

COMUNE DI LAMON
Provincia di Belluno

RELAZIONE GEOLOGICA

Nell'ambito del progetto di

**“DEMOLIZIONE E COSTRUZIONE DI UN NUOVO EDIFICIO
SCOLASTICO A LAMON PER L'ACCORPAMENTO DELLE
SCUOLE PRIMARIA E SECONDARIA DI PRIMO GRADO”**

In località Ferd nel comune di Lamon (BL)

Fg 34, mappali vari

TOLLARDO ALFONSO

GEOLOGO
via CIES n. 48
32033 LAMON (BL)
TEL. 0439 96539
Cell: 335 6811390
tollardo.alfonso@libero.it

INDICE

PREMESSA.....	3
INQUADRAMENTO DEL SITO	3
INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	5
INQUADRAMENTO P.A.I	6
DESCRIZIONE DELLE INDAGINI	8
SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	9
PROVE SU CAMPIONI.....	10
INDAGINI SISMICHE	10
CONSIDERAZIONI PROGETTUALI ED ESECUTIVE	11
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO.....	12
INQUADRAMENTO SISMICO AREALE.....	13
CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	19
COMPATIBILITA' IDRAULICA DELL'INTERVENTO	21
PROPOSTE OPERATIVE PER SMALTIRE LE ACQUE BIANCHE PROVENIENTI DA GRAN PARTE DEL NUOVO PLESSO SCOLASTICO DIRETTAMENTE NEL SOTTOSUOLO.....	22
CONCLUSIONI RELATIVE ALLO SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE.....	27
CONCLUSIONI	27

PREMESSA

La presente relazione è stata condotta su incarico del Comune di LAMON in relazione al progetto di *“Demolizione e costruzione di un nuovo edificio scolastico a Lamon per l'accorpamento delle scuole primaria e secondaria di primo grado”*.

Tale studio è stato svolto secondo le “Norme tecniche per le costruzioni – DM 14-01-2008” e successivi documenti attuativi e si compone di:

- una parte introduttiva;
- una parte illustrante le indagini effettuate;
- una parte finale con le elaborazioni dei dati raccolti, con l'individuazione dei parametri necessari alla progettazione geotecnica e con l'individuazione delle modalità operative necessarie all'effettuazione degli scavi di sbancamento e la preparazione dei piani di imposta delle fondazioni;
- un capitolo riguardante l'analisi storico ambientale del sito e l'individuazione delle procedure da espletare per la pratica Terre e Rocce da Scavo;
- un richiamo ai contenuti della *“RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA”* da me redatta nell'anno 2013 e nella quale erano riportati i dimensionamenti delle opere necessarie alla laminazione ed allo smaltimento nel terreno delle acque meteoriche provenienti da tutto il nuovo plesso scolastico.

INQUADRAMENTO DEL SITO

Il territorio di Lamon è compreso fra la vallata del torrente Cismon, ad Est, e la vallata del torrente Senaiga a Sud, occupata, per quasi tutta la sua estensione, dal lago omonimo.

L'edificio oggetto dell'intervento si trova in una zona pianeggiante ad una quota di 583-584 m.s.l.m. come mostrato nelle figure seguenti: la prima (Figura 1) rappresenta un'immagine aerea generale del sito in esame; la seconda (Figura 2) mostra il dettaglio dell'area, la successiva (Figura 3) uno stralcio della Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000.

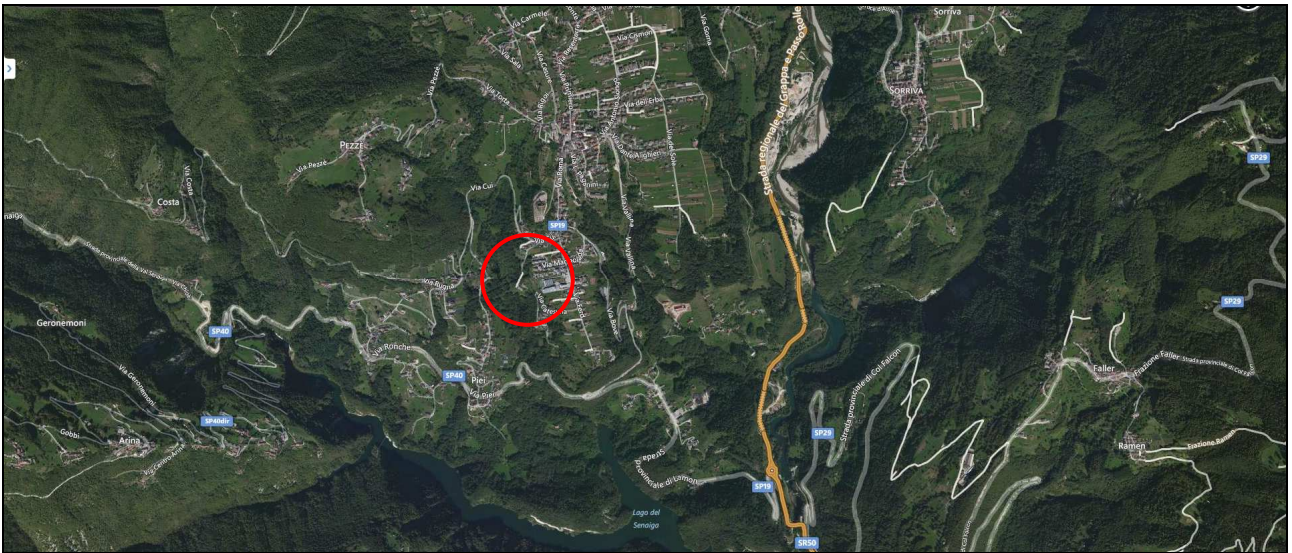


Figura 1: immagine aerea con ubicazione del sito (tratta da *bing*™)



Figura 2: immagine aerea con ubicazione del sito (tratta da bing™)



Figura 3: estratto della CTR (scala 1:5.000)

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il substrato roccioso, in gran parte della zona meridionale del comune di Lamon, è rappresentato dalla formazione del BIANCONE (Cretaceo Malm) ed è riferibile ad una potente successione di calcari micritici biancastri, con sottili livelli selciferi, più raramente argilliti, fittamente stratificati e di aspetto massiccio, con peso di volume $2,5 - 2,6 \text{ t/m}^3$. La superficie di stratificazione è in genere da semiaperta a debolmente aperta e beante.

La roccia può essere considerata resistente (ISMR, 78) con valori di resistenza a compressione monoassiale semplice stimati tra 50-100 MPa e resistenza a trazione valutata in 1-5 MPa. Globalmente, l'ammasso roccioso, possiede discrete proprietà geomeccaniche, tanto da non dare luogo a fenomeni di dissesto nella zona.

I terreni di copertura sono costituiti da depositi alluvionali e fluvioglaciali che costituiscono l'ampio terrazzamento lamonese sovramontino che ha avuto origine nelle ultime fasi della glaciazione wurmiana in seguito allo sbarramento temporaneo del corso del torrente Cismon, in prossimità della forra di Pedesalto. Lo sbarramento ha provocato la creazione di un lago che si è riempito progressivamente con le alluvioni del torrente Cismon e del torrente Vanoi. Le citate alluvioni sono per lo più di natura ghiaiosa sabbiosa con episodi di deposizione limoso argillosa nella zona a Sud del

territorio lamonese (zona di Pian del Vescovo, Piei). I clasti presentano un buon grado di arrotondamento e sono di natura prevalentemente granitica (granito ercinico di Caoria e di Cima D'Asta) con percentuali variabili di granuli di origine metamorfica (filladi e paragneiss paleozoici) e sedimentaria (calcari e dolomie mesozoici).

La circolazione idrica superficiale è assente mentre, in profondità, la circolazione è influenzata dalla stratigrafia per cui le alluvioni ghiaiose permeabili favoriscono l'accumulo e l'infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo dove sono intercettate dai livelli limoso argillosi presenti a quote inferiori. Le acque che scorrono in corrispondenza di questi livelli possono, quindi, emergere in superficie a quote altimetricamente inferiori, dando luogo a delle sorgenti con meccanismo denominato "soglia di permeabilità" come testimoniato dalle numerose venute d'acqua presenti al di sotto di via Bove e nella zona circostante Cattesuna.

