

MTS Engineering S.r.l.

Vicolo della Torre n.15 – 23900 Lecco (LC)

Tel.0341/353829 Fax 0341/1881055

e-mail: amministrazione@mtse.it Pec: mtse@legalmail.it Internet: www.mtse.it

C.F./P.Iva 03407820137 Registro Imprese Lecco

COMUNE DI SOMMA LOMBARDO

PROVINCIA DI VARESE

RELAZIONE GEOLOGICA

AI SENSI DEL DM 17/01/2018 e DGR X/2616/2011

in via Villoresi, Somma Lombardo (VA)

REDATTO DA:	<i>Dott. Geol. Federica Ravasi</i>	REVISIONI	
VERIFICATO DA:			
DATA EMISSIONE			

LUGLIO 2020

INDICE

1.	PREMESSA.....	2
2.	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	2
3.	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	3
4.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	3
5.	STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE	4
6.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
7.	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	6
8.	USO DEL SUOLO.....	7
9.	INQUADRAMENTO SISMICO.....	8
10.	INDAGINI IN SITO.....	10
10.1	PROVA SPT IN FORO	10
10.2.	INDAGINE SISMICA	12
10.2.1	Categoria del suolo di fondazione	12
10.2.2.	Analisi di secondo livello – Effetti Sismici di sito	13
10.2.3	Esclusione della verifica alla liquefazione	13
11.	MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	14
11.1	ELABORAZIONE DELLA PROVA.....	14

ALLEGATI

All. 01 –Stratigrafie e riprese fotografiche sondaggio geognostico

All. 02 – Registrazione e interpretazione prova sismica Down Hole

RELAZIONE GEOLOGICA

1. PREMESSA

La presente costituisce la relazione geologica redatta ai sensi del DM 17/01/2018 e DGR Lombardia IX/2616 relativa all'area nel comune di Somma Lombardo, via Villoresi, sede del complesso scolastico G. Rodari (Figura 1).

Lo scopo è quello di caratterizzare dal punto di vista geologico, simico e geotecnico i materiali del sottosuolo interessati. A tal fine sono state effettuate appositamente delle indagini in sito durante la campagna del mese di Maggio 2020.



Figura 1- area di studio nel riquadro rosso, foto satellitare Google Earth

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale 17.01.2018 Testo Unitario - 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 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009 n. 617.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- Eurocodice 8 (1998) - Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Eurocodice 7.1 (1997) - Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI
- Eurocodice 7.2 (2002) - Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

- Eurocodice 7.3 (2002) - Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002).

UNI

- Decreto ministeriale 11/03/1988
- Decreto ministeriale 17/01/2018

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Per i dettagli circa l'opera di adeguamento sismico in progetto si rimanda alla relazione tecnica descrittiva del Progettista incaricato; sulla base del progetto, lo stesso Progettista ha redatto il piano delle indagini eseguito e di cui si riporta nella presente relazione.

4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di studio è situata nel comune di Somma Lombardo in via Villoresi, a circa 2 km verso Ovest del Comune.

Il riferimento cartografico è il foglio A5c3 alla scala 1:10.000 della cartografia tecnica regionale.



Figura 2 – Ubicazione dell'area su Carta Tecnica Regionale (geoportale regione Lombardia)

Da questa si ricava che altimetricamente l'area è ubicata ad una quota topografica media pari a circa 266 m s.l.m..

Le coordinate geografiche dell'area sono:

Latitudine	45.679372
Longitudine	9.697158

La stessa insiste sul Foglio 9 Particella 9457 del comune censuario di Somma Lombardo.



Figura 3 – Ubicazione dell'area su estratto mappa catastale (geoportale regione Lombardia)

5. STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE

Nel Piano di governo del territorio del comune di Somma Lombardo è contenuto lo Studio geologico da cui sono tratti gli stralci della cartografia e la descrizione delle legende di seguito riportate (Figura 4, Figura 5).

