

dott. geol. antonio marra

PROVINCIA DI TRENTO

COMUNE DI ALA

## STUDIO GEOLOGICO GEOTECNICO

RELATIVO AL PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE E AMPLIAMENTO IN

DEROGA AL P.R.G. RIFUGIO ALPINO "M. FRACCAROLI"

SULLA P.ED. 853 C.C. ALA – LOC. CIMA CAREGA

TRENTO, NOVEMBRE 2024

IL RELATORE



**STUDIO GEOLOGICO GEOTECNICO RELATIVO AL PROGETTO DI  
RISTRUTTURAZIONE E AMPLIAMENTO IN DEROGA AL P.R.G. RIFUGIO ALPINO  
“M. FRACCAROLI” SULLA P.ED. 853 C.C. ALA – LOC. CIMA CAREGA**

**INDICE**

1. PREMESSA	..... pag.	2
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	..... pag.	4
3. ZONIZZAZIONE SISMICA	..... pag.	5
3.1. PARAMETRI DI BASE – SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICA	..... pag.	6

**RELAZIONE GEOTECNICA PAG. 8**

1. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA A.R.	..... pag.	8
2. VALORE INDICATIVO RESISTENZE DI PROGETTO	..... pag.	10
3. SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	..... pag.	11
CONCLUSIONI	..... pag.	13

Allegati

Relazione di calcolo – verifica agli stati limite – software Geostru Loadcap

## **1. PREMESSA**

Su incarico del C.A.I. Sezione "Cesare Battisti" Verona lo scrivente ha condotto lo studio geologico a supporto del progetto di cui in titolo.

Progettista dell'opera è il sig. geom. Stefano Osti dello Studio Tecnico Associato "ESSE DUE" di Ala.

I lavori di ristrutturazione e ampliamento comportano principalmente al piano terra: demolizione del W.C. sul lato N-NW, parte della gradinata di accesso al rifugio, dell'atrio sul lato Sud, della scala che conduce al piano interrato; al primo piano si prevede la demolizione della veranda e del W.C. sul lato Ovest, della scala di accesso e un riordino dell'assetto interno delle cuccette. I lavori di ampliamento comportano la realizzazione di parte della scale d'accesso al rifugio, bagni, ingresso e chiosco al piano terra lungo tutto il lato Nord, scala di accesso al primo piano, ampliamento della terrazza a sud. Al primo piano si prevedono bagni e ripostiglio sul lato Nord. E' prevista inoltre una nuova copertura sul lato Nord.

L'indagine, condotta ai sensi del D.M. 17.01.2018 e delle indicazioni fornite dalla Carta della Pericolosità e di Sintesi della Pericolosità che pone la zona in area con penalità associata a una pericolosità trascurabile o assente (P1) e in area a media sismicità (zona sismica 2), è stata finalizzata alla determinazione delle caratteristiche geologiche e geotecniche dell'area, al fine di valutare la propensione del territorio a sostenere l'opera in progetto, in rapporto alle potenziali interazioni prodotte dalle stesse.

Alla pagina seguente l'area d'indagine è stata evidenziata sull'estratto cartografico di Fig. 1, in Fig. 2 è allegato un estratto della Carta di Sintesi della Pericolosità e in Fig. 3 è allegata la Carta delle Risorse Idriche dove è possibile osservare che la zona non ricade in alcuna area a protezione / rispetto idrogeologico.

