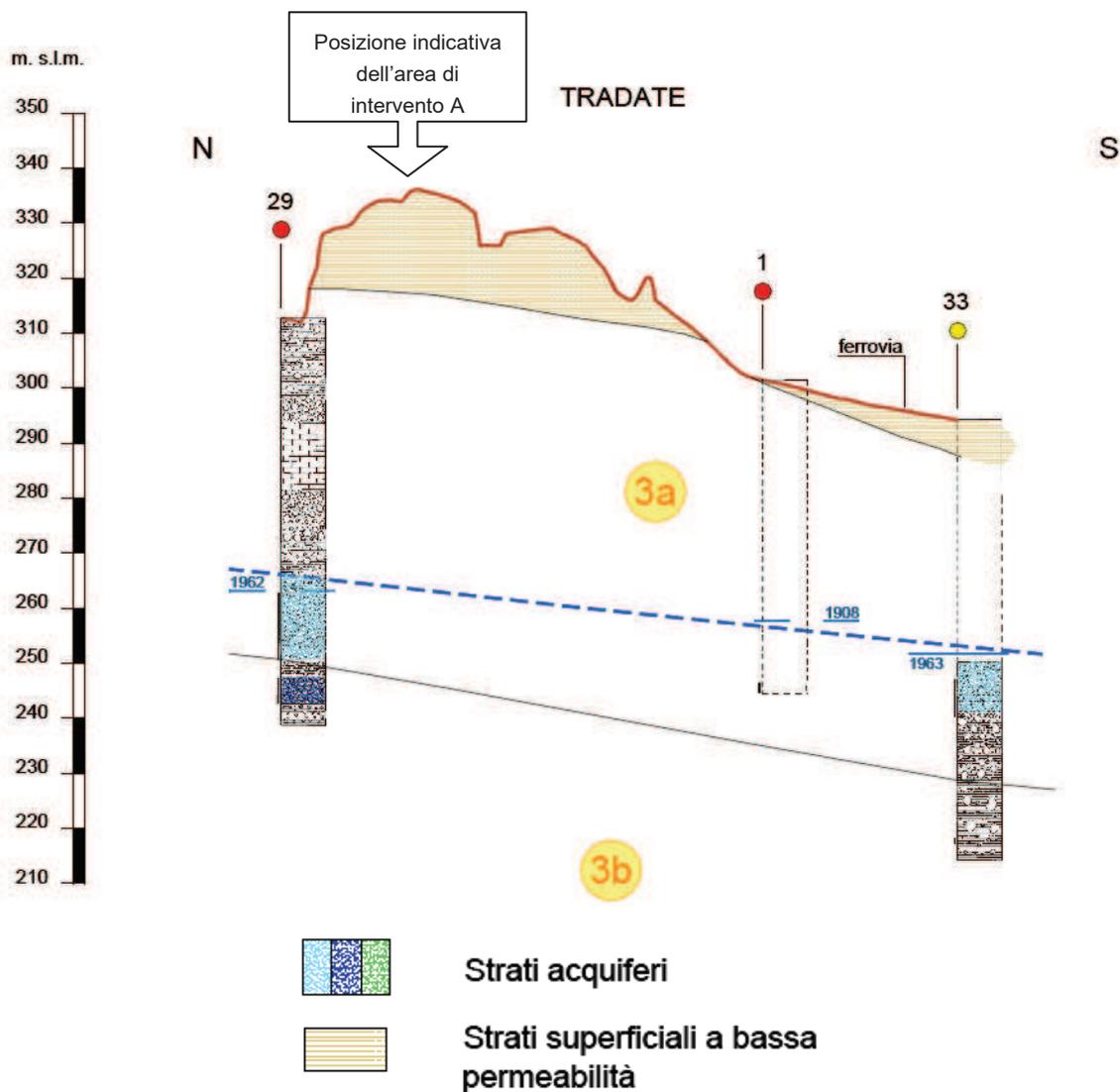
GRADO DI PERMEABILITA' DEI TERRENI SUPERFICIALI				GRADO DI VULNERABILITA'					CARATTERISTICHE DELL'ACQUIFERO	
A	M	B	BB	ee	e	a	m	b		bb
		X					m1			Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali <u>parzialmente protetto in superficie</u> da depositi discontinui prevalentemente fini di <u>spessore superiore a 5 m.</u> Soggiacenza della falda superiore a 35 m.

- Pozzo di pubblico acquedotto
- Pozzo privato
- ▲ Piezometro o pozzo esplorativo pubblico
- Pozzo chiuso

310 — Linee isopiezometriche della falda principale e relative quote (m s.l.m.)

➔ Direzioni locali del flusso idrico sotterraneo

Estratto della tavola della componente geologica del PGT  
*Idrogeologia, piezometria e vulnerabilità degli acquiferi*



#### 2.4 Inquadramento idrografico

Il territorio comunale di Tradate è caratterizzato dalla presenza di corsi d'acqua a carattere torrentizio che si originano nel settore collinare e formano incisioni vallive più o meno profonde in relazione alla natura geologica del substrato sul quale scorrono.

