

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J41C09000000005

U.O. GEOLOGIA TECNICA, DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO

GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

Relazione sulle stazioni geomeccaniche

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I B 0 Q 3 A R 6 9 R H G E 0 0 0 5 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	G. Benedetti		S. Rodani		C. Mazzocchi		M. Comedini
								 M. Comedini

File:

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	2
2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	2
2.1	NORMATIVA	2
2.2	BIBLIOGRAFIA	2
3	CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI	3
3.1	ROCK MASS RATING (RMR)	3
3.2	Q-SYSTEM	8
3.3	CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI	15
4	APPENDICE 1: SCHEDE DI CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA	18

FIGURE

FIGURA 1. CLASSIFICAZIONE RMR, PUNTEGGI RELATIVI ALLA RESISTENZA DELLA ROCCIA INTATTA (DA BIENIAWSKI, 1989).	4
FIGURA 2. CLASSIFICAZIONE RMR, PUNTEGGI RELATIVI AD RQD (DA BIENIAWSKI, 1989).	5
FIGURA 3. CLASSIFICAZIONE RMR, PUNTEGGI RELATIVI ALLA SPAZIATURA DELLE DISCONTINUITÀ (DA BIENIAWSKI, 1989).	5
FIGURA 4. CLASSIFICAZIONE RMR, PUNTEGGI RELATIVI ALLA RELAZIONE TRA RQD E LA SPAZIATURA DELLE DISCONTINUITÀ (DA BIENIAWSKI, 1989).	6
FIGURA 5. CLASSIFICAZIONE RMR, PUNTEGGI RELATIVI ALLE CONDIZIONI DEI GIUNTI (DA BIENIAWSKI, 1989).	7
FIGURA 6: VALORI DI RQD E RISPETTIVO NUMERO DI GIUNTI PER METRO CUBO.	9
FIGURA 7: NUMERO DI FAMIGLIE DI GIUNTI E RISPETTIVE CLASSI	9
FIGURA 8: GIUNTI CON E SENZA CONTATTO TRA LE PARETI	10
FIGURA 9: ESEMPI DI SUPERFICI DI GIUNTO CON DIVERSI VALORI DI JR.	11
FIGURA 10. CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR	17
FIGURA 11. CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q.	17

1 PREMESSA

Il presente documento sintetizza i risultati delle attività di terreno finalizzate alla caratterizzazione geomeccanica degli ammassi rocciosi coinvolti nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica relativo al Lotto 3A della Linea Fortezza – Verona, Circonvallazione di Trento.

Le attività sono state svolte con la finalità di acquisire per quanto possibile dati relativi alle litologie interessate dal tracciato; la scelta delle stazioni di misura è stata infatti a luoghi condizionata dalla presenza delle coperture quaternarie, in alcuni settori diffusamente estese.

2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVA

D.M. 17/01/2018, aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”.

Circolare Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21/01/2019, n.7 recante “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al D.M. 17/01/2018”

O.P.C.M. n.3274 del 20/03/2003 e s.m.i., “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e successive modifiche ed integrazioni.

O.P.C.M. n.3519 del 28/04/2006, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

EUROCODICI: EN 1997, Eurocode 7: Geotechnical design;

EUROCODICI: EN 1998, Eurocode 8 : Design of structures for earthquake resistance;

2.2 BIBLIOGRAFIA

AFTES (2003) Guidelines for characterisation of rock masses useful for the design and the construction of underground structures.

Barton N. (2011) “Near-surface rock engineering and fractured reservoirs rock mechanics, each linked by geophysics” – Short Course – Centro di GeoTecnologie Università degli Studi di Siena.

Barton N., Bieniawski, Z.T. (2008) – RMR and Q – Setting records. Tunnels & Tunnelling International, February.

Barton N., Lien R. & Lunde J. (1974) “Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. Rock Mechanics”, 6 (4).

Bieniawski, Z.T. (1989) – Engineering Rock Mass Classifications. – John Wiley & Sons.

Hoek & Marinos (2000). – GSI, a geologically friendly tool for rock mass strength estimation. Proc. GeoEng2000 Conference, Melbourne. 1422-1442.

Hoek. E., Carranza-Torres C., Corkum B., Hoek-Brown Failure Criterion – 2002 Edition.

Hoek. E., Diederichs M.S. (2005) Empirical estimation of rock mass modulus, Int. J. Of Rock Mechanics and Mining Sciences, Elsevier.

ISRM (1978) Suggested methods for the description of discontinuities in rock masses.

	ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO					
	Relazione sulle stazioni geomeccaniche	COMMESSA IB02	LOTTO 3A	CODIFICA R69RH	DOCUMENTO GE 00 05 001	REV. A

NGI (2013) Using the Q-system. Rock mass classification and support design. Handbook.

AGI (1977) Raccomandazioni “Programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”.

AGI (1994) “Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio”.

3 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI

Un ammasso roccioso è costituito da blocchi di materiale roccioso integro separati da giunti o da discontinuità. Il suo comportamento meccanico dipende quindi, sia dalle proprietà meccaniche del materiale roccioso intatto sia dalle caratteristiche delle discontinuità.

L'importanza relativa di questi due fattori è legata al rapporto tra la spaziatura delle discontinuità e la scala del problema in esame. Esistono, in linea generale, due approcci al problema: l'ammasso può essere considerato come un mezzo discontinuo nel quale i movimenti possono avvenire esclusivamente lungo le discontinuità, oppure può essere approssimato ad un mezzo continuo (sebbene fisicamente non lo sia) ai fini del problema in esame ed il suo comportamento descritto tramite parametri complessivi.

Seguendo il primo approccio è necessario, oltre che conoscere l'orientazione delle discontinuità, effettuare una stima della resistenza al taglio disponibile lungo i piani di discontinuità basata sulle caratteristiche misurate. Nel secondo caso si ricorre generalmente a schemi classificativi di tipo empirico (RMR – Bieniawski, 1973, 1989; GSI – Hoek & Marinos, 2000), che sono in grado di fornire i parametri progettuali di uso comune e che hanno dimostrato nel corso degli anni la loro validità ed applicabilità a casi reali.

L'osservazione degli affioramenti disponibili ha fornito indicazioni circa le caratteristiche delle discontinuità e delle proprietà macroscopiche dell'ammasso (si veda il rapporto sulle attività di campagna). Al fine della determinazione delle caratteristiche fisico – meccaniche del materiale intatto alla scala del campione si è fatto riferimento, ove possibile, ai dati acquisiti durante le fasi rilevamento (martello di Schmidt, prove di indice manuale, ecc.), alle prove di laboratorio disponibili, ed ai dati bibliografici.

3.1 Rock Mass Rating (RMR)

Il sistema RMR (Rock Mass Rating), venne sviluppato da Bieniawski nel 1973 per gallerie in rocce competenti fratturate. Nella sua ultima versione (1989) la classificazione dell'ammasso roccioso secondo il sistema RMR si basa sui seguenti sei parametri:

- Resistenza a compressione monoassiale del materiale intatto;
- Rock Quality Designation (RQD);
- Spaziatura delle discontinuità;
- Condizioni delle discontinuità;
- Condizioni dell'acqua nel sottosuolo;
- Orientazione delle discontinuità.

Bieniawski propone che ciascun parametro non debba necessariamente dare un ugual contributo al comportamento dell'ammasso roccioso; applica pertanto a tali parametri una serie di intervalli di importanza: al punteggio più alto corrispondono condizioni dell'ammasso migliori. Per ogni famiglia delle discontinuità vengono valutate condizioni medie e i punteggi vengono interpolati utilizzando 5 tabelle di riferimento (charts A – E) (Figura 1, Figura 2, Figura 3, Figura 4, Figura 5).

La chart D (Figura 6) viene utilizzata se il parametro RQD o il parametro che individua la spaziatura delle discontinuità è mancante; l'interpolazione è basata sui dati di correlazione elaborati da Priest e Hudson (1976).

È assegnato ad ogni parametro un punteggio (rating) all'interno dell'intervallo di importanza che lo caratterizza ed infine si perviene ad un valore globale per l'ammasso sommando i punteggi relativi a ciascun parametro. Tale valore globale, ottenuto utilizzando i primi cinque parametri (RMRbase), viene ulteriormente affinato tenendo conto di un sesto parametro che considera la compensazione dei coefficienti numerici in base all'orientamento dei giunti (RMRcorretto).