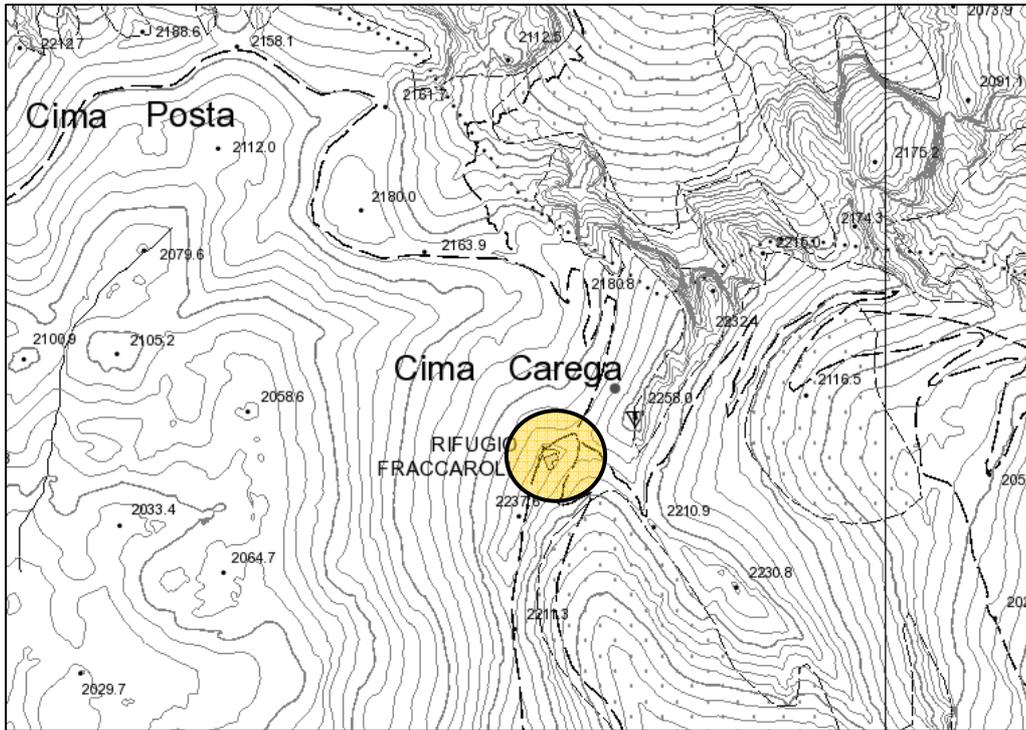


Fig. 1 – COROGRAFIA

Fig. 2 – Carta di Sintesi della Pericolosità

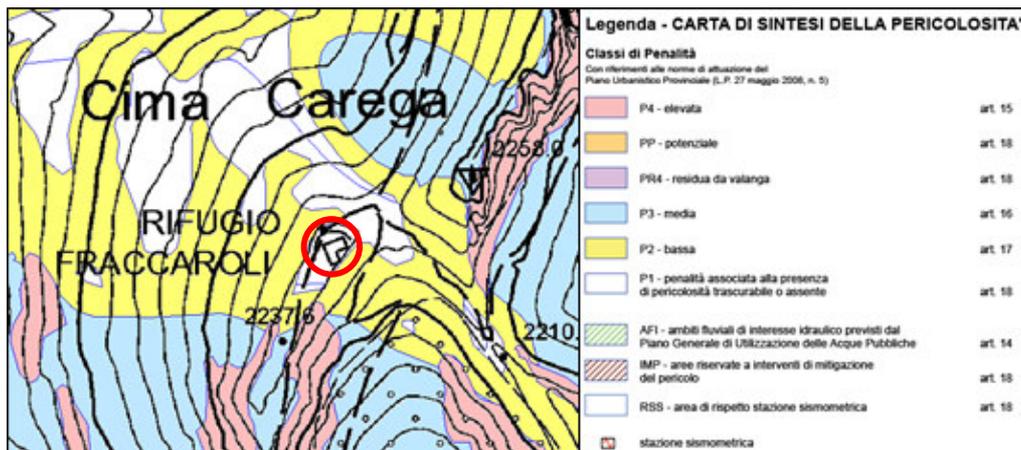
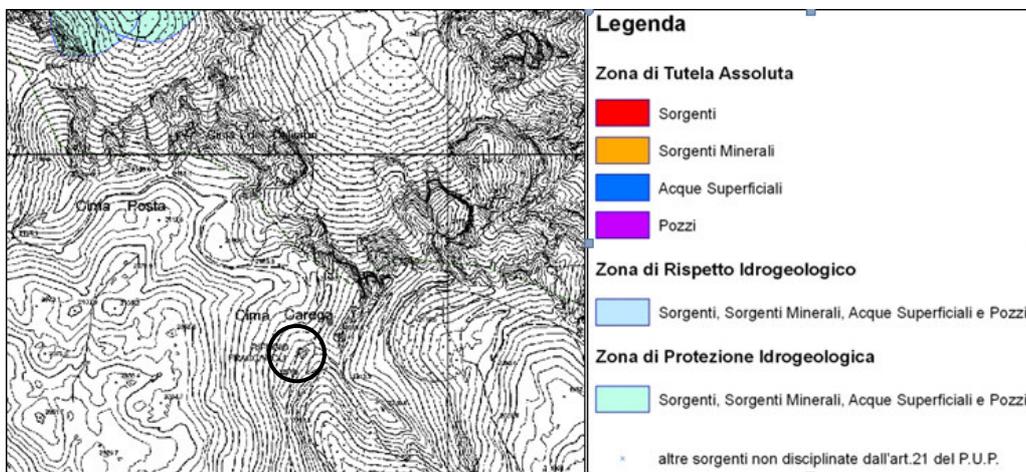