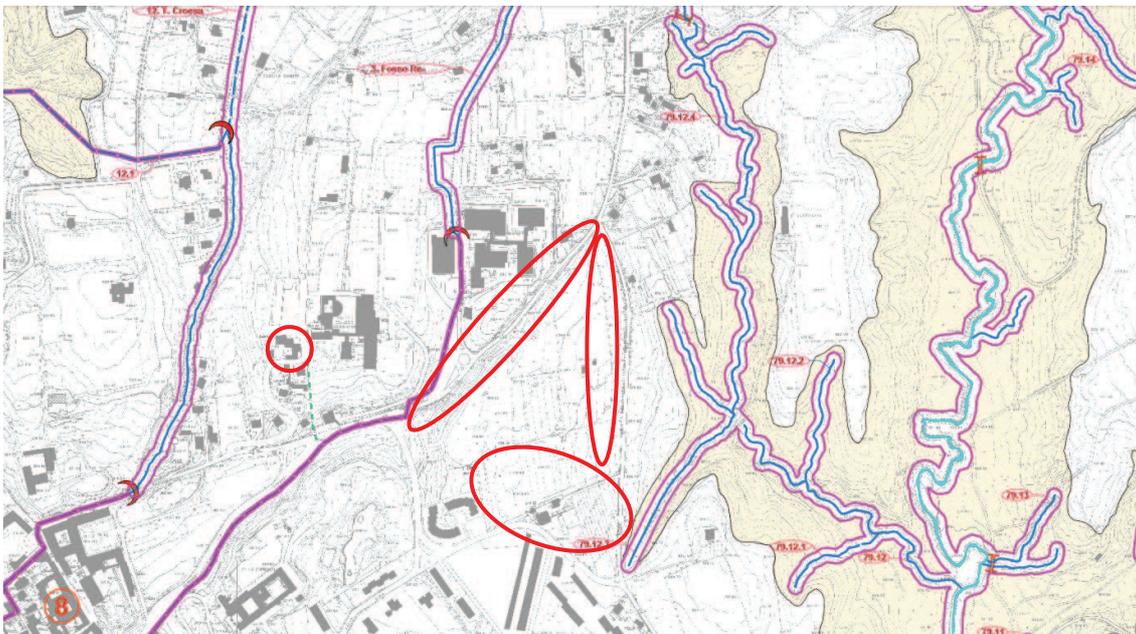
Le aste principali presentano un andamento blandamente meandriforme ed un settore di pertinenza fluviale piuttosto angusto soprattutto in corrispondenza dello sbocco nelle aree urbanizzate.

Nell'area del Parco Pineta si sviluppano numerosi corsi d'acqua a carattere torrentizio con andamento generale Nord – Sud.

Tali torrenti hanno risentito solo marginalmente della pressione antropica, mentre nella restante parte del territorio, l'andamento naturale del reticolo idrico ha subito nel corso dei decenni continue modifiche e rimaneggiamenti, dovuti allo svilupparsi del tessuto urbano.

In particolare, corsi d'acqua come il Fosso Re e il T. Croesa in corrispondenza del centro abitato sono stati completamente intubati.

Proprio il Fosso Re e un piccolo ramo affluente del fosso Gradaluso sono i corsi d'acqua più prossimi all'area del P.I.I.: l'area di Via Mayer si colloca infatti a circa 170 m a Sud-Est del Fosso Re e a circa 80 m a Ovest dal ramo n. 79.12.3 (vedi figura seguente).

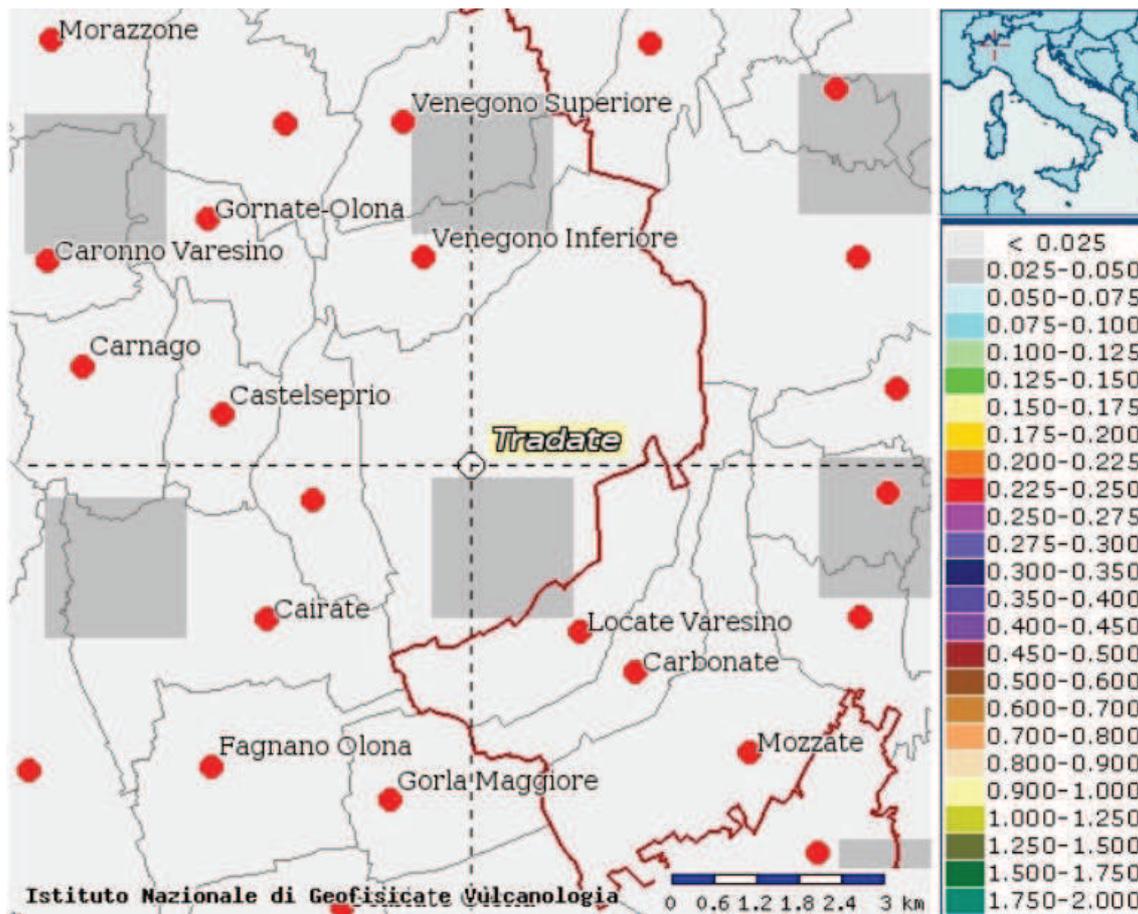


**Estratto della tavola della componente geologica del PGT**  
**Individuazione del reticolo idrografico principale e minore**