Il coefficiente RMR varia tra 0 e 100 e può essere suddiviso in 5 intervalli (0 ÷ 20, 21 ÷ 40, 41 ÷ 60, 61 ÷ 80, 81 ÷ 100) all'interno dei quali l'ammasso roccioso presenta diversi valori delle caratteristiche di resistenza, tempo medio di autoportanza e lunghezza massima di scavo stabile.

Nelle Tabella 3, Tabella 4, Tabella 5, Tabella 6 sono riportati i parametri su cui si basa la Classificazione Geomeccanica RMR di Bieniawski.

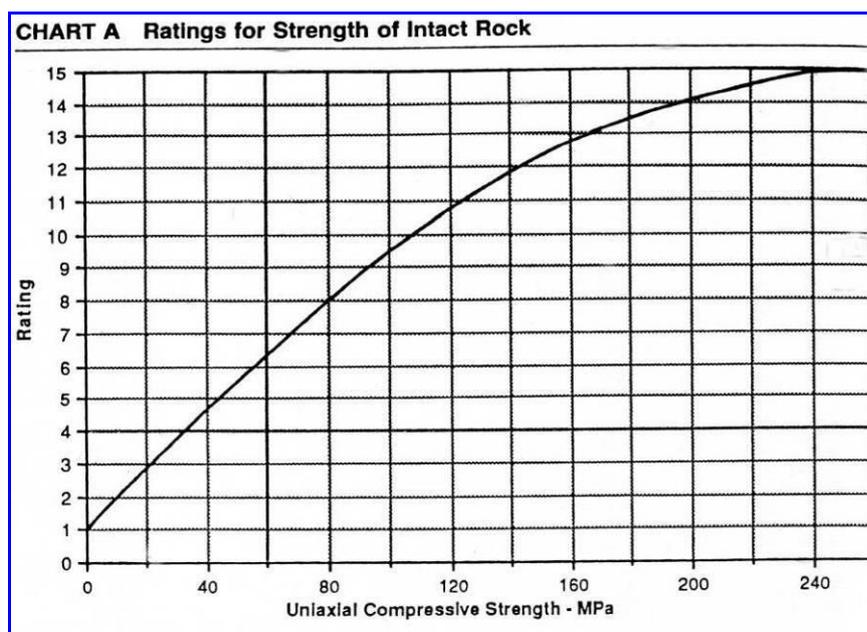


Figura 1. Classificazione RMR, punteggi relativi alla resistenza della roccia intatta (da BIENIAWSKI, 1989).

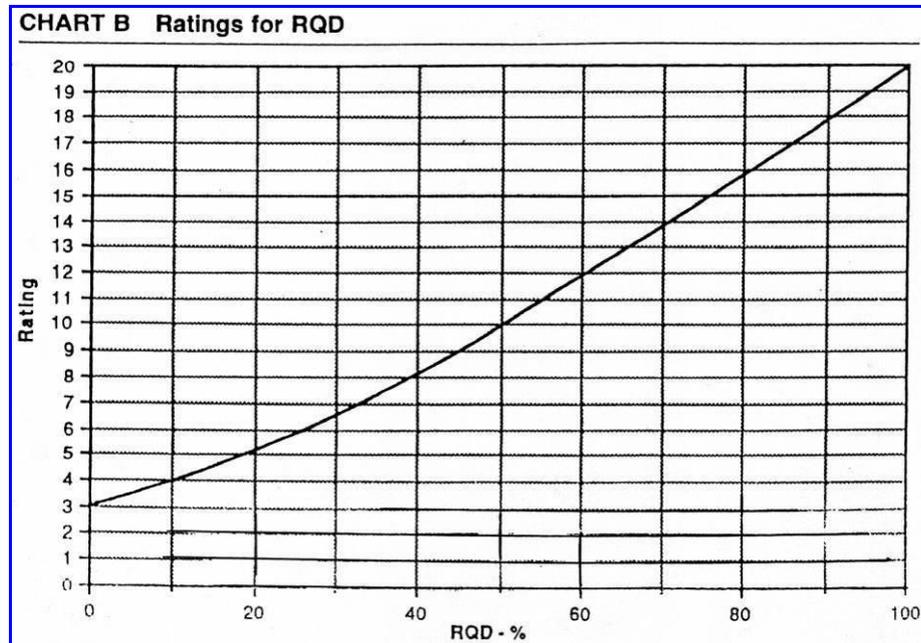


Figura 2. Classificazione RMR, punteggi relativi ad RQD (da BIENIAWSKI, 1989).

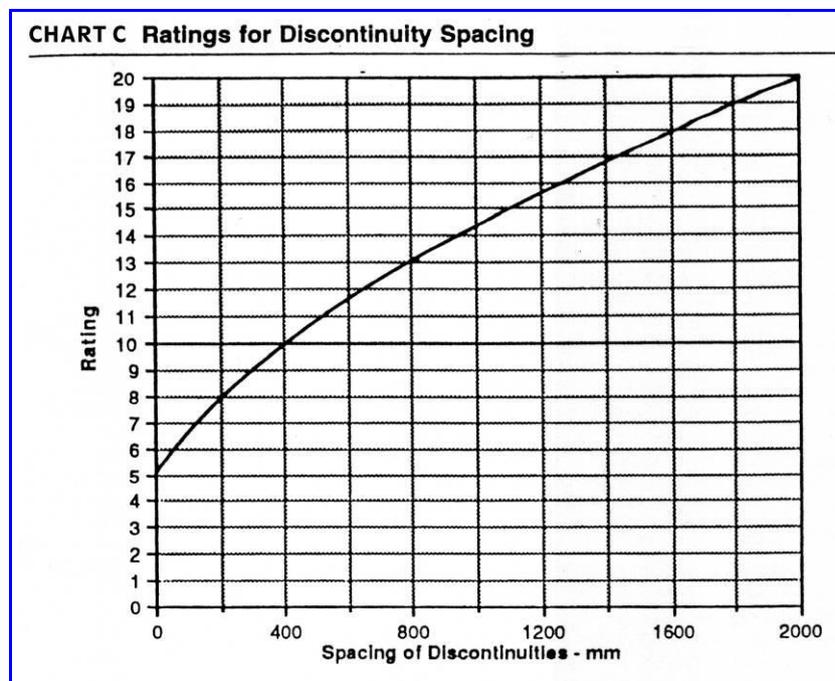


Figura 3. Classificazione RMR, punteggi relativi alla spaziatura delle discontinuità (da BIENIAWSKI, 1989).

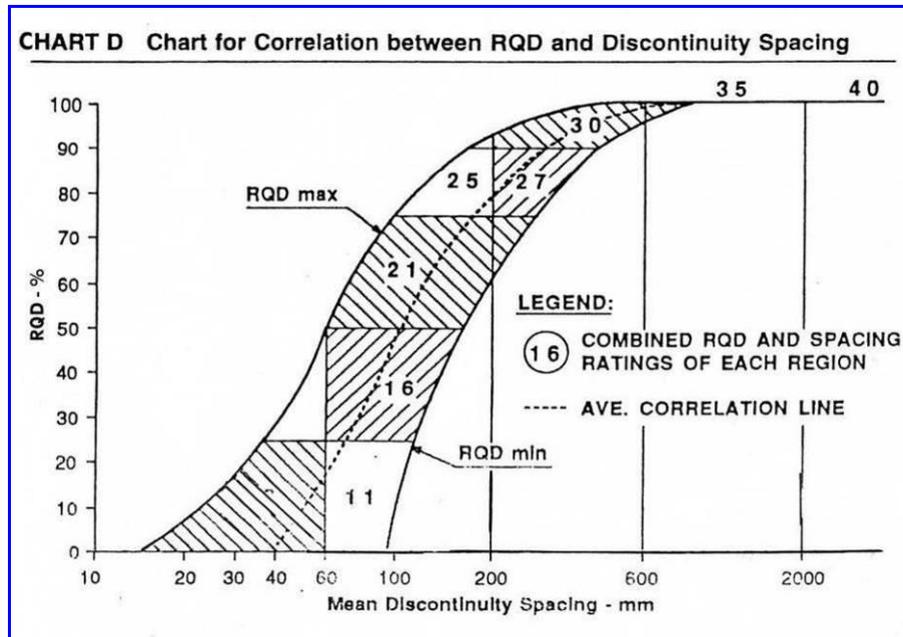


Figura 4. Classificazione RMR, punteggi relativi alla relazione tra RQD e la spaziatura delle discontinuità (da BIENIAWSKI, 1989).

