

COMUNE DI VALLELAGHI

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



RIQUALIFICAZIONE GENERALE PARCO DEI 2 LAGHI A PADERGNONE

RELAZIONE GEOLOGICA

SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO
(CONTIENE LA RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA)

RELAZIONE GEOTECNICA

SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA
(CONTIENE LE VERIFICHE GEOTECNICHE DEL PROGETTO DEFINITIVO)

Committente:

Comune di Vallelaghi

Dott. Geol. Silvio Alberti Via Santi Fabiano e Sebastiano 16 Porte di Rendena 38094 (TN) Cell. 3495132216 alberti.silvio@gmail.com P.I. 02406490223 C.F. LBRSLV89T27L174O Data: Dicembre 2021		Per presa visione il Progettista:
--	---	--

INDICE

RELAZIONE GEOLOGICA

1. PREMESSA	3
1.1 Inquadramento geografico	3
2. VINCOLI DI CARATTERE GEOLOGICO, SISMICO E AMBIENTALE	4
2.1. Carta di Sintesi della Pericolosità	4
2.2. Carta delle Risorse Idriche	5
3. MODELLO GEOLOGICO	6
3.1. Cenni geologici, geomorfologici e condizioni di stabilità	6
3.2. Litologia e stratigrafia	9
3.3. Idrogeologia ed idrografia	13
4. MODELLAZIONE SISMICA	14
5. SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	19
5.1. Portata temibile di progetto	19
6. CONCLUSIONI	21

RELAZIONE GEOTECNICA

1. PREMESSA	22
2. MODELLO GEOTECNICO	22
3. ASPETTI GEOLOGICI – TECNICI	23
3.1. Scavi provvisionali	25
3.2. Interazioni terreno-struttura	26
3.3. Stabilità dei fronti di scavo	29
3.4. Terreni dei rilevati	31
4. TERRE E ROCCE DA SCAVO	32
5. CONCLUSIONI	34

ALLEGATI

Allegato I:Elaborati Progettuali	36
Allegato II: Documentazione fotografica	38
Allegato III: Sondaggi disponibili Catasto PAT	40

1. PREMESSA

La presente relazione valuta gli aspetti geologici riguardanti il progetto (All. I) commissionato

dall'Amministrazione Comunale all'Arch. Luigi Zanoni per la "riqualificazione generale parco dei 2 laghi a Padergnone".

A tal riguardo vengono definiti i vincoli geologici, idrogeologici, sismici e descritte le caratteristiche geologiche, sismiche dell'area e dei materiali interessati dal progetto come definito dal D.M. 17/01/2018 (NTC). Come indicato dal testo unico sulle costruzioni in precedenza menzionato (NTC 2018), si ritiene che il modello del

sottosuolo verrà confermato e perfezionato seguendo il metodo "osservazionale" in fase esecutiva.

1.1. Inquadramento Geografico

L'area di studio è situata in Val dei Laghi, tra il Lago di Toblino a Sud ed il L. di Santa Massenza a Nord, nel Comune di Vallelaghi, in loc. Due Laghi (vedi fig.1.1.1).

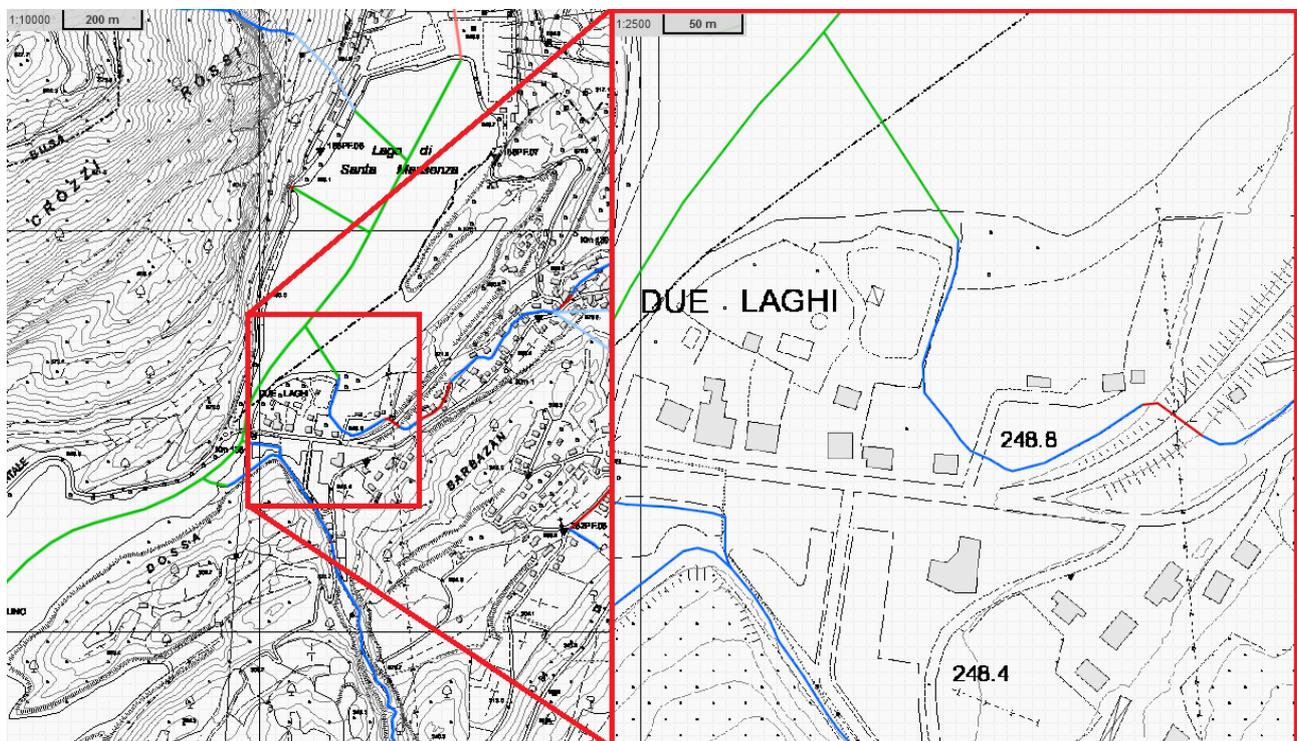


Fig.1.1.1: Estratto della Carta Tecnica Provinciale (CTP) relativa all'area di studio.

Quota	Coordinate	Latitudine	Longitudine
245,5 m	Wgs 84	46.059708	10.980338
	Ed 50	46.060611	10.981367

Fig.1.1.2: Coordinate Geografiche e UTM relative all'area di studio.

2. VINCOLI DI CARATTERE GEOLOGICO, SISMICO E AMBIENTALE

Considerando la cartografia che individua e caratterizza sul territorio il rischio idrogeologico, di seguito vengono riportati gli estratti cartografici della Carta di Sintesi della Pericolosità e della Carta delle Risorse Idriche.

2.1. Carta di Sintesi della Pericolosità

In materia di pericolo, la Carta di Sintesi della Pericolosità (C.S.P.) rappresenta il **nuovo strumento** di riferimento per la pianificazione urbanistica e con la sua approvazione (comma 2, art. 22 della legge provinciale 4 agosto 2015, n. 15) cessano di applicarsi le disposizioni della Carta di Sintesi Geologica e le disposizioni in materia di uso del suolo del Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche (PGUAP). La Giunta Provinciale con deliberazione n°1080 del 19 luglio 2019 ha adottato preliminarmente su tutto il territorio provinciale la CSP dando avvio alla fase di partecipazione dei comuni territorialmente interessati ai sensi del comma 7 dell'art. 10 della l.p. 9/2011 estendendo la consultazione, con possibilità di produrre osservazioni, anche ai cittadini.

Il **4 settembre 2020** sono state approvate dalla G.P. con delibera n. 1317 le Carte della Pericolosità e la Carta di Sintesi della Pericolosità su tutto il territorio provinciale. Queste sono in vigore dal **2 ottobre 2020**, giorno successivo alla pubblicazione nel BUR. Come si evince dallo stralcio di fig.2.1.1 l'area è cartografata con una penalità "**APP- aree da approfondire**".

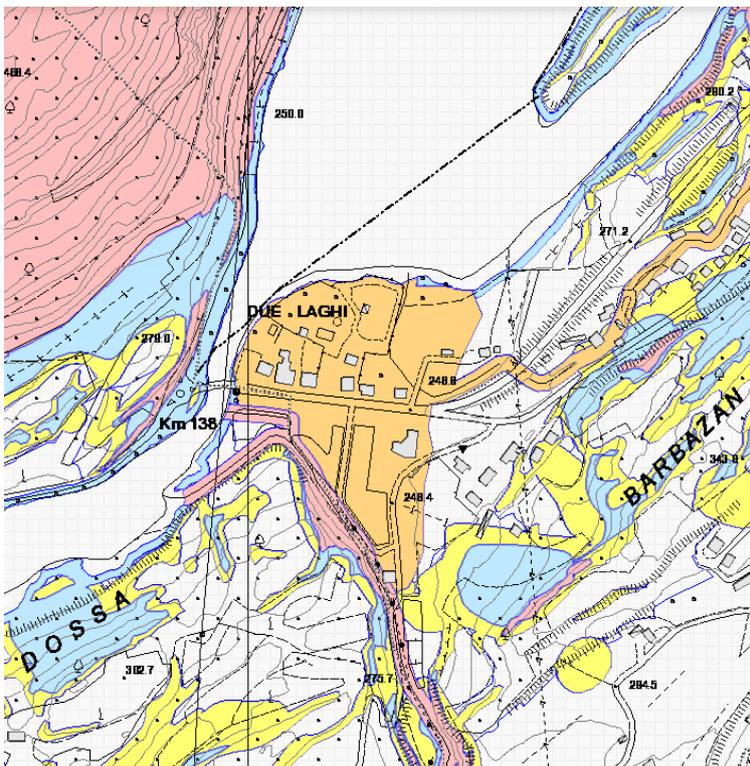


Fig.2.2.1: Estratto dalla Carta di Sintesi della Pericolosità relativa all'area di studio.

A causa di ciò, visto che l'intervento **non fa parte degli interventi esclusi** dall'applicazione del capo IV delle norme di attuazione del PUP, al fine di ottenere la concessione ad eseguire i lavori è necessario la redazione di uno **Studio di Compatibilità** che analizzi le diverse pericolosità segnalate. Trattandosi di un'area APP da "conoide" è **necessario ottenere anche il parere positivo del Servizio provinciale** competente in materia. Si rimanda al citato elaborato, redatto ad hoc, per gli approfondimenti di merito nei

riguardi della compatibilità dell'intervento.

2.2. Carta delle Risorse Idriche

In attuazione dell'art. 21 del P.U.P. definita dalla L.P. 27 maggio 2008, n. 5, è stata redatta la "Carta delle Risorse Idriche" (3° aggiornamento, in vigore da **ottobre 2018**) del territorio provinciale, che riporta le sorgenti, i pozzi e le captazioni superficiali delle acque selezionate destinate al consumo umano. Tale rappresentazione indica anche le aree di salvaguardia, distinte in zone di tutela

Legenda

Zona di Tutela Assoluta

- Sorgenti
- Sorgenti Minerali
- Acque Superficiali
- Pozzi

Zona di Rispetto Idrogeologico

- Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

Zona di Protezione Idrogeologica

- Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

✦ altre sorgenti non disciplinate dall'art.21 del P.U.P.

assoluta, zone di rispetto idrogeologico e zone di protezione, individuate secondo i principi per la tutela della qualità delle acque definiti dall'art. 94 del d.lgs. n.152/2006 e dall'accordo del 12 dicembre 2002 della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome. La Carta delle Risorse Idriche è redatta a scala 1:10.000 su tutto il territorio della P.A.T. Come si evince dallo stralcio della Carta delle Risorse Idriche di fig.2.2.1 l'area **non è soggetta ad alcun vincolo.**



Fig.2.2.1: Estratto dalla Carta delle Risorse Idriche relativa all'area di studio.

3. MODELLO GEOLOGICO

3.1. Cenni geologici, geomorfologici e condizioni di stabilità

L'area considerata è situata nel settore centrale della Alpi meridionali, a Sud del Lineamento Insubrico ed ad Est della Linea delle Giudicarie. In particolare si trova tra due domini paleogeografici e paleo-strutturali quali la Piattaforma di Trento a Est e il Bacino Lombardo a Ovest. Nella zona affiorano prevalentemente unità di tipo sedimentario carbonatiche di età dal Triassico Superiore al Giurassico Medio. Tuttavia nell'area in esame è preponderante la presenza dei Calcari Grigi (Giurassico Inferiore) con litologie principalmente di piattaforma. La struttura tettonica principale dell'area è il Sistema Giudicariense. La valle presenta le tipiche forme glaciali, passato agente geomorfologico principale, mentre attualmente l'azione delle acque, i cicli di gelo e disgelo e la gravità, concorrono all'evoluzione del paesaggio. Nella Carta di fig.3.1 e 3.2 si notano le caratteristiche geologiche e geomorfologiche che caratterizzano l'area.

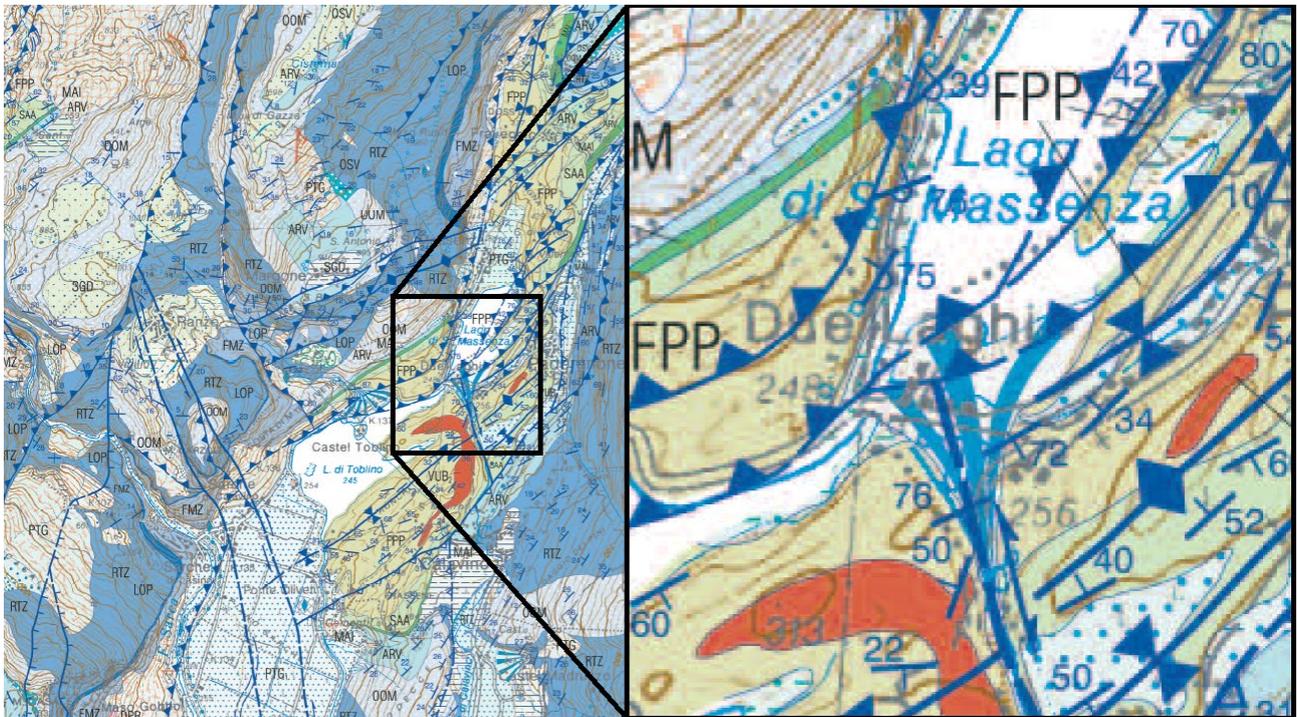


Fig.3.1.1: Estratto della Carta Geologica del Foglio CARG 080 "Riva del Garda" relativa all'area di studio.