## **2.5 Inquadramento sismico**

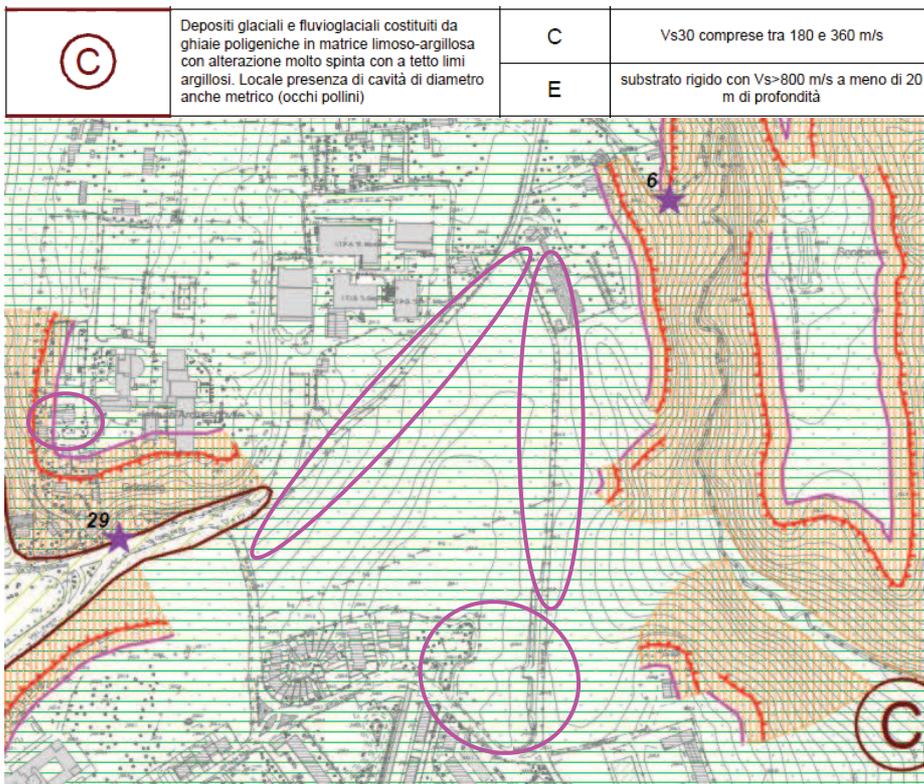
Secondo la normativa nazionale che detta i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche ed in base alla classificazione attualmente vigente in Regione Lombardia (D.G.R. 2129/2014), **l'intero territorio comunale di Tradate risulta classificato in Zona Sismica 4 con ag max pari a 0,039.**

Con riferimento al D.M. 17/01/18 “Norme tecniche per le costruzioni” la sismicità di base dell’area in esame è definibile in funzione del valore assunto dall’accelerazione massima attesa su suolo rigido per eventi con tempo di ritorno di 475 anni e probabilità di superamento del 10% in 50 anni, in corrispondenza dei nodi del reticolo di riferimento nazionale (Mappa interattiva di pericolosità sismica dell’INGV). La figura seguente mostra lo stralcio del reticolo di riferimento nazionale relativo all’area in esame.



Nella componente geologica del PGT è stata effettuata l’analisi di primo livello che ha portato all’individuazione sull’intero territorio comunale di aree omogenee per ambiti di pericolosità sismica.

L’area di interesse ricade in un ambito di pericolosità sismica locale Z4c – Zona con depositi fluvioglaciali antichi con caratteri litologici e geomorfologici che la rendono equiparabile a “zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)”, soggetto a fenomeni di amplificazione di tipo litologico e geometrico (vedi estratto a pagina seguente).



CLASS. SISMICA O.P.C.M. 3273/03	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL) D.G.R. 9/2616/11 All. 5	EFFETTI	LIVELLO DI APPROFONDIMENTO DELLA PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO (PREVISTO DAI CRITERI REGIONALI)	
ZONA 4	 	<b>Z3a</b> Zona di ciglio (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc)	Amplificazioni topografiche	2° LIVELLO per edifici strategici e rilevanti  3° LIVELLO nelle aree indagate con il secondo livello quando Fa calcolato risulta maggiore del valore soglia comunale
	<b>Z3b</b> Zona di cresta e/o cucuzolo	Amplificazioni litologiche e geometriche		
			<b>Z4a</b> Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi con presenza di bedrock sismico a profondità inferiori a 30m	
			<b>Z4c</b> Zona con depositi glaciali e fluvioglaciali antichi con caratteri litologici e geomorfologici che la rendono equiparabile a "zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)" con presenza di bedrock sismico a profondità inferiori a 30m	

Estratto della tavola della componente geologica del PGT  
Carta della Pericolosità Sismica Locale

## 2.6 **Caratteristiche geotecniche**

Dall'analisi della tavola *Caratterizzazione geotecnica e geopedologica* contenuta nella componente geologica del P.G.T. si rileva che l'area di interesse ricade nell'**Unità geotecnica C – Aree del Pianalto Ferrettizzato**.

L'unità è caratterizzata dalla presenza di ghiaie poligeniche in matrice limoso-argillosa con alterazione molto spinta (ferretto); sono riconoscibili fantasmi di clasti porfirici, metamorfici, granitici e selci con presenza di cortex o totalmente arenizzati e argillificati. Superiormente si riscontrano limi argillosi con assenza di strutture evidenti.

Le caratteristiche geotecniche si presentano da buone a scadenti: il grado di alterazione assimila tali terreni al comportamento di terreni fini con stato di consistenza "duro", ma soggetti a rammollimento se in condizioni di saturazione idrica.

Si rileva la locale presenza di cavità generate dallo scorrimento delle acque di infiltrazione lungo vie preferenziali ("occhi pollini") di diametro anche metrico.

Il drenaggio delle acque è mediocre: la permeabilità molto bassa di questi depositi determina in occasione di eventi meteorici ristagni d'acqua sul piano campagna nelle aree depresse.

Nel primo sottosuolo si rilevano problematiche relative alla circolazione delle acque con venute d'acqua localmente abbondanti a circa 150-200 cm di profondità.

## 2.7 **Raffronto con la carta della fattibilità geologica e norme geologiche di piano**

Dall'analisi cartografica della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT di Tradate, si osserva che le aree interessate dal P.I.I. sono azionate in classe 3 di fattibilità geologica (vedi estratto a pagina seguente).