CHART E Guidelines for classification of Discontinuity Conditions

Parameter	Ratings				
Disc. Length	< 1m	1 ÷ 3 m	3 ÷ 10 m	10 ÷ 20 m	> 20 m
	6	4	2	1	0
Separation	None	< 0.1 mm	0.1 ÷ 1 mm	1 ÷ 5 mm	> 5 mm
	6	5	4	1	0
Roughness	Very rough	Rough	Slightly rough	Smooth	Slikensided
	6	5	3	1	0
	Hard filling			Soft filling	
Infilling	None	< 5 mm	> 5 mm	< 5 mm	> 5 mm
	6	4	2	2	0
Weathering	Unweathered	Slightly weathered	Mod. weathered	Highly weathered	Decomposed
	6	5	3	1	0

Figura 5. Classificazione RMR, punteggi relativi alle condizioni dei giunti (da BIENIAWSKI, 1989).

Parametri			Intervalli di valori						
1	resistenza della roccia intatta	Point load test	> 10	4 ÷ 10	2 ÷ 4	1 ÷ 2	preferibile la compressione		
		Resist. a compress. uniass.	> 250	100 ÷ 250	50 ÷ 100	25 ÷ 50	5 ÷ 25	1 ÷ 5	< 1
	punteggio	15	12	7	4	2	1	0	
2	RQD (%)	90 ÷ 100	75 ÷ 90	50 ÷ 75	25 ÷ 50	< 25			
	punteggio	20	17	13	8	3			
3	spaziatura delle discontinuità (cm)	> 200	60 ÷ 200	20 ÷ 60	6 ÷ 20	< 6			
	punteggio	20	15	10	8	5			
4	condizioni delle discontinuità	sup. molto scabrose	sup. scabrose	sup. poco scabrose	sup. lisce	riemp. di argilla molle di spess. > 5 mm			
		disc. chiuse e non continue	apertura delle discontinuità < 1mm	apertura delle discontinuità < 1mm	riemp. argilloso di spess. > 5 mm				
		pareti asciutte	pareti umide	pareti bagnate	disc. persistenti apert. 1 ÷ 5 mm	disc. persistenti apert. > 5 mm			
	punteggio	30	25	20	10	0			
5	acqua nel sottosuolo (L/min)	venute d'acqua in 10 m di galleria	nessuna	< 10	10 ÷ 25	25 ÷ 125	> 125		
		rapp. (press. nei giunti/tens. princ. max)	0	< 0.1	0.1 ÷ 0.2	0.2 ÷ 0.5			
		cond. generali della roccia	compl. asciutta	umida	bagnata	stillicidi	venute d'acqua		
	punteggio	15	10	7	4	0			

Tabella 1. Parametri della classificazione RMR e loro coefficienti numerici

direzione ed immersione delle discontinuità		molto favorevole	favorevole	indifferente	sfavorevole	molto sfavorevole
punteggio	gallerie	0	- 2	- 5	- 10	- 12
	fondazioni	0	- 2	- 7	- 15	- 25
	frane	0	- 5	- 25	- 50	- 60

Tabella 2. Compensazione dei coefficienti numerici in base all'orientamento dei giunti

somma dei punteggi (RMR)	100 ÷ 81	80 ÷ 61	60 ÷ 41	40 ÷ 21	20 ÷ 0
classe	I	II	III	IV	V
descrizione della roccia	molto buona	buona	discreta	scadente	molto scadente

Tabella 3. Classi di roccia determinate in base alla somma dei coefficienti numerici

classe	I	II	III	IV	V
tempo medio di auto portanza	20 anni	1 anno	1 settimana	10 ore	30 minuti
lunghezza max di scavo stabile	15 m	10 m	5 m	2.5 m	1 m
coesione dell'ammasso (kPa)	> 400	300 ÷ 400	200 ÷ 300	100 ÷ 200	< 100
angolo d'attrito interno (°)	> 45	35 ÷ 45	25 ÷ 35	15 ÷ 35	< 15

Tabella 4. Caratteristiche geomeccaniche delle cinque classi di ammasso

3.2 Q-System

La classificazione di Barton è stata sviluppata al Norwegian Geotechnical Institute nel 1974. Un consistente aggiornamento è stato eseguito prima nel 1993, poi nel 2002, introducendo in totale nel database quasi 2000 nuovi casi di studio. Il più recente aggiornamento, NGI 2013, riguarda invece solamente la parte relativa ai rinforzi nelle opere in sotterraneo.

La classificazione di Barton individua, tra gli altri, tre parametri fondamentali che influenzano la stabilità di un ammasso roccioso:

- Grado di fratturazione (Dimensione dei blocchi);
- Attrito lungo i giunti;
- Stress.

Il valore di Q viene calcolato dalla:

$$Q = \frac{RQD}{J_n} * \frac{J_r}{J_a} * \frac{J_w}{SRF}$$

I valori indici sono:

1. RQD: rappresenta la sommatoria dei tratti con lunghezza superiore a 10cm rispetto alla lunghezza totale della carota o della scanline, è espresso come percentuale rispetto alla lunghezza totale;

1 RQD (Rock Quality Designation)			RQD
A	Very poor	(> 27 joints per m ³)	0-25
B	Poor	(20-27 joints per m ³)	25-50
C	Fair	(13-19 joints per m ³)	50-75
D	Good	(8-12 joints per m ³)	75-90
E	Excellent	(0-7 joints per m ³)	90-100

Note: i) Where RQD is reported or measured as ≤ 10 (including 0) the value 10 is used to evaluate the Q-value
 ii) RQD-intervals of 5, i.e. 100, 95, 90, etc., are sufficiently accurate

Figura 6: Valori di RQD e rispettivo numero di giunti per metro cubo.

2. J_n (Joint Set Number): indica il numero di famiglie di giunti presenti nell'ammasso roccioso. All'interno del conteggio devono essere considerati anche i giunti non appartenenti ad alcuna famiglia e considerati perciò *random*. Per capire meglio quali siano le principali famiglie di giunti, in funzione della loro orientazione è consigliabile plottare le giaciture dei giunti all'interno di *stereo net*, cosicché le differenti direzioni appariranno come aree a maggior concentrazione di punti nello stereogramma;

2 Joint set number		J_n
A	Massive, no or few joints	0.5-1.0
B	One joint set	2
C	One joint set plus random joints	3
D	Two joint sets	4
E	Two joint sets plus random joints	6
F	Three joint sets	9
G	Three joint sets plus random joints	12
H	Four or more joint sets, random heavily jointed "sugar cube", etc	15
J	Crushed rock, earth like	20

Note: i) For tunnel intersections, use $3 \times J_n$
 ii) For portals, use $2 \times J_n$

Figura 7: Numero di famiglie di giunti e rispettive classi

3. J_r (Join Roughness Number): indica il grado di rugosità della famiglia più sfavorevole dal punto di vista della stabilità dell'ammasso. La rugosità deve essere stimata anche in base alla presenza e all'eventuale tipo di materiale di riempimento dei giunti, poiché, qualora le pareti del giunto non entrino in contatto tra

loro durante lo scivolamento, la stima di tale parametro perde di significato (Figura 8). Per classificare i valori di rugosità (Tabella 5) di un giunto i profili ottenuti mediante il pettine di Barton devono essere confrontati con profili standard come quelli di Figura 9;

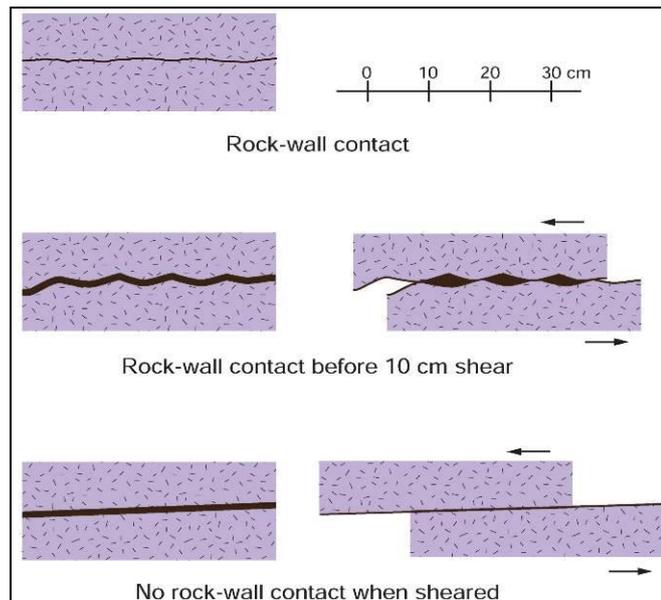


Figura 8: Giunti con e senza contatto tra le pareti

3 Joint Roughness Number		J_r
<i>a) Rock-wall contact, and b) Rock-wall contact before 10 cm of shear movement</i>		
A	Discontinuous joints	4
B	Rough or irregular, undulating	3
C	Smooth, undulating	2
D	Slickensided, undulating	1.5
E	Rough, irregular, planar	1.5
F	Smooth, planar	1
G	Slickensided, planar	0.5

Tabella 5: Valori di J_r .