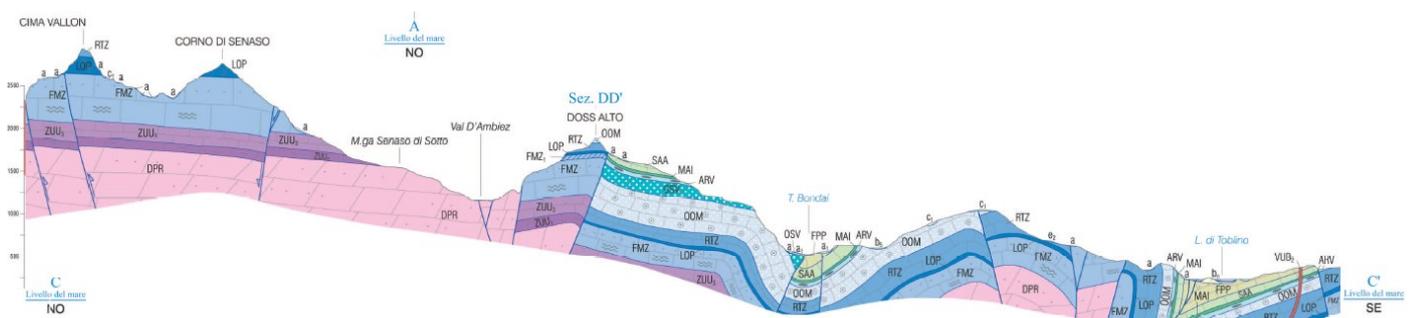


Fig.3.2: Stralcio del Profilo C/C¹ del Foglio 059 Tione di Trento passante a Nord Est dall'area in progetto.

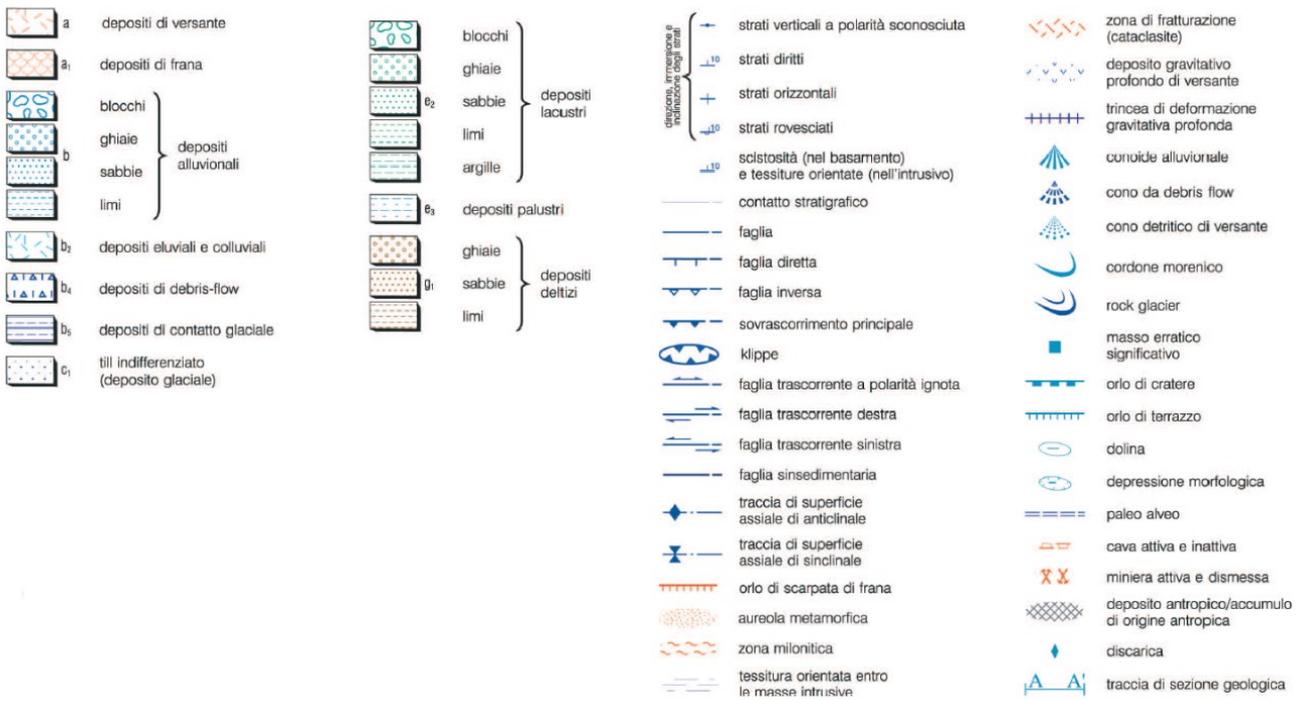
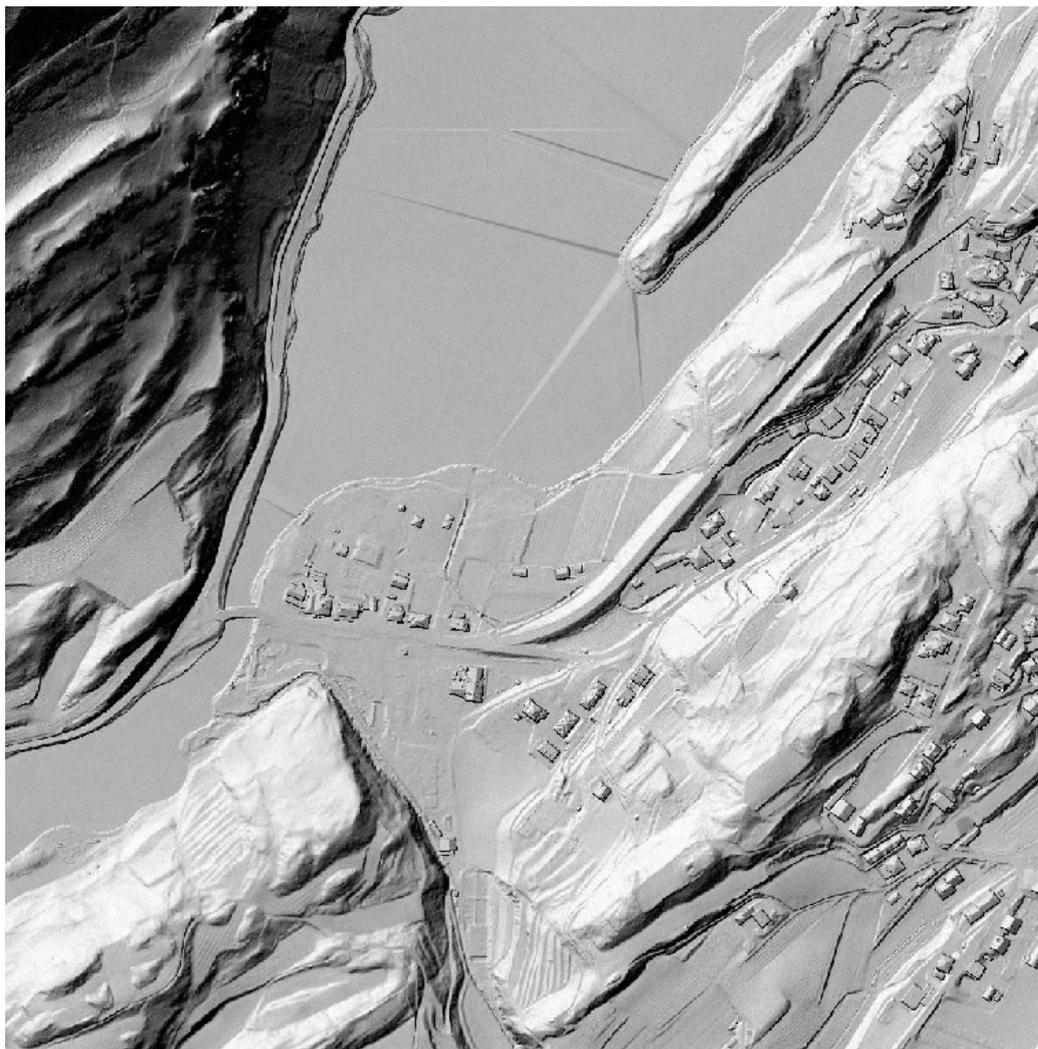


Fig.3.1.3: Stralcio di legenda contenente la simbologia del Foglio CARG 059 “Tione di Trento”.

Geomorfologicamente l’area presenta un’inclinazione subpianeggiante. Dall’analisi del DBM si



notano immediatamente le depressioni riferite agli specchi lacustri contrapposte alle ripide pareti rocciose esistenti. Apprezzabile il conoide alluvionale riferito alla Rio Freddo. Imponente il rilevato stradale della S.S. 45. Intuibile l’area di espansione del L. di Santa Massenza per la presenza di lievi scarpate. Individuabili i solchi di scorrimento sia della Roggia di Calavino che di Padergnone.

Fig.3.1.4: Estratto immagine DBM dell’area.

Nella cartografia del “Progetto Arca” (Archivio Storico online degli Eventi Calamitosi della Provincia Autonoma di Trento) l'area in progetto non risulta essere stata soggetta ad alcun evento calamitoso rilevante.

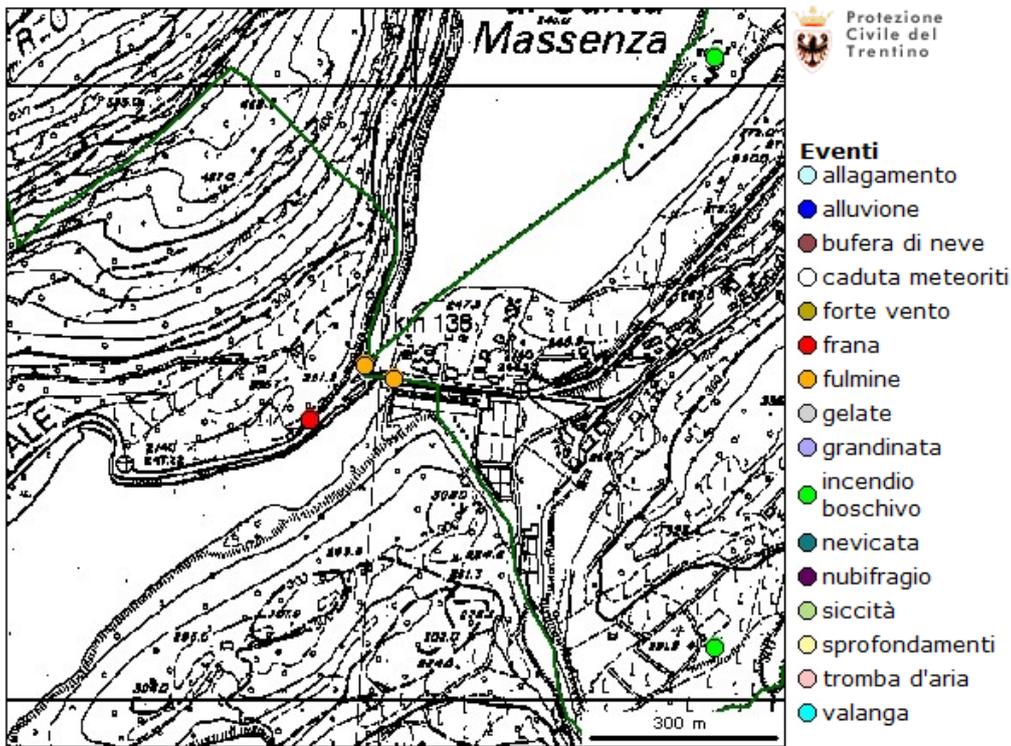


Fig.3.1.5: Estratto cartografico dal progetto ARCA e dei verbali presenti.

Nella cartografia del “Progetto IFFI” (Inventario dei fenomeni franosi d’Italia) l'area in progetto non risulta essere stata soggetta ad alcun fenomeno (vedi 3.1.6).

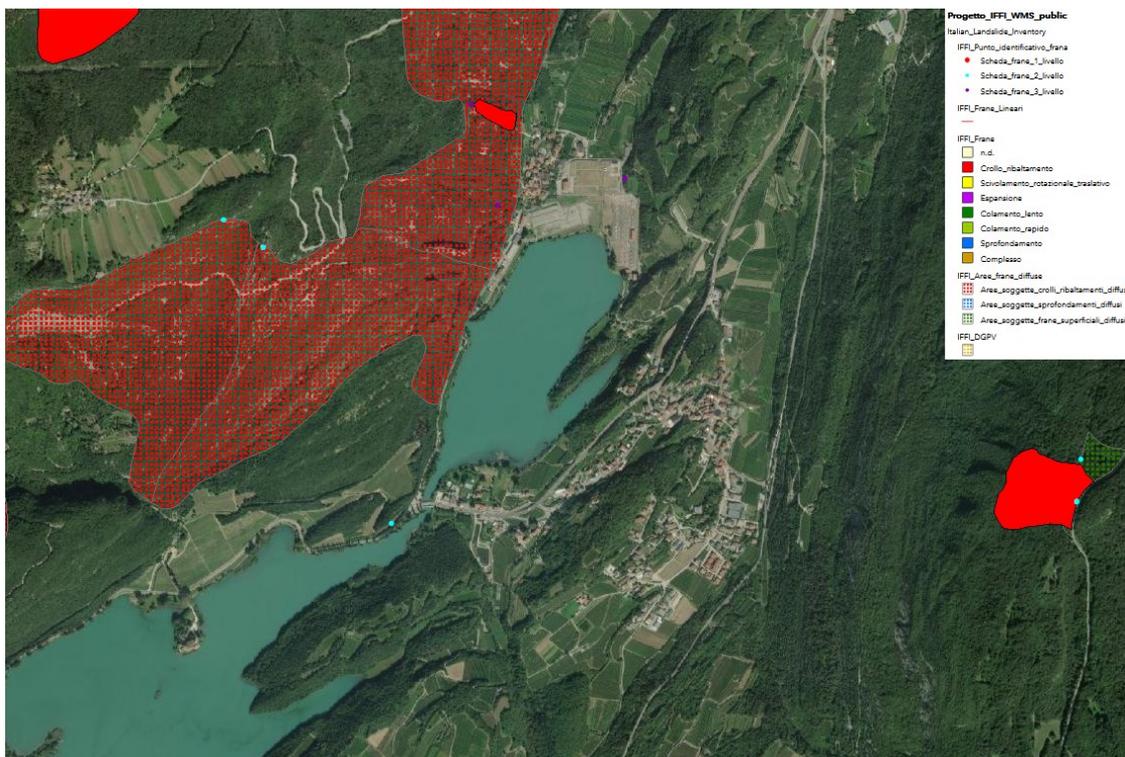


Fig.3.1.6: Estratto cartografico dal Progetto IFFI.