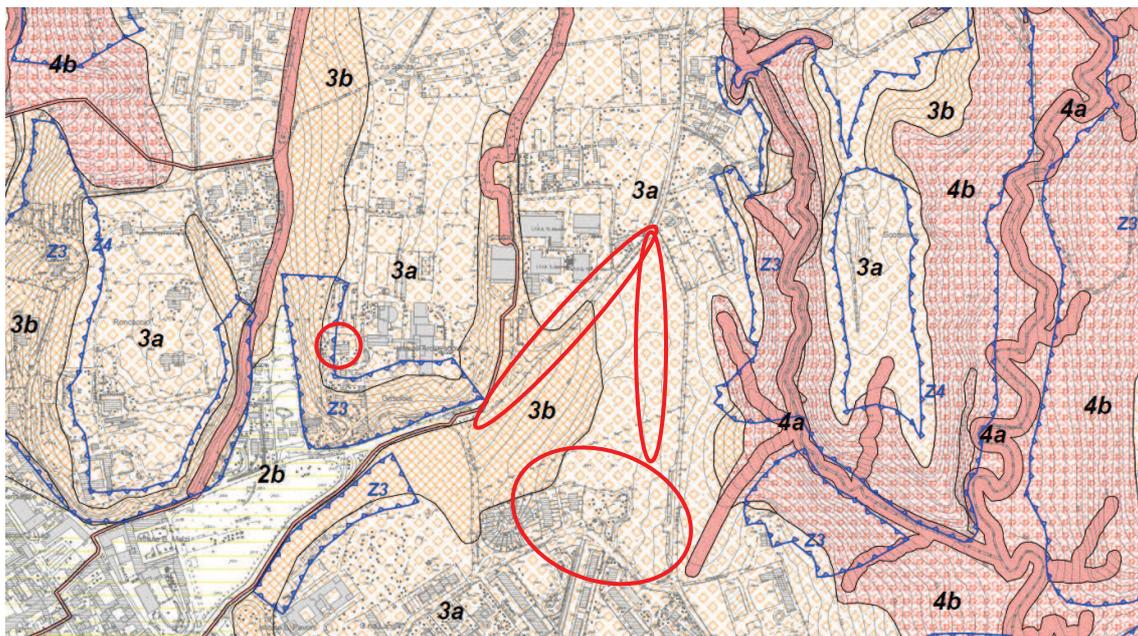
Nello specifico si tratta della sottoclasse *3a – Aree del pianalto ferrettizzato*, per le quali sono individuate consistenti limitazioni di carattere geotecnico e geomorfologico.

Le suddette aree sono costituite da terreni eterogenei profondamente alterati (ferretto) caratterizzati da permeabilità molto bassa, con possibile presenza di acque di primo sottosuolo e cavità geologiche di dimensioni metriche "occhi pollini" che si rinvergono nei primi 10 m di profondità.

Le norme geologiche di piano ammettono qualunque tipo di azione edificatoria con verifiche locali preventive alla progettazione.

È prescritta la necessità di effettuare sempre un'indagine geognostica commisurata alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza alle NTC.

Le norme geologiche di piano indicano inoltre, come interventi da prevedere in fase progettuale, opere per la regimazione delle acque meteoriche e l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo.



Aree del pianalto ferrettizzato

Estratto della tavola della componente geologica del PGT  
*Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano*

Per quanto concerne invece la normativa antisismica, bisogna innanzitutto rilevare che il progetto prevede la realizzazione di un edificio definibile come "opera rilevante" ai sensi del D.D.U.O. 21/11/2003 n. 19904, recentemente aggiornato dal D.D.U.O. 22/05/2019 n. 7237 (vedi **Cap. 4**).

Per tali opere ricadenti in zona di pericolosità sismica locale Z4, come quella in esame, la normativa prevede che la documentazione di progetto comprenda la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi (livello 2 dell'Allegato 5 della D.G.R. 9/2616/11). Qualora il fattore di amplificazione calcolato risulti superiore ai valori soglia della normativa nazionale, dovrà essere effettuata la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi (livello 3 dell'Allegato 5 della D.G.R. 9/2616/11).

Inoltre, per la tipologia di intervento come quello in oggetto, le norme geologiche di piano indicano come indagini minime per la caratterizzazione sismica locale *indagini geofisiche preferibilmente in foro (down-hole o cross-hole) oppure di superficie quali SASW (Spectral Analysis of Surface Waves), MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) o REMI (Refraction Microtremor for Shallow Shear Velocity)*, fatte salve le condizioni per cui il D.M. 14/01/2008 ammette l'applicazione di metodi di progetto – verifica semplificati.

Si rileva, infine, che sull'area di intervento A non insistono altri vincoli di natura geologica, quali vincoli di polizia idraulica, aree di salvaguardia dei pozzi ad uso idropotabile o aree sottoposte a vicoli derivanti dalla pianificazione di bacino (P.A.I.).

### 3. CARATTERIZZAZIONE SEMI-QUANTITATIVA DEGLI EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE ATTESI – ANALISI DI LIVELLO II

Come indicato nel precedente paragrafo, le norme geologiche di piano del PGT di Tradate prevedono per strutture quali quelle in progetto la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi.

L'analisi di livello II fornisce tale stima della risposta sismica dei terreni in termini di Fattore di amplificazione (Fa) e si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche, come nel caso dell'area di P.I.I. ricadente in zona Z4c di Pericolosità Sismica Locale (vedi **Par. 2.5**). Per l'elaborazione seguenti sono stati seguiti i criteri contenuti nell'Allegato 5 della D.G.R9/2616/11.