Non sono noti dissesti storici in atto o potenziali per il sito in esame

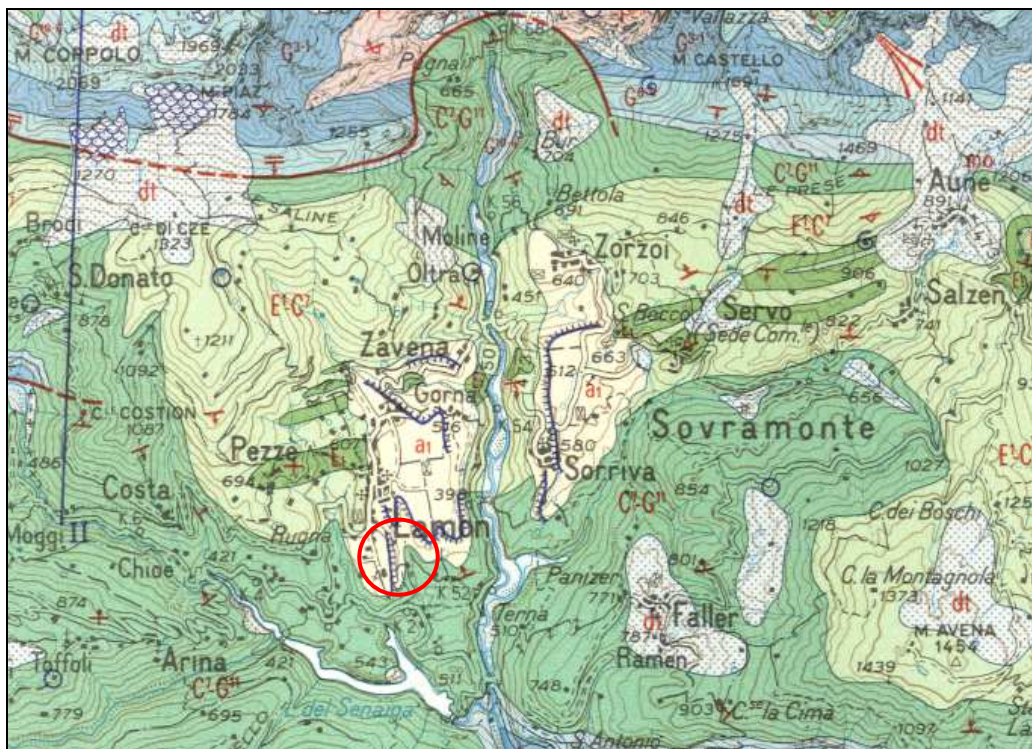


Figura 4: estratto della carta geologica d'Italia, foglio Feltre - scala 1:50.000

a1: depositi alluvionali e fluvio-glaciali talora anche terrazzati, talora anche cementati

INQUADRAMENTO P.A.I

L'area esaminata rientra nel bacino idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione.

Per escludere eventuali criticità dal punto di vista geologico e idraulico, sono state considerate le carte della pericolosità geologica e idraulica tratte dal sito dell'Autorità di bacino nell'ambito del *Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del fiume Brenta-Bacchiglione*.

Di seguito si mostrano i due stralci della suddetta cartografia dall'esame dei quali emerge che l'area d'interesse non rientra fra quelle indicate a rischio.

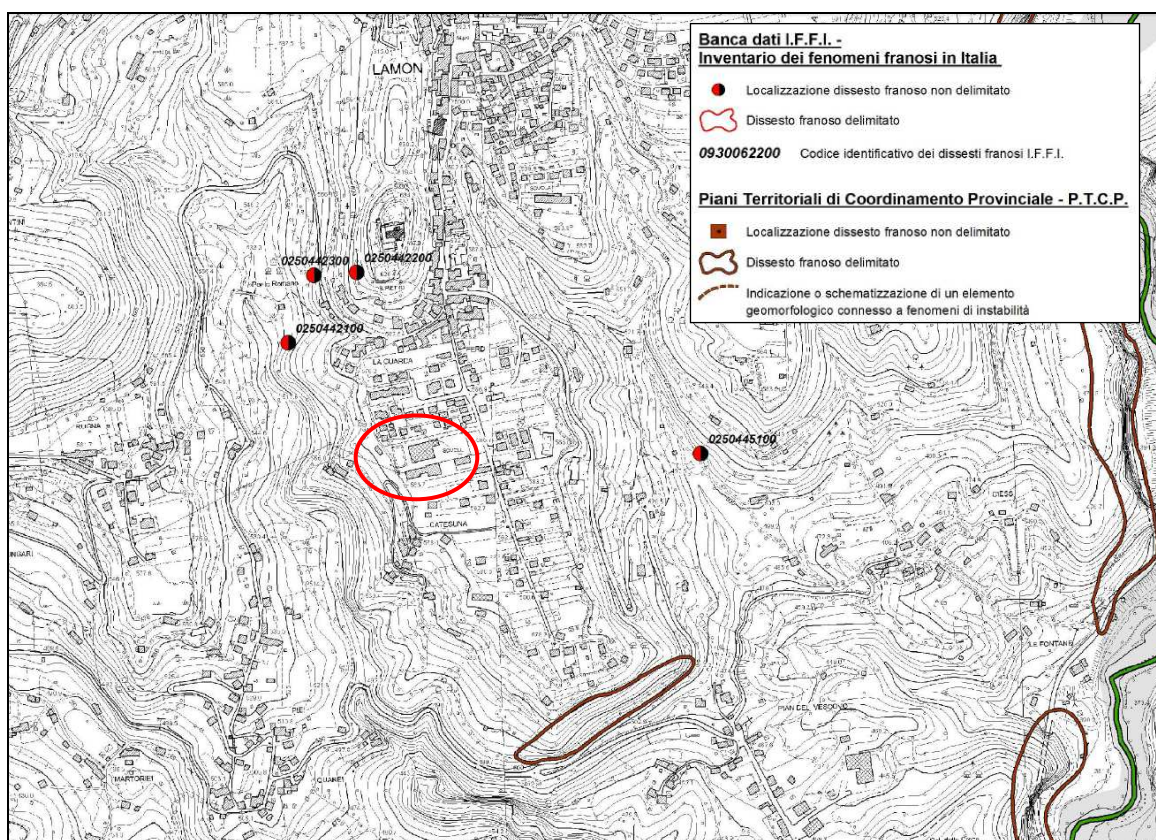


Figura 5: carta della pericolosità geologica del bacino Brenta-Bacchiglione - tavola 2

