COMUNE DI ZUCCARELLO (SV)

RIQUALIFICAZIONE AREA CASERMA
COSTRUZIONE NUOVO EDIFICIO SCOLASTICO

RELAZIONE GEOLOGICA (caratterizzazione e modellazione geologica)
(par. 6.2.1 – D.M.17.1.2018 e C6.2.1 C.S.LL.PP. n.7 del 21.1.2019)

RELAZIONE GEOTECNICA
(indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica)
(par. 6.2.2 – D.M.17.1.2018 e C6.2.2 C.S.LL.PP. n.7 del 21.1.2019)

RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA
(par. 3.2 – D.M.17.1.2018 e C3.2 C.S.LL.PP. n.7 del 21.1.2019)

VERIFICA DI COMPATIBILITA' CON LA NORMATIVA DI PIANO DI BACINO *(D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998, R.R. 3/2011, R.R. 1/2016)*

FEBBRAIO 2022

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. ALESSANDRO SCARPATI
A.P. n. 247
data iscr. 15-04-1993

Alessandro Scarpati · GEOLOGO
Pass.ta Cadorna 53 · 17021 Alassio (SV)
(+39) 335.6195399
alessandro.scarpati@gmail.com · geosilt@pec.it
scarpatiale
C.F. SCRLSN66D21A145B · P. IVA 01637520097

INDICE

1. PREMESSA
2. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO
3. ANALISI GEOLOGICO-TECNICA DELL'INTERVENTO IN PROGETTO
    - 3.1 Stabilità del fronte di scavo
    - 3.2 Fondazioni
    - 3.3 Regimazione delle acque superficiali e sotterranee
        - *3.3.1 Acque superficiali*
        - *3.3.2 Acque sotterranee*

ALLEGATI

- STRALCIO DELLA CARTA TECNICA REGIONALE IN SCALA 1:5000 (ALL.1)
- CARTA GEOLOGICA IN SCALA 1:2.000 (ALL.2)
- PLANIMETRIA DI PROGETTO IN SCALA 1:250 (ALL.3a-3b)
- SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA X-X' IN SCALA 1:100 (ALL.4a)
- SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA Y-Y' IN SCALA 1:100 (ALL.4b)

APPENDICI

Appendice A – RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOTECNICHE
- A.1 Parametri geotecnici del terreno detritico sciolto
    - A.1.1 - Colluvium limoso-sabbioso in parte riportato (schema parametri geotecnici)
    - A.1.2 - Ciottoli e ghiaie (tabella parametri geotecnici)
    - A.1.3 - Cappellaccio di alterazione (tabella parametri geotecnici)
- A.2 Parametri di resistenza dell'ammasso roccioso
    - A.2.1 Parametrizzazione dell'ammasso roccioso
    - A.2.2 Tabella parametri geotecnici della roccia
- A.3 Sondaggio geognostico a carotaggio continuo
- A.4 Prove penetrometriche dinamiche pesanti
- A.5 Prove penetrometriche dinamiche leggere

Appendice B – RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE
Appendice B2 – INDAGINE GEOFISICA MASW
Appendice B3 – INDAGINI GEOFISICHE HVRS
Appendice C – CONFORMITA' CON IL PIANO DI BACINO

RIFERIMENTI NORMATIVI

- *D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" – cap. 6 "Progettazione geotecnica" - cap. 7 "Progettazione per azioni sismiche";*
- *Circolare C.S.LL.PP. n.7 del 21.1.2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17.1.2018*
- *Allegato al voto n.36 del 27.7.2007 C.S.LL.PP "Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale";*
- *Deliberazione Giunta Regionale n.216 del 17/03/2017 "O.P.C.M. 3519/2006. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria";*
- *A.G.I. 1977 «Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche»;*
- *Normativa di Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico vigente.*

1. PREMESSA

La presente relazione, su incarico dell'Amministrazione Comunale di Zuccarello, è finalizzata alla costruzione del modello geologico del sito, ai sensi del paragrafo 6.2.1 del D.M.17.1.2018, nonchè alla definizione del modello geotecnico[1], ai sensi del paragrafo 6.2.2 del D.M.17.1.2018, in relazione all'intervento di riqualificazione dell'area Caserma e costruzione di nuovo edificio scolastico.

Per l'ubicazione topografica della zona si rimanda allo Stralcio della Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000 (all.1).

2. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Il sito di progetto è ubicato ad una quota di circa 120 metri s.l.m., su un'area a debole acclività, delimitata a valle dal sedime stradale di via Tornatore ed a monte dal sedime stradale di via Castello.

L'intervento in progetto andrà ad interessare la vecchia Caserma, ora dismessa, il terreno circostante e parte del sedime stradale di via Castello.

Il versante risulta sistemato ad ampie fasce terrazzate delimitate da muri di sostegno.

La stratigrafia del sottosuolo è stata determinata sulla base delle seguenti indagini geognostiche e geofisiche:

- *n.1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo (app. A3)*
- *n.3 prove penetrometriche dinamiche pesanti (app. A4)*
- *n.3 prove penetrometriche dinamiche leggere (app. A5)*
- *n.1 indagine geofisica MASW (app. B2)*
- *n.2 indagini geofisiche HVRS (app. B3)*

Le sezioni geologiche interpretative X-X' e Y-Y' (all.4a-4b) riportano il modello geologico del sottosuolo in corrispondenza del sito del progetto, esteso per un intorno significativo a monte e a valle.

Il substrato roccioso è costituito da dolomie, che affiorano diffusamente lungo il versante a monte dell'area di progetto e che al di sotto dell'edificio in progetto risultano in buona parte fortemente alterate e disgregate (cappellaccio).

Al di sopra è presente uno spessore fino a 5 metri di alluvioni ghiaioso-ciottolose e sopra un colluvium limoso-sabbioso.

Dal rilievo geologico e geomorfologico del sito non sono stati individuati indicatori geomorfologici correlabili a fenomeni di instabilità dell'areale, in atto o quiescente, né di carattere erosivo.