Fig. 3 – Carta delle Risorse Idriche



## **2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**

Il Rifugio Alpino Fraccaroli si ubica in prossimità di Cima Carega (q. 2.258 m s.l.m.) lungo il versante Sud-Ovest a una quota di 2.230 m. s.l.m., più esattamente sul lato N di un piccolo dosso roccioso (q. 2.237 m s.l.m.) con direzione S-SW / N-NE.

I versanti sui lati del dosso presentano un'acclività media di 32°- 35°. In relazione alla conformazione morfologica del dosso il rifugio non è potenzialmente vulnerabile a fenomeni di crollo in accordo con quanto evidenziato nella Carta di Sintesi della Pericolosità (Fig. 2).

Superficialmente affiora una copertura, da submetrica a metrica, di materiale detritico con clasti eterogranulari, monogenici (dolomitici), e a struttura clastosostenuta rispetto a una matrice ghiaiosa. Prevale comunque il subaffiorare dell'ammasso roccioso qui rappresentato dalla Formazione della Dolomia Principale (Trias sup.); rocce di colore grigio chiaro, stratificate con strati pluridecimetrici e con direzione d'immersione verso il quadrante settentrionale e inclinazione quasi suborizzontale (5°- 10°).

Da un punto di vista idrogeologico, l'orizzonte sciolto superiore è caratterizzato da una permeabilità relativa alta, mentre il substrato roccioso possiede una permeabilità ridotta ed esclusivamente legata allo stato di fratturazione.

Non è segnalata alcuna circolazione freatica, ma date le caratteristiche di permeabilità del substrato roccioso, che costituisce un limite di tamponamento al deflusso idrico, è possibile l'instaurarsi di una circolazione ipogea soprattutto in occasione di avverse condizioni meteoriche.

Di seguito si allega un estratto della Carta Geologica dell'area (P.A.T)

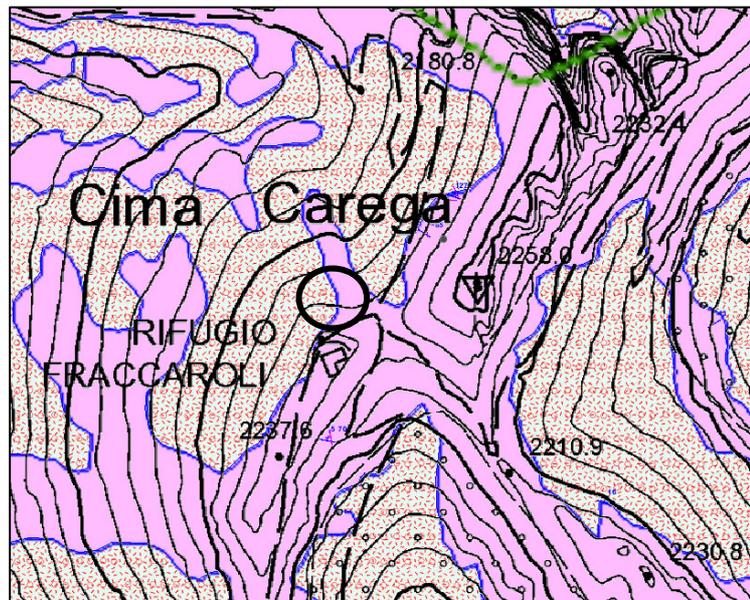


Fig. 4 – Carta Geologica (P.A.T.)

### 3. ZONIZZAZIONE SISMICA

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto e in considerazione del continuo affiorare dell'ammasso roccioso e/o ubicato a una profondità inferiore ai 3.0 m, l'area in esame ricade nella categoria "A". In relazione alla caratteristica della superficie topografica l'area è stata inserita in Categoria T4.