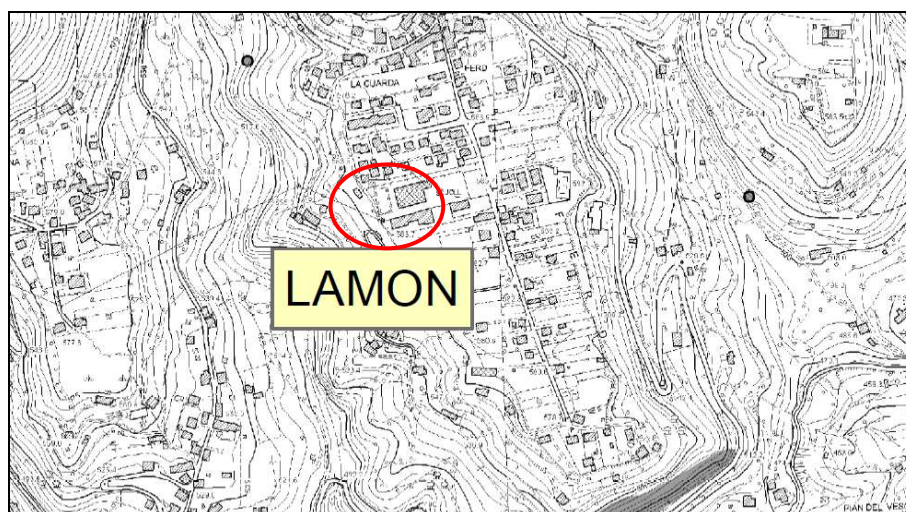


Figura 6: stralcio della carta della pericolosità idraulica – Tavola 2

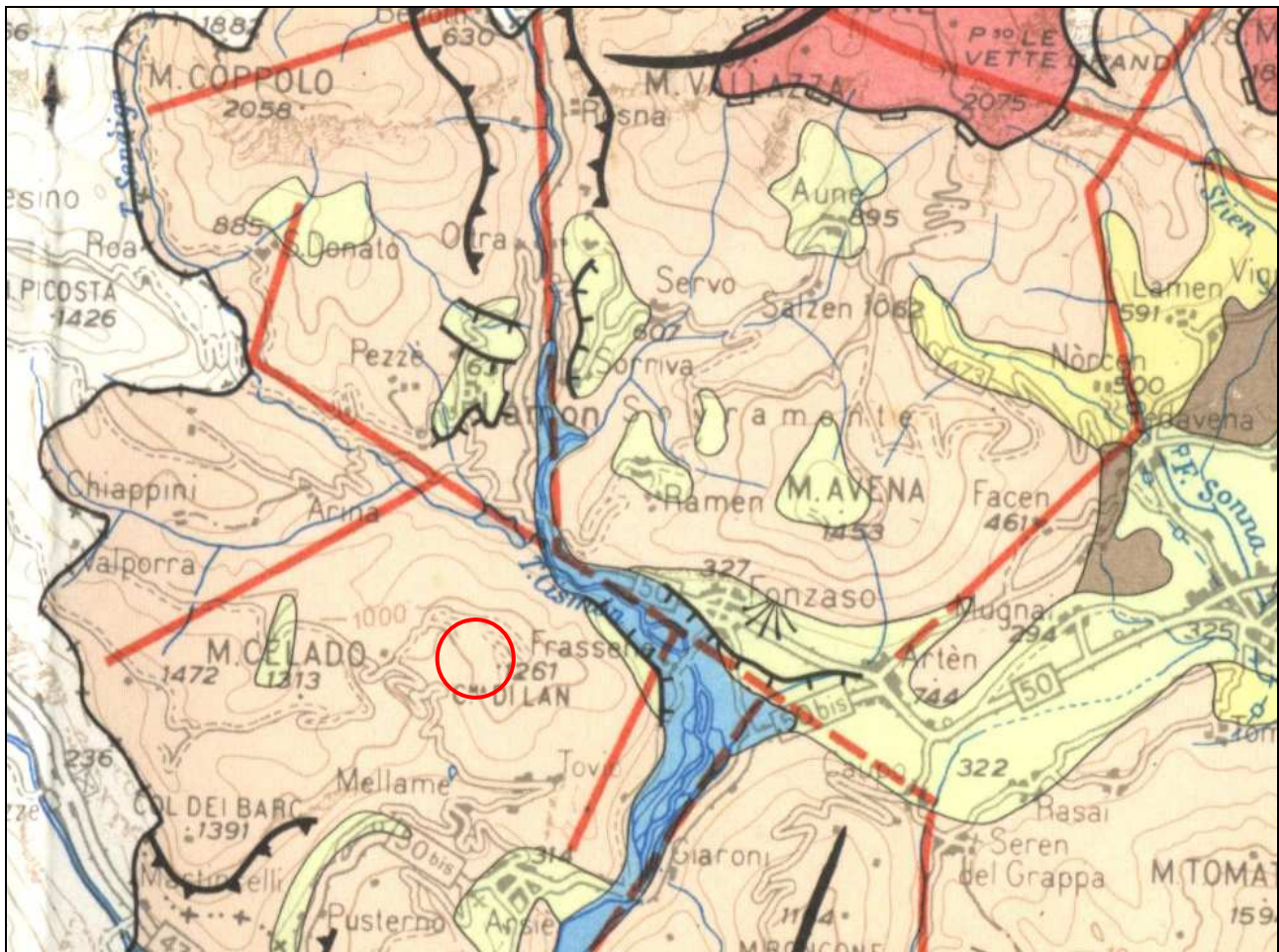


Figura 7: estratto della carta geomorfologica – scala 1:50.000

DESCRIZIONE DELLE INDAGINI

Sono state effettuate le seguenti indagini :

- n° 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 20 m (sondaggio S1) e 30 metri (sondaggio S2) con prove SPT a vari intervalli di profondità ed una prova di permeabilità in foro lungo il sondaggio S2;
- n° 1 pozzetto esplorativo mediante escavatore meccanico, spinto fino alla profondità di circa 4 metri, in corrispondenza del sondaggio S2;
- prelievo di n° 5 campioni disturbati (4 dal materiale derivante dai sondaggi ed 1 dal materiale derivante dallo scavo del pozzetto esplorativo) sui quali sono state eseguite le analisi granulometriche;
- prelievo di n° 2 campioni indisturbati sui quali sono state eseguite le granulometrie e n° 2 prove di taglio diretto mediante scatola di Casagrande.
- n. 3 indagini puntuali su altrettanti punti distinti secondo la metodologia del velocimetro triassiale (T1, T2 e T3), descritte in dettaglio più avanti;

- n. 1 stendimento sismico ovvero indagine lineare (MASW), descritto in dettaglio più avanti.
Le prove di sismica sono state eseguite dal dott. Geol. Danilo Belli di Cesiomaggiore (BL)

SONDAGGI GEOGNOSTICI

Nel mese di Febbraio 2015 sono stati eseguiti n° 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 20 m (sondaggio S1) e 30 metri (sondaggio S2) con prove SPT a vari intervalli di profondità ed una prova di permeabilità in foro lungo il sondaggio S2.

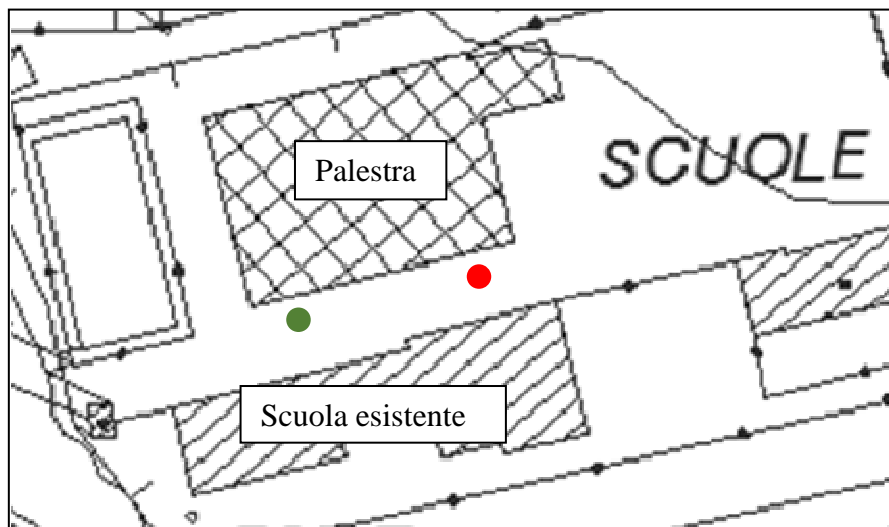


Figura 8: Ubicazione dei sondaggi esplorativi:

- Sondaggio S1
- Sondaggio S2 e pozzetto esplorativo

Negli allegati sono riportate la stratigrafie e la documentazione fotografica relativa ai sondaggi che hanno permesso di evidenziare la presenza di un accumulo detritico di natura alluvionale nella quale prevalgono le ghiaie e le sabbie con intercalazioni di natura limoso argillosa.

La stratigrafia emersa dai 2 sondaggi è così riassumibile.

- Da 0 a 0,4 metri si rinviene, sotto al manto di asfalto, un riporto di stabilizzato di frantoio.
- Da 0,4 m a 1,90 m un deposito caotico poco addensato quasi sicuramente rimaneggiato con ghiaie sabbie e materiale vegetale ed intercalazioni discontinue di limi argillosi.
- Da 1,9 m a 6,5 m. delle ghiaie sabbiose ciottolose debolmente limose. Deposito poco addensato e molto permeabile. La prova di permeabilità in foro (prova Lefranc a carico variabile) ha permesso di evidenziare una permeabilità $K > 10^{-3}$ m/s.
- Da m 7 a m 11 un orizzonte limoso argilloso molto consistente.

- Da m 11 a m 30 ghiaie e sabbia alternate a degli orizzonti sabbiosi fini e limosi da 26 a 30 metri.

Per verificare visivamente il deposito nei primi metri di profondità è stato eseguito un pozzetto esplorativo in corrispondenza del Sondaggio S2, spinto fino alla profondità di circa 4 metri che ha permesso di evidenziare come il passaggio (alla profondità di circa 1,9 m) tra il materiale ghiaioso-sabbioso e limoso con molta componente vegetale e le sottostanti ghiaie e sabbie molto pulite sia molto irregolare (vedi foto negli allegati).

Le prove SPT effettuate (in totale 23 prove) lungo i fori di sondaggio sono state utilizzate per 2 diverse elaborazioni:

- ricavare i valori dei più importanti parametri geotecnici del terreno;
- ricavare, in base alle tabelle contenute nelle NTC 2008, la Categoria del terreno ai fini sismici.

Si riporta, sempre negli allegati, l'elaborazione degli SPT con citati i vari autori creatori delle formule utilizzate di volta in volta nel calcolo.

PROVE SU CAMPIONI

Le prove di laboratorio su campioni raccolti durante i sondaggi sono anch'esse illustrate dettagliatamente negli allegati. In sostanza le granulometrie alla profondità di 3,5 metri e alla profondità di circa 11 metri confermano la presenza di materiali ghiaioso sabbiosi con scarsa matrice limosa.

Le prove di taglio (con scatola di Casagrande) effettuate sui campioni indisturbati raccolti alla profondità di circa 8 metri hanno evidenziato le buone proprietà dei limi argillosi che si presentano molto consistenti e sono, con ogni probabilità, da intendersi come sovraconsolidati.

INDAGINI SISMICHE

Le indagini sismiche sono documentate per esteso negli allegati; si riporta, di seguito un estratto delle conclusioni a cui è giunto il dott. Geol. Danilo Belli che ha curato l'effettuazione di queste prove e la loro successiva elaborazione

“Alla luce delle indagini effettuate il modello sismico del sito è riconducibile ad un sistema a due sismostrati, a velocità crescenti, con substrato sismico ubicabile a 35-37 m circa.

Il modello è compatibile con le stratigrafie ed i dati geotecnici dei terreni ottenuti dai sondaggi.

Si ricava anche la determinazione della V_{s30} , ai sensi del DM 14.1.2008, che consente di classificare il profilo stratigrafico del terreno di fondazione.

