

S.S. 260 "PICENTE"
LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE

Lotto "3" – da San Pelino a Marana di Montereale (Aq)
Convenzione di Cofinanziamento ANAS – Regione Abruzzo – Provincia di L'Aquila in data 28/11/05 Rep. n°25597

CUP: F11B07000480001 – CIG: 665875741B

PROGETTO ESECUTIVO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



Sede di Firenze
Viale G. Amendola n.6 Int.3
50121 Firenze – 0552001660
www.politecnica.it

Direttore della Progettazione Responsabile Opere stradali ed idrauliche	Responsabile Opere Strutturali Coordinatore Sicurezza in fase di progettazione	Responsabile Geologia	Direttore Tecnico Responsabile Opere Impiantistiche	Responsabile Ambientale
Ing. Marcello Mancone Ord. ing. di Firenze n.5723	Ing. Tommaso Conti Ord. ing. di Pistoia n.1149/A	Dott. Pietro Accolti Gil Ord. geol. della Toscana n.728	Ing. Francesco Frassinetti Ord. ing. Bologna n.5897/A	Arch. Maria Cristina Fregni Ord. arch. di Modena n.611

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. FRANCESCO RUDCO

IMPRESA ESECUTRICE :

Responsabile di Commessa

Geom. Giacomo Giona

Direttore Tecnico

Ing. Mauro Martini



03—GEOLOGIA E GEOTECNICA

—
RELAZIONE SUI RILIEVI GEOLOGICO—STRUTTURALI E GEOMECCANICI DI DETTAGLIO

CODICE PROGETTO		NOME FILE	PROGR. ELAB.	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	03.32_P00_GE00_GEO_RE06_A	03.32	
L0718B	E	1801	CODICE ELAB. P00GE00GEORE06	A	—
A	CONSEGNA LUGLIO 2018	02/2018	P. ACCOLTI	P. ACCOLTI	M. MANCONE
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



GARA AQ 11/16 (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale

Relazione sui rilievi geomeccanici

2 di 22

SOMMARIO

M.1.1	Considerazioni introduttive.....	3
M.1.2	Stazioni strutturali e geomeccaniche eseguite nell'area di studio	3
M.1.2.1	Stazione strutturale e geomeccanica S1	4
M.1.2.2	Stazione strutturale e geomeccanica S2	6
M.1.2.3	Stazione strutturale e geomeccanica S3	9
M.1.2.4	Stazione strutturale e geomeccanica S4	11
M.1.2.5	Stazione strutturale e geomeccanica S5	13
M.1.3	Classificazione geomeccanica di Bieniawski (<i>RMR Rock Mass Rating</i>).....	15
M.1.4	Resistenza a compressione uniassiale (A1)	17
M.1.5	RQD (<i>Rock Quality Designation</i>) (A2)	18
M.1.6	Spaziatura (A3).....	19
M.1.7	Condizioni delle discontinuità (A4).....	19
M.1.7.1	Lunghezza o Persistenza (A4a)	20
M.1.7.2	Apertura (A4b)	20
M.1.7.3	Scabrezza (A4c).....	20
M.1.7.4	Alterazione (A4d).....	20
M.1.7.5	Riempimento delle discontinuità (A4e)	20
M.1.8	Condizioni idrauliche (A5)	20
M.1.9	Calcolo dell'indice RMR base nelle single stazioni.....	20



GARA AQ 11/16 (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale

Relazione sui rilievi geomeccanici

3 di 22

M.1.1 Considerazioni introduttive

La caratterizzazione geomeccanica di un ammasso roccioso comporta innanzi tutto la definizione di un modello geomeccanico in grado di descriverne compiutamente il suo comportamento. A tal fine un *ammasso roccioso* può essere definito come un insieme di blocchi isolati di matrice rocciosa con geometria determinata dalle varie discontinuità che li separano. Per *matrice rocciosa* si intende la porzione di materiale roccia, o roccia intatta, che costituisce i blocchi separati dalle discontinuità. La *discontinuità* è invece un qualunque piano di origine meccanica o sedimentaria che isola o separa i blocchi di matrice rocciosa. Il considerare la matrice rocciosa, oppure le discontinuità, oppure l'ammasso nella sua globalità dipende dalla scala del problema da affrontare. Nel caso specifico è necessario considerare l'insieme combinato delle discontinuità e della matrice rocciosa.