[1] Il modello geotecnico definito nella presente relazione deve essere inteso come modello fisico, non trattando la parte relativa ai modelli di comportamento più propriamente legati alla parte di progettazione. In ogni caso tutti gli aspetti geotecnici affrontati nella presente relazione geologica dovranno comunque essere validati e, se ritenuto necessario, integrati da parte del progettista strutturista, secondo quanto prescritto dal D.M.17.1.2018 e Circolare applicativa.

Il colluvium limoso-sabbioso ed i sottostanti sedimenti alluvionali presentano mediamente una permeabilità per porosità da media ad elevata, mentre il substrato roccioso presenta invece una permeabilità per fratturazione e carsismo più ridotta e con andamento discontinuo, legata alla densità volumetrica delle discontinuità dell'ammasso roccioso.

La circolazione idrica sotterranea risulta legata al regime pluviometrico locale ed al regime idraulico del torrente Neva, ed è presente nello strato ghiaioso-ciottoloso alluvionale, con variazioni di livello significative.

3. ANALISI GEOLOGICO-TECNICA DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

L'intervento in progetto prevede la costruzione di nuovo edificio scolastico, costituito da due piani fuori terra e da un piano interrato che interessa l'impronta del fabbricato e parte del sedime stradale di via Castello.

Utilizzando i risultati delle prove penetrometriche dinamiche pesanti e leggere, sulla base delle correlazioni empiriche riportate in letteratura geotecnica, sono stati determinati i parametri geotecnici del terreno, medi e caratteristici, e riportati all'Appendice A della presente relazione.

Il modello geotecnico ed i parametri geotecnici dovranno essere validati dal tecnico strutturista, come previsto dal D.M.17.1.2018.

Le azioni sismiche da utilizzare nei calcoli strutturali sono riportate all'Appendice B della presente relazione, secondo i nuovi criteri prescritti all'allegato al voto n.36 del 27.7.2007 C.S.LL.PP "Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale".

Nel D.M. 17.01.2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) al paragrafo 3.2.2 "Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche" si evince che nei casi in cui le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella tabella riportata nell'Appendice B, si potrà far riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, Vs.

Tali valori possono essere ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, possono essere valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di indagini in sito.

Nel caso specifico la categoria di sottosuolo è stata individuata sulla base dell'indagine geofisica MASW di cui all'Appendice B2, ed è risultata "Categoria B".

3.1 Stabilità dei fronti di scavo

Lo scavo per la costruzione del piano interrato interesserà in parte il terreno sciolto (alluvioni ghiaioso-ciottolose e colluvium limoso-sabbioso) ed in parte il substrato roccioso fessurato.

Per il contenimento del fronte di scavo lato monte dovrà essere prevista la realizzazione di una paratia di micropali tirantata su più livelli e dimensionata per il contenimento della spinta del fronte roccioso, sovraccaricato del tratto di versante a monte.

Per quanto riguarda i fronti laterali, nei tratti costituiti da terreno detritico, potranno essere modellati provvisoriamente con un angolo di scarpa non superiore a 60°.

Nella fase di esecuzione i fronti di scavo dovranno essere protetti dall'erosione e dal dilavamento delle acque meteoriche mediante copertura con teli impermeabili estesi fino a qualche metro a monte del ciglio.

3.2 Fondazioni

Le opere fondazionali del nuovo fabbricato andranno ad insistere in parte sul terreno ghiaioso-ciottoloso, in parte su roccia fessurata, con i parametri geotecnici, medi e caratteristici, citati all'appendice A.

Considerato che il terreno di fondazione presenta importanti eterogeneità laterali con diverse caratteristiche di consistenza, potrebbero verificarsi cedimenti differenziali imputabili ad una differente compressibilità del terreno costituente il piano di appoggio delle fondazioni.

La soluzione tecnica più idonea, al fine di limitare gli eventuali cedimenti differenziali e di distribuire uniformemente il carico dell'edificio sul terreno di fondazione, si ritiene essere la realizzazione di una struttura fondazionale rigida "a platea".

Il dimensionamento delle fondazioni, da parte dell'ingegnere strutturista, dovrà avvenire sulla base della verifica agli stati limite ultimi (SLU), e sulla base degli stati limite di esercizio (SLE), calcolando gli eventuali cedimenti ammissibili del piano fondazionale.

3.3 Regimazione delle acque superficiali e sotterranee

3.3.1 Acque superficiali

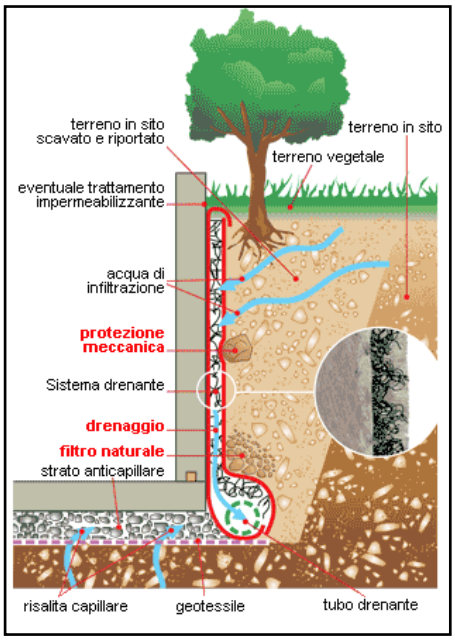
La costruzione del fabbricato comporterà, rispetto alla situazione attuale, un incremento delle superfici impermeabili: le acque meteoriche dovranno essere regimate nel rispetto degli indirizzi vincolanti di cui all'art.5 e 5bis della normativa di Piano di Bacino; in particolare le acque intercettate dalle nuove opere dovranno essere raccolte, evitando di disperderle sul terreno in modo incontrollato, e convogliate verso il torrente Neva.

3.3.2 Acque sotterranee

Per quanto riguarda lo smaltimento delle acque sotterranee si prescrive la realizzazione di un sistema di drenaggio a tergo dei muri controterra, che consenta l'allontanamento delle acque di infiltrazione sotterranee ed eviti l'insorgenza di sovrapressioni interstiziali ad incremento dello stato di sollecitazione sui muri.