La determinazione della V_{s30} , ottenuta dalla convergenza dei dati rilevati e trattati, risulta per i tre punti di indagine :

T1 $429 \pm 20\%$ m/s

T2 $365 \pm 20\%$ m/s

T3 $463 \pm 20\%$ m/s

L'amplificazione delle onde del piano orizzontale risulta:

per frequenze comprese tra 3,6 e 5,9 Hz H_V compreso tra 4 e 5".

CONSIDERAZIONI PROGETTUALI ED ESECUTIVE

Il nuovo fabbricato si compone di una parte dotata di scantinato (piano di imposta delle fondazioni a circa 4 metri di profondità dal piano campagna) ed una parte priva di scantinato (Il piano di imposta delle fondazioni verrà definito in seguito dal calcolatore delle fondazioni stesse e sarà, con ogni probabilità, compreso tra 60 cm ed 1 metro di profondità dal piano campagna).

PIANO DI IMPOSTA DELLE FONDAZIONI

Dalle indagini effettuate si ricava la presenza di materiale eterogeneo con abbondante componente vegetale fino alla profondità di 1,8-2 metri per cui sarà opportuno *procedere, prima della messa in opera delle fondazioni superficiali, alla sua completa rimozione e sostituzione*, fino alla quota di imposta delle fondazioni stesse, con del materiale arido grossolano (pezzatura massima <10 cm) opportunamente compattato per strati con spessore massimo di 30 cm.

Per la parte di edificio dotata di fondazioni profonde (impostate alla quota di oltre 2 metri dal piano campagna) sarà sufficiente regolarizzare il piano di imposta, in materiale ghiaioso sabbioso autoctono, prima della stesura del magrone di sottofondazione.

Allo stato attuale, non è dato di sapere la situazione stratigrafica al di sotto della scuola esistente finchè essa non verrà demolita. Solo allora, si potrà verificare la necessità o meno di asportare e rimpiazzare parte del materiale presente al di sotto del piano di imposta delle future fondazioni superficiali. Non è da escludere che al di sotto del piano di imposta si possa rinvenire del materiale proveniente da precedenti demolizioni.

Il lato Sud Est della nuova scuola (dotato di scantinato) verrà costruito in prossimità di una cisterna interrata in calcestruzzo tuttora presente che dovrà essere demolita e rimossa. Poiché non se ne conoscono le esatte dimensioni né l'esatta profondità, sarà opportuno valutare, dopo la demolizione, la

necessità o meno di asportare e rimpiazzare parte del materiale presente al di sotto del piano di imposta delle future fondazioni.

In adiacenza alla palestra verranno realizzate delle fondazioni superficiali. In questo caso si pone il problema di scavare e rimpiazzare il materiale fino alla profondità di 1,9 metri senza creare problemi alle fondazioni dell'esistente edificio che si spingono fino alla profondità di 0,8 – 1 metri. Si potrà, in questo contesto, scavare interamente il terreno fino alla base di imposta delle fondazioni esistenti, quindi creare uno scalino largo circa 1 metro ed approfondire lo scavo fino alla profondità di 1,9 metri.

INCLINAZIONE FRONTE DI SCAVO

Lo scavo per la realizzazione degli scantinati andrà profilato su inclinazioni inferiori ai 40° rispetto all'orizzontale e protetto dal dilavamento superficiale mediante teli impermeabili.

DRENAGGI

Si consiglia la posa di un tubo drenante lungo il perimetro delle fondazioni con allontanamento delle acque raccolte in direzione Ovest dove verrà costruita la vasca di laminazione ed il sistema di dispersione delle acque bianche direttamente nel suolo.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO

Dalle indagini e dai rilievi eseguiti e dalle considerazioni esposte nel capitolo precedente, viene formulato il seguente modello geologico e geotecnico semplificato a tre strati, costituiti rispettivamente da:

- 1- **fino a prof. di 2,0 m dal piano campagna:** terreno di riporto compattato e dotato di buone caratteristiche geotecniche;
- 2- **da 2 a 6 metri:** strato poco addensato di ghiaie e sabbie;
- 3- **da 6 a 10 metri:** strato molto consistente di limi argillosi.

I parametri geotecnici riassunti nella seguente tabella (parametri caratteristici) derivano dalla sintesi ragionata dei dati stratigrafici, delle elaborazioni delle prove SPT in foro, delle verifiche di laboratorio e della conoscenza personale dei terreni e dei luoghi.

STRATIGRAFIA TERRENO DA UTILIZZARE PER I CALCOLI GEOTECNICI

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m ³]	Peso unità di volume saturo [kN/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m ²]	Coesione non drenata [kN/m ²]	Modulo Elastico [kN/m ²]	Modulo Edometrico [kN/m ²]	Poisson	Coeff. consolid. az. primaria [cmq/s]	Coeff. consolid. azione secondaria	Descrizione
2,0	20,0	21,0	34,0	0,0	0,0	20000,0	20000,0	0,0	0,0	0,0	Ghiaia con ciottoli
4,0	19,0	21,0	30,0	0,0	0,0	15000,0	15000,0	0,0	0,0	0,0	Sabbia ghiaia
4,0	20,0	22,0	23,5	105,0	95,0	15000,0	15000,0	0,0	0,0	0,0	Limo argilloso

Allo stato attuale, non disponendo di nessuna combinazione di carico agente sulle future fondazioni, non è possibile effettuare nessuna verifica né relativa alla capacità portante né relativa all'entità degli eventuali cedimenti. Si delega perciò tale verifica al calcolatore delle opere una volta definito l'aspetto strutturale del progetto.

INQUADRAMENTO SISMICO AREALE

Il Comune di Lamon è iscritto alla classe 3 nell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003, che classifica tutto il territorio nazionale sulla base dell'accelerazione massima al suolo con probabilità di accadimento del 10% in 50 anni.

L'O.P.C.M. n. 3519/06 fissa le massime accelerazioni orizzontali cui ancorare lo spettro di risposta e all. B delle NTC (ultimo comma 3.2) fornisce i valori di A_g , F_0 e T_c^* (allegato A).

Nel Comune di LAMON, l'area in esame ricade entro i quattro nodi: 9854, 9855, 10076, 10077.

A seguire vengono riportate le posizioni e i valori di accelerazione di ciascun nodo.

Tabella 1: coordinate dei nodi e distanza dal punto d'indagine

ID NODO	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
9854	46,0716	11,6915	5579,345
9855	46,0726	11,7634	3682,103
10076	46,0216	11,6930	4828,817
10077	46,0227	11,7649	2393,149

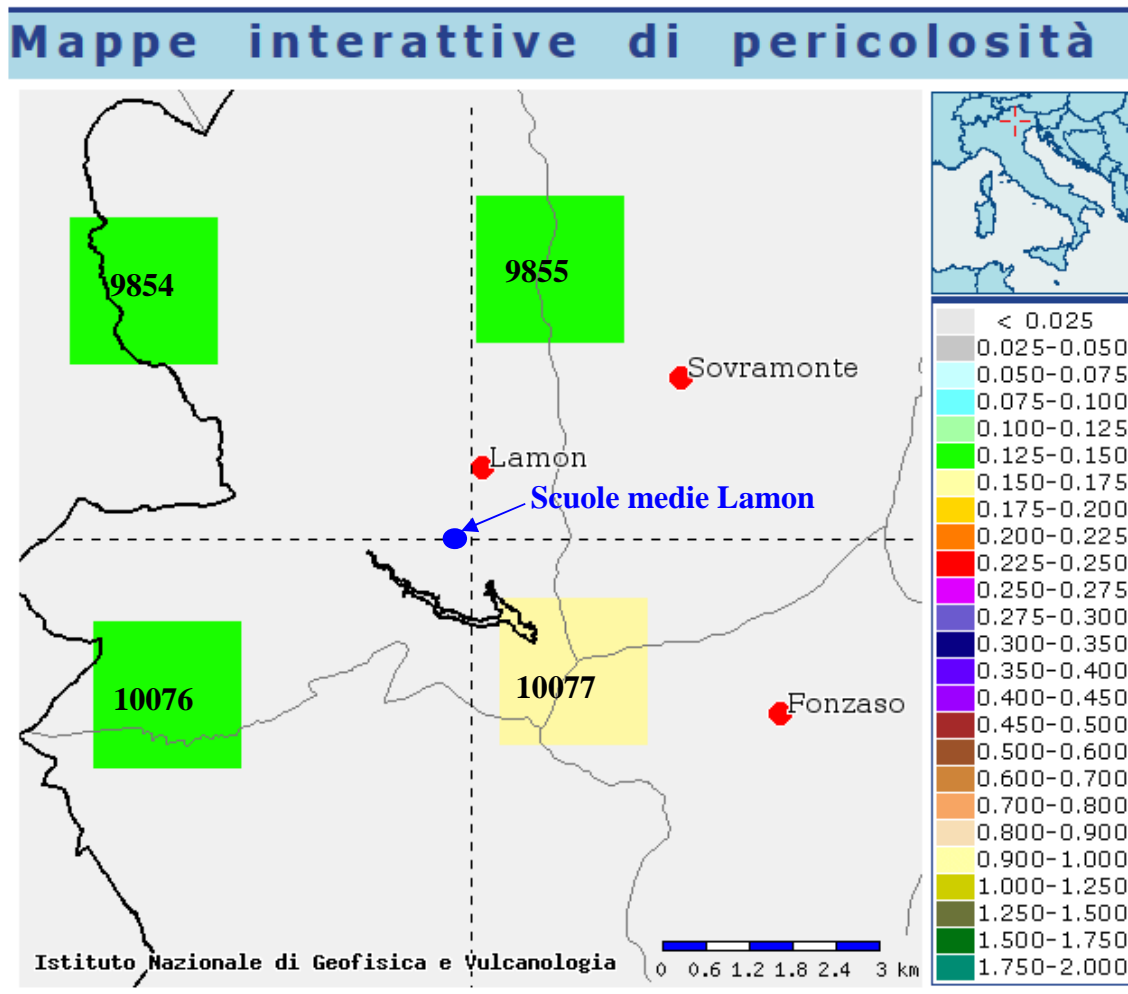


Figura 8: mappa della pericolosità sismica (i quadrati indicano i nodi della maglia)