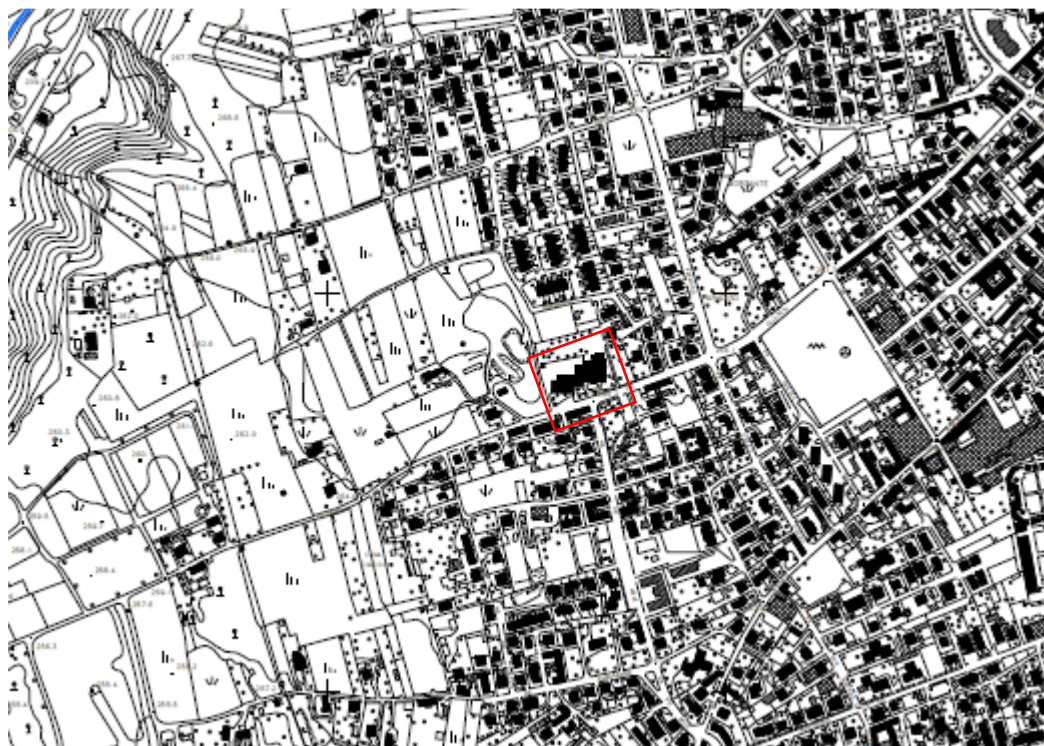


Figura 2 - Stralcio carta dei vincoli (Tav. 6a, Piano di governo del territorio comunale 2012, scala 1:5.000); nel rettangolo rosso la zona di studio.

Si osserva, dallo stralcio della carta sopra riportata, che nell'intorno dell'area di studio non è stata rilevata alcuna tipologia di vincolo.