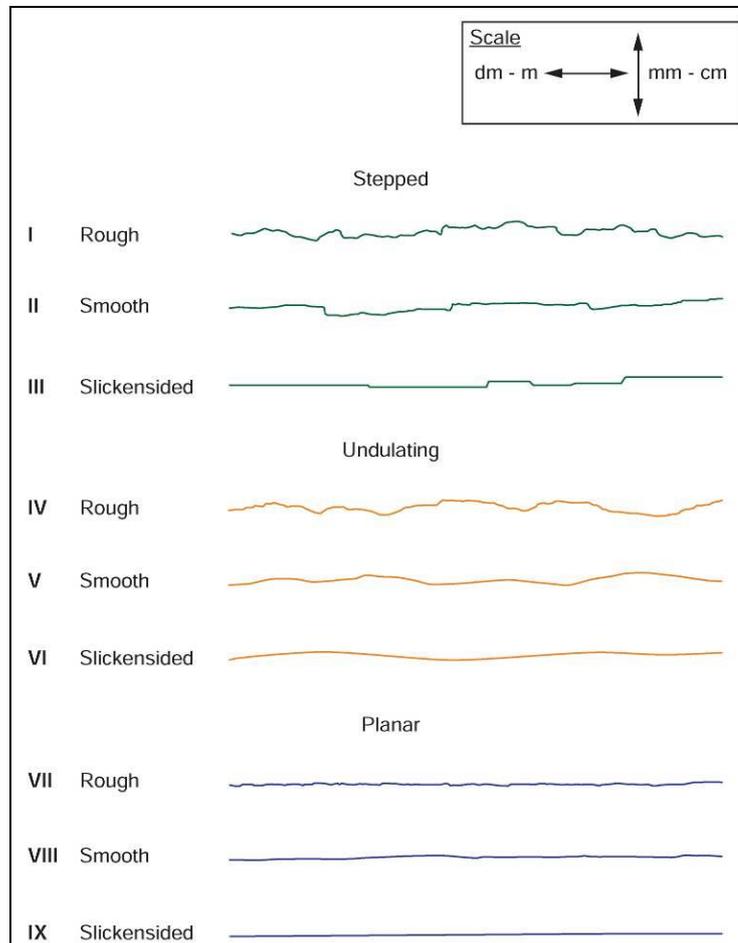


Figura 9: Esempi di superfici di giunto con diversi valori di Jr.

Ja (Join Alteration Number): indica il grado di alterazione delle fratture, determinato sulla famiglia di giunti più sfavorevole, e dipende dallo spessore e dalla natura del riempimento. I tre gruppi (Tabella 6) in cui si classifica il riempimento dei giunti si basano sullo spessore e sul grado di contatto tra le pareti durante lo scorrimento lungo i piani di scivolamento. In Tabella 6 è indicato anche un valore approssimato dell'angolo di attrito Φ in funzione del grado di alterazione del giunto;

4 Joint Alteration Number		Φ_r approx.	J_a
a) Rock-wall contact (no mineral fillings, only coatings)			
A	Tightly healed, hard, non-softening, impermeable filling, i.e., quartz or epidote.		0.75
B	Unaltered joint walls, surface staining only.	25-35°	1
C	Slightly altered joint walls. Non-softening mineral coatings; sandy particles, clay-free disintegrated rock, etc.	25-30°	2
D	Silty or sandy clay coatings, small clay fraction (non-softening).	20-25°	3
E	Softening or low friction clay mineral coatings, i.e., kaolinite or mica. Also chlorite, talc gypsum, graphite, etc., and small quantities of swelling clays.	8-16°	4
b) Rock-wall contact before 10 cm shear (thin mineral fillings)			
F	Sandy particles, clay-free disintegrated rock, etc.	25-30°	4
G	Strongly over-consolidated, non-softening, clay mineral fillings (continuous, but <5mm thickness).	16-24°	6
H	Medium or low over-consolidation, softening, clay mineral fillings (continuous, but <5mm thickness).	12-16°	8
J	Swelling-clay fillings, i.e., montmorillonite (continuous, but <5mm thickness). Value of J_a depends on percent of swelling clay-size particles.	6-12°	8-12
c) No rock-wall contact when sheared (thick mineral fillings)			
K	Zones or bands of disintegrated or crushed rock. Strongly over-consolidated.	16-24°	6
L	Zones or bands of clay, disintegrated or crushed rock. Medium or low over-consolidation or softening fillings.	12-16°	8
M	Zones or bands of clay, disintegrated or crushed rock. Swelling clay. J_a depends on percent of swelling clay-size particles.	6-12°	8-12
N	Thick continuous zones or bands of clay. Strongly over-consolidated.	12-16°	10
O	Thick, continuous zones or bands of clay. Medium to low over-consolidation.	12-16°	13
P	Thick, continuous zones or bands with clay. Swelling clay. J_a depends on percent of swelling clay-size particles.	6-12°	13-20

Tabella 6: Valori di J_a

J_w (Join Water Number): indica le condizioni idrogeologiche dell'ammasso. Questo parametro risulta molto importante poiché l'acqua che circola nei giunti può ammorbidire o dilavare il riempimento minerale e ridurre, di conseguenza, l'attrito lungo le pareti del giunto. Inoltre l'acqua può ridurre lo stress normale alle pareti del giunto favorendo lo scorrimento relativo tra due blocchi. In Tabella 7 sono riportati i coefficienti di J_w relativi alle diverse condizioni idrogeologiche identificate nell'ammasso roccioso;

5 Joint Water Reduction Factor		J_w
A	Dry excavations or minor inflow (humid or a few drips)	1.0
B	Medium inflow, occasional outwash of joint fillings (many drips/"rain")	0.66
C	Jet inflow or high pressure in competent rock with unfilled joints	0.5
D	Large inflow or high pressure, considerable outwash of joint fillings	0.33
E	Exceptionally high inflow or water pressure decaying with time. Causes outwash of material and perhaps cave in	0.2-0.1
F	Exceptionally high inflow or water pressure continuing without noticeable decay. Causes outwash of material and perhaps cave in	0.1-0.05
Note: i) Factors C to F are crude estimates. Increase J_w if the rock is drained or grouting is carried out ii) Special problems caused by ice formation are not considered		

Tabella 7: Valori di J_w

SRF (Stress Reduction Factor): è funzione dello stato tensionale in rocce massive o del disturbo tettonico. SRF descrive la relazione che intercorre tra stress e resistenza in un ammasso roccioso. Può essere valutato, in special modo, con riferimento alle opere in sotterraneo, come rapporto tra la resistenza a compressione uniassiale e lo stress principale maggiore. Si possono distinguere 4 situazioni di stress principale (a, b, c, e d) così come indicato in Tabella 8.