La sorgente sismica più prossima all'area oggetto di studio è quella identificata con la sigla **ITIS113-Monte Grappa** le cui caratteristiche vengono riportate nella tabella seguente.

A seguire le strutture sismogenetiche più prossime al sito.

Tabella 2: parametri della sorgente sismica ITIS113 – Monte Grappa (tratto da INGV)

CODICE: ITIS113 Monte Grappa		
Parametri		Qual.
Location (lat/lon)	45,8244 / 11,8346	OD
Length (km)	5	EJ
Width (km)	3,9	EJ
Min depth (km)	0,5	EJ
Max depth (km)	2,7	EJ
Strike (deg)	60	LD
Dip (deg)	35	EJ
Rake (deg)	80	LD
Slip per event (m)	0,4	ER
Slip rate (mm/y)	0,1 - 1	EJ
Recurrence (y)	400 - 4000	EJ
Magnitude (Mw)	5,5	LD
LEGENDA LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement		



Figura 9: mappa con sorgenti sismogenetiche (in blu) più prossime all'area oggetto di studio (in rosso)

Di seguito vengono proposti i dati relativi alla sismicità storica del bellunese reperibile nella documentazione ufficiale a supporto della caratterizzazione sismica di base.

Tabella 3: storia sismica bellunese (tratto da INGV)

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
5	1389 08 20 13:00	Moggio Udinese	3	6-7	4.93 ±0.34
4-5	1392 01 28 00:30	BELLUNO	1	4-5	4.09 ±0.34
5	1401 06 29 09:00	SEDICO	1	5	4.30 ±0.34
6	1403 01 12 05:30	Belluno	3	6	4.72 ±0.34
5	1404 02 01 21:00	BELLUNO	1	5	4.30 ±0.34
F	1405 06 26 13:45	Bellunese	2	4-5	4.09 ±0.34
4-5	1406 05 28 21:30	BELLUNO	1	4-5	4.09 ±0.34
5	1410 06 10 21:00	Verona	9		
4-5	1411 07 01 06:00	BELLUNO	1	4-5	4.09 ±0.34
7-8	1511 03 26 14:40	Slovenia	66	9	6.98 ±0.17
6-7	1549 09 10	BELLUNO	1	6-7	4.93 ±0.34
5-6	1690 05 04	BELLUNO	1	5-6	4.51 ±0.34
5	1695 02 25 05:30	Asolano	82	10	6.48 ±0.18
4	1776 07 10	TRAMONTI	19	8-9	5.78 ±0.38
6-7	1812 10 25 07:00	SEQUALS	34	7-8	5.71 ±0.35

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
NR	1828 10 09 02:20	Valle Staffora	114	8	5.76 ±0.15
4-5	1859 01 20 07:55	COLLALTO	36	6	4.98 ±0.32
5	1859 09 29 08:30	BELLUNO	1	5	4.30 ±0.34
3	1860 07 19	VALDOBBIADENE	10	6-7	4.97 ±0.44
3	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8	5.95 ±0.10
8	1873 06 29 03:58	Bellunese	199	9-10	6.32 ±0.11
3-4	1873 09 17	LIGURIA ORIENTALE	67	6-7	5.43 ±0.15
4-5	1873 11 06 08:30	BELLUNO	1	4-5	4.09 ±0.34
2	1875 03 17 23:51	Romagna sud-orientale	144		5.93 ±0.16
5	1875 10 24 20:13	BELLUNO	2	4	3.87 ±0.34
3-4	1875 12 06	S.MARCO IN LAMIS	97	8	5.98 ±0.16
4	1876 03 28 01:00	FARRA D'ALPAGO	2	4	3.87 ±0.34
3	1878 03 12 21:36	Bolognese	31	6	5.06 ±0.30
3	1878 04 05 09:46	Bolognese	6		
3	1879 02 14	GARGNANO	6	5	4.83 ±0.63
4	1883 10 22 03:30	CENEDA	5	5-6	4.61 ±0.61
4	1885 12 29	VITTORIO VENETO	47	6	5.18 ±0.19
3-4	1889 12 08	APRICENA	122	7	5.69 ±0.13
5	1890 03 26 20:10	CADORE	48	6	4.96 ±0.38
5	1891 06 07 01:0	Valle d'Ilasi	403	8-9	5.86 ±0.06
4-5	1892 01 11 01:56	BOSCO CANSIGLIO	13	4-5	4.28 ±0.42
5	1892 06 23 23:20	CLAUT	71	5-6	4.71 ±0.14
3	1892 08 09 07:58	Valle d'Alpone	160	6-7	4.91 ±0.11
5	1893 10 27 16:31	LONGARONE	54	5	4.60 ±0.26
3	1894 02 09 12:4	Valle d'Ilasi	116	6	4.77 ±0.15
F	1894 11 28	FONZASO	11	5-6	4.51 ±0.67
3	1895 02 27 15:38	CLAUT	31	5	4.49 ±0.28
5	1895 04 14 22:17	Slovenia	296	8	6.23 ±0.08
F	1895 06 10 01:47	VALDOBBIADENE	73	6	5.03 ±0.13
4	1897 06 11 12:45	Cornuda	47	5-6	4.54 ±0.33
3	1898 03 04 21:05	Valle del Parma	313	7-8	5.41 ±0.09
5	1900 03 04 16:55	VALDOBBIADENE	98	6-7	5.13 ±0.14
3	1901 10 30 14:4	Salò	190	8	5.70 ±0.10
F	1908 07 10 02:13	Carnia	120	7-8	5.38 ±0.13
4-5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 ±0.09
NF	1913 11 25 20:55	Val di Taro	73	4-5	4.84 ±0.20
4-5	1914 10 27 09:2	Garfagnana	618	7	5.76 ±0.09
4	1926 01 01 18:0	Slovenia	63	7-8	5.85 ±0.18
	1928 03 27 8:32	Carnia	359	9	5.84±0.09
NF	1934 05 04 13:56	Carnia	80	6	4.85 ±0.19
7	1936 10 18 03:1	BOSCO CANSIGLIO	267	9	6.12 ±0.09
5	1943 07 24 01:4	VALDOBBIADENE	29	7	5.20 ±0.23

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
6	1976 05 06 20:0	Friuli	770	9-10	6.46 ±0.09
2	1983 11 09 16:2	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09
3	1987 05 02 20:4	Reggiano	802	6	4.74 ±0.09
4-5	1994 04 20 21:2	CADORE	159	5-6	4.15 ±0.09
4	1996 02 27 11:1	Barcis	150	5	4.48 ±0.11
4-5	1996 04 13 13:0	CLAUT-BARCIS	164	5-6	4.62 ±0.10
3	1996 10 15 09:5	Correggio	135	7	5.41 ±0.09
4	2001 07 17 15:0	Merano	663	6	4.84 ±0.09
2-3	2004 07 12 13:0	Alpi Giulie	366		5.19 ±0.09
F	2004 11 24 22:5	Lago di Garda	176	7-8	5.06 ±0.09
3	2004 12 04 22:2	Valle del Piave	115	5	4.18 ±0.14

