

Via San Glisente n° 14, Berzo Inferiore (Bs)
cell 3477345891
mail gabriele.scalvinoni@libero.it

ARCHITETTO
GABRIELE
SCALVINONI

Via Fa n° 2, Losine (Bs)
cell 3477873956
mail g.bersani@tin.it

ARCHITETTO
GABRIELE
BERSANI

FONDO PER LO SVILUPPO DEI COMUNI DI CONFINE
(D.p.c.m. 14 Gennaio 2011)



Comune di Ceto
Provincia di Brescia

PROGETTO ESECUTIVO
PER LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE DELL'AREA
ADIACENTE IL CAMPO SPORTIVO DI CETO
CON REALIZZAZIONE STRUTTURA DA ADIBIRE
A SPAZIO FESTE, COMPLETAMENTO EDIFICIO
EX MUNICIPIO DA ADIBIRE A SEDE DELLE
ASSOCIAZIONI E MANUTENZIONE STRAORDINARIA
CON INCREMENTO DELL'EFFICIENZA
ENERGETICA DELLA PALESTRA COMUNALE

committenza

Comune di Ceto
Via G. Marconi n° 8, Ceto (Bs)

progettazione

Arch. Gabriele Scalvinoni - Berzo Inferiore (Bs)
Arch. Gabriele Bersani - Losine (Bs)
Geol. Gianpiero Feriti

direzione lavori

-

esecuzione lavori

-

INTERVENTI A, B, C
RELAZIONE GEOLOGICA
E DICHIARAZIONE IDRAULICA

scala
INDICATA

data
01.2017

allegato
B.04

Comune di Ceto (Provincia di Brescia)

**RIQUALIFICAZIONE DELL'AREA ADIACENTE AL CAMPO SPORTIVO DI CETO CON REALIZZAZIONE DI
STRUTTURA DA ADIBIRE A SPAZIO FESTE, COMPLETAMENTO EDIFICIO EX-MUNICIPIO DA ADIBIRE A
SEDE DELLE ASSOCIAZIONI E MANUTENZIONE STRAORDINARIA CON INCREMENTO DELL'EFFICIENZA
ENERGETICA DELLA PALESTRA COMUNALE**

RELAZIONE GEOLOGICA


Dott. Geologo Gianpiero Feriti

Boario Terme, maggio '16

1. PREMESSA

La presente relazione viene stesa a supporto del progetto di:

- riqualificazione dell'area adiacente al campo sportivo di Ceto con realizzazione di struttura da adibire a spazio feste;
- completamento edificio ex-municipio da adibire a sede delle associazioni;
- manutenzione straordinaria con incremento dell'efficienza energetica della palestra comunale.

Per quel che riguarda la cartografia esistente, lo studio geologico comunale a supporto del PGT non rileva per le aree interessate dal progetto alcun fenomeno di dissesto attivo e le colloca in classe di fattibilità geologica **2 sottoclasse s** (aree con potenziali problematiche legate alla stabilità dei versanti - aree caratterizzate da acclività dei siti limitata).