6 Stress Reduction Factor				SRF
<i>a) Weak zones intersecting the underground opening, which may cause loosening of rock mass</i>				
A	Multiple occurrences of weak zones within a short section containing clay or chemically disintegrated, very loose surrounding rock (any depth), or long sections with incompetent (weak) rock (any depth). For squeezing, see 6L and 6M			10
B	Multiple shear zones within a short section in competent clay-free rock with loose surrounding rock (any depth)			7.5
C	Single weak zones with or without clay or chemical disintegrated rock (depth $\leq 50\text{m}$)			5
D	Loose, open joints, heavily jointed or "sugar cube", etc. (any depth)			5
E	Single weak zones with or without clay or chemical disintegrated rock (depth $> 50\text{m}$)			2.5
Note: i) Reduce these values of SRF by 25-50% if the weak zones only influence but do not intersect the underground opening				
<i>b) Competent, mainly massive rock, stress problems</i>				
		σ_c / σ_1	σ_0 / σ_c	SRF
F	Low stress, near surface, open joints	>200	<0.01	2.5
G	Medium stress, favourable stress condition	200-10	0.01-0.3	1
H	High stress, very tight structure. Usually favourable to stability. May also be unfavourable to stability dependent on the orientation of stresses compared to jointing/weakness planes*	10-5	0.3-0.4	0.5-2 2-5*
J	Moderate spalling and/or slabbing after > 1 hour in massive rock	5-3	0.5-0.65	5-50
K	Spalling or rock burst after a few minutes in massive rock	3-2	0.65-1	50-200
L	Heavy rock burst and immediate dynamic deformation in massive rock	<2	>1	200-400
Note: ii) For strongly anisotropic virgin stress field (if measured): when $5 \leq \sigma_1 / \sigma_3 \leq 10$, reduce σ_c to $0.75 \sigma_c$. When $\sigma_1 / \sigma_3 > 10$, reduce σ_c to $0.5 \sigma_c$, where σ_c = unconfined compression strength, σ_1 and σ_3 are the major and minor principal stresses, and σ_θ = maximum tangential stress (estimated from elastic theory) iii) When the depth of the crown below the surface is less than the span: suggest SRF increase from 2.5 to 5 for such cases (see F)				
<i>c) Squeezing rock: plastic deformation in incompetent rock under the influence of high pressure</i>				
		σ_0 / σ_c		SRF
M	Mild squeezing rock pressure	1-5		5-10
N	Heavy squeezing rock pressure	>5		10-20
Note: iv) Determination of squeezing rock conditions must be made according to relevant literature (i.e. Singh et al., 1992 and Bhasin and Grimstad, 1996)				
<i>d) Swelling rock: chemical swelling activity depending on the presence of water</i>				SRF
O	Mild swelling rock pressure			5-10
P	Heavy swelling rock pressure			10-15

Tabella 8: Valori di SRF

	ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO					
	Relazione sulle stazioni geomeccaniche	COMMESSA IB02	LOTTO 3A	CODIFICA R69RH	DOCUMENTO GE 00 05 001	REV. A

Nell'equazione del Q il primo quoziente (RQD/J_n) è rappresentativo della dimensione dei blocchi isolati dai sistemi fratturativi, il secondo (J_r/J_a) è rappresentativo delle resistenza d'attrito disponibile al contatto tra i blocchi e il terzo (J_w/SRF) tiene conto dell'influenza della circolazione d'acqua nell'ammasso e dello stato tensionale al contorno.

3.3 CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI

Per i dettagli sui dati geologici e geomeccanici raccolti in sito si faccia riferimento alle schede riportate nel Rapporto sulle attività di campagna, doc. IB0Q3AR69RHGE0005002A, secondo la seguente Tabella 9.

Unità	Sigla	STOP
Formazione di Chiusole	CHI	1, 35
Scaglia Rossa	SAA	2, 34
Maiolica	MAI	23
Rosso Ammonitico Veronese	ARV	3, 15, 33
Formazione di Rotzo (Grigi Auct.)	RTZ	22
Dolomia Principale	DPR	12
Formazione di Travenanzes	TVZ	16
Gruppo delle Zwischenbildungen (Marne della Val di Centa MTB)	ZW-MTB	27
Gruppo delle Zwischenbildungen (Calcere Scuro di Margon CSM)	ZW-CSM	25, 26
Gruppo delle Zwischenbildungen (Calcari della Val Vela VVL)	ZW-VVL	11
Formazione di Giovo – Membro del M. Ozol	GIV3	5, 7, 14, 30
Formazione a Gracilis	GLS	13, 29
Dolomia del Serla Inferiore	SLI	9, 10
Formazione di Werfen	WER	6, 41, 42, 43, 45
Arenaria di Val Gardena	GAR	37, 38, 39
Formazione del Castelliere	ITC	36
Formazione del Castelliere - epiclastiti	ITCc	39, 40
Formazione di Buss	LUB	4, 20, 46
Filladi e filladi quarzifere	VFS	24, 44

Tabella 9. STOP di riferimento per le varie unità geologiche

I valori di RMR e di Q calcolati sono riassunti nella tabella seguente.

Formazione	Stop	RMRb	Q
CHI	35	59	5
SAA	34	54	3
ARV	33	49	3
RTZ	22	59	7
FMZ	21	56	2
LOP	32	67	13
TVZ	16	50	4
SCI	31	59	6
ZW - MTB	27	34	0,2
ZW- CSM	26	33	0.1
GIV3	30	59	10
VTG	28	60	8
GLS	29	52	2
WER	41-42-43-45	48	1
VFS	44	62	7

Tabella 10. Sintesi dei dati RMR e Q calcolati

Le sintesi dei risultati delle classificazioni geomeccaniche RMR e Q sono riportate in forma grafica comparativa in Figura 10 e Figura 11.