Non sono segnalati eventi calamitosi nel portale “Life Franca”.

Si riportano di seguito le Ortofoto disponibili (1973, 1994, 2015) relative al sito di intervento.

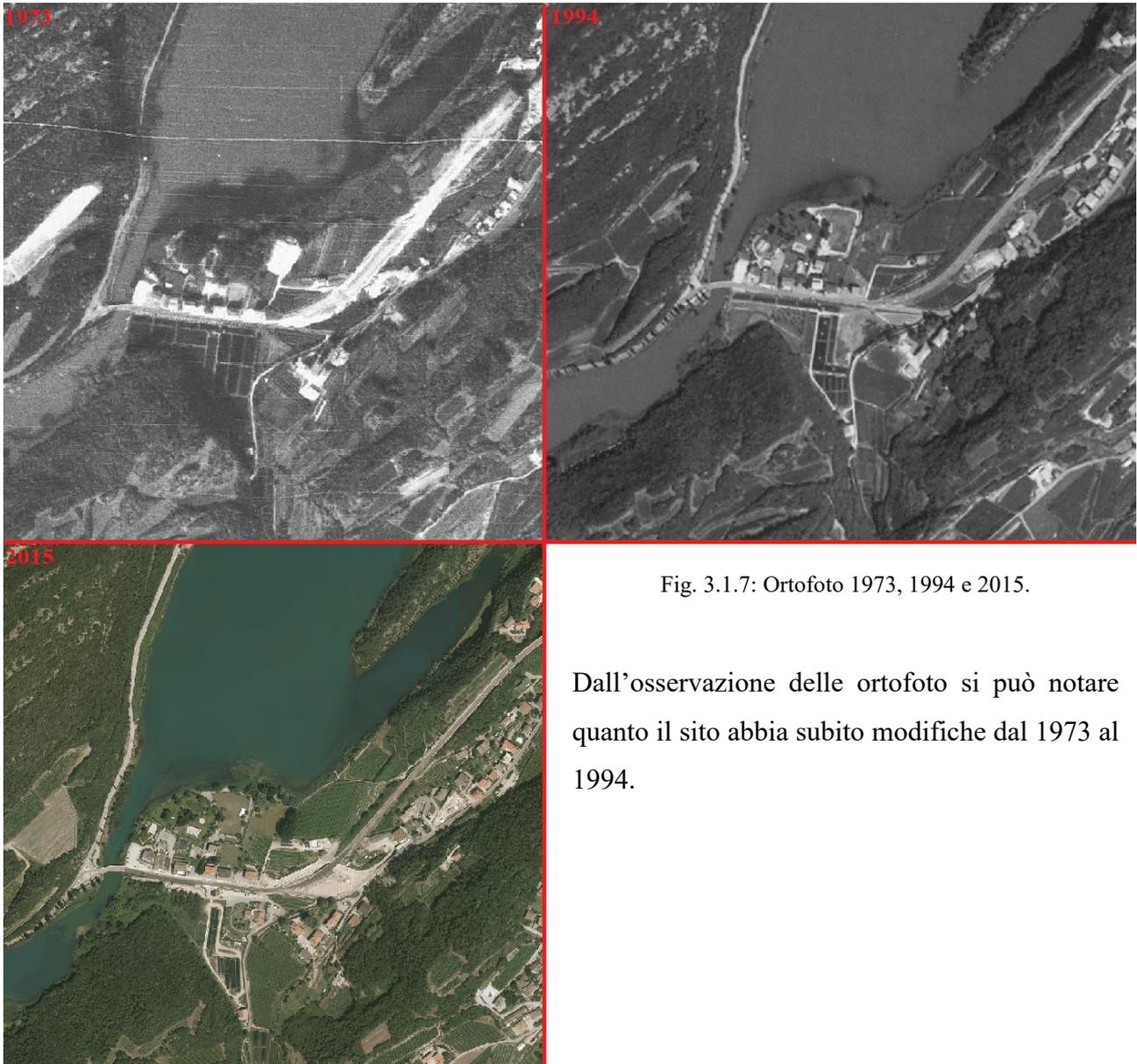


Fig. 3.1.7: Ortofoto 1973, 1994 e 2015.

Dall’osservazione delle ortofoto si può notare quanto il sito abbia subito modifiche dal 1973 al 1994.

Per quanto riguarda la problematica torrentizia si rimanda a quanto esposto nello Studio di Compatibilità dedicato. Rilevante vista la posizione degli interventi l’interferenza del Lago di S. Massenza.

Questo infatti può presentare forti escursioni anche se per la maggiore controllate.

Da verificare la presenza di eventuali fasce di rispetto, sia lacuali che fluviali (relative alla Roggia di Padergnone) che riguardanti la biodiversità.

3.2. Litologia e stratigrafia

Dal punto di vista geologico, a scala locale (vedi fig.3.1.1 e fig.3.1.2) l’area di studio è caratterizzata dalla presenza di un substrato roccioso (fig.3.2.1) composto dalla Formazione di Ponte Pià (FPP), ricoperto da sedimenti appartenenti al Sintema Postglaciale Alpino (PTG).

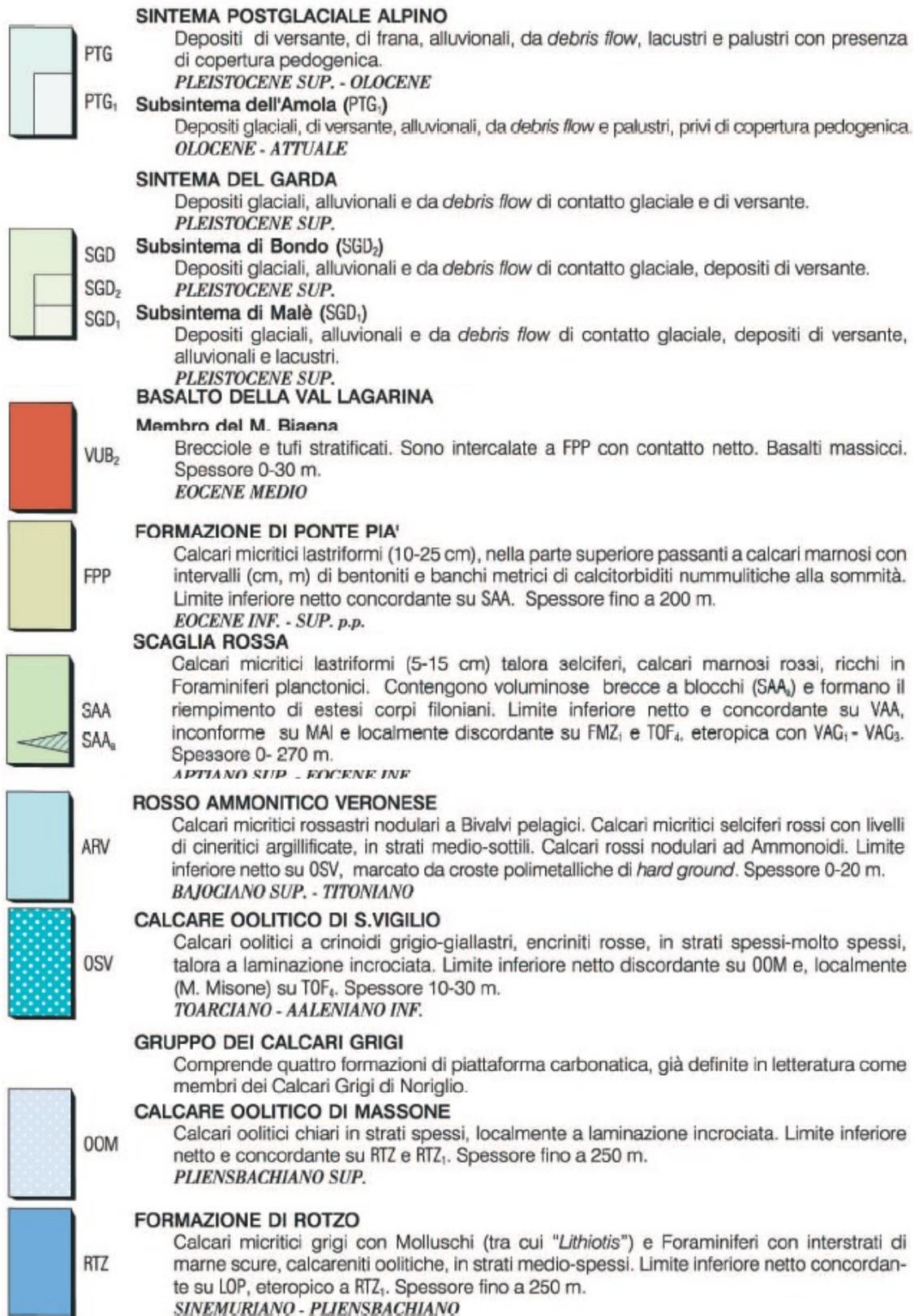


Fig.3.2.1: Successione stratigrafica di massima dell'area, Foglio 080 Riva del Garda.

Si riporta, per avere un maggior dettaglio, un estratto della Carta Geologica sezione N. 59120 "Padergnone" relativa all'area di studio.

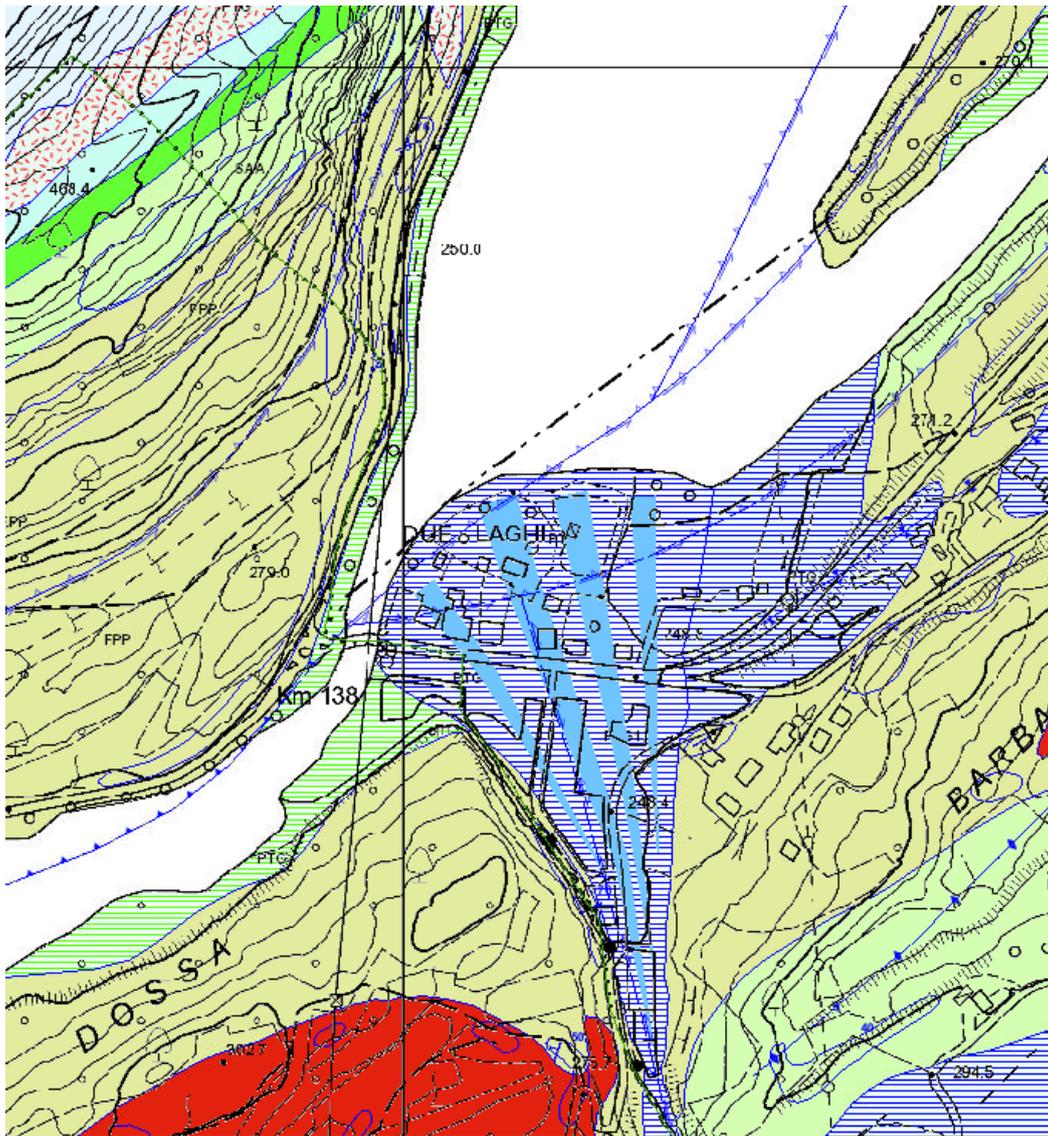


Fig.3.2.2: Estratto Carta Geologica PAT sezione N. 59120 “Padergnone” relativa all’area di studio.

Osservando la Carta Geologica in fig. 3.1.1 e 3.2.2 si nota che l’area in progetto è cartografata come un deposito di conoide alluvionale e/o fluvio-glaciale, avente tessitura **GS** (Ghiaie e Sabbie) appartenente a PTG_1 . Le zone spondali, verso Est e Nord sono invece mappate come dep. lacustri aventi tessitura **LSA** (Limo, Sabbia e Argilla) appartenenti a PTG .

I primi sono descritti nelle Note Illustrative del Foglio 059 come costituiti da ciottoli e massi con ghiaie e sabbie in subordine. Tuttavia, in parte, essi possono essere interdigerati a fenomeni di debris flow (aumento della percentuale di materiale fine e di blocchi). I conoidi sono situati nella fascia di collegamento tra montagna e pianura oppure allo sbocco delle valli laterali tributarie in una valle più importante. Le conoidi sono caratterizzate da una diminuzione nella granulometria dei sedimenti da monte a valle, causata da una graduale perdita di energia e di conseguenza di capacità di carico della corrente per una riduzione della velocità della corrente.