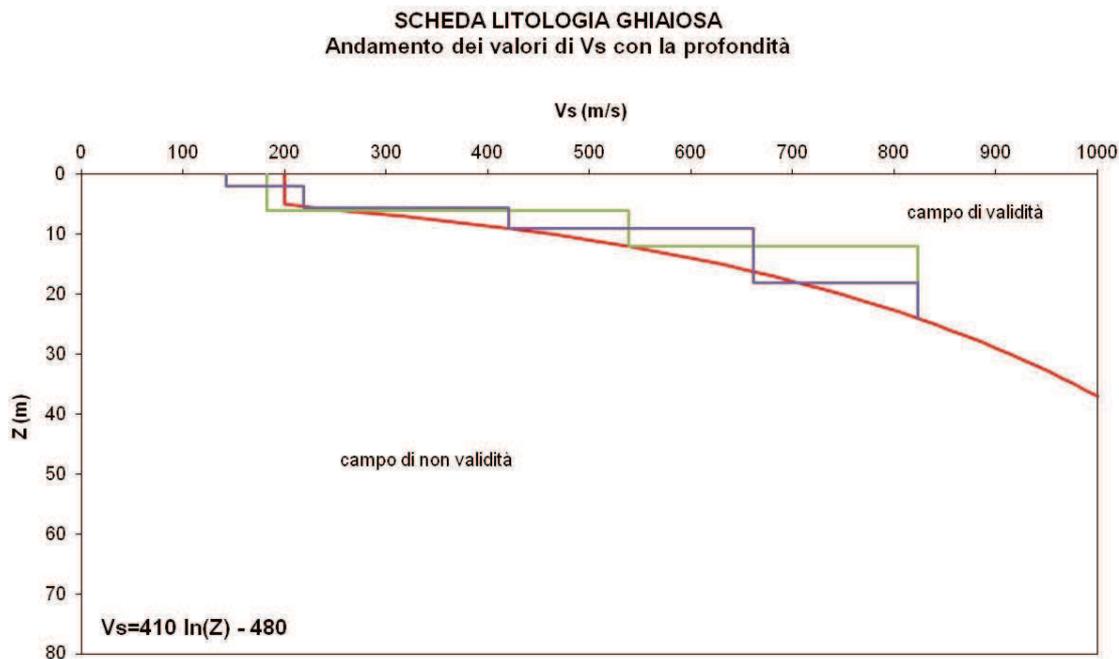
Per le successive analisi sono state utilizzate i dati relativi ai pozzi asserviti all'acquedotto n. 29/1 e 6/1, che hanno permesso di ricavare delle stratigrafie attendibili. Tali dati sono stati confrontati e confermati dalla stratigrafia di un pozzo disperdente sperimentale e dai risultati di una prova di down-hole effettuati entrambi nelle vicinanze.

<b>P29/1 - Arcivescovile</b>				
<i>strato (n)</i>	<i>litologia</i>	<i>spessore m</i>	<i>profondità m</i>	<i>velocità m/s</i>
1	ghiaia e ciottoli in abbondante matrice argillosa	2,00	2,00	142
2	ghiaia con abbondante matrice argillosa sovraconsolidata	3,50	5,50	219
3	ghiaia con abbondante matrice limosa sovraconsolidata	3,50	9,00	421
4	ghiaia e ciottoli in abbondante matrice argillosa sovraconsolidata	9,00	18,00	661
5	ghiaia e conglomerato compatto	6,00	24,00	823

<b>P6/1 - Betulle</b>				
<i>strato (n)</i>	<i>litologia</i>	<i>spessore m</i>	<i>profondità m</i>	<i>velocità m/s</i>
1	suolo limoso con ghiaia fine	6,00	6,00	182
2	ghiaia in matrice limosa alterata	6,00	12,00	539
3	ciottoli e ghiaia grossa sciolta	12,00	24,00	823
4	conglomerato	4,00	28,00	886

Pertanto, in base alla litologia prevalente in sito è stata scelta, tra quelle proposte nell'Allegato 5 della D.G.R. 9/2616/11, la scheda di valutazione per le litologie prevalentemente ghiaiose e ne è stata verificata la validità.

Come si può osservare dal grafico seguente, l'andamento dei valori di Vs con la profondità rientra nel campo di validità della scheda scelta.



Utilizzando la matrice della scheda di valutazione, in base allo spessore e alla velocità dello strato superficiale si sceglie la curva più appropriata, che per le stratigrafie dei pozzi 6/1 e 29/1 corrisponde alla curva 1, come indicato nello schema seguente.

SCHEDA LITOLOGIA GHIAIOSA		Profondità primo strato (m)																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18				
Velocità primo strato (m/s)	200				1	1													
	250				2	2	2												
	300				3	3	3	3											
	350				3	3	3	3	3										
	400				3	3	3	3	3	3									
	450				3	3	3	3	3	3	3								
	500				3	3	3	3	3	3	3	3							
	600				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					
	700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			

Le formule di correlazione tra Fa e T per gli intervalli di periodo 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s sono pertanto le seguenti:

**Correlazione Fa<sub>0,1-0,5s</sub> – T (CURVA 1)**

$$0,08 \leq T \leq 0,40 \quad Fa_{0,1-0,5s} = -8,5T^2 + 5,4T + 0,95$$

$$0,40 < T \leq 1,00 \quad Fa_{0,1-0,5s} = 1,46 - 0,32 \ln(T)$$

**Correlazione Fa<sub>0,5-1,5s</sub> – T**

$$0,07 \leq T \leq 1,00 \quad Fa_{0,5-1,5s} = -0,58T^2 + 0,84T + 0,94$$

T è il periodo proprio del sito ed è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s mediante la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \cdot \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

dove hi e Vsi sono lo spessore e la velocità di ogni strato del modello adottato.