Tabella 3.2.III – Categorie di sottosuolo D.M. 17.01.2018

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche D.M. 17.01.2018

### 3.1.PARAMETRI DI BASE – SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base" che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche di progetto:

Le forme spettrali previste dalle NTC per la definizione della pericolosità sismica (sul sito di riferimento rigido orizzontale), sono funzione di tre parametri:

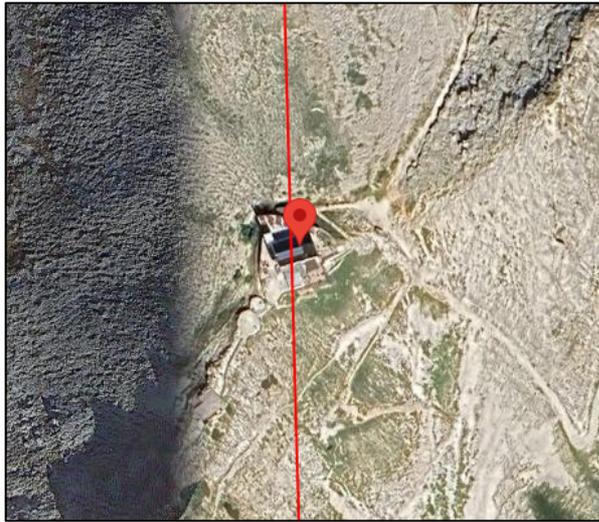
$a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno

$F_o$  = valore massimo del fattore d'amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

$T'_c$  = Periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Come parametro caratterizzante della pericolosità sismica si utilizza inoltre il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  espresso in anni.

I valori  $a_g$ ,  $F_o$ , e  $T'_c$  sono forniti nelle sottostanti tabelle relativamente al sito in esame; considerati quindi i quattro nodi del reticolo di riferimento più vicino al sito in esame otterremo per diversi tempi di ritorno  $T_R$  i seguenti parametri:



### Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.043	2.468	0.235
Danno (SLD)	50	0.057	2.513	0.243
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.159	2.434	0.279
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.205	2.469	0.283

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

### Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1      us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: A

Cat. Topografica: T4

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
CC Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
ST Amplificazione topografica	1,40	1,40	1,40	1,40

Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.016	0.060	0.086
kv	0.006	0.008	0.030	0.043
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.584	0.780	2.179	2.817
Beta	0.200	0.200	0.270	0.300

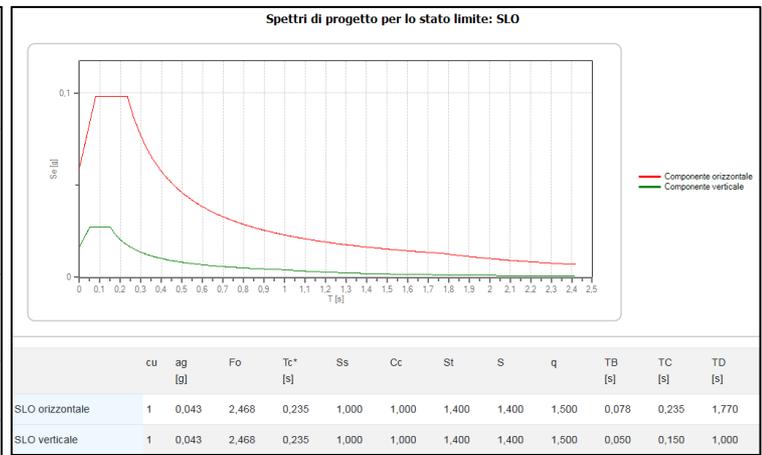


Fig. 5, 6 e 7 - Parametri sismici (da Geostrups) e spettro di risposta elastica

# RELAZIONE GEOTECNICA

In relazione all'assetto lito-stratigrafico dell'area le strutture fondazionali del Rifugio poggiano direttamente sull'ammasso roccioso dolomitico.

Di seguito si presenta una caratterizzazione meccanica dell'ammasso roccioso finalizzata alla definizione dei parametri geomeccanici della roccia ottenuta attraverso osservazione di un affioramento roccioso ubicato in zona.

## 1. CARATTERIZZAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Ai fini della caratterizzazione dell'ammasso roccioso è stata condotta un'analisi speditiva circa le condizioni strutturali e meccaniche dell'ammasso roccioso interessato dalle strutture fondazionali. Tali osservazioni possono essere considerate quale media delle condizioni meccaniche e strutturali riscontrate. I parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso sono stati desunti sulla base dei seguenti cinque parametri:

- R1 - **resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta JCS** (determinata mediante il martello di Schmidt)
- R2 - **Indice di recupero percentuale modificato RQD** (Rock Quality Designation); non disponendo di "carote", tale valore è determinato dalla relazione proposta da Palstrom (1985)
- R3 - **Spaziatura delle discontinuità**
- R4 - **Condizioni delle discontinuità** (tale valore è determinato dalla somma di cinque valori assegnati agli elementi che concorrono a determinare le caratteristiche dei giunti quali persistenza, apertura, rugosità, riempimento e grado d'alterazione).
- R5 - **Condizioni idrauliche** (valore determinato in base alla presenza di venute d'acqua e/o alla presenza d'umidità costante nell'ammasso roccioso).