Per questo motivo, i sedimenti più grossolani (sabbie grosse e ghiaie) tendono a disporsi nella parte apicale mentre sedimenti via via più fini si dispongono verso la parte basale (caso di progetto).

I secondi invece come “*limi argillosi e limi carbonatici, laminati, di colore grigio o biancastro....sono limitati a tetto dalla superficie topografica, con presenza di orizzonti pedogenizzati, o più frequentemente da depositi grossolani della facies dei depositi alluvionali o da depositi di frana...*”.

Nel catasto provinciale dei sondaggi sono disponibili informazioni relative ad alcune perforazioni eseguite in occasione della costruzione di edifici ITEA a 290 m ca a NE e di una passerella ciclopedonabile a 200 m ca a SO (vedi Fig.3.2.3 ed Allegato III).



Fig.3.2.3: Localizzazione sondaggi rispetto all'area di studio ed estratto dei dati dal catasto PAT (vedi All. IV).

Dalle stratigrafie descritte (indicative visto le distanze) in fig. 3.2.3 (vedi allegato IV) si desume che nei punti indicati nei primi metri di terreno siano presenti depositi stratificati, caratterizzati da orizzonti aventi caratteristiche e proprietà anche completamente differenti. Segnalati infatti degli orizzonti sabbio – ghiaiosi alternati ad orizzonti costituiti da materiale fine (limi e **torba**).

Vista la posizione degli interventi e le quote (poco al di sopra dei laghi) si suppone la presenza di un deposito misto – stratificato costituito da orizzonti sabbio – ghiaiosi con limo variabile per il contributo alluvionale ed ad orizzonti limo – sabbiosi con torba per il contributo lacustre.

Fondamentale quindi, visto le caratteristiche solitamente pessime dei depositi lacustri specialmente in presenza di torba, la verifica puntuale attraverso dei sondaggi dell'effettiva stratigrafia del sito in corrispondenza del padiglione e del chiosco.

A causa della mancata esecuzione di una trincea esplorativa volta ad appurare le caratteristiche granulometriche del terreno è stato possibile, ricavare informazioni litostratigrafiche, solamente attraverso la documentazione bibliografica, storica e dal rilevamento effettuato.

3.3. Idrogeologia ed idrografia

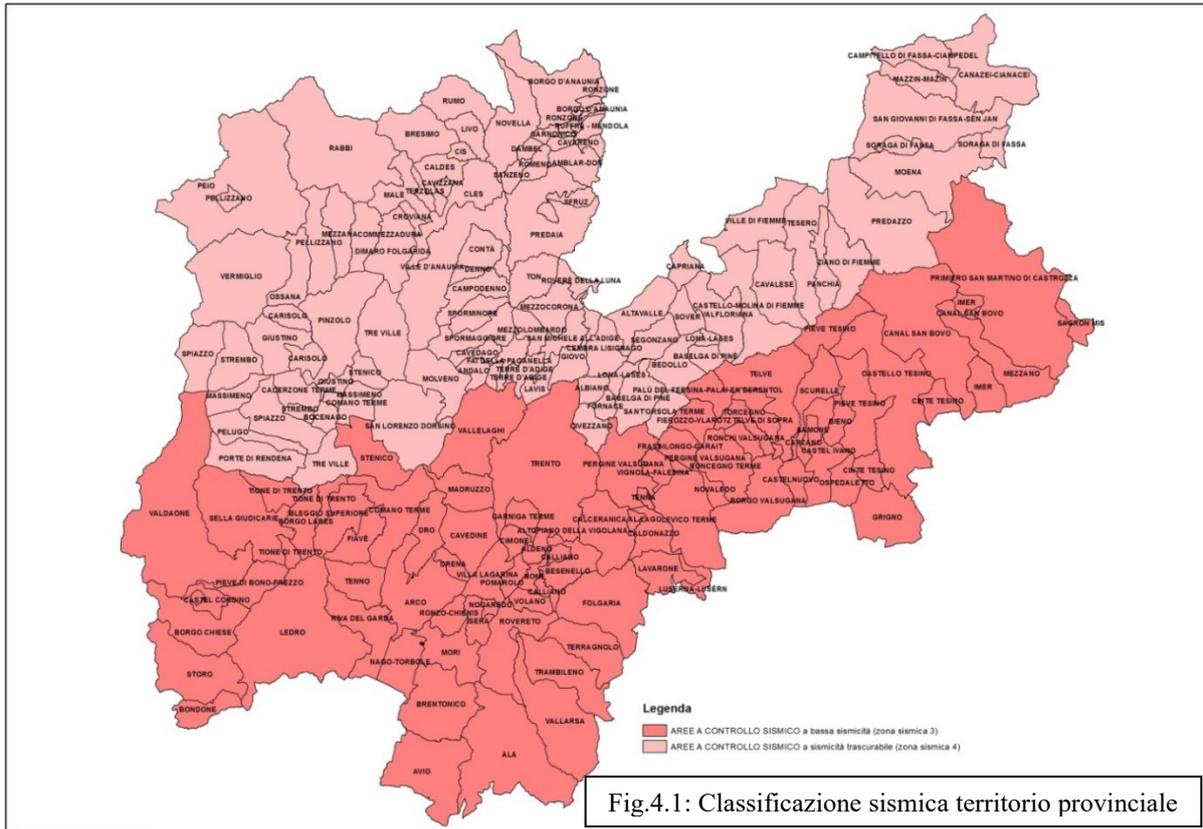
Il sito è posto tra il L. di Toblino a Sud ed il L. di S. Massenza a Nord sul conoide della Roggia di Calavino e di Padergnone. Si ritiene che questi e per la maggiore il Lago di S. Massenza regolino il livello della falda. La sicura presenza di livelli costituiti da materiali fini complica ulteriormente la situazione riguardanti le acque sotterranee.

Le acque meteoriche provenienti da monte penetrano nella coltre superficiale seguendo percorsi subverticali saturando in modo parziale o totale i livelli medio-grossolani solo nei tratti in cui è più marcata la presenza di lenti o livelli fini che possono fungere da locale limite impermeabile. La velocità di flusso è regolata dalle condizioni di permeabilità locale (maggiore o minore presenza di matrice limoso-argillosa della copertura); raggiunto il substrato od un livello a materiale fine continuo si origina generalmente una falda in movimento lungo il versante verso valle.

Durante il rilevamento effettuato non si sono notati ristagni o indicatori di scorrimenti superficiali nel sito. Notata tuttavia un'area di sicura interferenza con le acque lacuali del lago di S. Massenza. Fondamentale quindi per l'esecuzione delle opere considerare la massima escursione concessa al Lago (regolato antropicamente per lo sfruttamento idroelettrico e nei momenti di forte precipitazioni come bacino di accumulo). Da assumere cautelativamente quindi il livello della falda pari alla massima escursione lacuale concessa (**245.2 m**). Il contributo in tal senso dato dalla Roggia di Padergnone si ritiene certamente minoritario.

4. MODELLAZIONE SISMICA

Con l'approvazione del D.M. 14/01/2008, il suo aggiornamento con il D.M. 17/01/2018 e l'Attuazione del Piano Urbanistico Provinciale (P.U.P.) definita dalla L.P. 27 maggio 2008 è necessario il calcolo dell'azione sismica come definito in seguito. Come si evince in fig.4.1 l'area ricade in **classe di rischio 3**, “*zona a bassa sismicità*”.



L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione e sono in funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. Allo stato attuale la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/> (NTC 2008, all. A e B). Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle nuove NTC, in funzione di tre parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in acceler. orizz.;
- T^*_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in acceler. orizz.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento, così determinate, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica, le corrispondenti azioni sismiche:

- la vita di riferimento V_R della costruzione
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate a ciascuno degli stati limite considerati, secondo la figura di seguito riportata.

Stato Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stato limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Fig.4.2: Probabilità di superamento nella vita di riferimento associate a ciascuno degli stati limiti considerati secondo la tab.3.2.I N.T.C. 2018.

A tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante la seguente espressione (allegato A alle N.T.C 2008 e N.T.C. 2018, pericolosità sismica):

$$T_r = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Per qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri a_g , F_o , T^*_C , possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, utilizzando come peso gli inversi delle distanze, secondo la relazione (Allegato A pericolosità sismica, N.T.C. 2008):

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

Dove:

- p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame;
- p_i è il valore del parametro di interesse nell' i -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo punto della maglia suddetta.

La vita di riferimento V_R si ricava per ciascun tipo di costruzione moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U dipendente dalla classe di attribuzione della costruzione:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purchè soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali con valori di riferimento come indicati nella fig.4.3:

	Tipi di Costruzione	V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Fig.4.3: Valori minimi della Vita nominale (V_N) di progetto per i diversi tipi di costruzioni (Tab.2.4.I N.T.C. 2018).

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso a cui corrisponde un relativo coefficiente d'uso (C_U) come definito in fig.4.4:

Classi d'uso	Tipi di Costruzione	C _U
I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.	0.7
II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.	1
III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.	1.5
IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.	2

Fig.4.4: Classi d'uso e relativi valori di Coefficiente d'uso (C_U) come definito in Tab.2.4.II N.T.C 2018.

I valori di riferimento dei parametri a_g [g] F_0 [adimensionale] e T^*_C [espresso in secondi] sono calcolati con riferimento alle coordinate geografiche, per mezzo del codice di calcolo della "Geostru" (<http://www.geostru.com/geoapp/parametri-sismici.aspx>), per una struttura di classe II con vita nominale pari a V_N 100 anni (come definito nelle modalità di applicazione del 14/01/2008 delle Nuove Norme Tecniche per le nuove progettazioni di opere pubbliche, imponendo una $V_N \geq 100$ anni per qualsiasi tipo di opera), come mostrato in fig.4.5.:

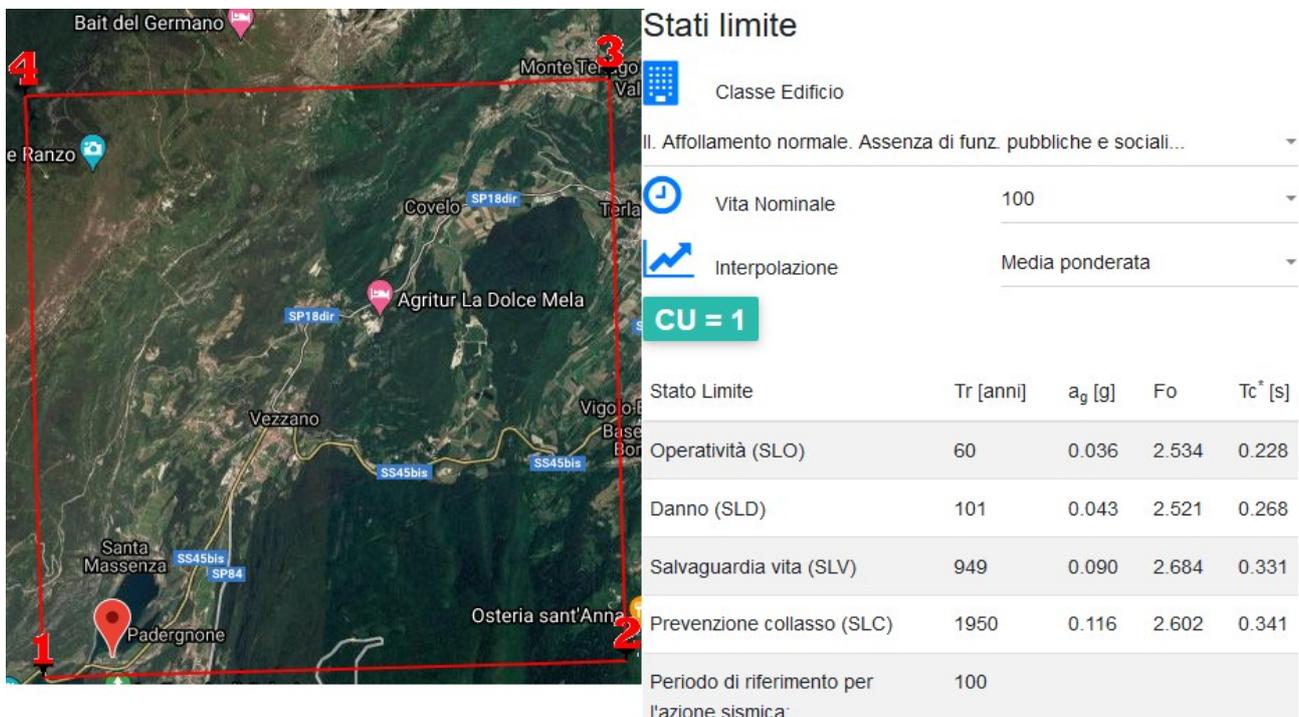


Fig.4.5: Determinazione dei parametri sismici utilizzando il codice di calcolo della "Geostru".

Gli effetti di amplificazione locale dovuti alla stratigrafia ed alla conformazione topografica vengono messi in conto mediante i seguenti parametri:

- Parametro S_S e C_c (effetti stratigrafici);
- Parametro S_T (effetti topografici).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel paragrafo 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II (vedi fig.4.5), si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .

Categ.	Descrizione	S_S	C_c	V_{s-30} (m/s)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3m	1.00	1.00	> 800
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	$1.00 \leq 1.4 - (0.4 \cdot F_o \cdot a_g \div g) \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_c^*)^{-0.20}$	360÷800
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	$1.00 \leq 1.7 - (0.6 \cdot F_o \cdot a_g \div g) \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$	180÷360
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	$0.90 \leq 2.4 - (1.5 \cdot F_o \cdot a_g \div g) \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_c^*)^{-0.50}$	< 180
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.	$1.00 \leq 2.0 - (1.1 \cdot F_o \cdot a_g \div g) \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_c^*)^{-0.40}$	C-D

Fig.4.6: Effetti stratigrafici, cat. del suolo e parametri S_S - C_c come definito nelle tab. 3.2.II e 3.2.IV N. T. C. 2018.