A tal fine si prescrive la posa in opera di fogli di geocomposito, a doppia funzione impermeabilizzante/drenante (v. figura), con al fondo un tubo in PVC microfessurato che intercetti ed allontani i deflussi intercettati.

Si prescrive inoltre di realizzare un vespaio al di sotto del fabbricato in progetto per impedire fenomeni di risalita capillare di umidità dal suolo.



Tenuto conto delle problematiche geologico-tecniche riportate si prescrive l'assistenza geologica alla Direzione Lavori da parte di professionista abilitato.

Alassio, Febbraio 2022

geologo:

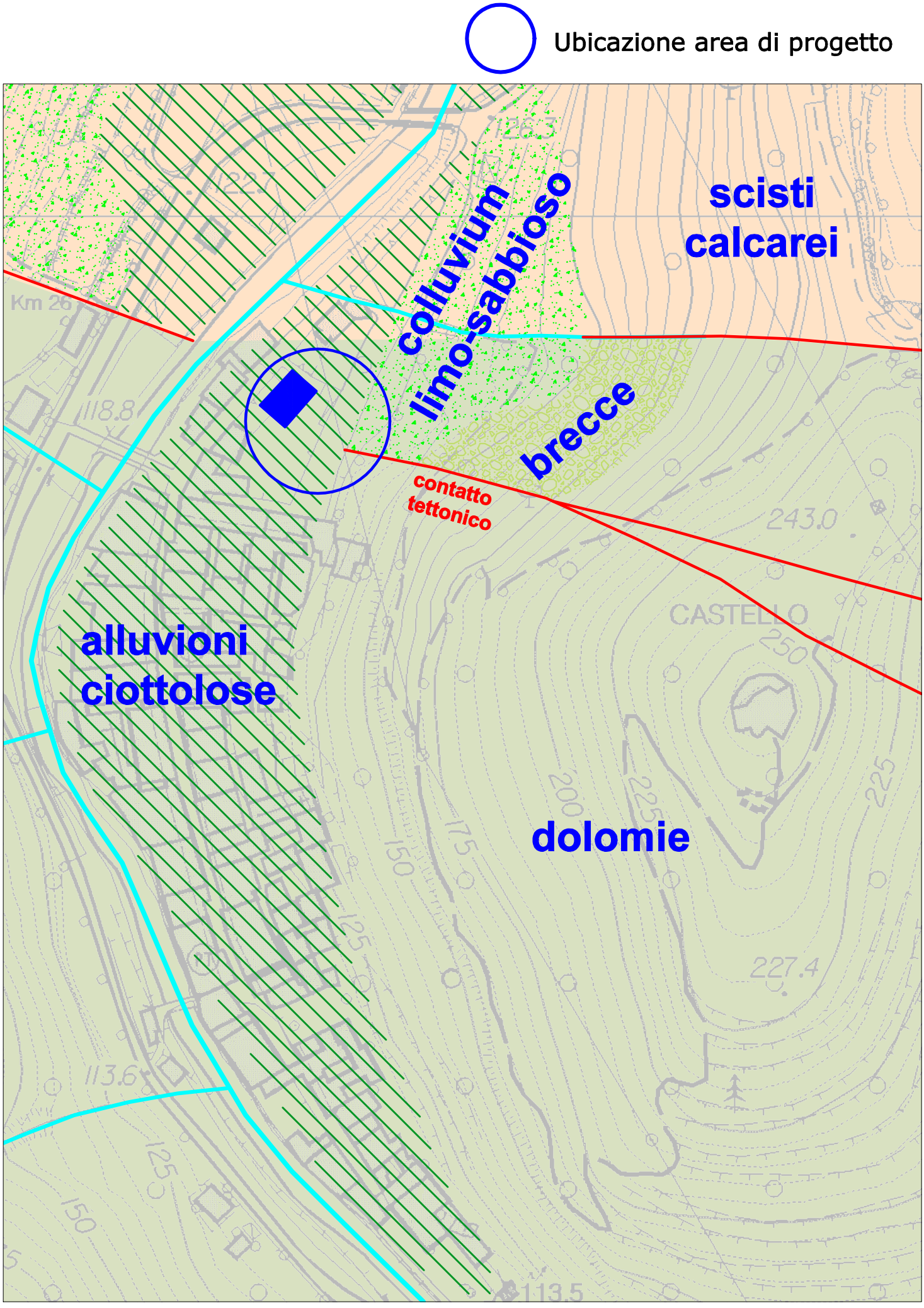
dott. Alessandro Scarpati

Ubicazione area di progetto



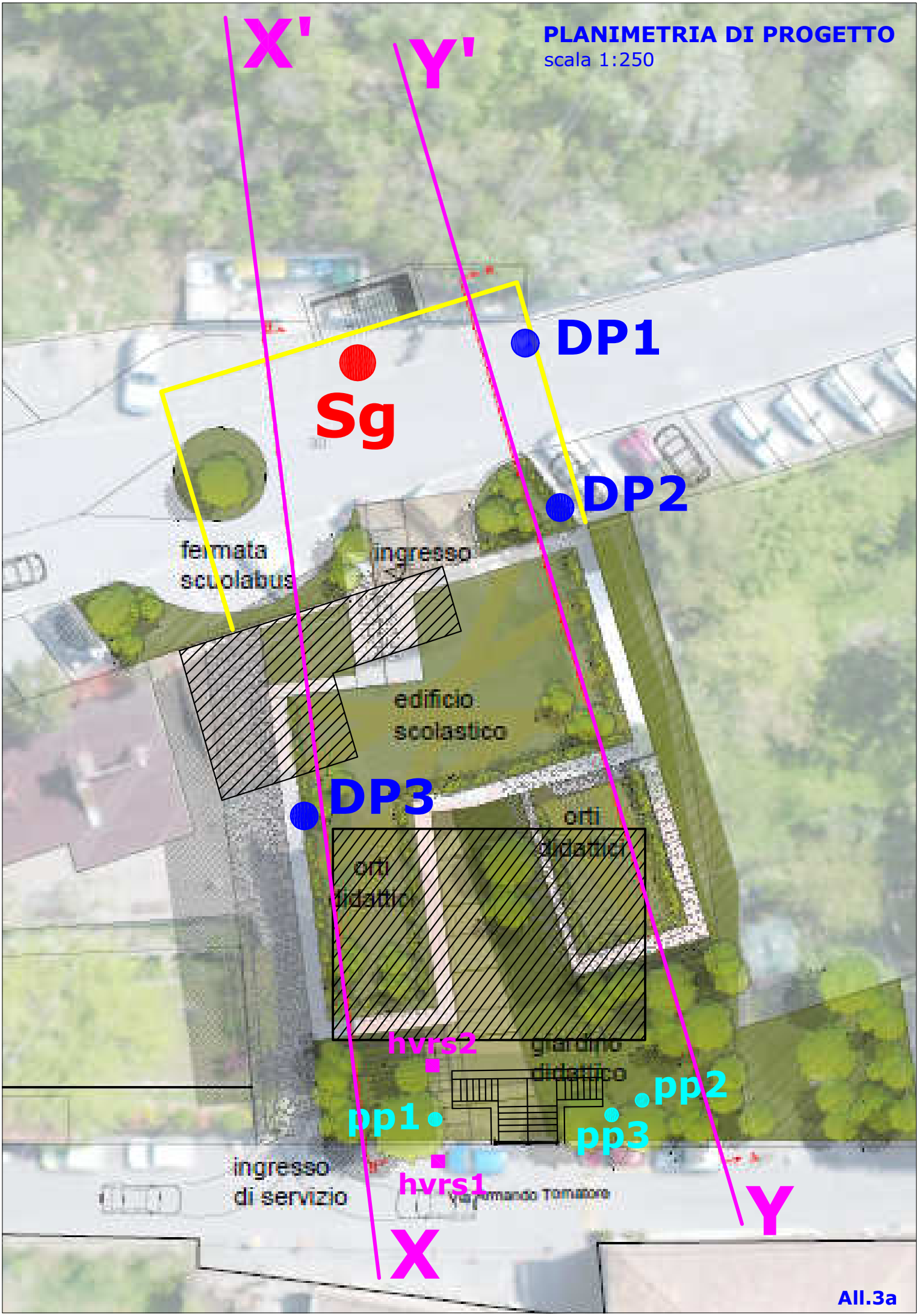
STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE
scala 1:5000