I cinque parametri (R1-R5) sono valutati in modo quantitativo e a ciascuno di essi corrisponde, nella tabella di Bieniawski, un indice numerico la cui somma definisce il valore della  $RMR_{base}$ . L'autore fornisce inoltre una serie di tabelle e diagrammi che permettono di determinare con maggiore accuratezza i singoli parametri consentendo al tempo stesso di differenziare ammassi rocciosi appartenenti alla stessa classe o a classi attigue.

Resistenza comp. (Kg/cmq)	JCS=320
$R_1 = 1.45 + (0.068 \cdot JCS)$	<b>3.6</b>
R.Q.D. (%) Palstrom '85)	60%
$R_2$ (RQD/5)	<b>12</b>
Spaziatura discontinuità (m)	0.3
$R_3 = 14.6 \cdot spaz.^{0.35}$	<b>9.6</b>
Condizione discontinuità	
$R_4 = (A1+A2+A3+A4+A5)$	<b>14</b>
Condizioni idrauliche	Asciutto
<b>R5</b>	<b>15</b>
<b>Classe di Ammasso Roccioso</b>	
R.M.R. base	<b>54.2</b>
Classe	<b>III°</b>
Descrizione	<b>Mediocre</b>
Coesione (Kg/cmq)	<b>2.71</b>
Angolo di attrito	<b>32.1°</b>

la coesione è definita dalla seguente relazione :  $c = 5 \cdot RMR_{base}$  (kPa)

l'angolo di attrito è determinato dalla seguente formula:  $\phi = 5 + RMR_{base}/2$

Tali parametri sono relativi alla matrice rocciosa in quanto definiti da  $RMR_{base}$

Peso unitario di volume  $\gamma = 2.55 \text{ t/m}^3$

Coefficienti di portata secondo Stagg e Zienkiewicz (1968)

$N_c = 53.40$

$N_q = 34.90$

$N_\gamma = 35.90$

## **2. VALORE INDICATIVO DELLE RESISTENZE DI PROGETTO D.M. 17.01.2018**

In relazione al D.M. 17.01.2018 è stata condotta una verifica agli stati Limite secondo quanto indicato dal D.M. attraverso l'Approccio 2, Combinazione Unica1 (A1+M1+R3) in condizioni statiche e sismiche (SLV). La misura del grado di sicurezza si ottiene con il "Metodo semiprobabilistico dei Coefficienti parziali" di sicurezza tramite l'equazione:

$$Ed \leq Rd$$

con:

Rd = valore di progetto della resistenza del terreno, capacità (geotecnica)

Ed = valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni nelle varie combinazioni di carico (dati strutturali ipotizzati)

L'azione Ed determinata dal valore caratteristico amplificato mediante i coefficienti parziali  $\gamma_f$  (deve essere fornita dallo strutturista).

Allo stato attuale non si possiedono dati circa la tipologia fondazionale, la profondità di posa, i valori delle azioni di progetto, pertanto si è ipotizzato, a seguito di successivi tentativi, una sola pressione normale di progetto di 16 kg/cm<sup>2</sup> e nessun valore circa spinte lungo l'asse X-X e Y-Y o momenti lungo di due assi (dati strutturali), pertanto non sono forniti dati relativi a verifica a scorrimento, o eccentricità di carico. E' stata inoltre ipotizzata una fondazione a plinto a base quadrata con B = 0.5 m appoggiata all'ammasso roccioso. Nella Relazione di calcolo allegata a fine relazione è possibile osservare, in base alle condizioni sopra indicate, che le condizioni sono tutte verificate secondo i diversi Autori quali: Terzaghi roccia e Zienkiewicz roccia. Nella Relazione è altresì indicata una resistenza di progetto leggermente superiore (circa 16.4 kg/cm<sup>2</sup>) e cedimenti nulli.