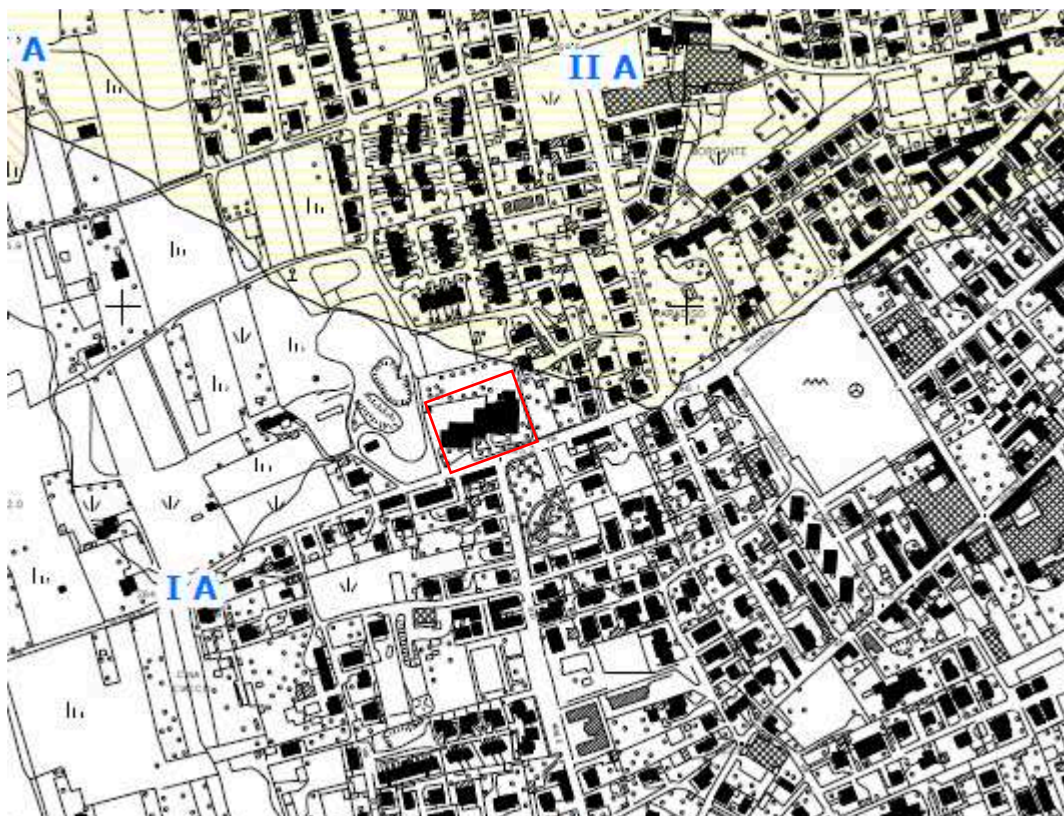


Figura 3 - Stralcio della carta della fattibilità geologica (Tav 10a, Piano di governo del territorio comunale 2012, scala 1:5.000); in rosso la zona di studio.

Di seguito si riporta uno stralcio delle norme tecniche di fattibilità geologica descritte nel PGT comunale 2020 per la classe in cui ricade la zona di interesse.

CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA 1



SOTTOCLASSE IA

Aree di pianura alluvionale o fluvio-glaciale caratterizzate da assenza di significativi processi evolutivi in atto

Elementi di attenzione

Variabilità delle condizioni litologiche o di addensamento

Possibile occorrenza di orizzonti superficiali a scarso addensamento

Possibile presenza di interventi di rimaneggiamento antropico

Prescrizioni

In via di minima, dovranno essere verificate:

- caratteristiche litologiche delle unità presenti in loco fino a profondità rappresentativa;
- capacità portante e cedimenti indotti;
- presenza di acque sotterranee, anche a carattere temporaneo;
- possibile presenza di interventi di scavo e ritombamento pregressi e caratterizzazione dei materiali presenti;
- grado di stabilità degli scavi con riguardo anche alle condizioni di contorno, sia in corso d'opera che a fine lavori;
- modalità di governo e/o dispersione nel sottosuolo delle acque di pioggia e/o di corrivazione.

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Le notizie fondamentali per l'inquadramento geologico, idrogeologico e morfologico sono state desunte, nella gran parte, dalle note illustrative della Carta Geologica allegata allo studio geologico comunale da cui vengono ripresi alcuni stralci di seguito proposti (Figura 4).