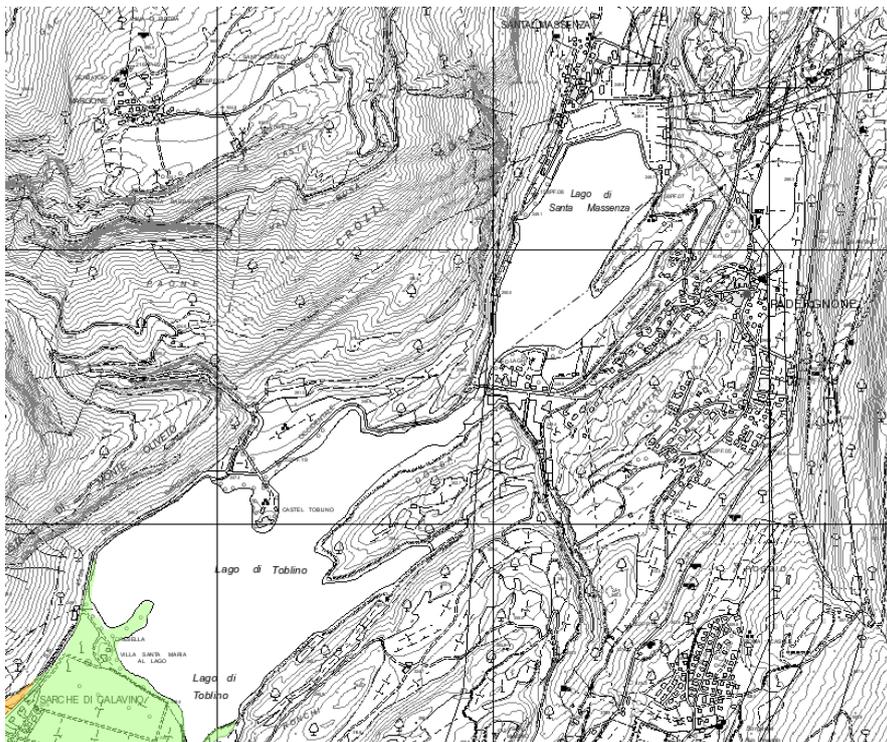


Fig.4.7: Carta della Classificazione Sismica dei Suoli di Fondazione provinciale.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche. Nel caso specifico in studio si osserva che il sito di intervento non è mappato nella Carta della Classificazione Sismica dei Suoli di Fondazione provinciale (vedi fig.4.7).

Legenda

Classificazione sismica suoli di fondazione (2018)

- A: $V_{s30} > 800$ m/s
- B: $360 \text{ m/s} < V_{s30} < 800$ m/s
- C: $180 \text{ m/s} < V_{s30} < 360$ m/s
- D: $V_{s30} < 180$ m/s
- E: Terreni C o D con spessore < 30m
- $V_s < 100$

Di conseguenza viste le incertezze presenti, nonostante la zona a Sud del lago di Toblino sia mappata con una categoria C, si utilizzerà nella modellazione una categoria “E”.

Per quanto concerne gli effetti di amplificazione dovuti alla topografia del sito si fa riferimento alla fig.4.8:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell’opera o dell’intervento	S _T
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media superiore a 30°	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1.4
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media compresa tra 15 e 30°	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1.2
T2	Pendii con inclinazione media superiore a 15°	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media inferiore a 15°	--	1.0

Fig.4.8: Coefficiente di amplificazione topografica come definito nella tab.3.2.III-V N.T.C. 2018.

Per il caso in studio si assume cautelativamente una categoria T1.

Di seguito (fig.4.9) si riportano i coefficienti sismici K_h , K_v , A_{max} e β ed i parametri per la costruzione degli spettri di risposta sismica locale in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali.

Coefficients sismici					Coefficients sismici				
Muri di sostegno NTC 2018					Stabilità dei pendii e fondazioni				
<input type="checkbox"/> Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.					<input type="checkbox"/> Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.				
H (m)		us (m)			H (m)		us (m)		
1		0.1			1		0.1		
Cat. Sottosuolo		E			Cat. Sottosuolo		E		
Cat. Topografica		T1			Cat. Topografica		T1		
	SLO	SLD	SLV	SLC		SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,60	1,60	1,60	1,60	SS Amplificazione stratigrafica	1,60	1,60	1,60	1,60
CC Coeff. funz categoria	2,08	1,95	1,79	1,77	CC Coeff. funz categoria	2,08	1,95	1,79	1,77
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00	ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
<input type="checkbox"/> Acc.ne massima attesa al sito [m/s ²] \rightleftarrows 0.6					<input type="checkbox"/> Acc.ne massima attesa al sito [m/s ²] \rightleftarrows 0.6				
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC	Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.032	0.055	0.000	kh	0.011	0.014	0.029	0.045
kv	--	0.016	0.027	--	kv	0.006	0.007	0.014	0.022
Amax [m/s ²]	0.559	0.670	1.410	1.821	Amax [m/s ²]	0.559	0.670	1.410	1.821
Beta	--	0.470	0.380	--	Beta	0.200	0.200	0.200	0.240

Fig.4.9: Coefficienti sismici per le verifiche, forniti utilizzando il codice di calcolo della “Geostru”.

5. SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

L'Art. 30 del PGUAP per le acque di pioggia prevede che:

- *1. Fatta salva la disciplina in materia di tutela delle acque dall'inquinamento e quella di salvaguardia delle acque ad uso potabile, al fine di contrastare la rapidità di conferimento delle acque di pioggia nel reticolo idrografico, è privilegiata un'adeguata dispersione delle stesse nel terreno, in tutti i casi in cui ciò risulti possibile per via diretta ovvero mediante l'apprestamento di apposite aree disperdenti. In alternativa deve essere comunque perseguita la realizzazione di idonee vasche di smorzamento e laminazione.*
- *2. Per le stesse finalità del comma 1 deve essere evitata, ove possibile, l'impermeabilizzazione dei suoli, privilegiando le pavimentazioni ad elevata capacità drenante....debba essere privilegiata.*

Nonostante quanto sia disposto dal PGUAP, visto il **divieto di immissione diretta delle acque in falda** (ed il livello presunto della stessa) non è possibile realizzare dispersioni nel sottosuolo.

Di conseguenza il progetto prevede la gestione delle acque meteoriche raccolte dalle coperture o attraverso lo smaltimento nella rete delle acque bianche comunali o nella Roggia di Padergnone (in quest'ultimo caso si dovrà fare domanda di permesso ad hoc per lo scarico al Serv. Bacini Montani).

Visti i vincoli nel cap.2, il comma 1.e. dell'art.103, i commi 1, 2, 3 e 4 dell'art.113 del D.Lgs. n. 152/2006 e la natura degli edifici si giustifica l'assimilazione di queste acque ad acque bianche non inquinate.

5.1. Portata temibile di progetto

Per il calcolo della portata temibile Q_T da considerare ai fini progettuali, si può far riferimento allo studio "Determinazione delle zone omogenee per le piogge intense nel Trentino" (Della Lucia, Fattorelli, Provasi – 1976) su incarico dell'Azienda Speciale di Sistemazione Montana della Provincia Autonoma di Trento, con il quale si sono elaborati su base statistico probabilistica tutti i dati pluviometrici disponibili (1919-1970) per le stazioni esistenti in Trentino.

Per ogni stazione sono stati considerati i massimi annuali delle precipitazioni per le varie durate ed è stato analizzato se i dati misurati possono essere rappresentati dalle leggi teoriche di distribuzione (Gumbel, lognormale ecc.).

La scelta della legge che meglio rappresenta il fenomeno pluviometrico oggetto dell'indagine è stata fatta utilizzando dei test statistici di verifica.

I dati ottenuti sono stati utilizzati per costruire una curva di possibilità pluviometrica della forma:

$$H = aT^n$$

dove “ H ” è l’altezza di precipitazione [mm/h], T il tempo di precipitazione e “ a ” e “ n ” parametri statistici. Sul territorio, per evidenziare se sono presenti caratteri di uniformità, è stato messo a punto un modello statistico che attesti se un determinato gruppo di pluviografi è omogeneo e una volta determinato questo sono state definite delle zone omogenee, visibili in fig.5.1.1.

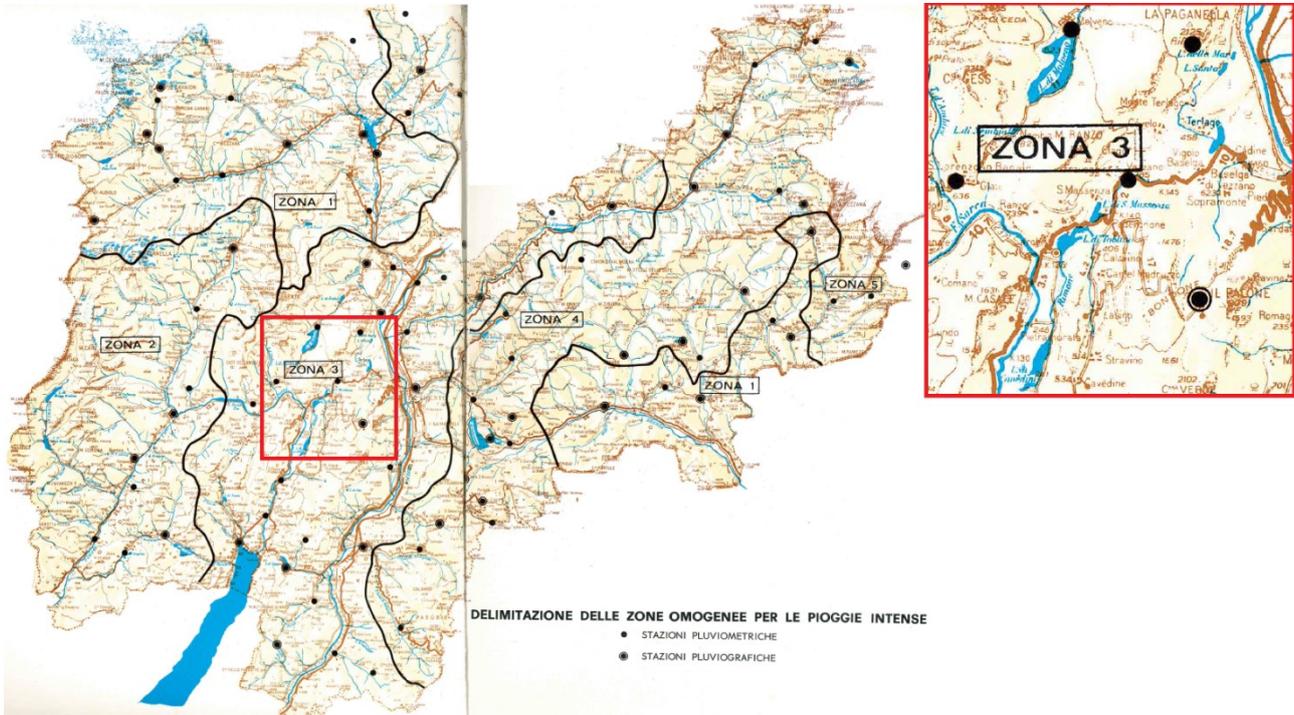


Fig.5.1.1: Zone omogenee per le piogge intense (Della Lucia, Fattorelli, Provasi – 1976).

Come si nota in figura 5.1.1 l’opera in progetto si **trova in zona omogenea 3**, di conseguenza in base ai parametri “ a ” e “ n ”, riferiti a un $T = 1$ [h] e a tempi di ritorno di 50 anni si dovrebbe considerare una altezza di precipitazione $H = 43,1$ [mm/h]. Utilizzando il metodo razionale per il calcolo della portata otteniamo una portata di:

$$Q = \frac{H \left[\frac{mm}{h} \right] \cdot A [m^2]}{T} = \frac{43,1 \cdot 0,001 \cdot 1}{3600} = 1,2 \cdot 10^{-5} \left[\frac{m^3}{s} \right] = 0,012 \left[\frac{l}{s} \right]$$

che è il valore di portata per un metro quadro.

Utilizzando i seguenti coefficiente di restituzione C_r per le seguenti superfici:

- coperture C_r 0,9 (tetti normali in tegole e assimilabili) per 300 m^2 (edificio polifunzionale);
- coperture C_r 0,9 (tetti normali in tegole e assimilabili) per 100 m^2 (chiosco parco acquatico);

si ottiene una portata di progetto Q_p di:

$$Q_p = C_r \cdot A \cdot Q = (0,9 \cdot 300) \cdot 0,012 = 3,24 \left[\frac{l}{s} \right]$$

$$Q_p = C_r \cdot A \cdot Q = (0,9 \cdot 100) \cdot 0,012 = 1,08 \left[\frac{l}{s} \right]$$

Dalla relazione precedente risulta che si ottiene una portata d’acqua, relativa ad una pioggia critica di 1 ora di $Q_p \sim 4,32$ l/s a cui corrisponde un **volume totale approssimativo di $V_{tot} \sim 15,55 \text{ m}^3$** .

5. CONCLUSIONI

In Provincia Autonoma di Trento la possibilità di realizzare le opere è subordinata alla presentazione di una Relazione Geologica che attesti la realizzabilità delle opere e che sia estesa ad un territorio di ampiezza adeguata nell'intorno dell'opera.

Visto che l'area è inserita in una penality **APP** della Carta di Sintesi della Pericolosità è necessario anche la redazione di uno studio di compatibilità che analizzi l'intervento e l'autorizzazione della struttura provinciale competente. Si ricorda che in presenza di parere provinciale non è prevista la presentazione del modello C1 e C2 di asseverazione.

Vista la documentazione esistente ed il sopralluogo effettuato, si assume che l'opera interessi, escludendo l'orizzonte vegetale/riportato un deposito misto, alluvionale e lacustre costituito di conseguenza da orizzonti con caratteristiche e comportamenti completamente differenti (sabbie e ghiaie alternati a limi e torbe). Fondamentale quindi, al fine della redazione della Relazione di Calcolo per le strutture, l'esecuzione di sondaggi geognostici al fine di affinare il modello geologico e di conseguenza quello geotecnico. Il substrato composto da FPP non interesserà le lavorazioni.

Altra problematica presente è il livello della falda. Da assumere cautelativamente a fini progettuali per la falda la massima escursione permessa al Lago di Santa Massenza (regolata antropicamente).

Come espresso dallo Studio di Compatibilità allegato, sia la Roggia di Padergnone (attraversa il sito) che di Calavino possono influire in caso di eventi di piena con l'area di progetto. Si rimanda allo Studio per gli accorgimenti costruttivi e gestionali riferiti alla problematica.

Nella modellazione sismica si è considerato un terreno di Tipo **E**, una struttura di classe **II** con una vita nominale (V_N) di 100 anni ed un fattore di ampliamento topografico **T1**, dai quali sono stati ricavati i coefficienti sismici K_h , K_v , A_{max} e β .

Si ribadisce l'importanza della verifica da parte dello scrivente delle condizioni al contorno e dei parametri di progetto nel momento dell'inizio dei lavori al fine di appurare la corrispondenza fra ipotesi di progetto e situazione reale.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni" e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica per cui costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad eseguire i lavori. In corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza il modello geotecnico ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore.

Porte di Rendena, dicembre 2021

Dott. Geol. Silvio Alberti



RELAZIONE GEOTECNICA

1. PREMESSA

Nella presente relazione, in riferimento ai contenuti, della Relazione Geologica ed alla tipologia delle opere previste (vedi progetto in Allegato I), vengono sviluppate le valutazioni di carattere geotecnico e delle verifiche preliminari di stabilità. Come previsto dalle “Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni” D.M. 17.01.2018, entrate in vigore il 22.03.2018 la sicurezza e le prestazioni di un’opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale.

Nel cap.2 vengono riportati i parametri geotecnici del terreno ricavati dalle informazioni presenti nel modello geologico.

Nel cap.3 vengono presentati gli aspetti geologico-tecnici e le verifiche per l’esecuzione dell’opera. Come indicato dal testo unico sulle costruzioni precedentemente menzionato, si ritiene che il modello del sottosuolo verrà confermato e perfezionato seguendo il metodo “osservazionale” in fase esecutiva.