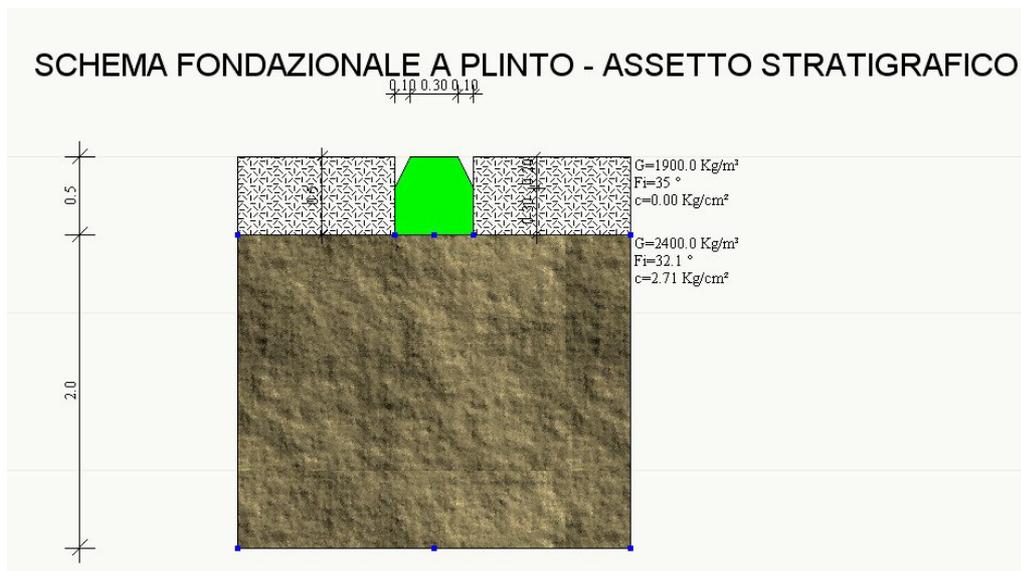


Fig. 1 – Schema fondazionale a plinto

Il progettista potrà valutare la compatibilità delle strutture fondazionali con i carichi indotti dall'ampliamento e trasmessi sulle strutture fondazionali.

### 3. SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

La quantità d'acqua da smaltire in occasione di piogge intense può essere determinata dalla seguente relazione:

$$Q = (S / 10000) * 120 * \phi = \text{ l/sec} \quad \text{dove :}$$

Q = portata media da smaltire in l/sec

S = Superficie impermeabile

$\phi$  = coeff. deflusso

Le superfici impermeabilizzate (come indicate dalla progettazione) e i relativi coefficienti di deflusso sono le seguenti:

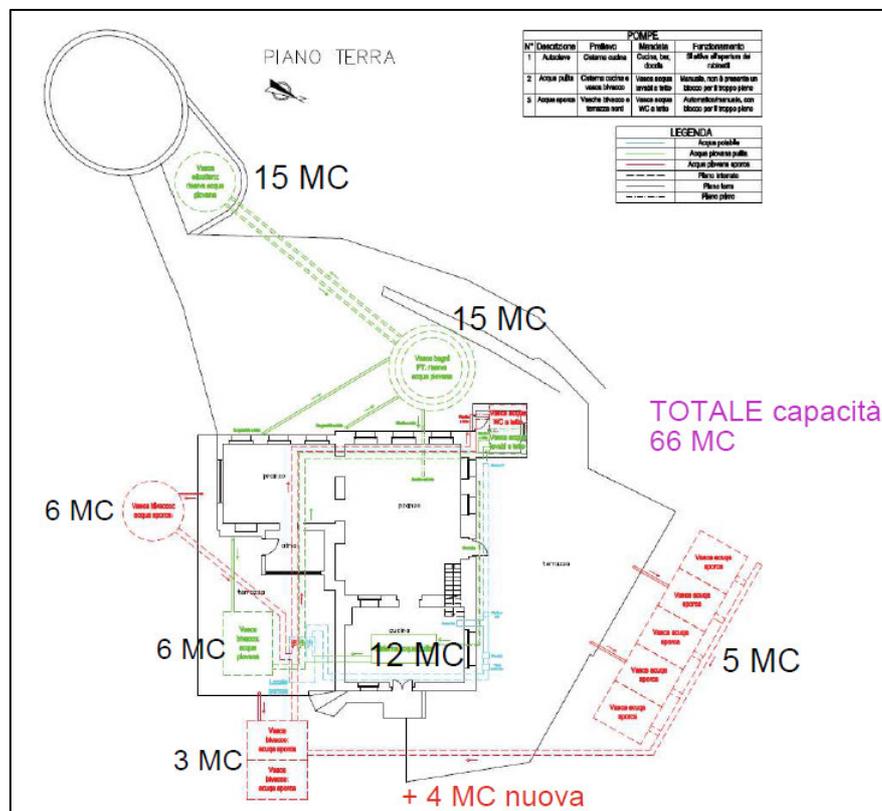
	Superficie	coeff. deflusso	Q= l/s
1) superficie coperta:	150.0 m <sup>2</sup>	$\phi = 0.90$	Q = 1.62 l/s
2) Piazzali	170 m <sup>2</sup>	$\phi = 0.85$	Q = 1.73 l/s