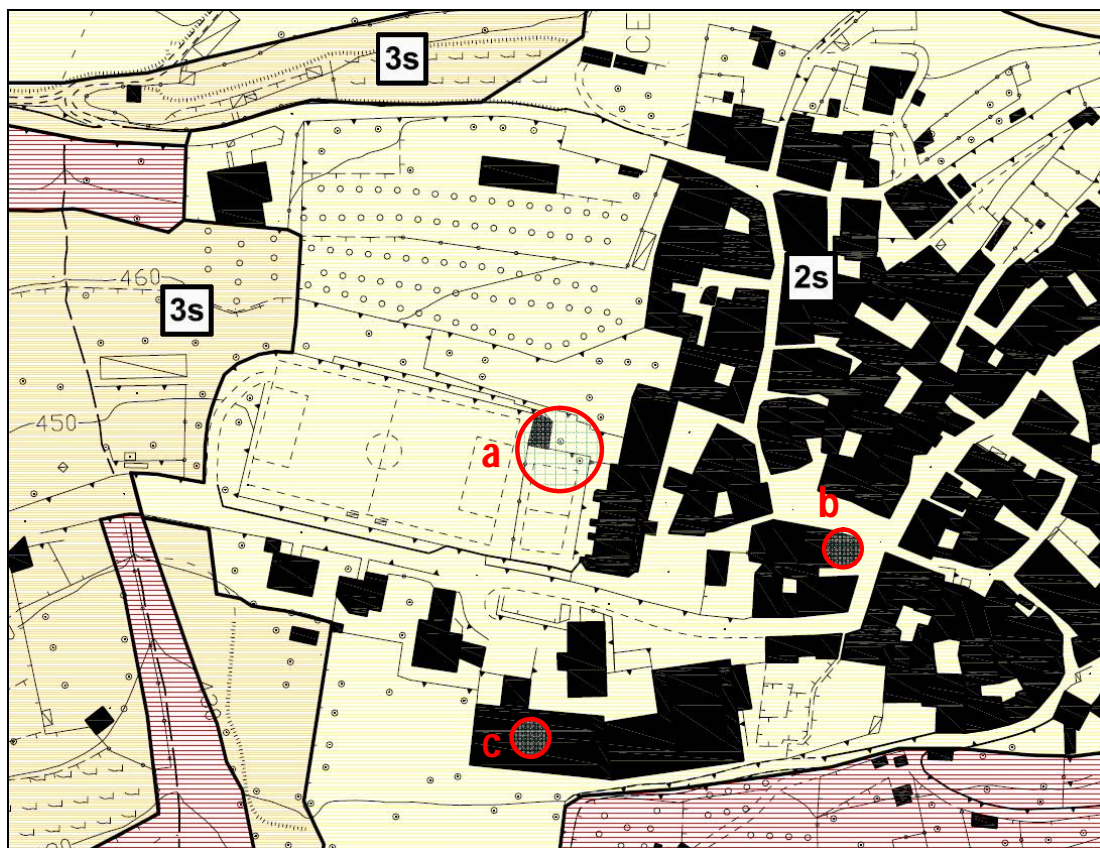


Fig. 1 - Stralcio carta di fattibilità geologica della componente geologica del PGT scala 1:2000

La relazione analizza in particolare l'intervento di cui al punto *a* in quanto gli interventi *b* e *c*, essendo rispettivamente il completamento di un intervento già valutato in precedenza ed una manutenzione straordinaria, sono compatibili con la componente geologica del PGT senza integrazioni di carattere geologico. Di seguito vengono quindi illustrate le caratteristiche geomorfologiche, litologiche, idrogeologiche e geotecniche dell'area interessata dall'intervento *a*, definite mediante sopralluoghi e ispezioni in loco, integrate da rilievi puntuali per la determinazione delle caratteristiche geotecniche di massima dei terreni. Si esprime infine una valutazione sulla fattibilità dell'intervento e si suggerisce la realizzazione di alcune opere/metodologie per la realizzazione della nuova struttura.

Per quel che riguarda l'andamento planimetrico, l'ubicazione delle opere in progetto e le caratteristiche tecnico esecutive degli interventi, si rimanda agli elaborati di progetto a firma dell'Architetto Gabriele Scalvinoni.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in esame, riportata dalle seguenti corografia e ortofoto in scala 1:5.000 (sulla quale sono evidenziate anche le aree interessate dai punti b e c del progetto) è situata nel nucleo storico di Ceto a quote comprese tra 450 m e 460 m slm, a monte della strada principale che attraversa il paese, tra il campo sportivo e la chiesa.