2. MODELLO GEOTECNICO

Sono riportati in seguito i parametri geotecnici per ogni litologia presente nell’area di studio.

Nell’area che interessa il progetto, escludendo il primo orizzonte di terreno con materiale organico/riportato, sono presenti due unità litologiche di seguito descritte.

- Unità A: deposito di conoide alluvionale (posizione distale), orizzonti sabbio – ghiaiosi con limo in percentuale variabile;
- Unità B: deposito lacustre, orizzonti limo – torbosi debolmente sabbiosi in percentuale variabile;

In via orientativa e necessariamente su dati bibliografici si forniscono i seguenti parametri meccanici principali:

Parametri	Simbolo	Unità A	Unità B
Angolo d’attrito interno	ϕ' [°]	28÷32	22÷26
Coesione	c' [kPa]	0,0 (vedi par.3.3)	0,0 (vedi par.3.3)
Peso di volume	γ [kN/m ³]	18÷19	16÷18
Peso di volume saturo	γ_{sat} [kN/m ³]	20 ÷ 21	17 ÷ 19

Fig.2.1: Parametri geotecnici relativi all’Unità A.

I parametri geotecnici migliorano generalmente con la profondità. Per quanto riguarda la coesione questa può essere molto elevata. Da indagini effettuate dallo scrivente su materiali ad alto contenuto di fini (80% limi con 10% di argille nei depositi lacustri del Lomaso) anche di 16 kPa. Tuttavia

vista la difficoltà di parametrizzazione, che il materiale non è stato effettivamente analizzato e la presenza della falda a bassa profondità si consiglia l'utilizzo di un parametro molto minore e cautelativo per le verifiche. La possibilità inoltre della presenza di torba (comportamenti differenti ai restanti fini come le argille ed i limi) complica ulteriormente la parametrizzazione. Nel caso che le opere interessino l'Unità A non si ravvisano problematiche a parte i classici accorgimenti progettuali e costruttivi da attuare per la presenza di una falda a limitata profondità. Nel caso della presenza di torba, a seconda dei carichi presenti, si può valutarne la rimozione con la successiva sostituzione con materiale costituito da buone caratteristiche geotecniche.

Viste le caratteristiche espresse nella precedente relazione geologica si può considerare un valore indicativo di permeabilità pari a $1 \cdot 10^{-2} \div 10^{-3}$ cm/s al variare del contenuto di fini per l'Unità A e pari a $1 \cdot 10^{-5} \div 10^{-6}$ cm/s al variare del contenuto di fini per l'Unità B.

Coefficiente di permeabilità k in cm/sec (scala logaritmica)												
	10^2	10^1	1,0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
Permeabilità	Buona					Scarsa			Praticamente nulla			
Tipo di terreno	Ghiaia pulita	Sabbie pulite; mescolanze di sabbia pulita e ghiaia			Sabbie molto fini; limi organici e inorganici; mescolanze di sabbia, limo e argilla; till glaciale, depositi stratificati di argilla, ecc.			Terreni « impermeabili », cioè argille omogenee al di sotto della zona influenzata dagli agenti atmosferici				
	Terreni « impermeabili » modificati dall'azione della vegetazione e dagli agenti atmosferici											
Determinazione diretta di k	Prova diretta sul terreno in sito mediante pompaggio, i cui risultati sono attendibili solo se propriamente eseguita. È necessaria una considerevole esperienza											
	Prova mediante permeametro a carico costante. Non è necessaria una notevole esperienza											
Determinazione indiretta di k				Permeametro a carico variabile. Attendibile. Non è necessaria notevole esperienza			Permeametro a carico variabile. Non attendibile. È necessaria notevole esperienza			Permeametro a carico variabile. Abbastanza attendibile. È necessaria notevole esperienza		
	Calcolo in base alla distribuzione granulometrica, applicabile solo a ghiaie e sabbie pulite e incoerenti									Calcolo in base ai risultati delle prove di consolidazione. Attendibile. È necessaria notevole esperienza		

Proprietà idrauliche e meccaniche dei terreni

(*) Da Casagrande e Fadum (1940).

Fig.3.3.1: Coefficiente di permeabilità secondo Casagrande e Fadum.

3. ASPETTI GEOLOGICI TECNICI

Nel presente capitolo vengono espone le problematiche geotecniche riguardanti l'opera, relative all'interazione terreno-struttura ed ai fronti di scavo.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici delle NTC 2018 (cap.2.1), le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- *sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU)*: capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
- *sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)*: capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- *sicurezza antincendio*: capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d'incendio, per un periodo richiesto;
- *durabilità*: capacità della costruzione di mantenere, nell'arco della vita nominale di progetto, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione;
- *robustezza*: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti.

In particolare per quanto riguarda la presente relazione si fa riferimento al cap.2.2.1 punto "c" *raggiungimento della massima capacità di parti di strutture, collegamenti, fondazioni* ed il punto "f" *raggiungimento di meccanismi di collasso nei terreni* e al cap. 2.2.4 punto "b" *dimensionamento opportuno delle strutture*, punto "e" *pianificazione di misure di protezione e manutenzione*. Sempre nel cap. 2.2.4 si definisce che *"le condizioni ambientali devono essere identificate in fase di progetto in modo da valutarne la rilevanza nei confronti della durabilità"*.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza viene eseguita con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla seguente equazione formale (cap.2.3. NTC 2018):

$$R_d \geq E_d$$

dove:

- R_d è la resistenza di progetto, valutata in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura o della membratura strutturale, funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali che la compongono (X_d) e dei valori nominali delle grandezze geometriche interessate (a_d);
- E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in funzione dei valori di progetto delle azioni (F_d) e dei valori nominali delle grandezze geometriche della struttura interessate.

Per la sicurezza delle opere e dei sistemi geotecnici, i valori caratteristici dei parametri fisico-meccanici dei terreni sono definiti nel cap.6.2.2. delle NTC 2018.

I coefficienti parziali γ_F relativi alle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.I.. Ad essi deve essere fatto riferimento con le precisazioni riportate nel par. 2.6.1.

Il valore di progetto della resistenza R_d può essere determinato (cap.6.2.4.1.2 NTC):

- in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale γ_M specificato nella Tab. 6.2.II (fig.3.1) e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali γ_R specificati nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera;
- in modo analitico, con riferimento a correlazioni con i risultati di prove in sito, tenendo conto dei coefficienti parziali γ_R riportati nelle tabelle contenute nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera;
- sulla base di misure dirette su prototipi, tenendo conto dei coefficienti parziali γ_R riportati nelle tabelle contenute nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera.

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

Fig.3.1: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno, tab. 6.2.II NTC 2018.

Per gli ammassi rocciosi e per i terreni a struttura complessa, nella valutazione della resistenza caratteristica occorre tener conto della natura e delle caratteristiche geometriche e di resistenza delle discontinuità strutturali. Il valore di progetto della resistenza si ottiene, per il caso (a), applicando al valore caratteristico della resistenza unitaria al taglio τ_R un coefficiente parziale $\gamma_{\tau R} = 1,0$ (M1) e $\gamma_{\tau R} = 1,25$ (M2) ovvero procedendo come previsto ai punti b) e c) di cui sopra. Si ricorda che per il carico limite delle fondazioni superficiali si applica un γ_R di 2,3 (tab. 6.4.1) mentre per la capacità portante della fondazione per muri di sostegno un γ_R di 1,4 (tab. 6.5.I).

3.1. Scavi provvisionali

Per la realizzazione dei lavori in progetto sono previsti sbancamenti provvisionali con fronti di altezza che possono raggiungere 1 – 1,5 m di altezza ma che nonostante ciò richiedono la necessaria attenzione, sia per la sicurezza delle maestranze, che per la stabilità delle aree circostanti. È perciò necessario eseguire gli scavi con adeguate pendenze (come di seguito esplicitato nel cap.3.3). Dove non fosse possibile sarà necessario ricorrere ad opere di sostegno provvisorie od a particolari

tecniche di sbancamento. Per gli stessi lavori di sbancamento, per la maggiore è sufficiente un normale escavatore.

Nel caso della modifica del progetto con l'inserimento di opere interrato o spinte a maggior profondità (scelta che comporterà la necessità dell'integrazione del presente elaborato e dello S. di compatibilità) sarà necessario eseguire gli scavi utilizzando particolari tecniche esecutive, essendoci l'impossibilità di procedere con il classico sbancamento e armamento delle fondazioni essendo queste al di sotto del livello presunto della falda.

In via generale per l'esecuzione di opere in queste situazioni si possono scegliere comunque diverse metodologie, per la maggiore le tecniche di "well-point" (sistema di pompe) e di impermeabilizzazione dello scavo in seguito all'utilizzo di micropali opportunamente dimensionati (lunghezza, distanza, una o più file...) o ricorrere ad altre tecniche. La tecnica del *well-point* è generalmente la meno onerosa, ma deve essere attentamente studiata, al fine di evitare possibili cedimenti delle aree edificate circostanti a causa del pompaggio eseguito. Per la valutazione dei cedimenti è necessario un calcolo del raggio di influenza del pompaggio (per es. con il metodo di Sichardt o di Kussakin). Necessario anche il calcolo della portata emunta e da smaltire. Altro problema da tener in considerazione è il sifonamento, ossia la risalita verticale di fluido in un suolo che non è in grado di opporsi a tale spinta, ed è innescato da una differenza di pressione tra la parte a monte e valle di un'opera di sostegno (per es. impermeabilizzazione con micropali). In ogni caso, qualsiasi sia la tecnica di esecuzione, l'opera deve essere adeguatamente impermeabilizzata ed ancorata (deve opporsi alle spinte verso l'alto da parte dell'acqua di falda).

3.2. Interazione Terreno-Struttura

Come previsto al paragrafo 6.4.2 del D.M. 17/01/2018 per *le fondazioni superficiali la profondità del piano di posa deve essere scelta e giustificata in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni della struttura in elevazione, alle caratteristiche del sottosuolo e alle condizioni ambientali. Il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre di terreno vegetale nonché sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionali del contenuto d'acqua. In situazioni nelle quali sono possibili fenomeni di erosione o di scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale, le fondazioni devono essere poste a profondità tale da non risentire di questi fenomeni o devono essere adeguatamente difese. In presenza di azioni sismiche, oltre a quanto previsto nel presente paragrafo, le fondazioni superficiali devono rispettare i criteri di verifica del cap. 7.11.5.3.1 (NTC).*

Le opere saranno presumibilmente impostate sull'Unità A e B. Come espresso in precedenza e ben visibile nella fig. 2.1 queste possiedono caratteristiche molto differenti. La falda inoltre, come si vedrà di seguito gioca un ruolo importantissimo anche nei confronti della capacità portante.

Vista la situazione idrogeologica e stratigrafica possibile ed i carichi stimati, probabilmente il ricorso ad una platea, realizzata secondo i sistemi di impermeabilizzazione della “vasca bianca”, potrebbe essere la scelta fondazionale più adeguata. La scelta di fondazioni di tipo nastriforme è possibile ma deve essere messa in opera un’adeguata impermeabilizzazione del piano di posa.

Nel caso del riscontro della torba, in considerazioni delle strutture da realizzare (carichi non eccessivi) è con tutta probabilità più conveniente la sostituzione dell’orizzonte superficiale con un rilevato dotato di buone caratteristiche rispetto alla scelta dell’impiego di fondazioni profonde.

Per una prima e solo indicativa verifica delle pressioni a rottura (o resistenza ultima) R_c dei terreni a livello di piano di fondazione, con le caratteristiche prima citate (cap.2), si può far riferimento alla relazione di Terzaghi, valida per fondazioni dirette continue in termini di pressioni effettive (con $c' = 0$ e trascurando il sovraccarico sopra il piano di appoggio) così definita:

$$R_c = \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

dove γ è il peso di volume ($\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$), B la larghezza della fondazione e N_γ il fattore di capacità portante variabile in funzione dell’angolo d’attrito (con $\varphi' = 26^\circ - N_\gamma \approx 12$, con $\varphi' = 28^\circ, N_\gamma \approx 13$, con $\varphi' = 30^\circ, N_\gamma \approx 18$, con $\varphi' = 32^\circ - N_\gamma \approx 25$ mediando tra i valori proposti da Terzaghi, Vesic, Hansen e Meyerhof).

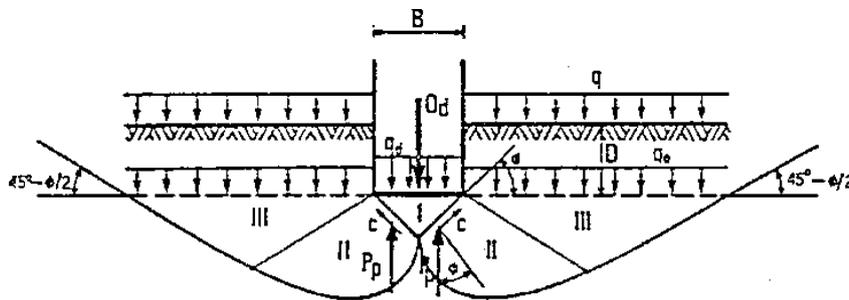


Fig.3.2.1: Schema di carico delle fondazioni superficiali (Terzaghi).

Con tali valori ed una trave di fondazione di larghezza B pari a 1.0 m, senza per altro considerare eccentricità ed inclinazione dei carichi che sono fattori riduttivi, si può stimare una resistenza ultima unitaria dell’ordine di:

$$R_c = \frac{1}{2} \cdot \left(19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}\right) \cdot 1,0 \text{ m} \cdot 12 = 114 \text{ kPa} \approx 1,16 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$R_c = \frac{1}{2} \cdot \left(19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}\right) \cdot 1,0 \text{ m} \cdot 13,14 = 124,83 \text{ kPa} \approx 1,27 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$R_c = \frac{1}{2} \cdot \left(19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}\right) \cdot 1,0 \text{ m} \cdot 18,07 = 171,67 \text{ kPa} \approx 1,75 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$R_c = \frac{1}{2} \cdot \left(19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}\right) \cdot 1,0 \text{ m} \cdot 25,0 = 237,5 \text{ kPa} \approx 2,38 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Come previsto al paragrafo 6.4.2.1 del D.M. 14/01/2018 è necessario applicare dei coefficienti di sicurezza cautelativi ai parametri caratteristici e seguendo “l’Approccio 2” combinazione (A1 + M1

+ R3), alla stessa resistenza ultima (applicando un coefficiente parziale γ_r pari a 2.3) corrisponde una resistenza di progetto R_d dell'ordine di:

$$R_d = \frac{R_c}{\gamma_r} = \frac{114 \text{ kPa}}{2,3} = 49,6 \text{ kPa} \approx \mathbf{0,51 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$R_d = \frac{R_c}{\gamma_r} = \frac{124,83 \text{ kPa}}{2,3} = 54,27 \text{ kPa} \approx \mathbf{0,55 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$R_d = \frac{R_c}{\gamma_r} = \frac{171,67 \text{ kPa}}{2,3} = 74,64 \text{ kPa} \approx \mathbf{0,76 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$R_d = \frac{R_c}{\gamma_r} = \frac{238 \text{ kPa}}{2,3} = 103,5 \text{ kPa} \approx \mathbf{1,06 \frac{kg}{cm^2}}$$

Visto l'importante contributo che assume **il livello della falda rispetto al valore di capacità portante** è necessario fare alcune specificazioni.