I risultati dell'analisi relativamente al sito in esame sono illustrati nei grafici seguenti e riassunti nella tabella sottostante:

	T	Fa 0,1-0,5 s	Fa 0,5-1,5 s
<b>P 29/1</b>	0,17	1,6	1,1
<b>P 6/1</b>	0,16	1,6	1,1

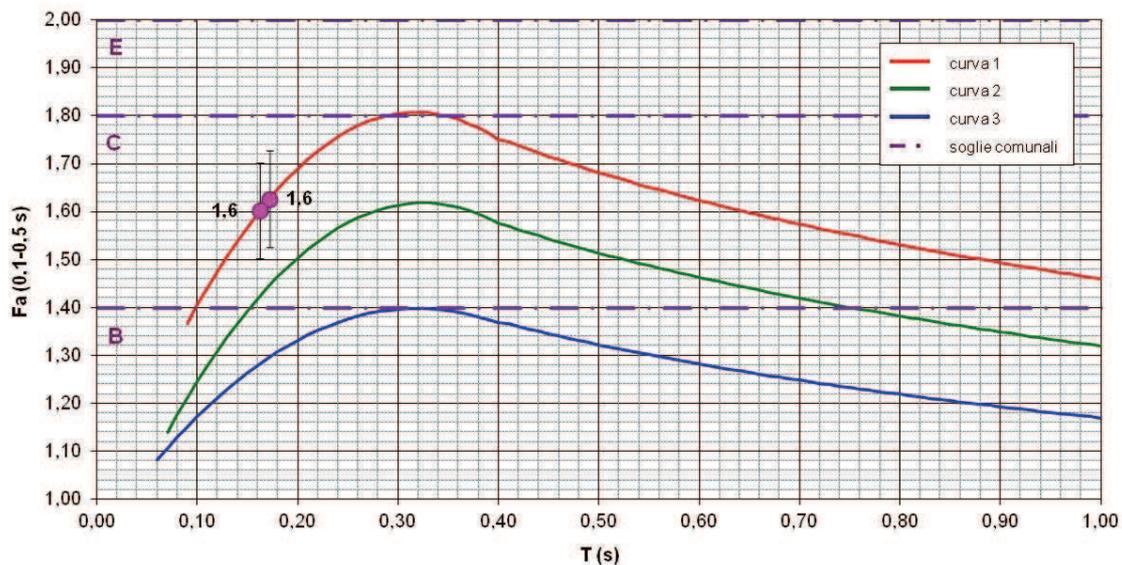
Come si può osservare dai grafici seguenti, il valore di Fa calcolato per l'intervallo 0.1-0.5 risulta superiore ai valori soglia comunali (banca dati Regione Lombardia – tabella seguente) per la categoria di terreno di tipo B, compatibile con i suoli in esame, mentre il valore di Fa calcolato per l'intervallo 0.5-1.5 s risulta molto minore rispetto ai valori soglia comunali.

	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>Fa<sub>0,1 - 0,5s</sub></b>	1,4	1,8	2,2	2,0
<b>Fa<sub>0,5 - 1,5s</sub></b>	1,7	2,4	4,2	3,1

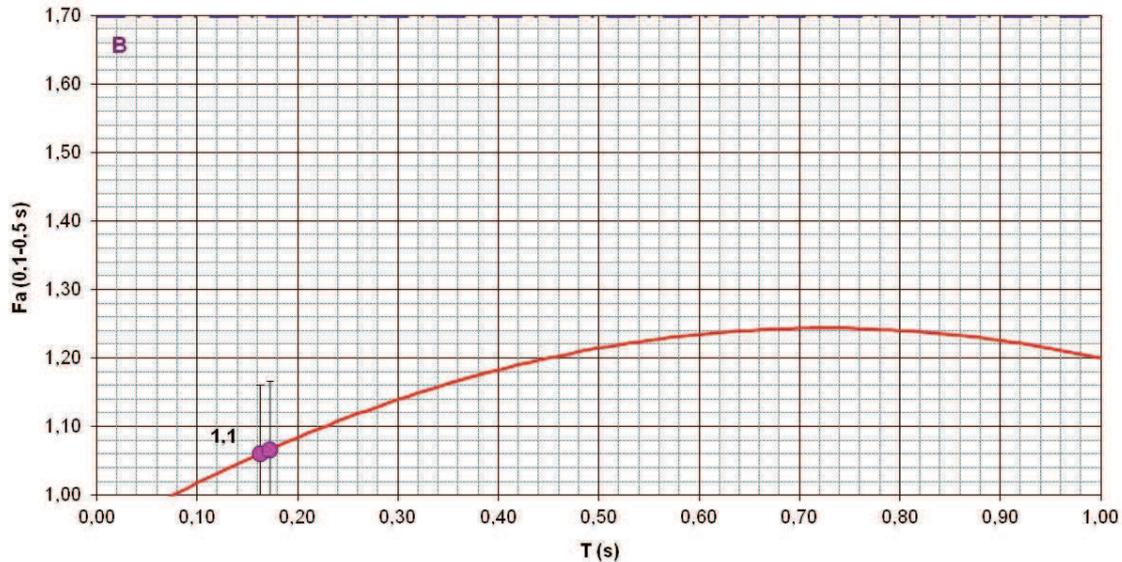
I risultati dell'analisi di livello II indicano che la normativa nazionale non risulta pienamente sufficiente a salvaguardare gli effetti di amplificazione sismica locale.

Pertanto, in fase di progettazione esecutiva, sarà comunque necessario definire quantitativamente gli effetti di amplificazione sismica attesi mediante approfondimenti di livello III, come da Allegato 5 della D.G.R. 9/2616/11.

SCHEDA LITOLOGIA GHIAIOSA  
Correlazione T - Fa 0,1-0,5 s



SCHEDA LITOLOGIA GHIAIOSA  
Correlazione T - Fa 0,5-1,5 s



#### 4. CARATTERISTICHE DI DETTAGLIO DEL PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO

Come indicato in premessa, il Programma Integrato di Intervento prevede la cessione di un'area boscata e due interventi:

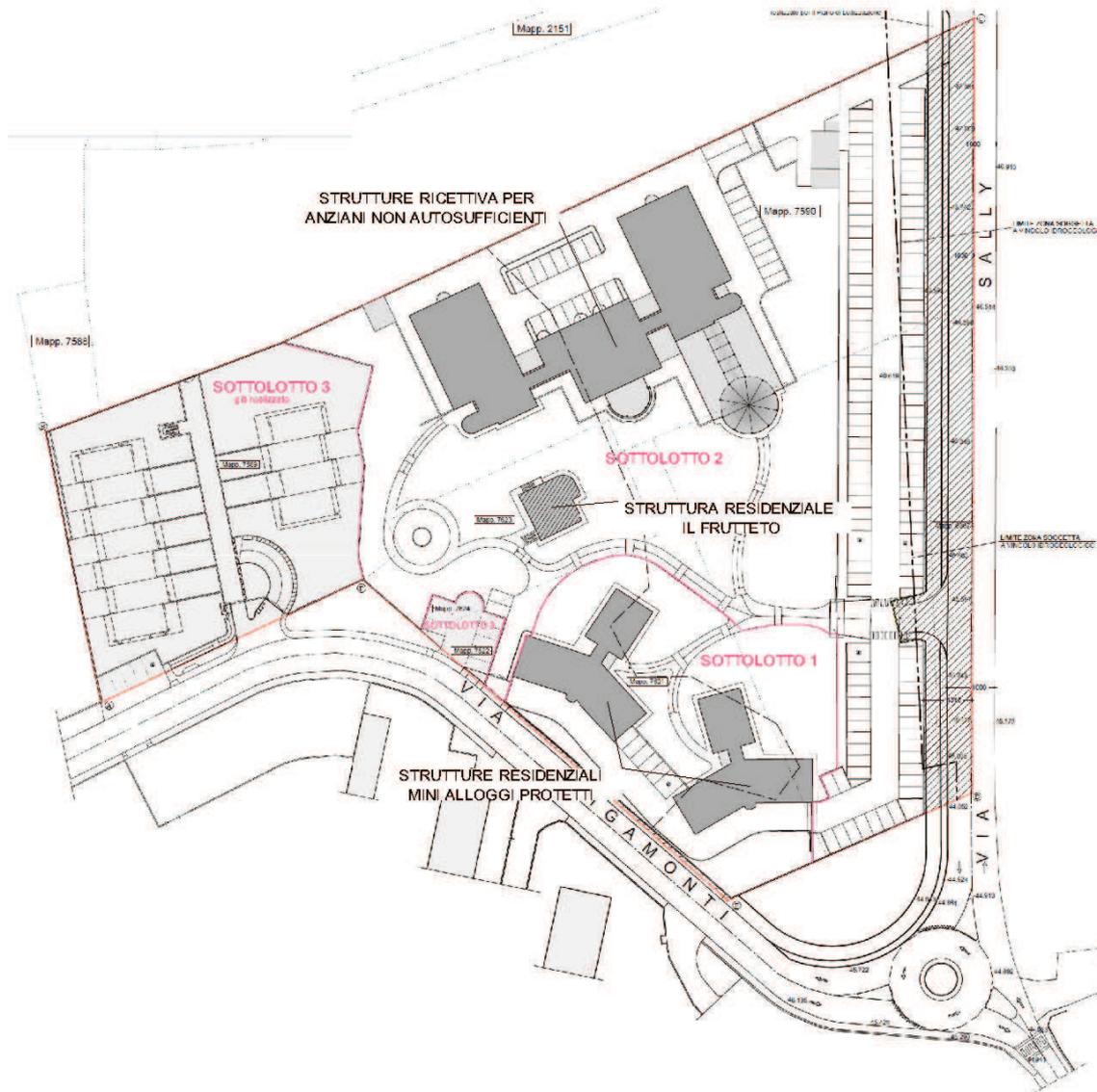
- la realizzazione di alcune strutture di tipo residenziale e socio-assistenziale sull'area posta tra Via Rigamonti e Via Mayer (intervento A).
- la demolizione dell'edificio sito in Via Roncaccio e realizzazione sull'area di un nuovo parcheggio ad uso pubblico con contestuale allargamento e sistemazione stradale (intervento B)

L'area dell'intervento A risulta a sua volta suddivisa in 3 sotto-lotti, di cui uno già completato (vedi planimetria in figura seguente):

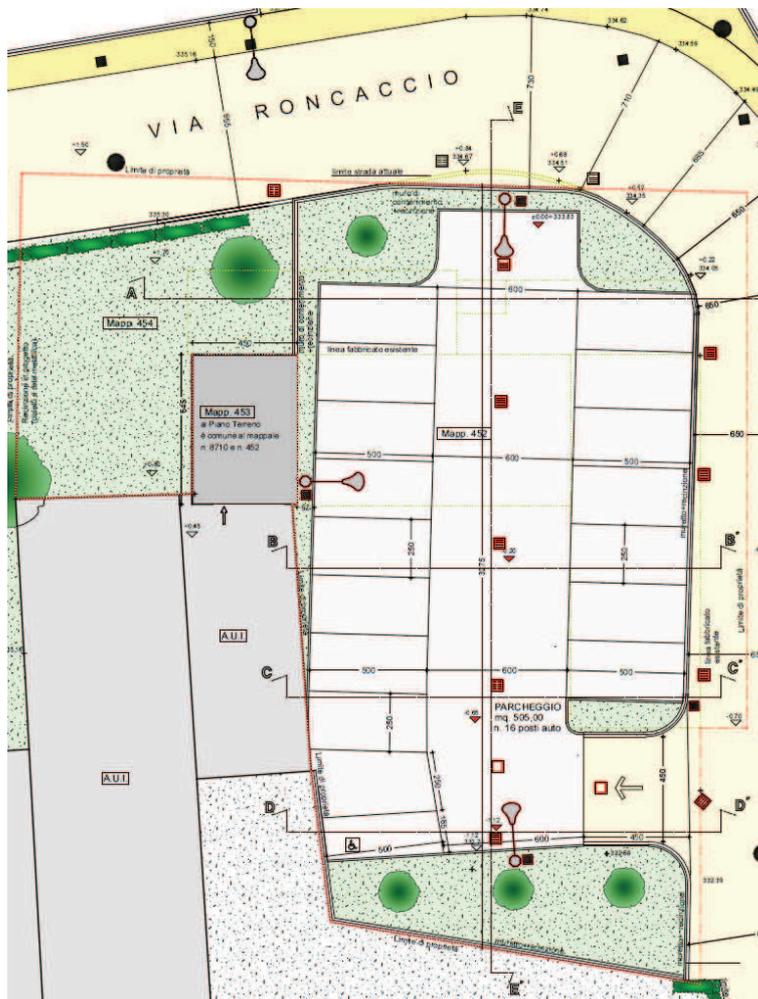
1. Nel sotto-lotto 1 è prevista la realizzazione di 2 strutture residenziali di n. 18 unità residenziali, con n. 46 posti letto complessivi, di cui 16 mini-alloggi e n. 2 C.A.S.A. (Comunità Alloggio Sociale Anziani), destinate ad accogliere anziani autosufficienti.
2. Nel sotto-lotto 2 è prevista la realizzazione di una struttura ricettiva per anziani non autosufficienti, per un totale complessivo di 96 posti letto, e la ristrutturazione dell'edificio esistente, denominato "il Frutteto", n. 2 alloggi al servizio dell'intero quartiere.