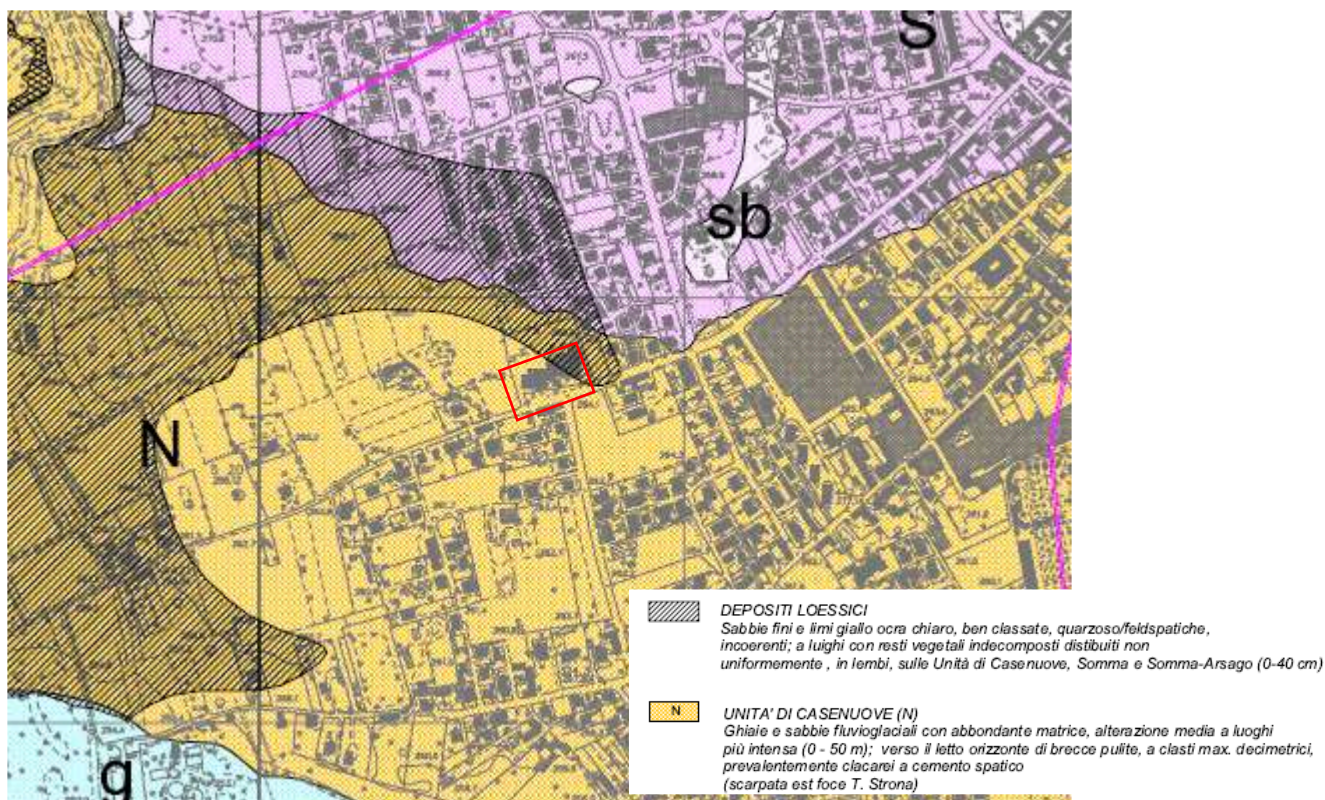


Figura 4 - Stralcio della carta Geologica del comune di Somma Lombardo (Tav. 1a Carta Inquadramento geologico, PGT comunale 2009, scala 1:5.000); in rosso la zona di studio.

Il territorio in esame si colloca nel settore dell'alta Pianura Padana compreso fra i Fiumi Ticino e Olona, a sud della zona dei laghi prealpini del Varesotto.

Geologicamente quindi si situa in un'area caratterizzata esclusivamente dalla presenza di depositi sciolti quaternari disposti in terrazzi sovrapposti, con direzioni grosso modo coincidenti con il corso degli attuali fiumi.

L'area di studio sorge sulla

UNITA' DI CASENUOVE (N)

Costituisce il terrazzo di quarto ordine del Fiume Ticino, l'ultimo e più elevato. Le caratteristiche litologiche sono confrontabili a quelle dei terreni costituenti i terrazzi degli ordini inferiori, l'alterazione appare essere più spinta nei clasti dei litotipi meno stabili, quali i graniti, fino al millimetro di profondità. Un orizzonte di breccie calcaree, con clasti angolosi, decimetrici e a cemento spatico, è presente alla base dell'unità. Il livello è discontinuo: affiora solo in corrispondenza della scarpata subito ad est della foce del Torrente Strona.

DEPOSITI LOESSICI: trattasi di depositi di origine eolica che affiorano in lembi discontinui nella zona nord occidentale dell'area in esame, sulle Unità di Casenuove, Somma e Somma - Arsago, con spessori variabili da 0 a 40 cm. Sono costituiti da sabbie fini e limi color giallo ocra chiaro, ben classate, quarzose ed incoerenti. Localmente contengono resti vegetali indecomposti.

7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'assetto idrogeologico della zona di studio segue la struttura descritta nel capitolo precedente "Inquadramento geologico": la litozona ghiaioso-sabbiosa è sede dell'acquifero libero, mentre le litozone sottostanti a prevalente composizione sabbioso-argillosa e argillosa sono sede di acquiferi semiconfinati e confinati.

7.1. CARATTERISTICHE PIEZOMETRICHE

La ricostruzione delle variazioni dei livelli piezometrici è stata possibile grazie ai dati estrapolati dalle tavole del PGT del comune di Somma Lombardo.

Nell'area in esame, il flusso idrico sotterraneo ha un andamento diretto circa Est-Ovest, la quota piezometrica stimata è di circa 195 m s.l.m. e la soggiacenza pari a 71 m (Figura 5).