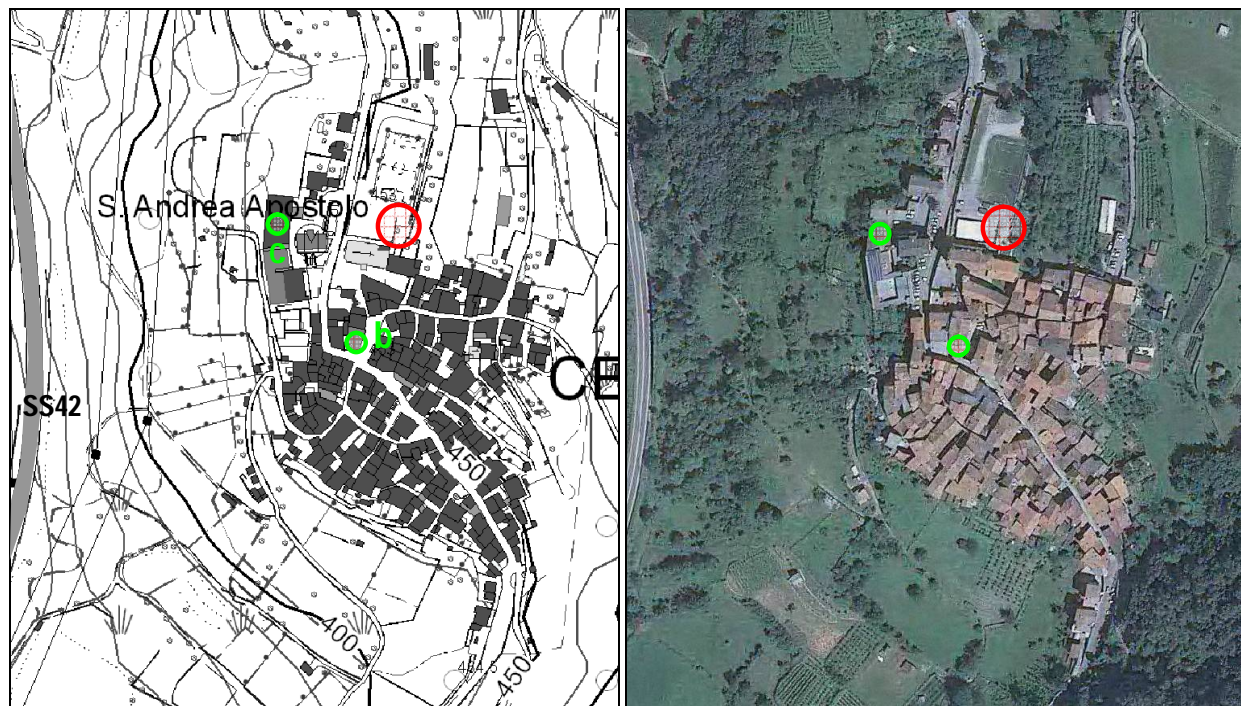


Fig. 2 e 3 - Estratto Carta Tecnica Regionale e ortofoto scala 1:5000

La pendenza del versante sul quale si sviluppano l'intervento in oggetto è compresa tra 5°-10° ed aumenta progressivamente verso est, fino ai 15°-20° del versante prativo presente a monte dell'abitato.

3. LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

L'intervento in progetto è impostato prevalentemente in coperture sciolte superficiali ricoprenti la roccia in posto, come visibile dalla seguente carta geologica.

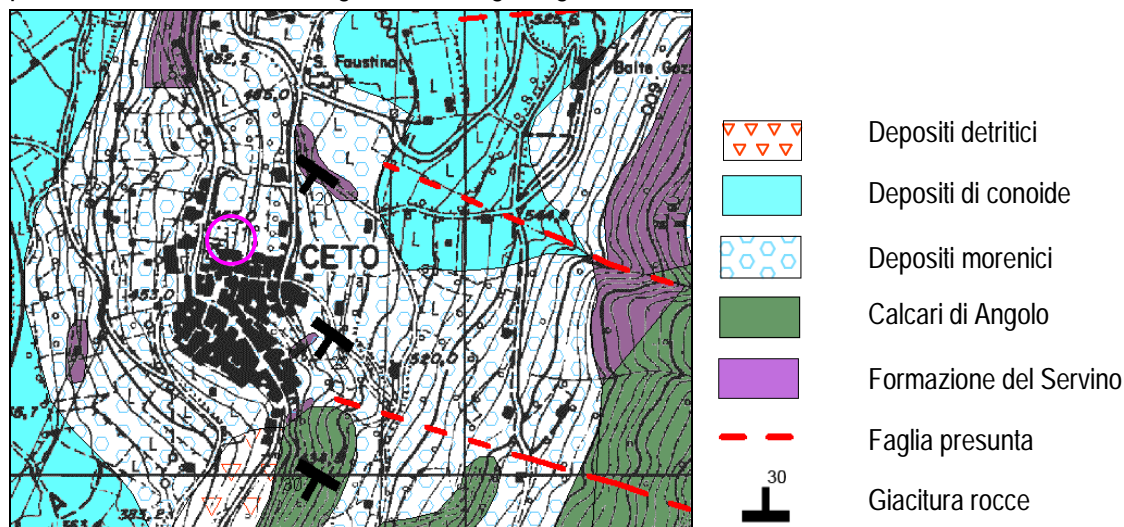


Fig. 4 - Estratto carta geologica scala 1:10000 con ubicazione dell'area in oggetto