All.1



CARTA GEOLOGICA - scala 1:2000

All.2

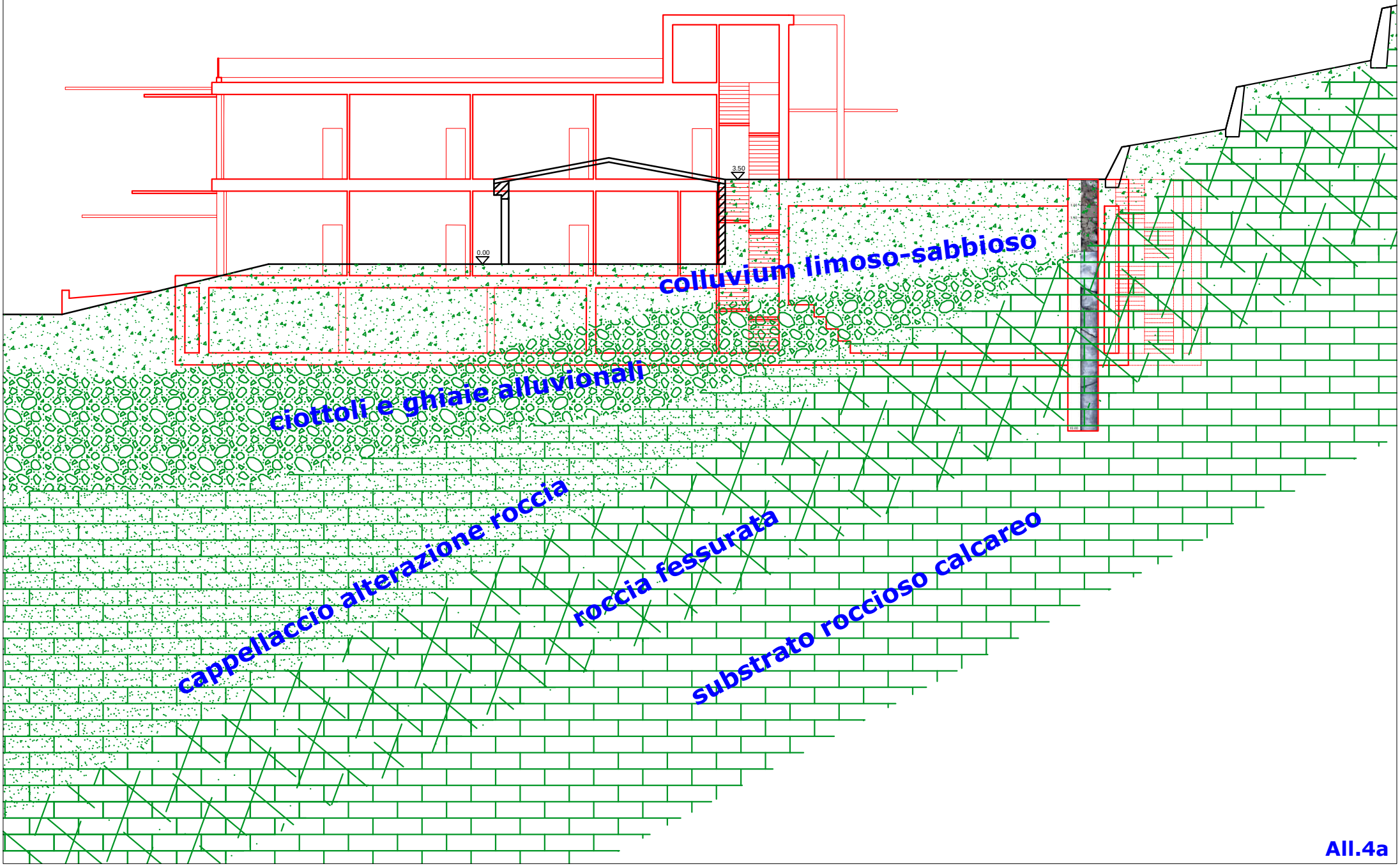

PLANIMETRIA DI PROGETTO
scala 1:250
X'
Y'
DP1
Sg
DP2
fermata scuolabus
ingresso
edificio scolastico
DP3
orti didattici
orti didattici
hvrs2
giardino didattico
pp2
pp1
pp3
ingresso di servizio
hvrs1
Via Armando Tomitore
Y
X
All.3a

LEGENDA

X'	sezioni geologiche interpretative
Sg	sondaggio geognostico a carotaggio continuo
DP1	prove penetrometriche dinamiche pesanti
pp1	prove penetrometriche dinamiche leggere
hvrs1	indagine geofisica HVRS

SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA X-X'

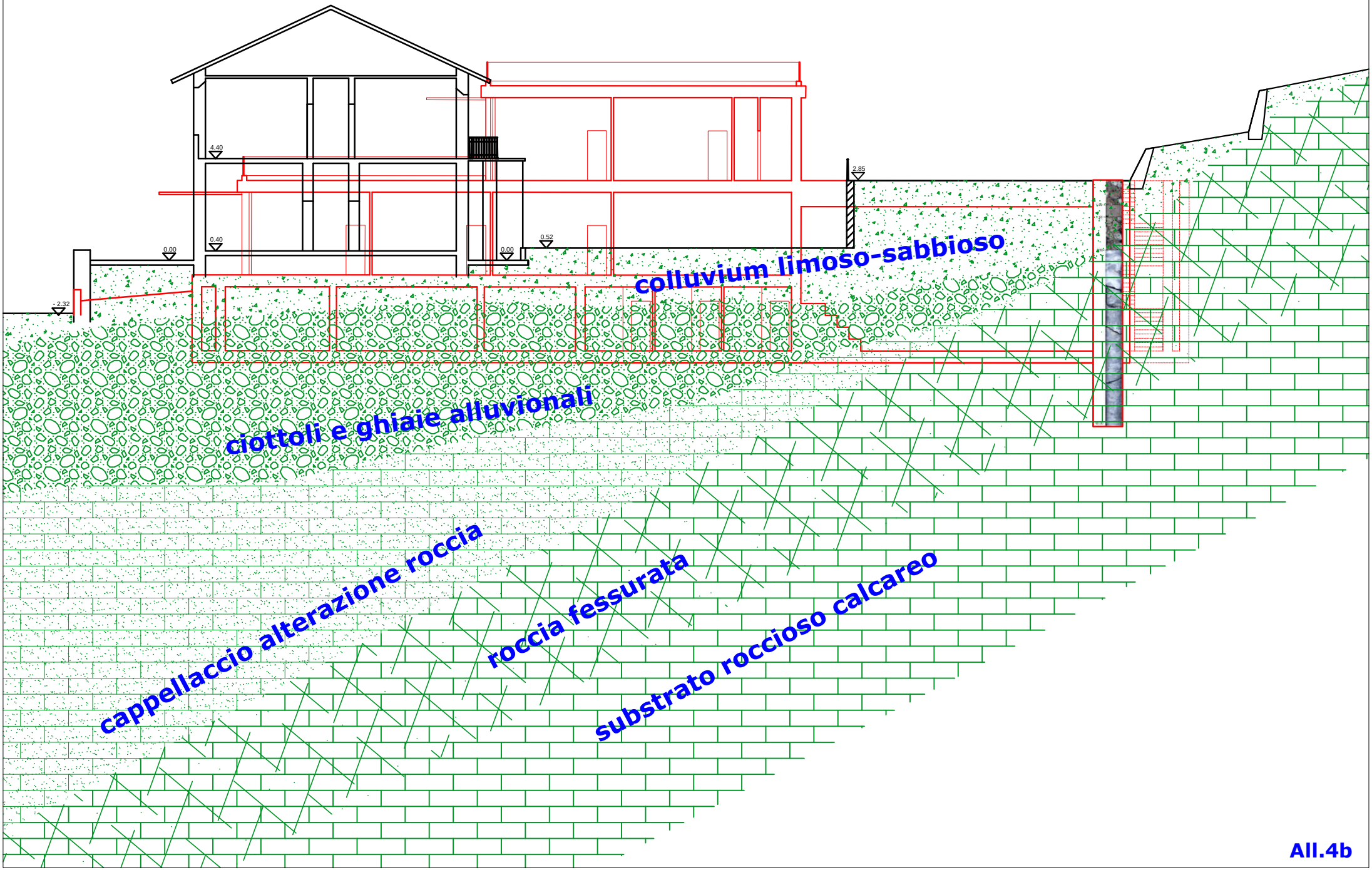
scala 1:200



All.4a

SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA Y-Y'

scala 1:200



All.4b

APPENDICE A - RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOTECNICHE

INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

A.1 - Parametri geotecnici del terreno sciolto

Committente: Comune di Zuccarello
Intervento: Riqualificazione area caserma
Litotipo: Dolomie

Il modello geologico del sottosuolo risulta schematizzato come da sezioni geologiche interpretative X-X' e Y-Y' di cui agli allegati 4a-4b.
I parametri geotecnici medi del terreno sciolto sono stati determinati utilizzando i risultati delle prove penetrometriche dinamiche pesanti e leggere (appendice A4-A5), sulla base delle correlazioni empiriche riportate nella bibliografia geotecnica.