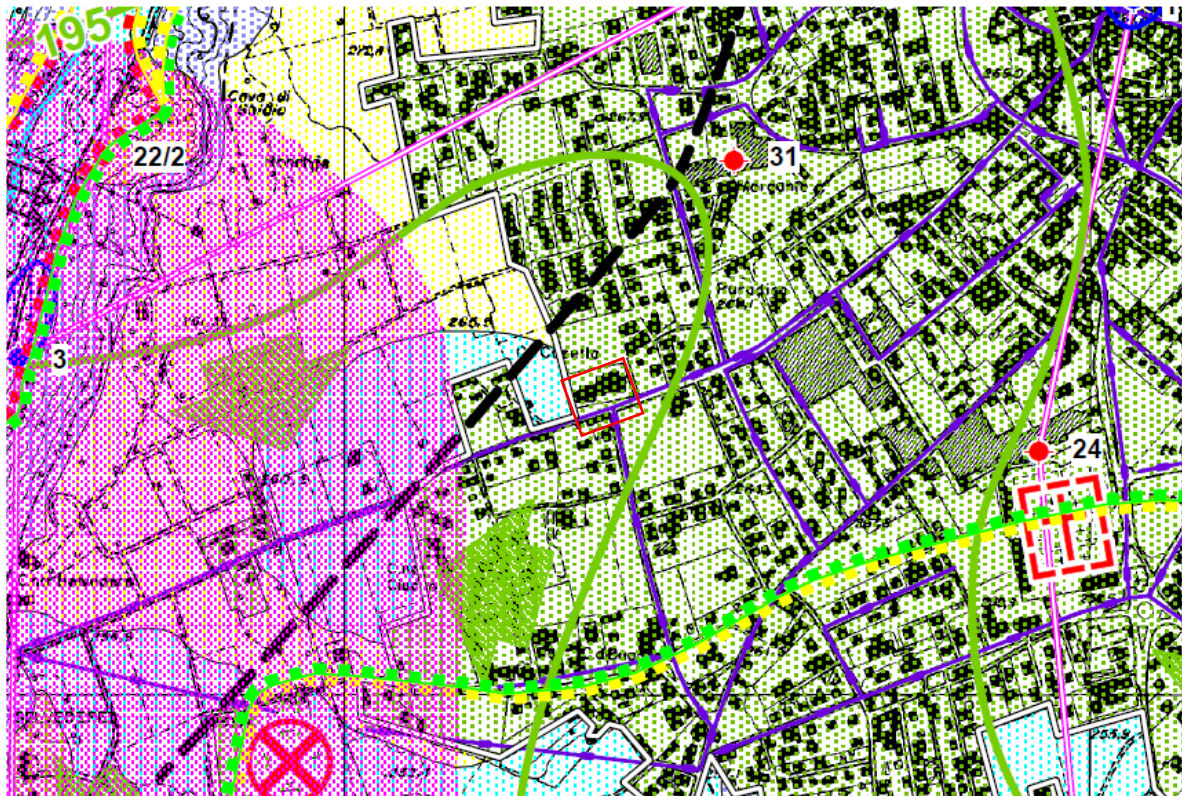


Figura 5 – Stralcio della carta idrogeologica (Tav. 4 PGT comunale 2009, scala 1:10.000); nel quadrato rosso vi è la zona di studio. Le curve verdi rappresentano l'andatura delle isopieze stimata.

8. USO DEL SUOLO

La classificazione delle unità dell'uso del suolo e il riconoscimento delle stesse sul territorio comunale è stata possibile dalla consultazione della banca dati provinciale.

Infatti, secondo la cartografia disponibile online, l'area oggetto di studio ricade, per quanto concerne l'uso del suolo, nella classe 12122 - Impianti di servizi pubblici e privati).