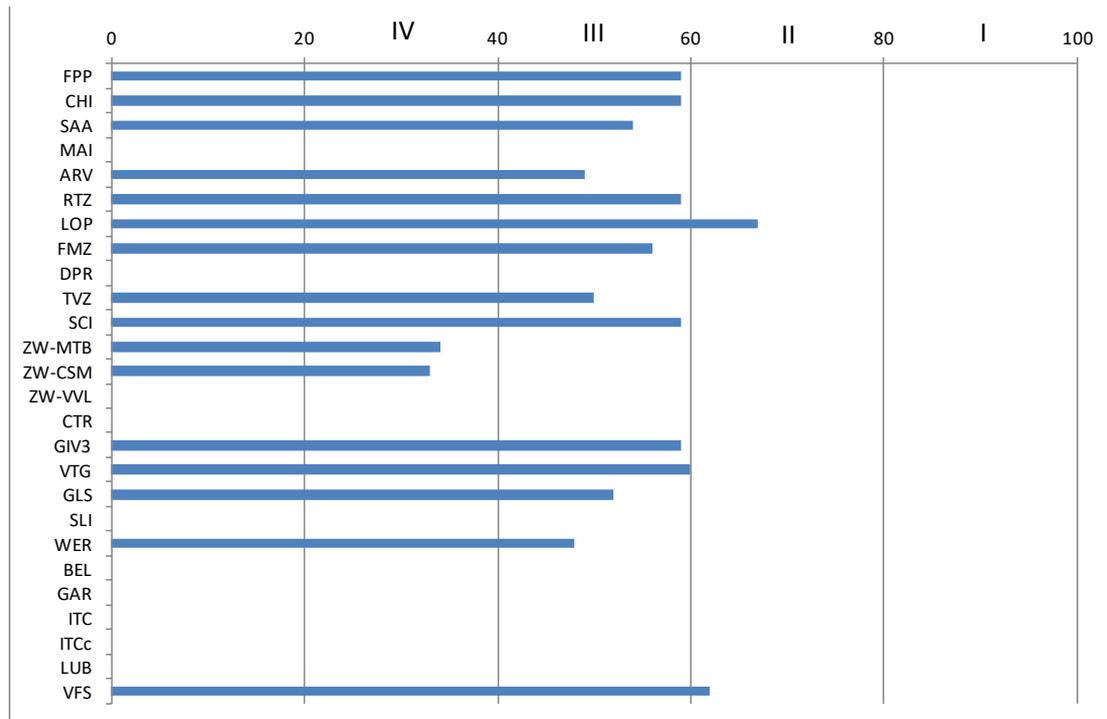


Figura 10. Classificazione geomeccanica RMR

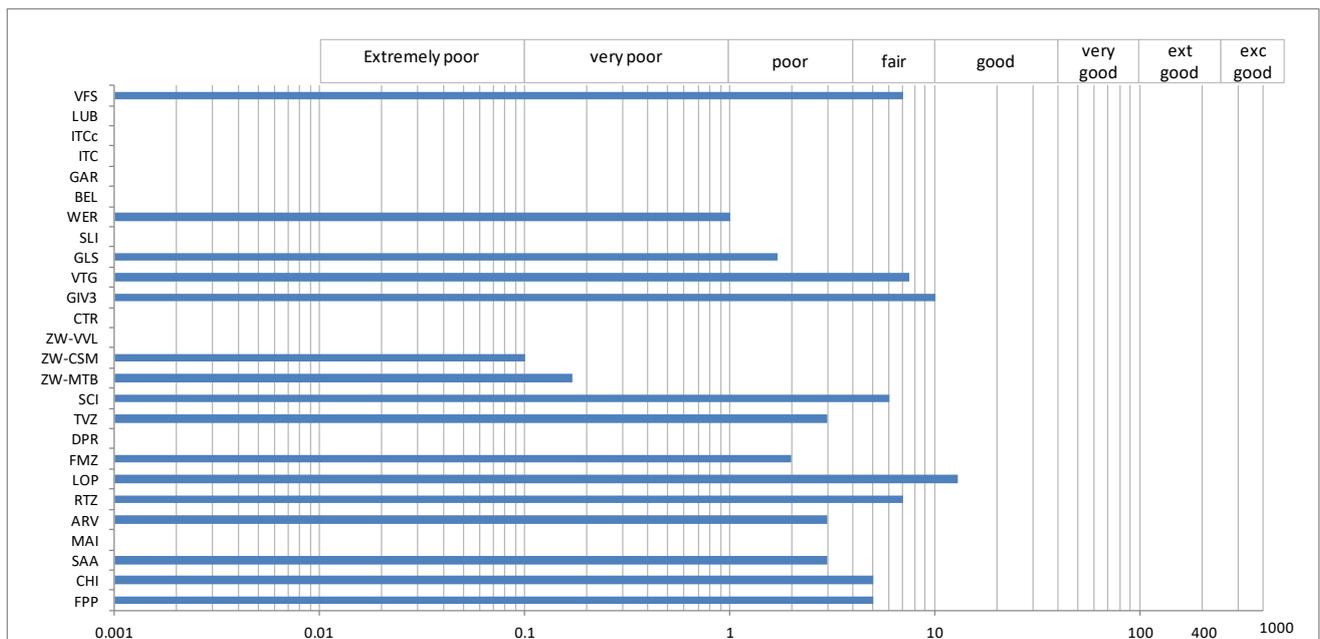


Figura 11. Classificazione geomeccanica Q



ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

**ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA**

LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO

Relazione sulle stazioni geomeccaniche

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB02	3A	R69RH	GE 00 05 001	A	18 di 33

4 APPENDICE 1: SCHEDE DI CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA

STAZIONE GEOMECCANICA:
Stop 35

Località: Via San Daniele Comboni (TN)

Data: 04/03/2015

Orientazione parete:

	(azimuth)
-	(dip)

Litotipo: FPP - CHI

CLASSIFICAZIONE DEL'AMMASSO ROCCIOSO
CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q (Barton, 1974)

		Indice	Note
Rock quality designation	RQD	25%	
Numero famiglie di giunti	Jn	15	
Scabrezza del giunto	Jr	3	
Alterazione delle superfici del giunto	Ja	1	
Fattore di riduzione per acqua nei giunti	Jw	1	
Fattore di riduzione delle tensioni	Js	1	

$$Q = (RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/Js)$$

$$Q = \mathbf{5}$$

Correlazioni Q/RMR (Beniawsky, 1976)

$$RMR_{medio} = 9 \ln(Q) + 44 =$$

58.5

$$RMR_{min} = 9 \ln(Q) + 28 =$$

40.5

$$RMR_{max} = 9 \ln(Q) + 62 =$$

40.5

Correlazioni Q / RMR (Rutledge, 1978)

$$RMR = 13,5 \log(q) + 43 =$$

52.4

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR (Beniawsky, 1989)

		Indice	Note
Resistenza roccia intatta	R1	4.5	
Rock quality designation (RQD)	R2	6	
Speziatura giunti	R3	13	
Condizione giunti	R4	25	
Condizioni idrauliche	R5	10	

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

$$RMR_{(base)} = \mathbf{58.5}$$

STAZIONE GEOMECCANICA:
Stop 34

Località: Cognola - Cascata Orrido

Data: 04/03/2015

Orientazione parete:

	(azimuth)
-	(dip)

Litotipo: SAA

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO
CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q (Barton, 1974)

		Indice	Note
Rock quality designation	RQD	25%	
Numero famiglie di giunti	Jn	12	
Scabrezza del giunto	Jr	3	
Alterazione delle superfici del giunto	Ja	2	
Fattore di riduzione per acqua nei giunti	Jw	1	
Fattore di riduzione delle tensioni	Js	1	

$$Q = (RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/Js)$$

$$Q = 3.125$$

Correlazioni Q/RMR (Beniawsky, 1976)

$$RMR_{medio} = 9 \ln(Q) + 44 =$$

54.3

$$RMR_{min} = 9 \ln(Q) + 26 =$$

36.3

$$RMR_{max} = 9 \ln(Q) + 62 =$$

72.3

Correlazioni Q / RMR (Rutledge, 1978)

$$RMR = 13,5 \log(q) + 43 =$$

49.7

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR (Beniawsky, 1989)

		Indice	Note
Resistenza roccia intatta	R1	3.5	
Rock quality designation (RQD)	R2	6	
Speziatura giunti	R3	6.5	
Condizione giunti	R4	28	
Condizioni idrauliche	R5	10	

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

$$RMR_{(base)} =$$

54

Relazione sulle stazioni geomeccaniche

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB02	3A	R69RH	GE 00 05 001	A	21 di 33

STAZIONE GEOMECCANICA:

Stop 33

Località: Sud ovest di Civezzano (cava di Rosso Ammonitico)

Data: 04/03/2015

Orientazione parete:

(azimuth)
 (dip)

Litotipo: ARV

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q (Barton, 1974)

		Indice	Note
Rock quality designation	RQD	35%	
Numero famiglie di giunti	Jn	12	
Scabrezza del giunto	Jr	3	
Alterazione delle superfici del giunto	Ja	2	
Fattore di riduzione per acqua nei giunti	Jw	0.66	
Fattore di riduzione delle tensioni	Js	1	

$Q = (RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/Js)$

$Q =$ **2.9**

Correlazioni Q/RMR (Beniawsky, 1976)

RMR medio = $9 \ln(Q) + 44 =$

53.5

RMR min = $9 \ln(Q) + 26 =$

35.5

RMR max = $9 \ln(Q) + 62 =$

71.5

Correlazioni Q / RMR (Rutledge, 1978)

$RMR = 13,5 \log(q) + 43 =$

49.2

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR (Beniawsky, 1989)

		Indice	Note
Resistenza roccia intatta	R1	7	
Rock quality designation (RQD)	R2	7	
Speziatura giunti	R3	11	
Condizione giunti	R4	14	
Condizioni idrauliche	R5	10	

$RMR(bas e) = R1+R2+R3+R4+R5$

$RMR(bas e)$ **49**

STAZIONE GEOMECCANICA:
Stop 22

Località: Dosso (Rovereto)

Data: 06/11/2014

Orientazione parete:

	(azimuth)
-	(dip)

Litotipo: RTZ

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO
CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q (Barton, 1974)

		Indice	Note
Rock quality designation	RQD	40%	
Numero famiglie di giunti	Jn	12	
Scabrezza del giunto	Jr	3	
Alterazione delle superfici del giunto	Ja	1	
Fattore di riduzione per acqua nei giunti	Jw	0.66	
Fattore di riduzione delle tensioni	Js	1	

$$Q = (RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/Js)$$

$$Q = \mathbf{6.6}$$

Correlazioni Q/RMR (Beniawsky, 1976)

$$RMR_{medio} = 9 \ln(Q) + 44 =$$

61.0

$$RMR_{min} = 9 \ln(Q) + 26 =$$

43.0

$$RMR_{max} = 9 \ln(Q) + 62 =$$

79.0

Correlazioni Q / RMR (Rutledge, 1978)

$$RMR = 13,5 \log(q) + 43 =$$

54.1

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR (Beniawsky, 1989)

		Indice	Note
Resistenza roccia intatta	R1	8	
Rock quality designation (RQD)	R2	8	
Speziatura giunti	R3	11	
Condizione giunti	R4	25	
Condizioni idrauliche	R5	7	