I parametri geotecnici medi sono stati individuati principalmente sulla base di correlazioni empiriche presenti in bibliografia geotecnica:
Parametro f (angolo di attrito) *Correlazioni empiriche da misure in sito o valori di bibliografia (relazione Road Bridge Specification)*
Parametro g (peso di volume) *Correlazione empirica da misure di Cu (formula di Meyerhof $\gamma = 1.6 + 0.168 \log (Cu) + 0.373$*
Parametro E_{ed} (modulo edometrico) *Correlazioni empiriche da misure in sito confrontati con valori di bibliografia (metodi di MENZEBACH E MALCEV e di STROUD E BUTLER)*
Parametro E' (modulo di elasticità o di Young drenato) *Correlazione $E_S=Eed[(1+v)(1-2v)/(1-v)]$*
Parametro Eu (modulo di elasticità o di Young non drenato) *Correlazione $E_u=(3*E')/2*(1-v)$*
Parametro Cu (coesione non drenata) *Correlazione di Shoi-Fukui*
Parametro G (modulo di taglio) *Correlazione G=E/2*(1+v)*
Coefficiente di spinta a riposo Ko *Correlazione dall'angolo di attrito*

Determinazione dei parametri caratteristici:

- *al parametro g è stato assegnato un coefficiente di variazione ricavato dalla bibliografia (COV=5%)*
- *al parametro F è stato assegnato un coefficiente di variazione ricavato dalla bibliografia (COV=10%)*
- *al parametro c' è stato assegnato un coefficiente di variazione ricavato dalla bibliografia (COV=30%)*
- *ai moduli di deformazione sono stati assegnati coefficienti di variazione cautelativi pari al 40%.*

[1] **CORRELAZIONI EMPIRICHE PER LA STIMA DEL COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO (MODULO DI WINKLER):**

Parametro $k_{w,z}$ (modulo di Winkler verticale in condizioni statiche)
Valore di $k_{w,z}$ caratteristico direttamente derivato da Ed_k nella relazione di Bowles. B è la larghezza della fondazione (in cm) - Bowles 1991 $k_{w,z} \approx Ed/B(1-n^2)$
Parametro $k_{w,\,x-y}$ (modulo di Winkler orizzontale in condizioni statiche)
Valore approssimato con la relazione suggerita da Bowles, 1991: $k_{w,x-y} = 2\ k_{w,z}$
Parametri $k_{w,z,e}$ e $k_{w,x-y,e}$ (modulo di Winkler verticale e orizzontale in condizioni dinamiche)
Valore approssimato con la relazione suggerita da Bowles, 1991: k_w dinamico = $0.7*k_w$ statico

A.1.1 - Colluvium limoso-sabbioso in parte riportato (tabella parametri geotecnici)

	Unità	Metodo	Valore Medio	Metodo	Valore Caratteristico
Angolo di attrito (f')	**gradi**	correlazioni empiriche	**24**	statistica della varianza nota COV 10%	**22.8**
Coesione efficace (c')	**kPa**	-	non determinato	statistica della varianza nota COV 30%	
	kg/cmq		non determinato		
Coesione non drenata (Cu)	**kPa**	correlazioni empiriche	**10.0**	statistica della varianza nota COV 40%	**8.0**
	kg/cmq		**0.10**		**0.080**
Peso di volume (g)	**kN/mc**	correlazioni empiriche	**18.50**	statistica della varianza nota COV 5% (per verifiche fondazionali)	**18.04**
	t/mc		**1.85**		**1.8**
Modulo di Poisson (n)	**kg/cmq**	valori bibliografia	**0.30**	-	**0.30**
Modulo di elasticità drenato (E')	**MPa**	correlazioni empiriche	**3.7**	statistica della varianza nota COV 40%	**3.0**
	kg/cmq		**37**		**30**
Modulo di elasticità non drenato (Eu)	**MPa**	correlazioni empiriche	**4.3**	statistica della varianza nota COV 40%	**3.4**
	kg/cmq		**43**		**34**
Modulo edometrico (E_{ed})	**MPa**	correlazioni empiriche	**5.0**	statistica della varianza nota COV 40%	**4.0**
	kg/cmq		**50**		**40**
Modulo di taglio (G)	**MPa**	correlazioni empiriche	**1**	statistica della varianza nota COV 40%	**1**
	kg/cmq		**14**		**11**
Coefficiente spinta a riposo (Ko) in condizioni normalconsolidate	**-**	correlazioni empiriche	**0.54**	-	**0.54**
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,z}$) verticale (statico)	**kg/cmc**	correlazioni empiriche [1]			**47 /B**
	N/cmc				**471 /B**
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,x-y}$) orizzontale (statico)	**kg/cmc**	correlazioni empiriche [1]			**94 /B**
	N/cmc				**942 /B**
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,z,e}$) verticale (dinamico)	**kg/cmc**	correlazioni empiriche [1]			**33 /B**
	N/cmc				**330 /B**
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,x-y,e}$) orizzontale (dinamico)	**kg/cmc**	correlazioni empiriche [1]			**66 /B**
	N/cmc				**659 /B**

A.1.2 - Ciottoli e ghiaie (tabella parametri geotecnici)