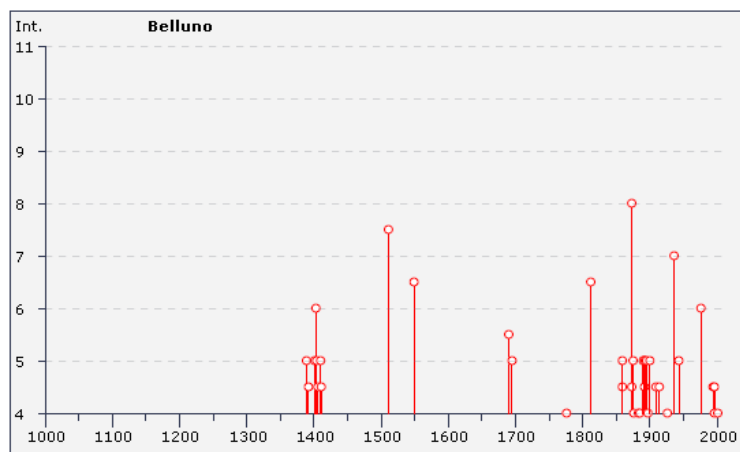


Figura 10: intensità dei principali terremoti con effetti ricadenti nel comune di Belluno

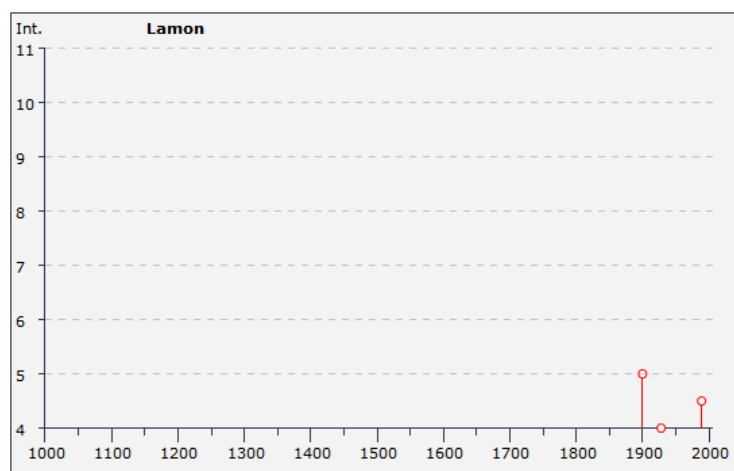


Figura 11: intensità dei principali terremoti con effetti ricadenti nel comune di Lamon

CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi come indicato nel §7.11.3 (NTC). In assenza di

tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tabelle 3.2.II e 3.2.III – NTC)

Tabella della categoria dei suoli di fondazione (O.P.C.M. 3274; D.M. 14/09/05), in evidenza il parametro V_{s30} e NSPT

TIPO DI TERRENO	PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		V_{s30} m/s	NSPT	cu kPa
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi	> 800		
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	< 800 > 360	> 50	> 250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti	< 180	< 15	< 70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s			
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua	< 100		< 20 > 10
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti			

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto il profilo stratigrafico del terreno di fondazione per il progetto in esame è classificato:

- in base ai numeri di colpi scaturiti dalle prove SPT normalizzati alle varie profondità (valori di SPT riferiti ai primi 30 metri di profondità > 55 colpi)
- in base all'indagine sismica (velocità V_s nei primi 30 metri > 360 m/s)

-elaborazione prove SPT relativamente al sondaggio S2

	S2	spessore	NSPT	peso medio strato
PROG	0			
	4	4	3,5	0,5
	7,5	3,5	58,5	6,8
	10,8	3,3	22	2,4
	14,8	4	40	5,3
	21,8	7	100	23,3
	24	2,2	71	5,2
	27	3	23	2,3
	30	3	85	8,5
NSPT (30)				54,4

Sia la velocità Vs30 sia il numero di colpi SPT porterebbero ad individuare un terreno di tipo B.

Poiché i citati parametri sono di poco superiori al limite fissato per ricadere nel tipo B, data l'incertezza insita nella metodologia di acquisizione dei dati e data l'importanza dell'opera che si va a costruire si ritiene opportuno far ricadere il terreno nella categoria:

tipo C: Ghiaie e sabbie mediamente addensate

LIQUEFAZIONE

La verifica alla liquefazione può essere omessa per:

- eventi sismici attesi superiori a $M=5$;
- accelerazioni massime attese $< 0,1 \text{ g}$;
- profondità media stagionale della falda $> 15 \text{ m}$ (per fondazioni superficiali) o assenza;
- per $(N_1)_{60} > 30$ o $q_{c1N} > 180$;
- in presenza di distribuzione granulometrica adeguata.

Alla luce dell'inquadramento geotecnico tale fenomeno non è prevedibile la caratterizzazione stratigrafica (terreni prevalentemente grossolani privo di orizzonti significativi di materiali potenzialmente liquefacibili) e per la mancanza di falda a profondità inferiori ai 15 metri.

CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Nel decreto legge 21 giugno 2013, n. 69 coordinato con la legge di conversione 9 agosto 2013, n. 98 recante: «Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia» all'art. 41 "Disposizioni in materia ambientale" vengono definite le nuove modalità per la gestione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto che integra quanto indicato dal D.M. 161/2012 e dal D.Lgs. 152/2006. In sostanza la nuova normativa tende a semplificare l'iter per quanto riguarda i materiali che provengono da opere non soggette a VIA o AIA (per le quali rimane valido in 161/12).

L'ARPAV ha quindi pubblicato la modulistica da compilare per la comunicazione ai vari enti della destinazione finale delle terre e rocce da scavo.

Propedeutica alla compilazione della modulistica permane l'effettuazione della caratterizzazione ambientale del sito tramite indagine storico ambientale delle fonti di pressione eventualmente presenti e passate nonché, la caratterizzazione chimico fisica dei campioni raccolti nei luoghi dove saranno effettuati gli scavi.

FONTI DI PRESSIONE AMBIENTALE:

Vengono di seguito elencate le strutture attualmente presenti nella zona dove verranno effettuati i futuri scavi

- Un edificio esistente (attuale scuola media) che verrà completamente demolito con allontanamento dei materiali a discarica autorizzata.
- Un piazzale asfaltato sul retro dell'attuale scuola che verrà per gran parte scavato per la realizzazione delle nuove opere. L'asfalto ed il sottostante riporto di stabilizzato verrà allontanato a discarica mentre si dovrà procedere allo scavo sia per la bonifica geotecnica della porzione di terreno sottostante le fondazioni superficiali (vedi capitoli precedenti) sia per la realizzazione della parte interrata dell'edificio.
- Una cisterna in calcestruzzo ubicata all'incirca sul lato Sud Est della futura scuola contenente idrocarburi pesanti ed utilizzata negli anni '50 e '60 per il riscaldamento degli edifici. Tale cisterna (la cui ubicazione non è oggi individuabile con certezza) andrà svuotata e pulita accuratamente da apposita ditta specializzata; andrà quindi demolita con allontanamento dei detriti a discarica autorizzata.

In un tale contesto si è potuto prelevare 1 solo campione (in corrispondenza del sondaggio n° 2 alla profondità di 1,3 metri) da sottoporre ad analisi (riportata in allegato) mentre si procederà al prelievo ed all'analisi di altri campioni in seguito ai lavori di scavo del piazzale asfaltato, della demolizione della scuola e della demolizione della cisterna di idrocarburi pesanti.

Le analisi condotte sul campione prelevato hanno evidenziato il rispetto della colonna A, della tabella 1, dell'allegato V, parte 4, del d.lgs. 152/06 conforme ai siti verde pubblico/privato/residenziale. Il materiale può pertanto essere riutilizzato in sito nell'ambito dell'area di cantiere definita, oppure essere riutilizzato come terra e roccia da scavo previa redazione della modulistica Arpav.

Si consiglia di raccogliere almeno altri 3 campioni da analizzare:

- un ulteriore campione al di sotto del piazzale asfaltato;
- un campione al di sotto dell'attuale scuola una volta demolita;
- un campione al di sotto della cisterna per idrocarburi una volta demolita; per questo ultimo campione nelle analisi si dovranno ricercare anche gli idrocarburi pesanti ($C>12$), gli idrocarburi policiclici aromatici ed i policlorobifenili.

Allo stato attuale dei luoghi, risulta impossibile il prelievo dei suddetti campioni, in quanto tale prelievo danneggerebbe le strutture già citate con compromissione del loro utilizzo.

COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELL'INTERVENTO

Lo scrivente ha già redatto uno studio di compatibilità idraulica in merito alla variante urbanistica propedeutica alla costruzione della nuova scuola. Si riassumono, nel seguito, i tratti più importanti di tale studio.

“L'intervento in progetto comporta un variazione delle condizioni di impatto idraulico, rispetto alla situazione attuale, per la maggiore impermeabilizzazione dell'area, con variazioni dei coefficienti di deflusso da 0,60 (stato di fatto) a 0.67 (stato di progetto) massimo.

Si tratta di un intervento classificabile come modesta impermeabilizzazione potenziale.

La compatibilità idraulica ed idrogeologica dell'intervento è garantita dal sistema dettagliato in precedenza.”