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

$$RMR_{(base)} = \mathbf{59}$$

STAZIONE GEOMECCANICA:
Stop 32

Località: Sud ovest di Civezzano (cava di Rosso Ammonitico)

Data: 04/03/2015

Orientazione parete:

	(azimuth)
-	(dip)

Litotipo: LOP

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO
CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q (Barton, 1974)

		Indice	Note
Rock quality designation	RQD	50%	
Numero famiglie di giunti	Jn	6	
Scabrezza del giunto	Jr	3	
Alterazione delle superfici del giunto	Ja	2	
Fattore di riduzione per acqua nei giunti	Jw	1	
Fattore di riduzione delle tensioni	Js	1	

$$Q = (RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/Js)$$

$$Q = \mathbf{12.5}$$

Correlazioni Q/RMR (Beniawsky, 1976)

$$RMR_{medio} = 9 \ln(Q) + 44 =$$

66.7

$$RMR_{min} = 9 \ln(Q) + 26 =$$

48.7

$$RMR_{max} = 9 \ln(Q) + 62 =$$

84.7

Correlazioni Q / RMR (Rutledge, 1978)

$$RMR = 13,5 \log(q) + 43 =$$

57.8

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR (Beniawsky, 1989)

		Indice	Note
Resistenza roccia intatta	R1	8	
Rock quality designation (RQD)	R2	9	
Speziatura giunti	R3	11	
Condizione giunti	R4	24	
Condizioni idrauliche	R5	15	

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

$$RMR_{(base)} = \mathbf{67}$$

STAZIONE GEOMECCANICA:

Stop 21

Località: San Colombano

Data: 06/11/2014

Orientazione parete:

(azimuth)
 (dip)

Litotipo: FM Z

CLASSIFICAZIONE DEL'AMMASSO ROCCIOSO

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q (Barton, 1974)

		Indice	Note
Rock quality designation	RQD	30%	
Numero famiglie di giunti	Jn	15	
Scabrezza del giunto	Jr	2	
Alterazione delle superfici del giunto	Ja	2	
Fattore di riduzione per acqua nei giunti	Jw	1	
Fattore di riduzione delle tensioni	Js	1	

$Q = (RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/Js)$

$Q = 2.0$

Correlazioni Q/RMR (Beniawsky, 1976)

RMR medio = $9 \ln(Q) + 44 =$

50.2

RMR min = $9 \ln(Q) + 26 =$

32.2

RMR max = $9 \ln(Q) + 62 =$

68.2

Correlazioni Q / RMR (Rutledge, 1978)

$RMR = 13,5 \log(q) + 43 =$

47.1

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR (Beniawsky, 1989)

		Indice	Note
Resistenza roccia intatta	R1	8	
Rock quality designation (RQD)	R2	7	
Speziatura giunti	R3	10	
Condizione giunti	R4	21	
Condizioni idrauliche	R5	10	
Orientazione delle discontinuità	R6	-5	

$RMR(bas e) = R1+R2+R3+R4+R5$

$RMR(bas e) = 58$

STAZIONE GEOMECCANICA:
Stop16

Località: Matarello - Acquaviva

Data: 20/10/2014

Orientazione parete:

	(azimuth)
-	(dip)

Litotipo: TVZ = Dolomia

CLASSIFICAZIONE DEL'AMMASSO ROCCIOSO
CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q (Barton, 1974)

		Indice	Note
Rock quality designation	RQD	20%	
Numero famiglie di giunti	Jn	15	
Scabrezza del giunto	Jr	3	
Alterazione delle superfici del giunto	Ja	1	
Fattore di riduzione per acqua nei giunti	Jw	1	
Fattore di riduzione delle tensioni	Js	1	

$$Q = (RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/Js)$$

$$Q = \mathbf{4}$$

Correlazioni Q/RMR (Beniawsky, 1976)

$$RMR_{medio} = 9 \ln(Q) + 44 =$$

56.5

$$RMR_{min} = 9 \ln(Q) + 26 =$$

38.5

$$RMR_{max} = 9 \ln(Q) + 62 =$$

38.5

Correlazioni Q / RMR (Rutledge, 1978)

$$RMR = 13,5 \log(q) + 43 =$$

51.1

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR (Beniawsky, 1989)

		Indice	Note
Resistenza roccia intatta	R1	7	
Rock quality designation (RQD)	R2	5	
Speziatura giunti	R3	6	
Condizione giunti	R4	22	
Condizioni idrauliche	R5	10	

$$RMR(bas e) = R1+R2+R3+R4+R5$$

$$RMR(bas e) =$$

50

STAZIONE GEOMECCANICA:

Stop31

Località: Sud di Civezzano

Data: 04/03/2015

Orientazione parete:

(azimuth)
 (dip)

Litotipo: SCI

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q (Barton, 1974)

		Indice	Note
Rock quality designation	RQD	25%	
Numero famiglie di giunti	Jn	12	
Scabrezza del giunto	Jr	3	
Alterazione delle superfici del giunto	Ja	1	
Fattore di riduzione per acqua nei giunti	Jw	1	
Fattore di riduzione delle tensioni	Js	1	

$$Q = (RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/Js)$$

$$Q = \mathbf{6.25}$$

Correlazioni Q/RMR (Beniawsky, 1976)

$$RMR_{medio} = 9 \ln(Q) + 44 =$$

60.5

$$RMR_{min} = 9 \ln(Q) + 26 =$$

42.5

$$RMR_{max} = 9 \ln(Q) + 62 =$$

42.5

Correlazioni Q / RMR (Rutledge, 1978)

$$RMR = 13,5 \log(q) + 43 =$$

53.7

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR (Beniawsky, 1989)

		Indice	Note
Resistenza roccia intatta	R1	8	
Rock quality designation (RQD)	R2	6	
Speziatura giunti	R3	10	
Condizione giunti	R4	25	
Condizioni idrauliche	R5	10	

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

$$RMR_{(base)} = \mathbf{59}$$

STAZIONE GEOMECCANICA:
Stop 27

Località: Valle delle Gole (Ovest di Ravina)

Data: 03/03/2015

Orientazione parete:

	(azimuth)
-	(dip)

Litotipo: MTB

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO
CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q (Barton, 1974)

		Indice	Note
Rock quality designation	RQD	10%	
Numero famiglie di giunti	Jn	9	
Scabrezza del giunto	Jr	3	
Alterazione delle superfici del giunto	Ja	4	
Fattore di riduzione per acqua nei giunti	Jw	1	
Fattore di riduzione delle tensioni	Js	5	

$$Q = (RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/Js)$$

$$Q = \mathbf{0.16667}$$

Correlazioni Q/RMR (Beniawsky, 1976)

$$RMR_{medio} = 9 \ln(Q) + 44 =$$

27.9

$$RMR_{min} = 9 \ln(Q) + 26 =$$

9.9

$$RMR_{max} = 9 \ln(Q) + 62 =$$

9.9

Correlazioni Q / RMR (Rutledge, 1978)

$$RMR = 13,5 \log(q) + 43 =$$

32.5

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR (Beniawsky, 1989)

		Indice	Note
Resistenza roccia intatta	R1	2	
Rock quality designation (RQD)	R2	4	
Speziatura giunti	R3	6	
Condizione giunti	R4	12	
Condizioni idrauliche	R5	10	

$$RMR(bas e) = R1+R2+R3+R4+R5$$

$$RMR(bas e)$$

34

STAZIONE GEOMECCANICA:

Stop 26

Località: Valle delle Gole (Ovest di Ravina)

Data: 03/03/2015

Orientazione parete:

(azimuth)
 (dip)

Litotipo: CSM

CLASSIFICAZIONE DEL'AMMASSO ROCCIOSO

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q (Barton, 1974)

		Indice	Note
Rock quality designation	RQD	10%	
Numero famiglie di giunti	Jn	15	
Scabrezza del giunto	Jr	3	
Alterazione delle superfici del giunto	Ja	4	
Fattore di riduzione per acqua nei giunti	Jw	1	
Fattore di riduzione delle tensioni	Js	5	

$Q = (RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/Js)$

$Q =$ **0.1**

Correlazioni Q/RMR (Beniawsky, 1976)