Nel caso che la falda sia sul piano di posa o sopra, il valore del peso di volume varia sensibilmente: γ' (peso di volume alleggerito) = $\gamma_{sat} - \gamma_w$, che applicato al caso in oggetto $\gamma' = 21 - 10 = \mathbf{11 \text{ kN/m}^3}$.

Nel caso invece che la falda si ad una posizione intermedia ($d < B$) si raccomanda una interpolazione lineare, ad esempio se $d = 0,5B$ $\gamma' = (21 + 11)/2 = \mathbf{16 \text{ kN/m}^3}$.

Risulta quindi chiaro che sostituendo al valore di γ , il γ' a seconda della posizione della falda il valore di capacità portante **può diminuire anche della metà** (utilizzando la formula ridotta).

La diversa granulometria del terreno ed il grado di compattazione possono far variare in maniera significativa i valori di capacità portante, a seconda della diversa "miscela" di terreno presente. Ricordo inoltre che nei calcoli precedenti non è stato considerato il contributo migliorativo fornito dalla coesione del materiale, il quale può essere notevole (in presenza di materiale fine) in questa tipologia di depositi che va a sommarsi al valore di capacità portante precedente ($R_c = \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma + c N_c$). Infatti utilizzando ad esempio una coesione cautelativa c' di 3,5 kPa ed un N_c di ≈ 24 (in funzione dell'angolo d'attrito, per un $\phi' = \mathbf{28^\circ}$) si ottiene un contributo di 84 kPa, successivamente ridotto secondo NTC di progetto di 36,52 kPa. Sommato al contributo precedente si otterrebbe 90,79 kPa per una resistenza di progetto di **0,93 Kg/cm²**.

A titolo esemplificativo, se si utilizza la relazione di Vesic, con un approfondimento di 0,5 m si ottiene un contributo aggiuntivo di **1,03 Kg/cm²** per un angolo di $\mathbf{32^\circ}$ e con un approfondimento di 1 m di **2,07 Kg/cm²**. Tali stime sono indicative e non esaustive.

Durante gli scavi dovrà essere posta particolare attenzione alla qualità del terreno affiorante nelle diverse zone di fondazione (omogeneità e sufficiente grado di compattazione), al fine di evitare

cedimenti differenziali della struttura e alla possibile presenza di lembi di materiale di diversa natura che, di conseguenza devono essere asportati.

Nel caso della realizzazione delle strutture sull'Unità B e **che queste siano dotate di carichi differenziali importanti** sarà imperativo compensare adeguatamente gli stessi anche nel caso dell'esecuzione di una platea (possibile l'instaurarsi di cedimenti).

3.3. Stabilità dei fronti di scavo

Il progetto deve definire un profilo di scavo tale che risultino rispettate le prescrizioni del par. 6.2.4 NTC 2018 e la verifica di sicurezza deve essere condotta con modalità analoga a quella indicata per i manufatti di materiali sciolti. Nelle NTC si definisce che *“nel caso di scavi realizzati su pendio, deve essere verificata l'influenza dello scavo sulle condizioni di stabilità generale del pendio stesso. Il progetto deve tener conto dell'esistenza di opere e sovraccarichi in prossimità dello scavo, deve esaminare l'influenza dello scavo sul regime delle pressioni interstiziali e deve garantire la stabilità e la funzionalità delle costruzioni preesistenti nell'area interessata dallo scavo. Per scavi in trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di personale, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una struttura di sostegno delle pareti di scavo. Le verifiche devono essere svolte nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) e nei confronti degli stati limite di servizio (SLE), quando pertinenti. Le azioni dovute al terreno, all'acqua e ai sovraccarichi anche transitori devono essere calcolate in modo da pervenire, di volta in volta, alle condizioni più sfavorevoli. Le ipotesi per il calcolo delle azioni del terreno e delle sollecitazioni della struttura di sostegno devono essere giustificate portando in conto la deformabilità relativa del terreno-struttura di sostegno, le modalità esecutive dello scavo, le caratteristiche meccaniche del terreno e il tempo di permanenza dello scavo”*. La stabilità a lungo termine di questi terreni (condizioni drenate e assumendo $c=0$) dipende direttamente dalle caratteristiche geotecniche e può essere ricondotta, indipendentemente dall'altezza dello scavo, al valore dell'angolo d'attrito (vedi fig.2.1). Alla seguente relazione va applicato “l'approccio 1 combinazione 2” (A2+M2+R2) ottenendo:

$$FS = \frac{\tan(\varphi')}{\tan(\beta)} > 1$$

dove F_S è il fattore di sicurezza (a cui va applicato il coefficiente di tab.6.8.I NTC 2018 $\gamma_r=1.1$, (R2)), φ' è l'angolo d'attrito (a cui va applicato il valore correttivo $\gamma_{\varphi'}=1,25$ (M2) come da tab.6.2.II NTC 2018, vedi fig.3.1) e β è l'inclinazione del pendio.

Al fine di avvalorare questo valore di sicurezza per la pendenza del fronte di scavo si può osservare quest'altra normativa, solo a carattere comparativo:

TIPO DI ROCCIA O TERRENO	MASSIMA PENDENZA CONSENTITA (H/V) PER SCAVI PROFONDI MENO DI 20 FEET (6.10 M.)	
Roccia stabile	Verticale	(90°)
Tipo A	3/4 : 1	(53°)
Tipo B	1 : 1	(45°)
Tipo C	1 1/2 : 1	(34°)

Fig:3.3.1: Pendenza dei fronti di scavo secondo “Code Federal Regulations – USA” dove i terreni di Tipo “A” sono argille, terreni di tipo “B” sono limi e sabbie argillose e i terreni di tipo “C” sono ghiaie e sabbie.

Alla stabilità dei fronti di scavo a **breve termine** contribuisce anche la coesione apparente (pseudocoazione) fornita dalla presenza di materiali limosi nella matrice del deposito e dalle forze di natura superficiale (tensioni capillari, fenomeni di aging, cementazione apparente, ecc).

All’Unità **A** può essere assegnato, un valore prudenziale di coesione (c) che varia da **0** a **5** kN/m² mentre all’Unità **B** da **0** a **10** kN/m², in funzione delle forze di capillarità ed a seconda della storia tensionale del deposito, tendendo a diminuire bruscamente in conseguenza della saturazione dei pori. In ogni caso dovranno essere rispettate scrupolosamente le seguenti indicazioni geoesecutive:

- se nel corso degli scavi si rinvenisse materiale del tutto privo di coesione, i parametri di resistenza sarebbero ridotti al solo angolo di attrito interno, quindi non vi sarebbe possibilità di equilibrio (per qualsiasi altezza della scarpata) per pendenze superiori all'angolo di attrito del materiale come esposto in precedenza; in tal caso deve essere valutata l’opportunità di introdurre adeguate opere di sostegno;
- eventuali blocchi andranno rimossi uno a uno con mezzo meccanico;
- nei tratti ove sono previste opere di sostegno, gli scavi saranno immediatamente seguiti dalla loro realizzazione;
- provvedere al pronto rinverdimento dell’area;
- nel deprecabile caso di rinvenimento di acque emergenti, si procederà all’aggottamento

Inclinazioni dello scavo		
Tipo terreno	terreno asciutto	terreno bagnato
Ghiala	30°-40°	10°-30°
Sabbia	30°-35°	10°-30°
Limo	20°-40°	5°-20°
Argilla tenera:		
profondità scavo da 1 a 3 m	30°-45°	10°-20°
profondità scavo da 3 a 6 m	20°-30°	10°-20°
Argilla compatta:		
profondità scavo da 1 a 3 m	35°-45°	20°-25°
profondità scavo da 3 a 6 m	30°-40°	20°-25°
Argilla dura, marna:		
profondità scavo da 1 a 3 m	40°-45°	25°-35°
profondità scavo da 3 a 6 m	35°-45°	25°-35°

delle stesse ed al successivo allontanamento;

Vista la tipologia del deposito, l’incertezza sulle caratteristiche della falda e della possibilità di scorrimenti di acque su livelli a diversa permeabilità si riporta uno schema generale sulla differenza della stabilità dei fronti di scavo in terreni “asciutti” e “bagnati”.

3.4 Terreni dei rilevati

Si consiglia durante i lavori di sbancamento di separare lo strato pedogenizzato dal rimanente, in modo da poterlo riutilizzare come orizzonte superiore delle nuove scarpate finiti i lavori, in modo da accelerare i rinverdimenti e di conseguenza diminuire l'effetto dei possibili scorrimenti ed erosioni superficiali (utilizzare adeguate tecniche per favorire il pronto rinverdimenti dell'area).

I materiali dei rilevati, dovranno essere posti per strati orizzontali sovrapposti (20 -40 cm in funzione del materiale) dopo aver subito un'adeguata compattazione attraverso mezzi idonei. Questa operazione consente di ridurre al minimo gli assestamenti e l'ottenimento di valori di resistenza massimi ed uniformi nell'intero rilevato.

L'angolo delle scarpate del materiale di riporto non dovranno essere superiori ai valori dell'angolo d'attrito del materiale, pendenze superiori potranno essere ottenute mediante l'utilizzo di apposite metodologie, quali per esempio quelle delle terre armate/scogliere ecc. In questo caso le pendenze massime saranno valutate a seconda della metodologia scelta. Per quanto riguarda la realizzazione della viabilità di accesso/parcheggi sarà necessario utilizzare materiali di classe A - 1a / A - 1b come indicato dalle norme C.N.R. U.N.I. 10.006/2002 (Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre) per la realizzazione della pavimentazione.

Classificazione dei terreni HRB-AASHTO (CNR-UNI 10006)

Classificazione generale	Terre ghiaia - sabbiosa							Terre limo - argillose					Torbe e terre organiche palustri
	Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 >35%					
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	A8	
Sottogruppo	A1 a	A1 b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7						
Analisi granulometrica - Frazione passante al setaccio													
2 UNI 2332 %	≤ 80												
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 80	≥ 80										
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	0			≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	
Indice di plasticità	≤ 6		N.P.	≤ 10	≤ 10max	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	>10 (IP>LL30)	>10 (IP>LL30)	
Indice di gruppo	0		0			≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 18	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	ghiaia e breccia, sabbione, sabbia grossa, pomice, scone vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	ghiaia e sabbia limosa e argillosa				Limi poco compressibili	Limi fort. compressibili	Argille poco compressibili	Argille fort. compressibili med. plastiche	Argille fort. compressibili fort. plastiche	Torbe di recente o remota formazione e, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	da eccellenti a buone				Da mediocre a scadente							Da scartare come sottofondo	
Azione del gelo sulla qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				media	elevata	Media	elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nulla			Nulla o lieve				Lieve o media		elevato	elevato	molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa				Scarsa o nulla					
Identificazione dei territori in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media e elevata allo strato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento - Poverissimi o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di colore bruno a nero - facilmente individuabili a vista

Fig.3.4.1: Classificazione dei terreni HRB-AASHTO, C.N.R. U.N.I. 10.006/2002 (Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre).

4. TERRE E ROCCE DA SCAVO

Per l'esecuzione dell'opera in progetto si prevede l'esecuzione di scavi con il risultato della "produzione" di terre e rocce da scavo. La normativa riguardante le terre e rocce da scavo è alquanto complicata ed è bene per questo motivo far chiarezza sulle metodologie da adottare nei vari casi possibili.

Le leggi principali a cui si deve fare riferimento sono il **D.lgs.n°152** del 03/04/2006 ed il **DPR n° 120** del 13/06/17, entrato in vigore il 22/08/17. I riferimenti previgenti erano il D.M.n° 161 del 10/08/2012 e il D.L.n° 69 del 21/06/2013. Secondo l'art 184 bis del Dlgs.n°152:

1. E' un sottoprodotto e non un rifiuto ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera a), qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa tutte le seguenti condizioni:

a) la sostanza o l'oggetto e' originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non e' la produzione di tale sostanza od oggetto;

b) e' certo che la sostanza o l'oggetto sara' utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;

c) la sostanza o l'oggetto puo' essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;

d) l'ulteriore utilizzo e' legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non portera' a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

2. Sulla base delle condizioni previste al comma 1, possono essere adottate misure per stabilire criteri qualitativi o quantitativi da soddisfare affinche' specifiche tipologie di sostanze o oggetti siano considerati sottoprodotti e non rifiuti. All'adozione di tali criteri si provvede con uno o piu' decreti del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, ai sensi dell'articolo 17, comma 3, della legge 23 agosto 1988, n. 400, in conformita' a quanto previsto dalla disciplina comunitaria.)

Secondo l'art 186 del Dlgs.n°152:

1. Fatto salvo quanto previsto dall'articolo 185, le terre e rocce da scavo, anche di gallerie, ottenute quali sottoprodotti, possono essere utilizzate per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati purché:

a) siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti;

b) sin dalla fase della produzione vi sia certezza dell'integrale utilizzo;

c) l'utilizzo integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessita' di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualita' ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, piu' in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;

d) sia garantito un elevato livello di tutela ambientale;

e) sia accertato che non provengono da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte quarta del presente decreto;

f) le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualita' delle matrici ambientali interessate ed avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette. In particolare deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non e' contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonche' la compatibilita' di detto materiale con il sito di destinazione;

g) la certezza del loro integrale utilizzo sia dimostrata. L'impiego di terre da scavo nei processi industriali come sottoprodotti, in sostituzione dei materiali di cava, e' consentito nel rispetto delle condizioni fissate all'articolo 183, comma 1, lettera p).

2. Ove la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nell'ambito della realizzazione di opere o attivita' sottoposte a valutazione di impatto ambientale o ad autorizzazione ambientale integrata, la sussistenza dei requisiti di cui al comma 1, nonche' i tempi dell'eventuale deposito in attesa di utilizzo, che non possono superare di norma un anno, devono risultare da un apposito progetto che e' approvato dall'autorita' titolare del relativo procedimento.

Nel caso in cui progetti prevedano il riutilizzo delle terre e rocce da scavo nel medesimo progetto, i tempi dell'eventuale deposito possono essere quelli della realizzazione del progetto purché in ogni caso non superino i tre anni.

3. Ove la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nell'ambito della realizzazione di opere o attivita' diverse da quelle di cui al comma 2 e soggette a permesso di costruire o a denuncia di inizio attivita', la sussistenza dei requisiti di

cui al comma 1, nonche' i tempi dell'eventuale deposito in attesa di utilizzo, che non possono superare un anno, devono essere dimostrati e verificati nell'ambito della procedura per il permesso di costruire, se dovuto, o secondo le modalita' della dichiarazione di inizio di attivita' (DIA).