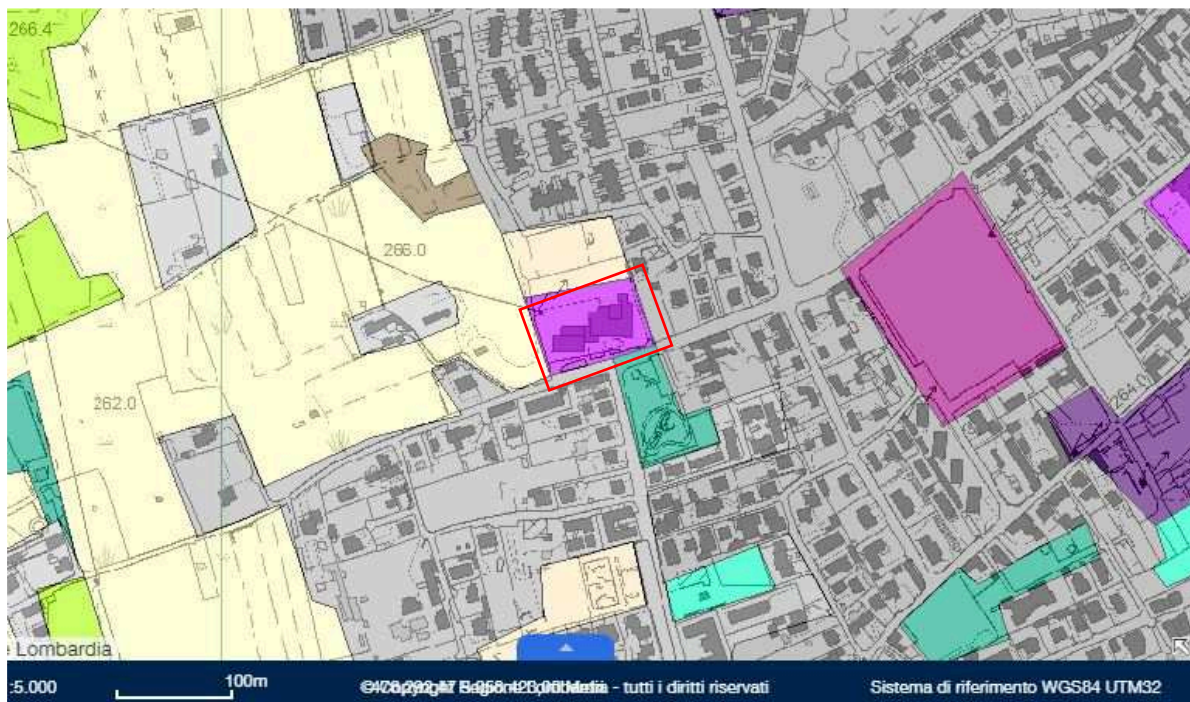


Figura 6 - Stralcio della carta uso del suolo (WebGIS Regione Lombardia, Uso e copertura del suolo 2019, DUSAF 6.0).

9. INQUADRAMENTO SISMICO

Con l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. n. 3274 del 23/03/2003, che ha classificato l'intero territorio nazionale, il territorio comunale di Somma Lombardo ricade in zona sismica 4, corrispondente alla pericolosità sismica più bassa (ag convenzionale pari a 0.05 g).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, è indispensabile valutare l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali. Sulla base dei parametri di velocità delle onde V_{seq} , è possibile classificare il terreno dal piano di imposta delle fondazioni, fino ad una profondità commisurata all'estensione e all'importanza delle opere.

Analisi di primo livello – Carta della Pericolosità Sismica Locale

Il riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica è stato condotto a livello comunale con l'adozione della Carta di Pericolosità Sismica Locale (Tav. 8a, ottobre 2012); in questo elaborato, in corrispondenza della zona in esame, viene individuato uno scenario così descritto (Figura 7):