$$Q_{\text{tot}} = 3.35 \text{ l/s}$$

$$V_{\text{acc.}} = 3.35 * 3.6 = 12.06 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sulla base dei dati progettuali, la quantità d'acqua meteorica raccolta dalle superfici impermeabilizzate sarà stoccata in cinque serbatoi predisposti all'interno e all'esterno del Rifugio Fraccaroli. Il volume complessivo dei serbatoi, come indicato in figura 2, è di 48 m<sup>3</sup> ben superiore alla quantità oraria sopra indicata. L'acqua meteorica è resa potabile, come descritto negli allegati progettuali, tramite il passaggio in un filtro di sabbia fine e successivamente in un filtro ai raggi HV. L'acqua potabile è condotta successivamente in cucina, al bar e alla doccia al primo piano. L'acqua utilizzata è stoccata in serbatoi definiti di "acqua sporca", con capacità complessiva di 18 m<sup>3</sup>, e condotta successivamente alla fossa Imhoff esistente. Tale sistema comporta una notevole capacità di stoccaggio e un utilizzo continuo dell'acqua piovana raccolta. Alla luce di quanto sopra e soprattutto in considerazione della notevole capacità di stoccaggio dell'acque meteorica e dell'acqua "sporca", 66 m<sup>3</sup>, lo scrivente non ritiene necessario la realizzazione di un sistema di dispersione.

Fig. 2 – Impianto idro-sanitario



## CONCLUSIONI

E' stato presentato lo studio geologico geotecnico relativo al progetto di ristrutturazione e ampliamento in deroga al P.R.G. Rifugio Alpino "M. Fraccaroli" sulla P.ed. 853 C.C. Ala – Loc. Cima Carega.

Le indagini eseguite nell'area hanno evidenziato un quadro che, da un punto di vista geologico e geotecnico, si presenta sostanzialmente positivo e in grado di sostenere l'opera in progetto.

Nei paragrafi precedenti sono fornite le caratteristiche geologiche dell'area e le problematiche connesse con la realizzazione dell'opera, nonché le indicazioni di massima per un'esecuzione delle opere previste, compatibili con le caratteristiche dell'area in esame.

Il presente rapporto costituisce elaborato progettuale idoneo alla domanda di concessione edilizia, per quanto di competenza e come richiesto con riferimento alla specifica fase progettuale.

Non comprende gli eventuali ulteriori approfondimenti e verifiche/analisi puntuali delle successive fasi progettuali e/o del corso d'opera come previsto dalla normativa vigente. Si rammenta in particolare che, in sede di progettazione geotecnica, ai parametri geotecnici medi andranno applicati i coefficienti riduttivi come previsti dalle N.T.C. e si dovranno eseguire le opportune verifiche della sicurezza e delle prestazioni (Cap. 6). La DL dovrà inoltre verificare puntualmente la rispondenza tra ipotesi progettuali e riscontri del corso d'opera, procedendo, se del caso, all'esecuzione delle opportune verifiche integrative.

Trento, Novembre 2024

Il Relatore



**RELAZIONE DI CALCOLO – VERIFICA  
AGLI STATI LIMITE  
SOFTWARE GEOSTRU LOADCAP**

## CALCOLO PORTANZA E CEDIMENTI DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

### STUDIO GEOLOGICO GEOTECNICO RELATIVO AL PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE E AMPLIAMENTO IN DEROGA AL P.R.G. RIFUGIO ALPINO “M. FRACCAROLI” SULLA P.ED. 853 C.C. ALA – LOC. CIMA CAREGA