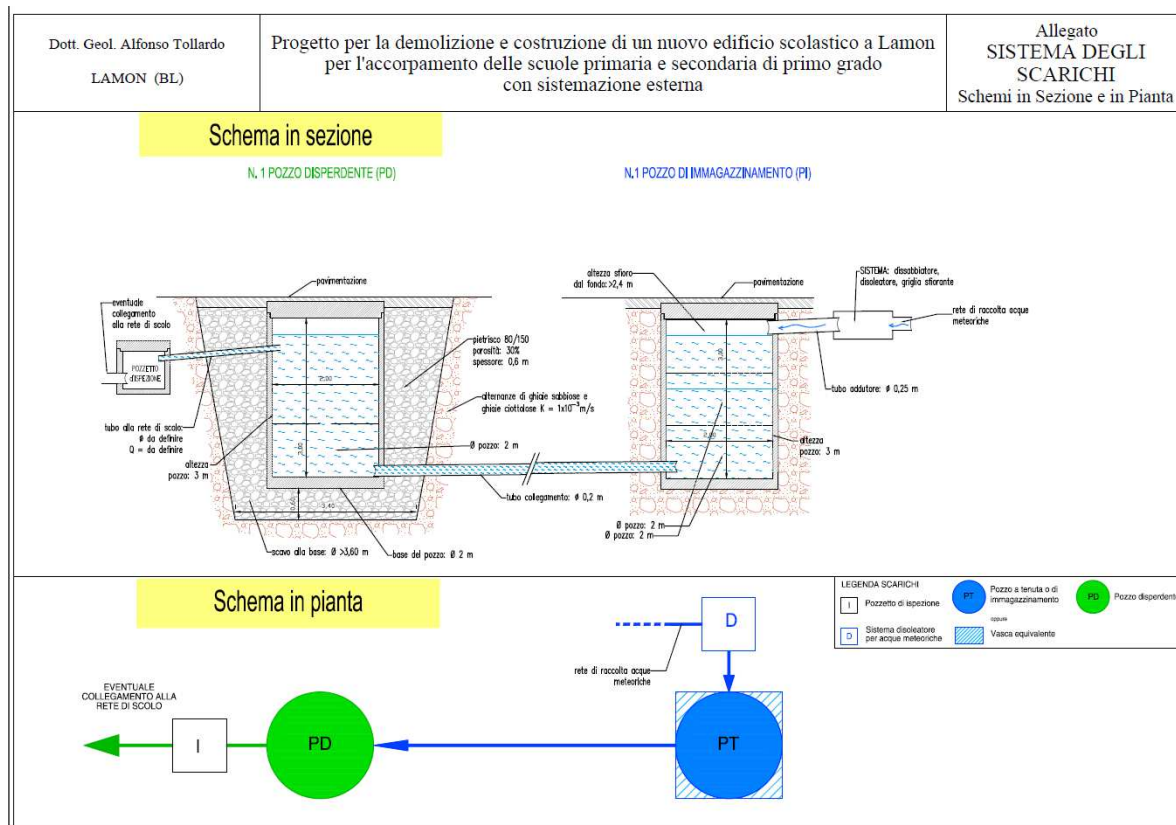
Operativamente si era proposto di realizzare una vasca di laminazione ed una vasca di dispersione, direttamente nel terreno, delle acque provenienti dalle nuove opere

“Il sistema pozzo di raccolta (7,5 mc) + pozzo disperdente (7,5 + 5,0 mc massimo) sarà in grado quindi di stoccare temporaneamente il volume d'acqua in eccesso durante l'evento critico, di disperderlo, in tempi differenziati, nel sottosuolo attraverso il sistema del pozzo disperdente, con congruo margine di sicurezza.

Dal punto di vista qualitativo, devono essere comunque previsti un sistema desoleatore e dissabbiatore delle acque di prima pioggia provenienti dalle aree pertinenti, da posizionarsi prima dell'immissione nella vasca / pozzo, opportunamente dimensionati, che dovranno garantire per le acque trattate, caratteristiche chimiche compatibili con i parametri previsti dalla normativa ambientale vigente.

Per un corretto funzionamento della rete è necessario inoltre procedere alla pulizia periodica dei pozzi e delle tubazioni, in particolar modo prima dell'inizio delle piogge autunnali, quando cioè i sedimenti che si sono accumulati nella stagione estiva sono facilmente asportabili, non essendosi ancora compattati.”

A seguire lo schema riassuntivo delle opere proposte in sede di stesura della perizia di compatibilità idraulica.



PROPOSTE OPERATIVE PER SMALTIRE LE ACQUE BIANCHE PROVENIENTI DA GRAN PARTE DEL NUOVO PLESSO SCOLASTICO DIRETTAMENTE NEL SOTTOSUOLO

Su consiglio dello scrivente è stato proposto all'amministrazione comunale di disperdere direttamente nel terreno anche le acque provenienti da altre strutture presenti nell'area al fine di limitarne l'immissione diretta nella rete fognaria con conseguente malfunzionamento della depurazione e con pericolosi conseguenze dovute alla notevole portata cui sono sottoposte le tubazioni fognarie in occasione di precipitazioni meteoriche particolarmente abbondanti in un breve periodo di tempo.

Dalla ricognizione effettuata risulta che la dispersione delle acque bianche attualmente è così impostata:

- *copertura edificio scolastico attuale, copertura palestra comunale, piazzale di collegamento tra i due edifici e metà della superficie del campo da tennis:* direttamente nella rete fognaria comunale;
- *piazzale parcheggio antistante la scuola:* in direzione Cattesuna (verso Sud Ovest) con condotta realizzata circa 20 anni fa che si è dimostrata, sinora, adeguata alla portata effettiva;
- *copertura nuovo centro giovani:* per $\frac{3}{4}$ smaltita da un pozzo perdente ubicato circa 20 metri a Nord Ovest dell'edificio in questione e per $\frac{1}{4}$ smaltita direttamente in fognatura giustificando

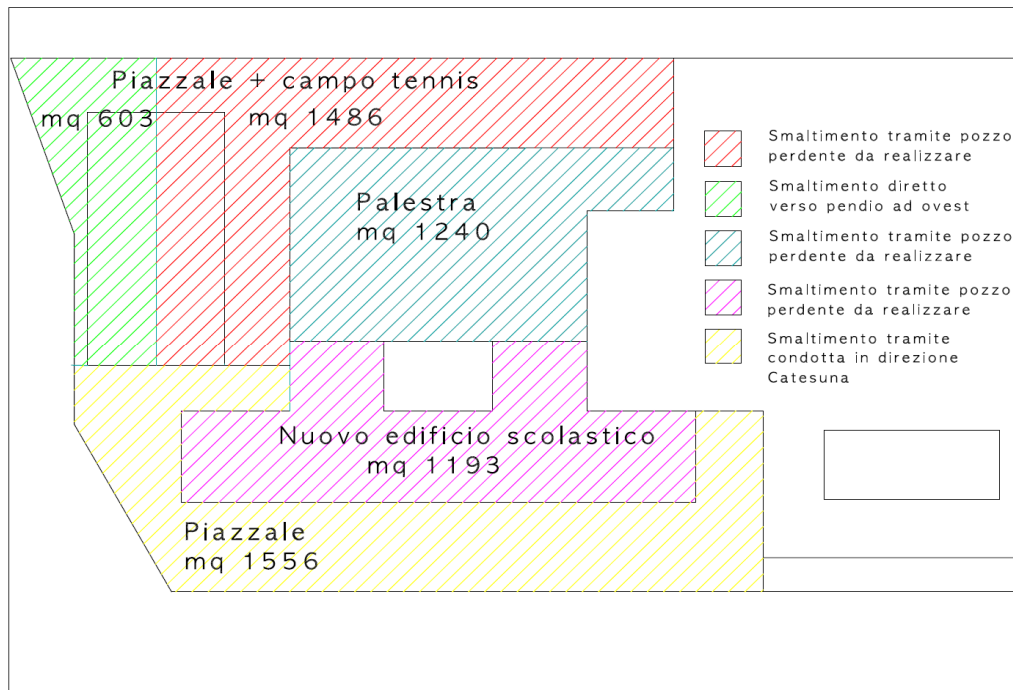
la cosa con la necessità di tenere pulite le condotte delle acque nere che da questo edificio si dirigono verso la fognatura stessa.

La proposta operativa di seguito esposta intende eliminare gran parte dell'immissione di acque meteoriche direttamente nella rete fognaria privilegiando la dispersione nel sottosuolo dotato di buone caratteristiche di permeabilità e quindi idoneo a smaltire le acque in questione.

In pratica, facendo riferimento ai contenuti della Relazione di Compatibilità Idraulica da me prodotta nell'Ottobre del 2013, si propone di intervenire nel seguente modo:

- 1) utilizzare il sistema di smaltimento proposto nella perizia di Compatibilità Idraulica e comprendente una vasca di laminazione ed un pozzo perdente aventi entrambi le dimensioni di 2 metri di diametro per 3 metri di profondità, per smaltire le acque del tetto del nuovo edificio scolastico in progetto;
- 2) realizzare almeno altri 2 pozzi perdenti privi di vasca di laminazione per disperdere le acque meteoriche derivanti dal tetto della palestra comunale e le acque meteoriche dei piazzali circostanti la palestra e di metà il campo da tennis;
- 3) valutare la possibilità di un ulteriore pozzo perdente per disperdere le acque provenienti dal parcheggio da realizzare sul fronte strada comunale di Ferd;
- 4) mantenere il sistema di allontanamento delle acque del piazzale antistante la vecchi e la futura scuola verso la condotta di Cattesuna e quindi verso un corso d'acqua superficiale;
- 5) rimandare la valutazione di ulteriore smaltimento delle acque superficiali ricadenti all'interno dell'area non ancora ben definita (area verde con percorsi pedonali?) sul lato Nord Est del plesso scolastico.