RMR medio = $9 \ln(Q) + 44 =$

23.3

RMR min = $9 \ln(Q) + 26 =$

5.3

RMR max = $9 \ln(Q) + 62 =$

5.3

Correlazioni Q / RMR (Rutledge, 1978)

$RMR = 13,5 \log(q) + 43 =$

29.5

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR (Beniawsky, 1989)

		Indice	Note
Resistenza roccia intatta	R1	2	
Rock quality designation (RQD)	R2	4	
Speziatura giunti	R3	6	
Condizione giunti	R4	11	
Condizioni idrauliche	R5	10	

$RMR(bas e) = R1+R2+R3+R4+R5$

$RMR(bas e)$ **33**

STAZIONE GEOMECCANICA:
Stop 30

Località: Dosso di San Rocco, Marzola sud Maso Zinzi, Marzola ovest

Data: 21/10/2014, 03/03/2015

Orientazione parete:

	(azimuth)
-	(dip)

Litotipo: GIV3

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO
CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q (Barton, 1974)

		Indice	Note
Rock quality designation	RQD	40%	
Numero famiglie di giunti	Jn	12	
Scabrezza del giunto	Jr	3	
Alterazione delle superfici del giunto	Ja	1	
Fattore di riduzione per acqua nei giunti	Jw	1	
Fattore di riduzione delle tensioni	Js	1	

$$Q = (RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/Js)$$

$$Q = \mathbf{10}$$

Correlazioni Q/RMR (Beniawsky, 1976)

$$RMR_{medio} = 9 \ln(Q) + 44 =$$

64.7

$$RMR_{min} = 9 \ln(Q) + 28 =$$

46.7

$$RMR_{max} = 9 \ln(Q) + 62 =$$

46.7

Correlazioni Q / RMR (Rutledge, 1978)

$$RMR = 13,5 \log(q) + 43 =$$

56.5

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR (Beniawsky, 1989)

		Indice	Note
Resistenza roccia intatta	R1	5.5	
Rock quality designation (RQD)	R2	8	
Speziatura giunti	R3	10	
Condizione giunti	R4	25	
Condizioni idrauliche	R5	10	

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

$$RMR_{(base)} = \mathbf{58.5}$$

STAZIONE GEOMECCANICA:
Stop 28

Località: Imbocco Valle delle Gole (Ovest di Ravina), Marzola Ovest

Data: 21/10/2014, 03/03/2015

Orientazione parete:

	(azimuth)
-	(dip)

Litotipo: VTG

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO
CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q (Barton, 1974)

		Indice	Note
Rock quality designation	RQD	45%	
Numero famiglie di giunti	Jn	12	
Scabrezza del giunto	Jr	2	
Alterazione delle superfici del giunto	Ja	1	
Fattore di riduzione per acqua nei giunti	Jw	1	
Fattore di riduzione delle tensioni	Js	1	

$$Q = (RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/Js)$$

$$Q = \mathbf{7.5}$$

Correlazioni Q/RMR (Beniawsky, 1976)

$$RMR_{medio} = 9 \ln(Q) + 44 =$$

62.1

$$RMR_{min} = 9 \ln(Q) + 28 =$$

44.1

$$RMR_{max} = 9 \ln(Q) + 62 =$$

44.1

Correlazioni Q / RMR (Rutledge, 1978)

$$RMR = 13,5 \log(q) + 43 =$$

54.8

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR (Beniawsky, 1989)

		Indice	Note
Resistenza roccia intatta	R1	4.5	
Rock quality designation (RQD)	R2	9	
Speziatura giunti	R3	11	
Condizione giunti	R4	21	
Condizioni idrauliche	R5	15	

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

$$RMR_{(base)} = \mathbf{60.5}$$

STAZIONE GEOMECCANICA:
Stop 29

Località: Dosso di San Rocco (TN)

Data: 03/03/2015, 22/10/2014

Orientazione parete:

	(azimuth)
-	(dip)

Litotipo: GLS

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO
CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q (Barton, 1974)

		Indice	Note
Rock quality designation	RQD	25%	
Numero famiglie di giunti	Jn	15	
Scabrezza del giunto	Jr	2	
Alterazione delle superfici del giunto	Ja	2	
Fattore di riduzione per acqua nei giunti	Jw	1	
Fattore di riduzione delle tensioni	Js	1	

$$Q = (RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/Js)$$

$$Q = \mathbf{1.66667}$$

Correlazioni Q/RMR (Beniawsky, 1976)

$$RMR_{medio} = 9 \ln(Q) + 44 =$$

48.6

$$RMR_{min} = 9 \ln(Q) + 26 =$$

30.6

$$RMR_{max} = 9 \ln(Q) + 62 =$$

30.6

Correlazioni Q / RMR (Rutledge, 1978)

$$RMR = 13,5 \log(q) + 43 =$$

46.0

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR (Beniawsky, 1989)

		Indice	Note
Resistenza roccia intatta	R1	5.5	
Rock quality designation (RQD)	R2	6	
Speziatura giunti	R3	10	
Condizione giunti	R4	20	
Condizioni idrauliche	R5	10	

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

$$RMR_{(base)} = \mathbf{51.5}$$

Relazione sulle stazioni geomeccaniche

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB02	3A	R69RH	GE 00 05 001	A	32 di 33

STAZIONE GEOMECCANICA:
Stop 41, 42, 43, 45

Località: Versante Est Marzola, Grave del Larice (incisione Terre Rosse)

Data: 21/10/2014, 05/03/2015

Orientazione parete:

	(azimuth)
-	(dip)

Litotipo: WER

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO
CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q (Barton, 1974)

		Indice	Note
Rock quality designation	RQD	10%	
Numero famiglie di giunti	Jn	12	
Scabrezza del giunto	Jr	3	
Alterazione delle superfici del giunto	Ja	2	
Fattore di riduzione per acqua nei giunti	Jw	1	
Fattore di riduzione delle tensioni	Js	1	

$$Q = (RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/Js)$$

$$Q = \mathbf{1.25}$$

Correlazioni Q/RMR (Beniawsky, 1976)

$$RMR_{medio} = 9 \ln(Q) + 44 =$$

46.0

$$RMR_{min} = 9 \ln(Q) + 26 =$$

28.0

$$RMR_{max} = 9 \ln(Q) + 62 =$$

28.0

Correlazioni Q / RMR (Rutledge, 1978)

$$RMR = 13,5 \log(q) + 43 =$$

44.3

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR (Beniawsky, 1989)

		Indice	Note
Resistenza roccia intatta	R1	2	
Rock quality designation (RQD)	R2	4	
Speziatura giunti	R3	8	
Condizione giunti	R4	24	
Condizioni idrauliche	R5	10	

$$RMR(bas e) = R1+R2+R3+R4+R5$$

$$RMR(bas e) =$$

48

STAZIONE GEOMECCANICA:
Stop 44

Località: Malga di Susà, SP 108 della Valle di Centa (SE Pian di Bradi)

Data: 16/11/2014, 05/03/2015

Orientazione parete:

	(azimuth)
-	(dip)

Litotipo: VFS

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO
CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA Q (Barton, 1974)

		Indice	Note
Rock quality designation	RQD	80%	
Numero famiglie di giunti	Jn	12	
Scabrezza del giunto	Jr	2	
Alterazione delle superfici del giunto	Ja	2	
Fattore di riduzione per acqua nei giunti	Jw	1	
Fattore di riduzione delle tensioni	Js	1	

$$Q = (RQD/Jn)(Jr/Ja)(Jw/Js)$$

$$Q = \mathbf{6.66667}$$

Correlazioni Q/RMR (Beniawsky, 1976)

$$RMR_{medio} = 9 \ln(Q) + 44 =$$

61.1

$$RMR_{min} = 9 \ln(Q) + 26 =$$

43.1

$$RMR_{max} = 9 \ln(Q) + 62 =$$

43.1

Correlazioni Q / RMR (Rutledge, 1978)

$$RMR = 13,5 \log(q) + 43 =$$

54.1

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA RMR (Beniawsky, 1989)

		Indice	Note
Resistenza roccia intatta	R1	3.5	
Rock quality designation (RQD)	R2	15	
Speziatura giunti	R3	14	
Condizione giunti	R4	14	
Condizioni idrauliche	R5	15	

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

$$RMR_{(base)} = \mathbf{61.5}$$