#### NORMATIVE DI RIFERIMENTO

##### Norme tecniche per le Costruzioni 2018

*Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018.*

##### Eurocodice 7

*Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.*

##### Eurocodice 8

*Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.*

#### CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SU ROCCIA

Per la valutazione della capacità portante ammissibile delle rocce si deve tener conto di di alcuni parametri significativi quali le caratteristiche geologiche, il tipo di roccia e la sua qualità, misurata con l'RQD. Nella capacità portante delle rocce si utilizzano normalmente fattori di sicurezza molto alti e legati in qualche modo al valore del coefficiente RQD: ad esempio, per una roccia con RQD pari al massimo a 0.75 il fattore di sicurezza varia tra 6 e 10. Per la determinazione della capacità portante di una roccia si possono usare le formule di Terzaghi, usando angolo d'attrito e coesione della roccia, o quelle proposte da **Stagg e Zienkiewicz** (1968) in cui i coefficienti della formula della capacità portante valgono:

$$N_q = \tan^6 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = 5 \tan^4 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_\gamma = N_q + 1$$

Con tali coefficienti vanno usati i fattori di forma impiegati nella formula di Terzaghi.

La capacità portante ultima calcolata è comunque funzione del coefficiente RQD secondo la seguente espressione:

$$q' = q_{ult} (RQD)^2$$

Se il carotaggio in roccia non fornisce pezzi intatti (RQD tende a 0), la roccia viene trattata come un terreno stimando al meglio i parametri  $c$  e  $\phi$

#### DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2018
Zona	Rifugio Fraccaroli - Cima Carega
Lat./ Long. [WGS84]	46.074548/11.063523
Larghezza fondazione	0.5 m
Lunghezza fondazione	0.5 m
Profondità piano di posa	0.5 m
Altezza di incastro	0.5 m

**SISMA**

Accelerazione massima (ag/g)	0.06
Effetto sismico secondo	NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0.25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0.012
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0.1422

**Coefficienti sismici [N.T.C.]****Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T4

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.42	2.47	0.24
S.L.D.	50.0	0.56	2.51	0.24
S.L.V.	475.0	1.56	2.43	0.28
S.L.C.	975.0	2.01	2.47	0.28

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.588	0.2	0.012	0.006
S.L.D.	0.784	0.2	0.016	0.008
S.L.V.	2.184	0.27	0.0601	0.0301
S.L.C.	2.814	0.3	0.0861	0.043

**STRATIGRAFIA TERRENO**

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH [m]	Gam [Kg/m <sup>3</sup> ]	Gams [Kg/m <sup>3</sup> ]	Fi [°]	c [Kg/cm <sup>2</sup> ]	E [Kg/cm <sup>2</sup> ]	RQD[-]	Ni	Lit.	Desc.
0.5	1900.0	2000.0	35.0	0.0	100.0	0.0	0.25		riporto
2.0	2400.0	2400.0	32.1	2.71	3000.0	0.6	0.35		calcare-dolomia

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [Kg/cm <sup>2</sup> ]	N [Kg]	Mx [Kg·m]	My [Kg·m]	Hx [Kg]	Hy [Kg]	Tipo
1	A1+M1+R3	16.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	16.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto

3	S.L.E.	16.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	16.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

## Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Ca pacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1.25	1.25	1.4	1	1	1.8	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

## CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: Terzaghi

Carico limite [Qult]	29.52 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto[Rd]	16.4 Kg/cm <sup>2</sup>
Tensione [Ed]	16.4 Kg/cm <sup>2</sup>
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	1.8
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

## COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 11.81 Kg/cm<sup>3</sup>**A1+M1+R3**

Autore: Zienkiewicz

Fattore [Nq]	34.9
Fattore [Nc]	53.4
Fattore [Ng]	35.9
Fattore forma [Sc]	1.3
Fattore forma [Sg]	0.8
Carico limite	69.54 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	30.23 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed&lt;=Rd] Verificata

Autore: Terzaghi

Fattore [Nq]	28.87
Fattore [Nc]	44.42
Fattore [Ng]	27.92
Fattore forma [Sc]	1.3
Fattore forma [Sg]	0.8
Carico limite	57.81 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	25.13 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed&lt;=Rd] Verificata

**Sisma**

---

Autore: Zienkiewicz

---

---

Fattore [Nq]	18.12
Fattore [Nc]	34.5
Fattore [Ng]	19.12
Fattore forma [Sc]	1.3
Fattore forma [Sg]	0.8

---

---

Carico limite	35.81 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	19.9 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

---

---

Autore: Terzaghi

---

---

Fattore [Nq]	15.28
Fattore [Nc]	28.46
Fattore [Ng]	12.5
Fattore forma [Sc]	1.3
Fattore forma [Sg]	0.8

---

---

Carico limite	29.52 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	16.4 Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]                      Verificata

---

---