Di seguito lo schema riassuntivo proposto



SMALTIMENTO ACQUE NUOVO EDIFICIO SCOLASTICO

Tenendo buone le stime idrologiche propedeutiche alla stesura della relazione di Compatibilità Idraulica, ovvero:

- durata evento piovoso intenso = 2 ore
- quantità di acqua caduta sul tetto di 1.200 m^2 in 2 ore = 120 m^3
- coefficiente di deflusso = 0,9 per i tetti
- quantità di acqua effettivamente raccolta dal tetto in 2 ore = $120 \text{ m}^2 * 0,9 = 108 \text{ m}^3$
- capacità di immagazzinamento del pozzo di stoccaggio avente diam. di 2 metri ed altezza utile di 2,5 metri = $7,5 \text{ m}^3$
- capacità di immagazzinamento del pozzo perdente considerato riempito fino all'altezza di 2,5 metri = $7,5 \text{ m}^3$
- ulteriore capacità di immagazzinamento, per porosità del terreno, circostante il pozzo disperdente = 5 m^3
- capacità totale di invaso 20 m^3

Utilizzando una formula rinvenuta in letteratura per il calcolo della portata d'acqua che può essere smaltita sul fondo circolare del pozzo nell'unità di tempo $q = KCdh_m$ (formula derivante dalla prova di permeabilità Lefranc a carico costante)

dove:

- q = portata smaltita nell'unità di tempo: m^3/s ;
- K = coefficiente di permeabilità = $1,3 \cdot 10^{-3} m/s$;
- C = coefficiente adimensionale = 2,85 (raccomandazioni AGI);
- d = diametro in m del pozzo dispersivo = 2 m
- h_m = carico idraulico all'interno del pozzo supposto pieno fino al tubo di immiss. = 2,5 m

Si perviene ad un valore di q pari a $1,85 \cdot 10^{-3} m^2/s$ che, nelle 2 ore, corrispondono ad un volume totale di acqua smaltita pari a $1,85 \cdot 10^{-2} m^3/s \cdot 7.200 s = 133,3 m^3$.

Riassumendo:

ACQUA PROVENIENTE DAL TETTO NUOVA SCUOLA IN 2,0 ore = $108 m^3$

ACQUA IMMAGAZZINATA DAI DUE POZZI (laminazione e dispersione) = $20 m^3$

ACQUA SMALTITA DAL POZZO IN 2 ore = $133,3 m^3$

$m^3 ACQUA SMALTITA + m^3 ACQUA IMMAGAZZ. > m^3 ACQUA RACCOLTA DAL TETTO$

Il sistema risulta verificato

SMALTIMENTO ACQUE PROVENIENTI DA PALESTRA COMUNALE

Per la palestra comunale si propone di realizzare un perdente autonomo delle dimensioni:

- 3,0 metri di profondità;
- 2,0 metri diametro;
- altezza utile di invaso fino a 2,5 metri.

L'ubicazione verrà decisa in sede di progetto esecutivo con la sola condizione della distanza di almeno 10 metri dall'orlo della scarpata ad Ovest e della distanza di almeno 7 – 8 metri dagli altri perdenti.

Non dovendo rispettare le prescrizioni imposte per i criteri di laminazione in sede di compatibilità idraulica per le varianti urbanistiche, si propone di realizzare il pozzo disperdente senza bacini di immagazzinamento.

Rispetto al calcolo sopra proposto varia la superficie del tetto da smaltire (m^2 1.240) e la capacità di immagazzinamento dei pozzi (prima avevo considerato i volumi dei 2 pozzi, ora considero solo il volume del pozzo disperdente e del materiale poroso al contorno) m^3 12,5 anziché m^3 20.

Ripetendo lo stesso calcolo di cui sopra si perviene.

ACQUA PROVENIENTE DAL TETTO PALESTRA IN 2,0 ore = 111,6 m³

ACQUA IMMAGAZZINATA DALPOZZO A DISPERSIONE E AREA CONTIGUA = 12,5 m³

ACQUA SMALTITA DAL POZZO IN 2 ore = 133,3 m³

$m^3 \text{ ACQUA SMALTITA} + m^3 \text{ ACQUA IMMAGAZZ.} > m^3 \text{ ACQUA RACCOLTA DAL TETTO}$

Il sistema risulta verificato

SMALTIMENTO ACQUE PROVENIENTI DAL PIAZZALE PERIMETRALE DELLA PALESTRA COMUNALE E DI METÀ DEL CAMPO DA TENNIS

Rispetto al calcolo sopra proposto per la palestra varia la superficie da smaltire (m² 1.486) e ed il coefficiente di deflusso da noi fissato in 0,6.

Per l'acqua si dovrà prevedere un trattamento di dissabbiatura prima dell'immissione nel sistema disperdente.

Ripetendo lo stesso calcolo di cui sopra si perviene.

ACQUA PROV. DAL PIAZZ. E DA METÀ CAMPO DA TENNIS IN 2,0 ore= 89,16 m³

ACQUA IMMAGAZ. DAL POZZO A DISPERSIONE E AREA CONTIGUA= 12,5 m³

ACQUA SMALTITA DAL POZZO IN 2 ore= 133,3 m³

$m^3 \text{ ACQUA SMALTITA} + m^3 \text{ ACQUA IMMAGAZZ.} > m^3 \text{ ACQUA RACCOLTA DAL TETTO}$

Il sistema risulta verificato

SMALTIMENTO ACQUE PROVENIENTI DAL PARCHEGGIO IN PARTE ESISTENTE (AREA GIOSTRE) SUL LATO NORD EST DEL PLESSO SCOLASTICO.

Si rimanda al dimensionamento una volta conosciuta la superficie definitiva ed il tipo di pavimentazione.

In questo caso il trattamento preventivo delle acque da smaltire dovrà prevedere la dissabbiatura e desolatura.

SMALTIMENTO ACQUE IN DIREZIONE CATTESUNA.

Si propone di mantenere l'attuale dispersione in quella direzione in considerazione che, dagli elaborati progettuali, si ricava che la nuova area adibita a piazzale pavimentato antistante la scuola in progetto avrà una superficie inferiore rispetto a quella attuale.

ACQUE ZONA A VERDE TRA LA PALESTRA ED IL PARCHEGGIO SU VIA FERD.

Si propone di valutare l'eventuale dispersione in profondità una volta conosciute con precisione l'estensione delle varie aree ed il tipo di superfici.

CONCLUSIONI RELATIVE ALLO SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Le risultanze dei calcoli unite alle considerazioni esecutive da noi suggerite, portano ad affermare la fattibilità dell'intervento di dispersione secondo gli schemi proposti.

Essendo il nuovo edificio dotato di scantinati sul lato Est spinti fino alla profondità di oltre 3 metri si consiglia di realizzare i pozzi dispersivi nella zona ad Ovest della nuova costruzione (a Sud dei campi da tennis). L'esatta ubicazione verrà definita in sede progettuale con le seguenti prescrizioni:

- distanza di almeno 5 metri dal nuovo edificio;
- distanza di almeno 7-8 metri tra un pozzo disperdente ed un altro;
- distanza di almeno 10 metri dall'orlo della scarpata in direzione Ovest.

CONCLUSIONI

Dalle indagini effettuate e dall'elaborazione dei dati raccolti si esprime un giudizio positivo di fattibilità dal punto di vista geologico del progetto in esame.

Nel presente elaborato sono contenute alcune prescrizioni che dovranno essere rispettate.

In particolare si richiama la necessità di sostituire il materiale presente, attualmente, sotto la sagoma del futuro edificio per una profondità di almeno 1,9 metri e di rimpiazzarlo con materiale grossolano opportunamente compattato. Si richiama altresì la necessità di prelevare ed analizzare ulteriori campioni di terreno per la pratica TERRE E ROCCE DA SCAVO.

Infine la necessità di dotare il nuovo edificio e gran parte delle aree e degli altri edifici facenti parte del plesso scolastico, di un idoneo sistema di dispersione delle acque meteoriche.

Lamon, Marzo 2015

ALLEGATI

- STRATIGRAFIE SONDAGGI
- FOTO SONDAGGI
- INTERPRETAZIONI PROVE SPT
- INDAGINE SISMICA
- GRANULOMETRIE E PROVE DI LABORATORIO
- ANALISI SU CAMPIONE DI TERRENO. Sondaggio S1 profondità 1,3 metri