	Unità	Metodo	Valore Medio	Metodo	Valore Caratteristico
Angolo di attrito (f')	**gradi**	correlazioni empiriche	**32**	statistica della varianza nota COV 10%	**30.4**
Coesione efficace (c')	**kPa**		non determinato	statistica della varianza nota COV 30%	
	kg/cmq		non determinato		
Coesione non drenata (Cu)	**kPa**	correlazioni empiriche	**0.0**	statistica della varianza nota COV 40%	**0.0**
	kg/cmq		**0.00**		**0.000**
Peso di volume (g)	**kN/mc**	correlazioni empiriche	**18.50**	statistica della varianza nota COV 5% (per verifiche fondazionali)	**18.04**
	t/mc		**1.85**		**1.8**
Modulo di Poisson (n)	**kg/cmq**	valori bibliografia	**0.30**	-	**0.30**
Modulo di elasticità drenato (E')	**MPa**	correlazioni empiriche	**14.9**	statistica della varianza nota COV 40%	**11.9**
	kg/cmq		**149**		**119**
Modulo di elasticità non drenato (Eu)	**MPa**	correlazioni empiriche	**17.1**	statistica della varianza nota COV 40%	**13.7**
	kg/cmq		**171**		**137**
Modulo edometrico (E_{ed})	**MPa**	correlazioni empiriche	**20.0**	statistica della varianza nota COV 40%	**16.0**
	kg/cmq		**200**		**160**
Modulo di taglio (G)	**MPa**	correlazioni empiriche	**6**	statistica della varianza nota COV 40%	**5**
	kg/cmq		**57**		**46**
Coefficiente spinta a riposo (Ko) in condizioni normalconsolidate	**-**	correlazioni empiriche	**0.42**	-	**0.42**
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,z}$) verticale (statico)	**kg/cmc**	correlazioni empiriche [1]			**188 /B**
	N/cmc				**1884 /B**
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,x-y}$) orizzontale (statico)	**kg/cmc**	correlazioni empiriche [1]			**377 /B**
	N/cmc				**3768 /B**
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,z,e}$) verticale (dinamico)	**kg/cmc**	correlazioni empiriche [1]			**132 /B**
	N/cmc				**1319 /B**
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,x-y,e}$) orizzontale (dinamico)	**kg/cmc**	correlazioni empiriche [1]			**264 /B**
	N/cmc				**2637 /B**

A.1.3 - Cappellaccio di alterazione (tabella parametri geotecnici)

	Unità	Metodo	Valore Medio	Metodo	Valore Caratteristico
Angolo di attrito (f')	**gradi**	correlazioni empiriche	**30**	statistica della varianza nota COV 10%	**28.5**
Coesione efficace (c')	**kPa**		non determinato	statistica della varianza nota COV 30%	
	kg/cmq		non determinato		
Coesione non drenata (Cu)	**kPa**	correlazioni empiriche	**50.0**	statistica della varianza nota COV 40%	**40.0**
	kg/cmq		**0.50**		**0.400**
Peso di volume (g)	**kN/mc**	correlazioni empiriche	**21.00**	statistica della varianza nota COV 5% (per verifiche fondazionali)	**20.48**
	t/mc		**2.10**		**2.0**
Modulo di Poisson (n)	**kg/cmq**	valori bibliografia	**0.30**	-	**0.30**
Modulo di elasticità drenato (E')	**MPa**	correlazioni empiriche	**22.3**	statistica della varianza nota COV 40%	**17.8**
	kg/cmq		**223**		**178**
Modulo di elasticità non drenato (Eu)	**MPa**	correlazioni empiriche	**25.7**	statistica della varianza nota COV 40%	**20.6**
	kg/cmq		**257**		**206**
Modulo edometrico (E_{ed})	**MPa**	correlazioni empiriche	**30.0**	statistica della varianza nota COV 40%	**24.0**
	kg/cmq		**300**		**240**
Modulo di taglio (G)	**MPa**	correlazioni empiriche	**9**	statistica della varianza nota COV 40%	**7**
	kg/cmq		**86**		**69**
Coefficiente spinta a riposo (Ko) in condizioni normalconsolidate	**-**	correlazioni empiriche	**0.45**	-	**0.45**
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,z}$) verticale (statico)	**kg/cmc**	correlazioni empiriche [1]			**283 /B**
	N/cmc				**2826 /B**
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,x-y}$) orizzontale (statico)	**kg/cmc**	correlazioni empiriche [1]			**565 /B**
	N/cmc				**5651 /B**
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,z,e}$) verticale (dinamico)	**kg/cmc**	correlazioni empiriche [1]			**198 /B**
	N/cmc				**1978 /B**
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,x-y,e}$) orizzontale (dinamico)	**kg/cmc**	correlazioni empiriche [1]			**396 /B**
	N/cmc				**3956 /B**

APPENDICE A - RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOTECNICHE
INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Committente: Comune di Zuccarello
Intervento: Riqualificazione area caserma
Litotipo: Dolomie

STAZIONE GEOMECCANICA - FOTO N.1



STAZIONE GEOMECCANICA - FOTO N.2



APPENDICE A - RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOTECNICHE
INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA
A.2 Parametri di resistenza della roccia

Committente: Comune di Zuccarello
Intervento: Riqualificazione area caserma
Litotipo: Dolomie

A.2.1 Parametrizzazione ammasso roccioso

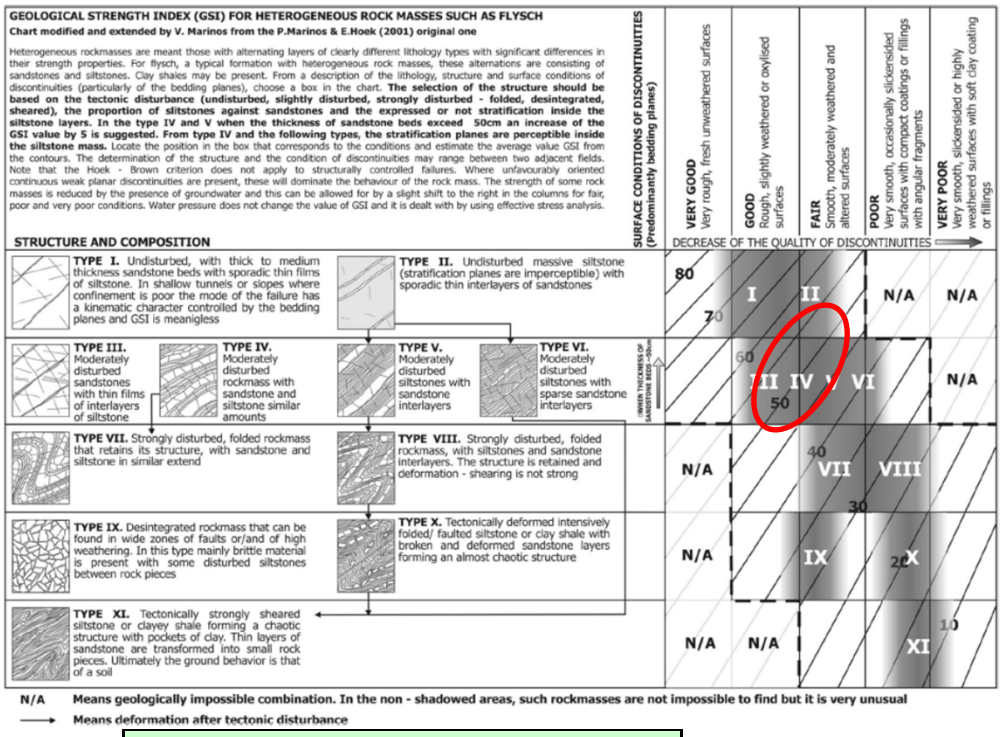
CLASSIFICAZIONE ROCK MASS RATING (BIENIAWSKI,1989) - Indice Q_{Barton} (Cameron-Clarke e Budavari,1981)