Zona Z4a Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi

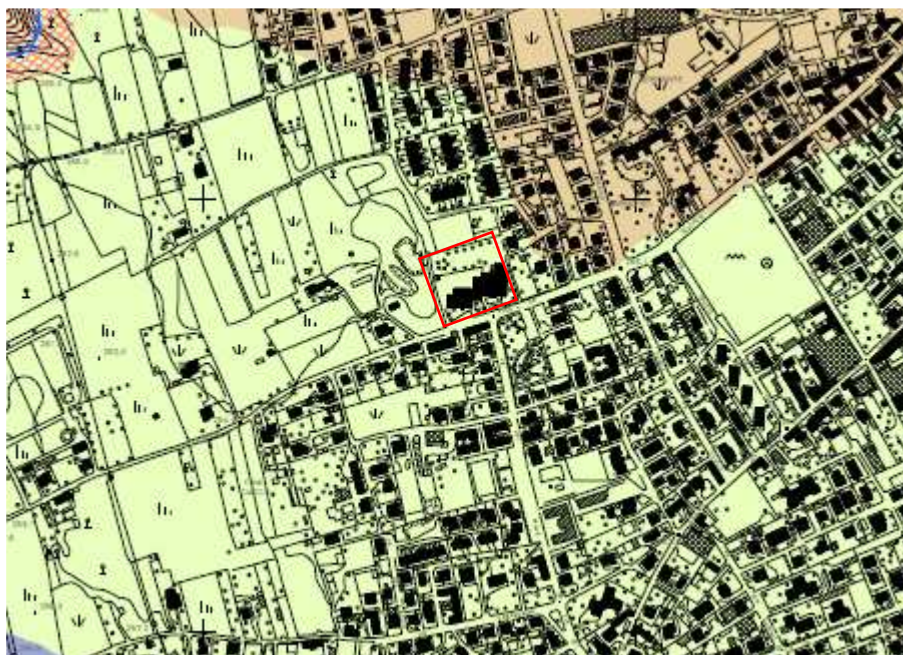


Figura 7 - Stralcio della carta della pericolosità sismica locale (Tav. 8a, PGT comunale 2012, scala 1:5.000); in rosso la zona di studio.

RELAZIONE DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

10. INDAGINI IN SITO

La campagna di indagine geognostica a cui si fa riferimento per l'acquisizione dei dati sito specifici è quella condotta nell'ambito del progetto nel mese di maggio 2020, finalizzate alla ricostruzione stratigrafica e alla caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dal progetto, consistita nella realizzazione di:

- n. 1 sondaggio, spinto fino alla profondità di 30 m, con l'esecuzione di 6 prove SPT in foro;
- n. 1 prova sismica tipo Down Hole.

Il sondaggio è stato eseguito a carotaggio continuo e il materiale prelevato è stato deposto in cassette catalogatrici ciascuna da 5 m. Le fotografie e la descrizione stratigrafica vengono riportate in allegato.

10.1 PROVA SPT IN FORO

In data maggio 2020 è stato eseguito il sondaggio S1, spinto fino alla profondità di 30 m, posizionato come da carta di seguito riportata (Figura 2).



Figura 4- Area di cantiere e posizione del sondaggio in rosso.

La prova S.P.T. consiste nell'infissione a percussione di un tubo campionario a parete grossa e nella misura, durante l'infissione, del numero dei colpi N necessari per l'avanzamento di tre tratti consecutivi di 15 cm; viene considerato ai fini della prova il valore N ottenuto dalla somma degli ultimi due tratti.

Di seguito vengono riportati i risultati della prova SPT eseguita nel sondaggio:

Sondaggio	Profondità [m]	N° S.P.T
S1	30	6

	Profondità [m]	Prova SPT (n colpi/15 cm)			Nspt
S1	3,0	21	33	44	77
	6,0	39	50		R
	9,0	32	47	R	R
	12,0	41	50		R
	15,0	47	41	50	R
	18,0	42	50		R

10.2. INDAGINE SISMICA

L'analisi delle onde di taglio (V_s) tramite metodo Down Hole, ha consentito di determinare gli spessori dei sismo-strati e relative velocità di taglio, come riportato nella tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore V_{s30} per la sezione indagata.

Dall'interpretazione dei dati si può ricostruire la seguente situazione sismo-stratigrafica:

SISMOSTRATO 1:	da p.c. a -3,00 m (V_s 248 m/s);
SISMOSTRATO 2:	da -3,00 m a -11,00 m (V_s 420 m/s);
SISMOSTRATO 3:	da -11,00 m a -24,00 m (V_s 674 m/s);
SISMOSTRATO 4:	>24,00 m (V_s 729 m/s);

L'analisi ha evidenziato la presenza di 4 sismostrati di cui il primo presenta velocità piuttosto basse; il secondo e il terzo sismostrato hanno velocità che migliorano con la profondità. In base anche alla stratigrafia dei sondaggi effettuate si può interpretare tale situazione con la presenza di un primo strato costituito da materiali più fini rispetto ai restanti che si crede siano costituiti da materiali più grossolani (ghiaie).