Dal punto di vista litologico, le unità interessate dagli interventi sono le seguenti:

Depositi morenici: sono costituiti da una caotica associazione di pietrisco, ciottoli e trovanti immersi in matrice di natura ghiaioso – sabbiosa; la frazione limosa è localmente presente ma non assume mai valori quantitativamente significativi. In questi depositi si riconoscono a volte, livelli a granulometria omogenea, ma generalmente la stratificazione risulta per lo più indistinta. Tali depositi sono inattivi e caratterizzati dalla presenza di un orizzonte superficiale pedogenizzato e colonizzati dalla vegetazione. Lo spessore dei depositi varia da luogo a luogo in funzione anche della presenza di terrazzamenti sostenuti da muri generalmente a secco.

Formazione del Servino: è costituita da calcari marnosi e arenarie grigio-verdi, in strati dalla potenza variabile da 35 a 50 cm. L'unità, affiorante in modo continuo a valle e a monte dell'abitato di Ceto ed in maniera discontinua al contorno e sul perimetro dell'area in oggetto, appare sempre sana, compatta e con giacitura degli strati a franappoggio, con inclinazione variabile da 20° a 22°. Essa si presenta stabile anche in pareti verticali e caratterizzata da valori di resistenza a compressione monoassiale compresi tra 700 e 800 kg/cmq.



Fig. 5 - Fotografia dell'area interessata alla realizzazione della nuova struttura da adibire a spazio feste



Fig. 6 - Fotografia dell'affioramento roccioso presente a tergo del campo sportivo nei pressi dell'area di intervento

Le ispezioni effettuate durante i sopralluoghi hanno consentito di accertare che l'area in studio e le zone circostanti non sono interessate da alcun tipo di fenomeno di instabilità (frane o altri fenomeni gravitativi) né in atto né latenti.

Dal punto di vista idrologico ed idrogeologico, si rileva che l'area interessata dall'intervento non è interessata da alcuno scorrimento idrico superficiale, né da alcuna linea di drenaggio significativa. La collocazione dell'area e la sua disposizione geomorfologica escludono che l'area stessa sia esposta a rischio di fenomeni esondativi o alluvionali.

Per quanto riguarda la permeabilità dei materiali, si evidenzia come i depositi superficiali siano dotati di un grado di permeabilità da medio a elevato e quindi di una buona capacità di assorbimento delle acque meteoriche e/o di ruscellamento, mentre il substrato roccioso è complessivamente scarsamente permeabile per fratturazione.

3.1 MODELLO GEOTECNICO

Sulla base di un dettagliato rilievo degli affioramenti rocciosi e di stima dello spessore del materiale

superficiale, si può determinare, di massima, la stratigrafia del terreno nell'area:

Strato	Profondità	Materiale
A	0.0 – 1.5/3.5 ml	Depositi morenici
B	1.5/3.5 ml →	Roccia

Al fine di valutare le condizioni generali di qualità dell'ammasso roccioso è stata eseguita un'analisi geostrutturale di dettaglio. I risultati indicano che la roccia è interessata da una serie di discontinuità (sets) le cui caratteristiche vengono di seguito riassunte.

SET	GIACITURA (Imm/Incl)	TIPO	SPAZIATURA	PERSISTENZA	RUGOSITA'	ACQUA	RIEMPIMENTO	ALTERAZIONE
S	215/22	Strato	35÷50 cm	100%	rugosa	No	Assente	No
K1	305/85	Frattura	20÷35 cm	60÷80%	rugosa	No	Assente	No
K2	070/80	Frattura	15÷25 cm	50÷70%	poco rugosa	No	Assente	No

Classificazione dell'ammasso roccioso

Si fa riferimento alla classificazione geomeccanica degli ammassi rocciosi Rock Mass Rating (RMR), proposta da Bieniawski nel 1973 e successivamente modificata dallo stesso autore fino al 1989.