Resist. compressione monoassiale (kg/cmq) (roccia intatta)	**> 2500** *15*	**1000-2500** *12*	**500-1000** *7*	**250-500** *4*	**50-250** *2*	**10-50** *1*	**< 10** *0*
RQD (%)	**90-100** *20*	**75-90** *17*	**50-75** *13*	**25-50** *8*	**< 25** *3*		
Spaziatura discontinuità	**> 2 m.** *20*	**0.6-2 m.** *15*	**0.2-0.6 m.** *10*	**6-20 cm.** *8*	**< 6 cm.** *5*		
Condizioni discontinuità	Superfici molto scabre, non continue. Discontinuità serrate. Pareti inalterate. *25*	Superfici scabre. Apertura < 1 mm. Pareti poco alterate. *20*	Superfici scabre. Apertura < 1 mm. Pareti molto alterate. *12*	Superfici lisce o riempimento < 5 mm. o apertura 1-5 mm. Giunti continui. *6*	Riempimento tenero di spessore > 5 mm. o apertura > 5 mm. Giunti continui. *0*		
Condizioni idrauliche	Assenza di acqua *15*	Umidità *10*	Infiltrazioni *7*	Deboli venute d'acqua *4*	Problematiche idrauliche elevate *0*		

BRMR= 55 RMR Basic | **RMR = 5*lnQ + 60.8** | **Indice Q_{Barton}= 0.313**

BRMR	**0-25**	**25-50**	**50-70**	**70-90**	**90-100**
Classe	**V**	**IV**	**III**	**II**	**I**
Qualità ammasso rocc.	**molto scadente**	**scadente**	**discreta**	**buona**	**ottima**
Coesione ammasso (di picco)	**<1 kg/cmq**	**1-1.5 kg/cmq**	**1.5-2 kg/cmq**	**2-3 kg/cmq**	**>3 kg/cmq**
Phi ammasso (di picco)	**< 30°**	**30°-35°**	**35°-40°**	**40°-45°**	**> 45°**

GEOLOGICAL STRENGHT INDEX (GSI) per rocce flyschoidi (Marinos, 2017)



GSI= 50 **Indice GSI**

Modulo di deformabilità dell'ammasso roccioso:
(relazione di Mahrotra, Mitra, Agrawl, 1991)

2500 Mpa

A.2.2 Tabella parametri geotecnici della roccia

	Unità	Metodo	Valore Medio	Metodo	Valore Caratteristico
AMMASSO ROCCIOSO					
Angolo di attrito (f')	gradi	classificazione BRMR	40.0	varianza nota COV 10%	38.0
Coesione (c')	kPa	classificazione BRMR	200.00	varianza nota COV 30%	170.000
	kg/cmq		2.0		1.70
Peso di volume (g)	kN/mc	valore di archivio	25.0	varianza nota COV 5%	24.4
	t/mc		2.5		2.4
Modulo di Poisson (n)	kg/cmq	valore di letteratura	0.35	-	0.35
Modulo di deformabilità (Ed)	MPa	relazione di Mahrotra, Mitra, Agrawl, 1991	2500	varianza nota COV 40%	2000
	kg/cmq		25000		20000
Modulo di taglio (G)	MPa	correlazioni empiriche [1]	926	varianza nota COV 40%	741
	kg/cmq		9259		7407
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,z}$) verticale (statico)	kg/cmc			correlazioni empiriche [2]	2849 /B
	N/cmc				28490 /B
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,x-y}$) orizzontale (statico)	kg/cmc			correlazioni empiriche [2]	5698 /B
	N/cmc				56980 /B
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,z,e}$) verticale (dinamico)	kg/cmc			correlazioni empiriche [2]	1994 /B
	N/cmc				19943 /B
Coefficiente di sottofondo ($k_{w,x-y,e}$) orizzontale (dinamico)	kg/cmc			correlazioni empiriche [2]	3989 /B
	N/cmc				39886 /B

[1] **CORRELAZIONI EMPIRICHE PER IL CALCOLO DEL MODULO DI TAGLIO:** G=Ed/2*(1+n)

[2] **CORRELAZIONI EMPIRICHE PER IL CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO (MODULO DI WINKLER):**

Parametro $k_{w,z}$ (modulo di Winkler verticale in condizioni statiche) -
Valore di $k_{w,z}$ caratteristico direttamente derivato da Ed_k nella relazione di Bowles. B è la larghezza della fondazione (in cm) - Bowles 1991 $k_{w,z} \approx Ed/B(1-n^2)$

Parametro $k_{w,x-y}$ (modulo di Winkler orizzontale in condizioni statiche) - Valore approssimato con la relazione suggerita da Bowles, 1991: $k_{w,x-y} = 2\ k_{w,z}$

Parametri $k_{w,z,e}$ e $k_{w,x-y,e}$ (modulo di Winkler verticale e orizzontale in condizioni dinamiche) - Valore approssimato con la relazione suggerita da Bowles, 1991: k_w dinamico = 0.7*k_w statico