3. Nel sotto-lotto 3, lotto già completato, sono state realizzate 11 villette a schiera unifamiliari.

La struttura ricettiva del sotto-lotto 2 è classificabile come “opera rilevante ai sensi del D.D.U.O. 21/11/2003 n. 19904, in quanto definibile come *struttura sanitaria e/o socio-assistenziale con ospiti non autosufficienti* (Par. 2 Punto d del citato D.D.U.O.).



### INTERVENTO "A"



## INTERVENTO "B"

### 5. PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Come previsto dalla D.G.R. 5001/2016, l'esecuzione di adeguate indagini geognostiche di carattere geotecnico e sismico, rappresenta l'adempimento necessario per la successiva modellazione geotecnica e sismica dei terreni di fondazione e la conseguente redazione della relazione geologica, geotecnica e sismica del progetto definitivo / esecutivo, in applicazione del D.M. 17/01/2018 " Aggiornamento delle *Norme tecniche per le costruzioni* ".

Tale adempimento dovrà essere attuato in fase di progettazione strutturale esecutiva, e comunque prima dell'inizio dei lavori e dovrà comprendere indagini geognostiche commisurate al tipo di opera.

Già in questa fase si possono indicare le indagini che si ritengono più opportune e congruenti con la normativa.

### **Indagini geognostiche in sito**

L'indagine geognostica con prove in sito dovrà prevedere almeno l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo della profondità di 35 m.

Ciò garantirà che la successiva indagine sismica raggiunga la profondità di almeno 30 m dalla quota di progetto delle strutture di fondazione.

Il sondaggio dovrà essere realizzato in corrispondenza della prevista struttura ricettiva per anziani non autosufficienti (sotto-lotto 2).

Durante l'esecuzione del sondaggio si dovranno eseguire prove SPT in foro e dovranno essere prelevati campioni di terreno per l'esecuzione di prove di identificazione in laboratorio.

In corrispondenza dei fabbricati in progetto si dovranno inoltre realizzare almeno n. 8 prove penetrometriche dinamiche continue. Le prove consentiranno di ricavare un adeguato numero statistico di dati di resistenza geomeccanica dei terreni.

In almeno n. 2 fori delle prove penetrometriche andranno installati inoltre dei piezometri a tubo aperto atti a rilevare i livelli piezometrici delle locali acque di primo sottosuolo (falde sospese).

### **Prove di laboratorio**

Sui campioni prelevati dal sondaggio, andranno eseguite prove di identificazione geotecnica consistenti in: prove granulometriche per setacciatura / sedimentazione, determinazione dei limiti di consistenza, stima peso di volume.

### **Indagine sismica**

L'indagine sismica dovrà prevedere la misura diretta delle onde sismiche di taglio Vs con l'esecuzione di una prova Down Hole all'interno del foro di sondaggio, opportunamente attrezzato.

### **Indagine per parcheggio Via Roncaccio**

L'indagine più adeguata per il parcheggio di Via Roncaccio dovrebbe prevedere esecuzione di prove di carico su piastra al fine di stimare i cedimenti sotto carico e fornire indicazione sul sottofondo strutturale da prevedere in progetto.

## 6. CONCLUSIONI

Sulla base delle analisi condotte e descritte ai precedenti paragrafi, si possono trarre le seguenti osservazioni conclusive di carattere geologico applicativo valide per l'area di interesse:

- il progetto consiste nella realizzazione di una struttura ricettiva per anziani non autosufficienti e di due comparti residenziali costituiti da mini alloggi per anziani autosufficienti.
- l'area di interesse progettuale ricade in classe 3 di fattibilità geologica (zone con consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori), in quanto caratterizzata da terreni profondamente alterati e poco permeabili e dalla possibile presenza di acque di primo sottosuolo e cavità geologiche di dimensioni metriche nei primi 10 m di profondità. Tale condizione necessita pertanto di approfondimenti di indagine contestuali alla progettazione esecutiva, come indicato nel **Par. 2.7** e nel **Cap. 5**.
- l'area di interesse progettuale non è soggetta ad altri vincoli di natura geologica quali vincoli di polizia idraulica, aree di salvaguardia dei pozzi ad uso idropotabile o aree sottoposte a vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino (P.A.I.)
- i risultati dell'analisi sismica di livello II indicano che la normativa nazionale non risulta pienamente sufficiente a salvaguardare gli effetti di amplificazione sismica locale, pertanto in fase di progettazione esecutiva sarà necessario definire quantitativamente gli effetti di amplificazione sismica attesi mediante approfondimenti di livello III, come da Allegato 5 della D.G.R. 9/2616/11.

In fase di progettazione esecutiva, sulla base dei criteri contenuti nel D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle *Norme tecniche per le costruzioni*", dovranno essere quindi condotte opportune indagini geognostiche (vedi indicazioni in **Cap. 5**) per la valutazione dei valori di resistenza del terreno riferiti ai carichi strutturali di progetto e per la caratterizzazione sismica locale.

I risultati delle prove e le relative analisi saranno contenuti nella specifica relazione geologica e geotecnica ai sensi del D.M. 17/01/2018.

\*\*\*\*\*

Sulla base degli elementi conoscitivi acquisiti non sono emerse condizioni di carattere geologico ed idrogeologico ostative l'esecuzione del P.I.I. (Intervento A, intervento B e cessione area di bosco) per il quale si esprime parere di fattibilità e compatibilità geologica favorevole, rinviando alla fase di progettazione esecutiva gli opportuni approfondimenti mediante adeguate indagini geognostiche.

Il Tecnico  
**Dott. Geol. Marco Parmigiani**