I parametri fondamentali su cui si basa la RMR sono 5, tutti determinabili in sito:

- Resistenza alla compressione monoassiale del materiale roccia (70-80Mpa): R1;
- Rock Quality Designation (RQD 50-75%): R2;
- Spaziatura della famiglia di discontinuità più importante (0.35-0.50m): R3
- Condizioni delle discontinuità (leggermente rugose, aperture < 1mm): R4
- Condizioni idrauliche (da umido a completamente asciutto): R5

A differenti classi di valori di questi parametri vengono assegnati codici di importanza relativa.

La somma dei valori dei parametri ricavata per il sistema di discontinuità più sfavorevole fornisce il valore totale di RMR_{base} :

$$RMR_{base} = R1 + R2 + R3 + R4 + R5$$

Parametri					RMR_{base}
R1	R2	R3	R4	R5	
7	13	10	20	12	62

L'ammasso roccioso è classificato in classe II (RMR 61÷80), di qualità buona. Il peso di volume, assunto da dati di letteratura, è di 27 kN/m³.

Dai valori di RMR è possibile ricavare un'indicazione di massima dei parametri base dell'ammasso roccioso dalle relazioni empiriche sempre dello stesso autore:

Angolo d'attrito (°)	$\phi = 0.5 RMR + 5$	36°
Coesione (kPa)	$c = 5 RMR$	310 kPa
Modulo elastico (GPa)	$E = 2 RMR - 100$ per $RMR > 50$	24 GPa

Per quanto attiene il materiale superficiale morenico si può assumere la seguente caratterizzazione:

Natura	Ciottoli e trovanti immersi in matrice di natura ghiaioso sabbiosa debolmente limosa
Peso di volume γ	19.5 kN/m ³
Angolo di resistenza al taglio ϕ'	36°
Coesione c'	0 kPa

L'elaborazione dei dati riportati nei paragrafi precedenti porta alla definizione della seguente caratterizzazione geotecnica degli strati individuati (secondo il DM 14/01/2008 sono stati valutati il valore caratteristico ed il valore di progetto dei vari parametri); i valori del peso di volume, come accennato in precedenza, sono stimati sulla base dei dati di letteratura.

STRATO	PESO DI VOLUME γ	ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO ϕ'		COESIONE c'		MODULO ELASTICO E	
		CARATT. ϕ_k'	PROG. ϕ_d'	CARATT. c_k'	PROG. c_d'	CARATT. E_k	PROG. E_d
A	19.5kN/m ³	36.0°	30.1°	0 kPa	0 kPa	40 MPa	40 MPa
B	27.0kN/m ³	36.0°	30.1°	310 kPa	248 kPa	24 GPa	24 GPa

I valori caratteristici X_k consistono in una stima cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite. I valori di progetto dell'angolo di attrito e della coesione sono stati ottenuti rispettivamente dalla formula $\Phi_d' = tg^{-1}(tg\Phi_k' / \gamma_m)$ e dalla formula $c_d' = c_k' / \gamma_m$, utilizzando il coefficiente parziale $\gamma_m = 1.25$, mentre per il modulo elastico $E_d = E_k$.

4. AZIONE SISMICA

In occasione di eventi sismici le particolari condizioni litologiche e geomorfologiche di una zona possono produrre effetti di amplificazione locale o effetti di instabilità.

La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, contenuta nell'Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28/05/2008, prevede un 1° livello di approfondimento che consiste nel riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica.

Nel territorio esaminato potrebbero verificarsi fenomeni di amplificazione sismica locale (rappresentati sulla carta della pericolosità sismica locale dello studio geologico comunale) riferibili allo scenario Z4c - Zona morenica (amplificazione litologica).

Il rilievo sul terreno, tuttavia, ha permesso di verificare che l'edificio in progetto fonderà o direttamente in roccia o sulla coltre superficiale ricoprente la roccia stessa ed avente spessore inferiore a 3 m.

Non si rilevano quindi possibili scenari di amplificazione sismica locale, per cui non è necessaria l'applicazione del 2° livello di approfondimento previsto dall'Allegato 5 che consente la caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi; la presenza di un materiale litoide esclude altresì la possibilità del fenomeno di liquefazione.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (D. M. 14 gennaio 2008), il terreno in esame è quindi riferibile:

- alla categoria di sottosuolo di riferimento A "Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m".
- alla categoria di condizioni topografiche T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ".