4. Fatti salvi i casi di cui all'ultimo periodo del comma 2, ove la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nel corso di lavori pubblici non soggetti ne' a VIA ne' a permesso di costruire o denuncia di inizio di attivita', la sussistenza dei requisiti di cui al comma 1, nonche' i tempi dell'eventuale deposito in attesa di utilizzo, che non possono superare un anno, devono risultare da idoneo allegato al progetto dell'opera, sottoscritto dal progettista.

5. Le terre e rocce da scavo, qualora non utilizzate nel rispetto delle condizioni di cui al presente articolo, sono sottoposte alle disposizioni in materia di rifiuti di cui alla parte quarta del presente decreto.

6. La caratterizzazione dei siti contaminati e di quelli sottoposti ad interventi di bonifica viene effettuata secondo le modalita' previste dal Titolo V, Parte quarta del presente decreto. L'accertamento che le terre e rocce da scavo di cui al presente decreto non provengano da tali siti e' svolto a cura e spese del produttore e accertato dalle autorita' competenti nell'ambito delle procedure previste dai commi 2, 3 e 4.

7. Fatti salvi i casi di cui all'ultimo periodo del comma 2, per i progetti di utilizzo gia' autorizzati e in corso di realizzazione prima dell'entrata in vigore della presente disposizione, gli interessati possono procedere al loro completamento, comunicando, entro novanta giorni, alle autorita' competenti, il rispetto dei requisiti prescritti, nonche' le necessarie informazioni sul sito di destinazione, sulle condizioni e sulle modalita' di utilizzo, nonche' sugli eventuali tempi del deposito in attesa di utilizzo che non possono essere superiori ad un anno. L'autorita' competente puo' disporre indicazioni o prescrizioni entro i successivi sessanta giorni senza che cio' comporti necessita' di ripetere procedure di VIA, o di AIA o di permesso di costruire o di DIA.

7-bis. Le terre e le rocce da scavo, qualora ne siano accertate le caratteristiche ambientali, possono essere utilizzate per interventi di miglioramento ambientale e di siti anche non degradati. Tali interventi devono garantire, nella loro realizzazione finale, una delle seguenti condizioni:

a) un miglioramento della qualita' della copertura arborea o della funzionalita' per attivita' agro-silvo-pastorali;

b) un miglioramento delle condizioni idrologiche rispetto alla tenuta dei versanti e alla raccolta e regimentazione delle acque piovane;

c) un miglioramento della percezione paesaggistica.

7-ter. Ai fini dell'applicazione del presente articolo, i residui provenienti dall'estrazione di marmi e pietre sono equiparati alla disciplina dettata per le terre e rocce da scavo. Sono altresì equiparati i residui delle attivita' di lavorazione di pietre e marmi ((che presentano le caratteristiche di cui all'articolo 184-bis)). Tali residui, quando siano sottoposti a un'operazione di recupero ambientale, devono soddisfare i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispettare i valori limite, per eventuali sostanze inquinanti presenti, previsti nell'Allegato 5 alla parte IV del presente decreto, tenendo conto di tutti i possibili effetti negativi sull'ambiente derivanti dall'utilizzo della sostanza o dell'oggetto.

L'area d'intervento non è compresa nell'anagrafe delle aree inquinate o soggette a bonifica ambientale ai sensi del Titolo V, Parte Quarta, del D.Lgs. 3 aprile 2006 n.152, non fa parte delle macro aree approvate dal D.G.P. 1666/2009 e non si hanno notizie di episodi passati di spandimento, interrimento di sostanze pericolose o contaminazioni ambientali.

Secondo la nuova normativa, il “produttore” (**ditta appaltante dei lavori di scavo**) deve attestare la sussistenza dei requisiti per la gestione come sottoprodotti dei materiali scavati mediante la presentazione del modulo riportato nell'Allegato 6 al DPR stesso, al comune del luogo di produzione e all'Agenzia di protezione ambientale competente per territorio, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo (art. 21).

Nel caso della presenza di materiali di riporto, per la gestione come sottoprodotti “le terre e rocce da scavo” devono rispettare il contenuto massimo di materiali di origine antropica pari al 20%, oltre al rispetto dei requisiti di qualità ambientale (sulla sostanza secca al passante ai 2 cm). Inoltre le matrici materiali di riporto devono essere sottoposte al test di cessione, effettuato secondo le metodiche di cui al Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998 (sul tal quale). Se la presenza di materiali di origine antropica supera il 20% il materiale non può essere gestito come sottoprodotto.

Nel caso che il materiale di scavo **sia riutilizzato interamente in sito** potrà essere riutilizzato nell'ambito dello stesso cantiere senza nessuna comunicazione (resta comunque l'obbligo della verifica di rispetto dei parametri ambientali definiti dal d.lgs. n. 152 del 2006), come definito dal **DPR n° 120 del 13/06/17**.

Nel caso invece che il materiale di scavo **non sia riutilizzato interamente in sito** come è stato esposto il produttore dovrà adempiere a quanto definito nel **DPR n° 120 del 13/06/17**.

Per maggiori informazioni e per il download degli allegati 6-7 ed 8, necessari per l'assolvimento delle pratiche per il riutilizzo come sottoprodotto delle terre e rocce da scavo si riporta il seguente link: - http://www.appa.provincia.tn.it/pianificazione/terre_rocche_da_scavo

5. CONCLUSIONI

Come illustrato nei paragrafi precedenti e dalla relazione geologica, l'intervento in progetto si suppone riguardi un'area caratterizzata da un deposito di origine mista (conoide alluvionale – lacustre). Vista la presenza di numerose incertezze nel modello geologico (e di conseguenza in quello geotecnico) si ritiene fondamentale l'esecuzione di sondaggi geognostici al fine di verificare la qualità del terreno che interesserà le opere.

Il fatto inoltre delle prescrizioni inserite nello S. di compatibilità (rilevare o spostare le strutture) redatto dallo scrivente comportano ulteriori valutazioni. Queste saranno da integrare con eventuali altre prescrizioni ricevute dal Serv. Bacini Montani.

In riferimento alle caratteristiche geologiche e geotecniche descritte riepilogo quanto già riferito:

- verificare direttamente in corso d'opera a cura della Direzione dei Lavori, le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dai lavori per adeguare eventualmente le previsioni di progetto, oltre ad accertare la possibile presenza di venute d'acqua da allontanare con idonee opere di drenaggio;
- al fine di una maggiore stabilità, è raccomandabile un'idonea compattazione del piano di imposta delle opere in progetto e dei rilevati;
- eseguire gli sbancamenti provvisori con pendenze adeguate, procedendo per singoli tratti e prevedere specifiche opere di sostegno, di consolidamento o metodologie di sbancamento dove non sia possibile;
- eseguire adeguate impermeabilizzazioni alle opere;
- prevedere l'impiego di materiali di classe A - 1a / A - 1b come indicato dalle norme C.N.R. U.N.I. 10.006/2002 (Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre) per la realizzazione del sottofondo delle pavimentazioni e di un adeguato sistema di drenaggio per le opere viarie e piazzali realizzati;

- verificare direttamente in corso d'opera le caratteristiche meccaniche dei terreni eventualmente riportati, per adeguare eventualmente le previsioni di progetto;
- l'area di intervento non è compresa nell'anagrafe delle aree inquinate o soggette a bonifica ambientale ai sensi del Titolo V, Parte Quarta, del D.Lgs. 3 aprile 2006 n.152, non fa parte delle macro aree approvate dal D.G.P. n.1666 del 03/07/2009 e non si hanno notizie di episodi passati di spandimento o interrimento di sostanze pericolose.

In ogni caso, come già sottolineato nella relazione geologica, si ribadisce l'importanza della verifica da parte dello scrivente delle condizioni al contorno e dei parametri di progetto nel momento dell'inizio dei lavori di scavo al fine di appurare la corrispondenza fra ipotesi di progetto e situazione reale.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, fa riferimento alla relazione geologica del progetto definitivo e costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad eseguire i lavori. La presente relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno riguarda la fase del progetto definitivo e dovrà essere integrata in fase esecutiva con tutte le previste verifiche della sicurezza e delle prestazioni di cui al capitolo 6.2.4. delle NTC.

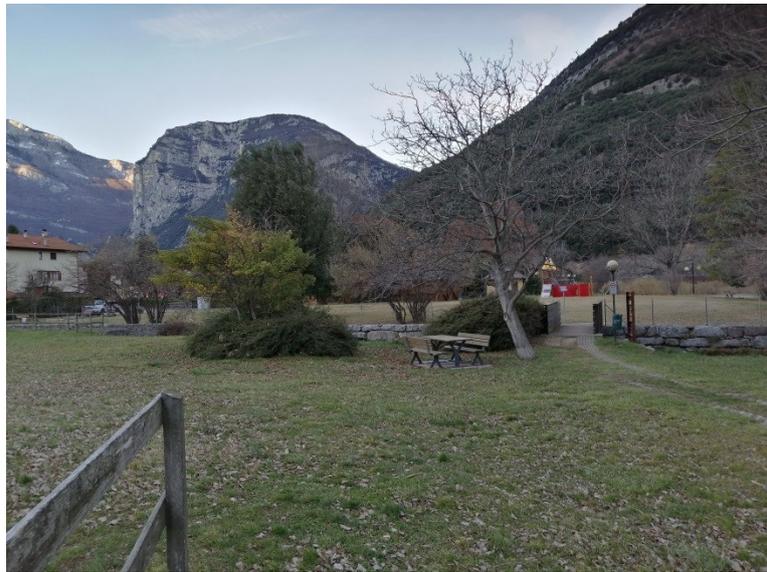
Porte di Rendena, dicembre 2021

Dott. Geol. Silvio Alberti



ALLEGATO II





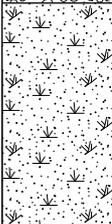
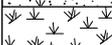
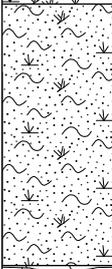
**ESTRATTO DALLA
BANCA DATI SONDAGGI**

località: Padergnone
opera: Edifici ITEA
committente: ITEA

foglio n° 1

coordinate
x(m): 653453,04
y(m): 5102605,28

ID sondaggio: 75 **prof. sondaggio (m):** 14 **prof. falda (m):** 2,2 **tipo falda:** libera
n° sondaggio: 1 **bedrock (m):** 7,8 **quota pc (m):** 0 **inclinazione:** Verticale (0°-20°)
data: 02/02/1987

campionatore	campione	liv. falda	profondità	stratigrafia	note:
					descrizione litologica
		2,2	0		suolo
			0,5		ghiaia grossa
			1,5		sabbia media con torba
			4,2		torba
			4,7		sabbia media con limo e torba
			7,8		travertino
			14		

**ESTRATTO DALLA
BANCA DATI SONDAGGI**

localita: Padergnone
opera: Edifici ITEA
committente: ITEA

foglio n° 1

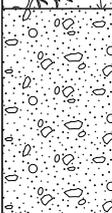
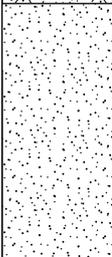
coordinate
x(m): 653438,28
y(m): 5102599,6

ID sondaggio: 76
n° sondaggio: 2
data: 04/02/1987

prof. sondaggio (m): 10,5
bedrock (m): 7

prof. falda (m): 7,9
quota pc (m): 0

tipo falda: libera
inclinazione: Verticale (0°-20°)

campionatore	campione	liv. falda	profondità	stratigrafia	note:	S.P.T.	
						prof.	N°
			0		suolo		
			0,5		sabbia media con ghiaia fine biancastra		
			3		sabbia fine con limo e torba		
			3,9		sabbia media di colore biancastro	4	8 11 9
			7		travertino	5,5	9 13 11
		7,9	10,5				

**ESTRATTO DALLA
BANCA DATI SONDAGGI**

localita: Calavino, Lago di Toblino
opera: Passerella ciclopedonabile
committente: Servizio Ripristino Ambientale

foglio n° 1

coordinate
x(m): 652980,41
y(m): 5102463,61

ID sondaggio: 2161 **prof. sondaggio (m):** 13 **prof. falda (m):** 0 **tipo falda:**
n° sondaggio: 1 **bedrock (m):** 9 **quota pc (m):** 0 **inclinazione:** Verticale (0°-20°)
data: 22/09/1998

campionatore	campione	liv. falda	profondità	stratigrafia	note:	R.Q.D. (%)	S.P.T.	
							prof.	N°
			0		suolo			
			0,2		sabbia con ghiaia			
			1,5		sabbia con limo e rari ciottoli			
			1,8		sabbia con ghiaia e rari ciottoli			
			3		sabbia con ghiaia fine			3
			4		limo di colore marrone con torba e sabbia			
			4,5		sabbia grossa con ghiaia			
			6,2		sabbia con limo e rara ghiaia			6
			7		limo con sabbia e ghiaia			
			8		limo con ghiaia			
			9		calcare di colore grigio molto fratturato			
			10		calcare di colore grigio mediam. fratturato	10		
						23		
			13			13		

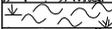
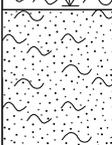
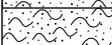
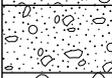
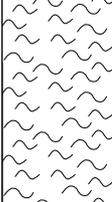
**ESTRATTO DALLA
BANCA DATI SONDAGGI**

localita: Calavino, Lago di Toblino
opera: Passerella ciclopedonabile
committente: Servizio Ripristino Ambientale

foglio n° 1

coordinate
x(m): 652932,79
y(m): 5102477,42

ID sondaggio: 2162 **prof. sondaggio (m):** 21 **prof. falda (m):** 0 **tipo falda:**
n° sondaggio: 2 **bedrock (m):** 0 **quota pc (m):** 0 **inclinazione:** Verticale (0°-20°)
data: 29/09/1998

campionatore	campione	liv. falda	profondità	stratigrafia	note:	S.P.T.	
						prof.	N°
			0		suolo		
			0,7		limo di colore beige con torba		
			1		limo di colore marrone con torba e sabbia		
			4		limo di colore marrone con torba		
			5,3		sabbia con limo		
			7		limo con sabbia		
			7,5		sabbia grossa con ghiaia		
			8,3		limo di colore grigio		
			10,8		limo con sabbia e ghiaia e rari ciottoli	12	18 8 13
			13,5		sabbia con ghiaia e limo	13,5	28 37 29
			15		ghiaia con sabbia e limo	15	28 26 14
			20				

**ESTRATTO DALLA
BANCA DATI SONDAGGI**

località: Calavino, Lago di Toblino
opera: Passerella ciclopedonabile
committente: Servizio Ripristino Ambientale

foglio n° 2

ID sondaggio: 2162
n° sondaggio: 2
data: 29/09/1998

campionatore	campione	liv. falda	profondità	stratigrafia	descrizione litologica	S.P.T.	
						prof.	N°
			20		ghiaia con sabbia e limo		
			21				