10.2.1 Categoria del suolo di fondazione

A partire dal modello sismico monodimensionale ricostruito attraverso l'indagine geofisica effettuata, è possibile calcolare il valore della $V_{s,eq}$, che rappresenta la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio fino alla profondità del bedrock sismico H (substrato con $V_s > 800$ m/s). Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio è definita dal parametro $V_{s,30}$ ottenuto ponendo $H=30$ m nella seguente equazione (D.M. 17.01.2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni"):

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove h_i e $V_{s,i}$ indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo (fino al bedrock sismico o a 30 m dalla quota di imposta delle fondazioni), N il numero di strati e H la profondità del substrato con $V_s > 800$ m/s.

Utilizzando la formula sopra riportata si ottengono i seguenti valori (si è assunta come quota di calcolo [q.r.] il piano di esecuzione della prova sismica DH e poiché il bedrock sismico è posto oltre i 30 m dal piano fondazionale, ai sensi delle NTC18 il valore di $V_{s,eq}$ coincide con il valore di $V_{s,30}$):

Profondità di esecuzione stendimento [m]	$V_{s,eq} = V_{s,30}$ [m/s]	Categoria sottosuolo
0.0	478	B

10.2.2. Analisi di secondo livello – Effetti Sismici di sito

In merito alla valutazione di eventuali fenomeni di amplificazione sismica si è proceduto secondo quanto indicato dalla normativa regionale ad effettuare una verifica di II livello, seguendo la procedura descritta nell'allegato 5 alla DGR n. 8/1566 del 22 dicembre 2005 "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. n. 12 del 11 marzo 2005 " e successive modifiche; essa ha consentito di valutare il valore del fattore di amplificazione F_a del sito di studio.

Nel caso specifico è stato considerato esclusivamente il F_a relativo agli effetti litologici che è stato determinato attraverso l'impiego delle schede Litologia opportunamente predisposte. Tale metodologia permette, in relazione alle caratteristiche litologiche, geotecniche e sismiche dei terreni presenti, una valutazione di tipo semiquantitativo degli effetti di amplificazione sismici attesi.

Il valore del F_a viene poi utilizzato per valutare i gradi di protezione raggiunti dall'applicazione della normativa vigente.

La valutazione del grado di protezione fornito dall'applicazione dei parametri di normativa è effettuata in termini di contenuto energetico, confrontando il valore dei F_a ottenuto con le schede di valutazione con il parametro di analogo significato definito come Valore Soglia e fornito per ciascun Comune dalla Regione Lombardia. Tale valore è stato valutato per qualunque categoria di suolo relativamente ai due intervalli del periodo proprio di oscillazione delle tipologie edilizie presenti con maggior frequenza in Lombardia (0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s). Per il comune di Somma Lombardo (Tabella):

Tabella 6 – Corrispondenza tra F_a calcolato e categoria di suolo.

Classificazione	F_a calcolato	Suolo B	Suolo C	Suolo D	Suolo E
3	0.1-0.5	1.4	1.9	2.2	2.0
	0.5-1.5	1.7	2.4	4.2	3.1

Il valore soglia rappresenta, quindi, il numero limite oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione l'amplificazione realmente presente nel sito di studio.

Nel caso in esame, l'andamento delle velocità con la profondità è stato confrontato con le schede litologiche proposte ed è stata scelta quella "Effetti litologici –scheda sabbiosa".

Dall'elaborazione effettuata per il sito in esame, sulla base dei dati a disposizione, si è ottenuto un valore del periodo proprio del sito pari a $T=0,21$ secondi.

Adottando la procedura regionale ed adottando le formule riportate nella scheda scelta, si è ottenuto un valore del $F_a = 1,61$ per l'intervallo di T compreso tra 0.1-0.5 s e un valore di $F_a = 1,23$ per l'intervallo compreso tra 0.5-1.5 s.

Solo un valore del F_a risulta superiore al valore soglia fissato dalla normativa regionale per un suolo di tipo B come ricavato da elaborazione della Down Hole. Pertanto, la normativa è da considerarsi insufficiente per poter comprendere anche gli effetti di amplificazione sismica locale.

10.2.3 Esclusione della verifica alla liquefazione

Il sito in esame presenta una accelerazione massima attesa al piano di campagna in assenza di manufatti minore di 0,1 g (0,018 g per SLD). Ai sensi del DM 17-01-2018 (rif: 7.11.3.4.2) è pertanto possibile omettere la verifica a liquefazione.