5. ANALISI DELL'INTERVENTO

La realizzazione della nuova struttura comporta la demolizione della scalinata esistente e del muro di sostegno, con limitato approfondimento dello scavo rispetto al piano del parcheggio esistente. Ne risulta un fronte di scavo di altezza compresa tra 3 e 4 m e sviluppo pari a circa 12 m.

La realizzazione dello scavo comporta l'asportazione del materiale superficiale e, presumibilmente nella porzione più a monte, della roccia in posto.

Per la porzione di scavo in roccia, è possibile mantenere una pendenza del fronte scavo elevata avendo l'accortezza, appena terminato lo sbancamento, di effettuare il disgaggio sistematico per l'asportazione di tutte le porzioni rocciose in qualche modo destabilizzate dalle operazioni di scavo.

Per quanto attiene lo scavo nel materiale superficiale, si ritiene che la pendenza temporanea dei fronti scavo non possa essere superiore a 40°; qualora vi sia l'esigenza di mantenere pendenze maggiori, oppure se in fase di scavo il materiale si presentasse con caratteristiche peggiori rispetto a quanto riportato (elevata quantità di materiale fine, venute d'acqua in corrispondenza della superficie dell'ammasso roccioso), sarà necessario realizzare opere di consolidamento oppure eseguire lo scavo a campioni di sviluppo limitato.

5.1 TIPOLOGIA DI FONDAZIONI

Le strutture dovranno essere fondate omogeneamente o nei depositi morenici o in roccia; in entrambi i casi si possono adottare fondazioni superficiali nastriformi o su plinti isolati. Nel caso in cui la superficie di appoggio non risulti omogenea (parte in roccia e parte su terreno), i carichi dovranno essere trasmessi in profondità alla roccia approfondendo le fondazioni o mediante pali.

A titolo indicativo, si riassumono di seguito i risultati del calcolo della resistenza ultima del terreno in condizioni statiche e carico verticale centrato, nell'ipotesi che la scelta progettuale ricada su fondazioni nastriformi di larghezza 0.80 e ed affondamento 0.40 m, sia per fondazioni impostate nei depositi detritici, sia nell'ammasso roccioso.

Le verifiche vengono effettuate secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/2008) secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2 (M2+R2), ossia utilizzando i valori geotecnici di progetto ed assumendo il coefficiente parziale γ_R pari a 1.8. e secondo l'Approccio 2 (M1+R3), ossia utilizzando i valori geotecnici caratteristici ed assumendo il coefficiente parziale γ_R pari a 2.3.

Viene, inoltre, riportato il valore di capacità portante calcolato secondo il metodo delle tensioni ammissibili.

Fondazioni impostate sui depositi morenici

Il calcolo della resistenza ultima in condizioni statiche R_d , è stato effettuato partendo dalla formula generale di Brinch-Hansen (1970), la cui semplificazione per materiali incoerenti diviene:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

La tabella che segue riassume i risultati ottenuti:

R_d (M2+R2)	R_d (M1+R3)	σ_{amm} T.A.
1.95 kg/cm ²	3.40 kg/cm ²	2.60 kg/cm ²

Fondazioni impostate in roccia

Il calcolo della capacità portante limite è stato effettuato utilizzando il metodo di Stagg e Zienkiewicz (1968) che propongono l'utilizzo della formula classica di Terzaghi:

$$Q_{lim} = cN_c s_c + \gamma_1 D N_q + 0.5 \gamma_2 B N_\gamma s_\gamma$$

dove:

- c = coesione di progetto dell'ammasso roccioso
 γ_1 = peso di volume della roccia sopra il piano di posa
 γ_2 = peso di volume della roccia sotto il piano di posa
 D = profondità di posa della fondazione
 B = larghezza della fondazione
 s_c = fattore di forma, uguale a 1 per fondazioni nastriformi
 s_γ = fattore di forma, uguale a 1 per fondazioni nastriformi

N_c , N_q e N_γ sono i fattori adimensionali di portanza, che, rispetto alla formula di Terzaghi applicata alle terre, secondo gli Autori citati vengono come di seguito calcolati:

$$N_q = tg^6(45 + \varphi/2)$$

$$N_c = 5 \times tg^4(45 + \varphi/2)$$

$$N_\gamma = N_q + 1$$

dove φ = angolo d'attrito dell'ammasso roccioso.

Inserendo i valori ottenuti si ottiene una Q_{lim} che deve essere corretta in funzione del grado di fratturazione della roccia, utilizzando un parametro R.Q.D. pari al 40%

$$Q_{lim}' = Q_{lim} \times (RQD/100)^2.$$

Si ottiene quindi una Q_{lim}' che va divisa per il coefficiente parziale γ_R considerato a seconda dell'approccio. La tabella che segue riassume i risultati ottenuti:

R_d (M2+R2)	R_d (M1+R3)	σ_{amm} T.A.
10 kg/cm ²	17 kg/cm ²	13 kg/cm ²

I risultati sono validi solo per la tipologia, le dimensioni e la profondità di incasso delle fondazioni ipotizzate; la capacità portante dovrà essere quindi ridefinita dal progettista delle strutture, in base alle dimensioni e al tipo di fondazione realmente utilizzata, attenendosi ai parametri geotecnici riportati nel modello geotecnico.

6. CONCLUSIONE

L'analisi effettuata ha messo in evidenza che l'area interessata dal progetto in questione è da considerarsi a tutti gli effetti stabile e l'intervento in progetto, effettuato con cautela, a regola d'arte e con le modalità operative riportate in precedenza, non va ad introdurre alcuna turbativa che possa ripercuotersi negativamente sull'assetto del territorio. Si sottolinea comunque di porre particolare attenzione nello svolgimento dei lavori di demolizione della scalinata esistente e del successivo scavo.

Si prescrivono, quindi, alcune indicazioni atte a ridurre gli effetti che l'intervento in progetto potrebbe avere sull'assetto idrogeologico della zona; essi possono essere come di seguito sintetizzati:

- ridurre gli scavi al minimo indispensabile;
- valutare l'intensità delle vibrazioni che si trasmettono ai manufatti limitrofi al fine di determinare l'adeguata dimensione/potenza di eventuali martelli demolitori che si rendessero necessari;
- lo scavo dovrà essere realizzato valutando costantemente l'assetto e la qualità del materiale superficiale e dell'ammasso roccioso;
- in caso di situazioni sfavorevoli, il fronte di scavo dovrà essere stabilizzato con adeguate opere di contenimento;
- appena terminato lo sbancamento si effettuerà il disaggio sistematico della parete di scavo per

l'asportazione di eventuali blocchi nel materiale sciolto e di tutte le porzioni rocciose in qualche modo instabili presenti sulla porzione di scavo rocciosa e verrà rapidamente costruito il muro di monte della struttura in progetto;

- f) a tergo del muro contro terra, oltre al riempimento con materiale incoerente grossolano, si realizzerà un efficiente sistema per il drenaggio delle acque di infiltrazione;
- g) si realizzeranno adeguate opere per la raccolta e l'ordinato allontanamento delle acque di precipitazione raccolte dal sistema di drenaggio del muro e dalle superfici impermeabili che verranno realizzate, affinché non possano esercitare alcuna azione erosiva.

L'analisi complessiva dei dati emersi dallo studio del progetto in questione, unita alle indicazioni sopra esposte, permette di esprimere dal punto di vista geologico, parere favorevole al progetto di riqualificazione dell'area adiacente al campo sportivo di Ceto con realizzazione di struttura da adibire a spazio feste - completamento edificio ex-municipio da adibire a sede delle associazioni e manutenzione straordinaria con incremento dell'efficienza energetica della palestra comunale, secondo le previsioni progettuali dell'Arch. Gabriele Scalvinoni.


Dott. Geologo Gianpiero Feriti

Boario Terme, maggio '16

Darfo Boario Terme, maggio '16

OGGETTO: COMUNE DI CETO - RIQUALIFICAZIONE DELL'AREA ADIACENTE AL CAMPO SPORTIVO DI CETO CON REALIZZAZIONE DI STRUTTURA DA ADIBIRE A SPAZIO FESTE, COMPLETAMENTO EDIFICIO EX-MUNICIPIO DA ADIBIRE A SEDE DELLE ASSOCIAZIONI E MANUTENZIONE STRAORDINARIA CON INCREMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA DELLA PALESTRA COMUNALE

In relazione agli interventi di cui all'oggetto, non essendo le aree interessate da alcuno scorrimento idrico superficiale e/o interrato, né da alcuna linea di drenaggio significativa, si ritiene che non ci sia la necessità di redigere la relazione idraulica.


Dott. Geologo Gianpiero Feriti