Da questa premessa si può senz'altro affermare che la resistenza del volume di roccia diminuisce all'aumentare della dimensione del volume medesimo proprio a causa della presenza delle discontinuità. Dunque per analizzare le capacità dell'ammasso roccioso di opporsi alle potenziali instabilità è necessario definire le seguenti grandezze:

- la resistenza puntuale del materiale roccia;
- la resistenza globale dell'ammasso roccioso;
- la resistenza delle discontinuità (là dove nel problema geotecnico prevale una o più discontinuità particolarmente sfavorevole e che prevale sulla resistenza dell'ammasso).

Tali grandezze sono state determinate con l'ausilio di prove di laboratorio, di rilievi geomeccanici sul fronte di scavo e della classificazione geomeccanica di Bieniawski (1989).

M.1.2 Stazioni strutturali e geomeccaniche eseguite nell'area di studio

Sono state eseguite **5 stazioni** strutturali e geomeccaniche dislocate negli affioramenti più significativi e rappresentativi per le opere di progetto. Tutte le stazioni sono state eseguite sulla formazione geologica delle Marne con Cerrognana che affiora lungo quasi tutto il percorso dell'asse viario. Tale formazione è caratterizzata da marne e calcari marnosi di colore bruno teneri, con struttura a losanghe in strati da centimetrici a qualche decimetro di colore bruno (**MCC1b**) le quali risultano generalmente molto alterate nella porzione superficiale per uno spessore fino a 5 m con processi di eluviazione o di radicale deformazione degli ammassi rocciosi i quali assumono caratteristiche molto scadenti assimilabili a terreni molto addensati (**MCC1a**). La porzione più competente della formazione è caratterizzata da calcari marnosi e marne calcaree da tenere a mediamente dure di colore bruno, alternate a calcareniti a spicole di spugna con glauconite di colore grigio verdastro da dure a molto dure, con strutture a losanghe, in strati decimetrici (**MCC2**).



GARA AQ 11/16 (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale

Relazione sui rilievi geomeccanici

4 di 22

M.1.2.1 Stazione strutturale e geomeccanica S1



Fig. 1. Panoramica dell'affioramento (MCC1a) relativo alla Stazione S1



Fig. 2. Particolare sull'intenso stato di fratturazione della roccia nella Stazione S1

**GARA AQ 11/16** (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale

Relazione sui rilievi geomeccanici

5 di 22

Le discontinuità misurate sono riportate nella tabella sottostante.

WGS 84 (EPSG 4326)			
LON	13,265046		
LAT	42,468573		
GB 40 E (MonteMario_1.Italy-2) (EPSG 3004)			
X	2.377.375,834		
Y	4.703.271,949		
N.	Direzione Immersione	Immersione	Tipologia
1	129	36	G
2	042	60	D
3	040	54	D
4	289	62	D
5	270	73	D
6	186	60	D
7	063	82	D
8	284	52	D
9	022	46	D
G giacitura D discontinuità F faglia			

Per un maggior dettaglio si rimanda alla relativa scheda.



GARA AQ 11/16 (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale

Relazione sui rilievi geomeccanici

6 di 22

M.1.2.2 Stazione strutturale e geomeccanica S2



Fig. 3. Panoramica di una porzione dell'affioramento (MCC1b) relativo alla Stazione S2

La stazione S2 è caratterizzata da un motivo tettonico peculiare come già evidenziato nell'inquadramento tettonico dell'area e nelle schede di rilevamento geologico (scheda SRG 9). Qui infatti sul versante affiorano strati di marne con Cerrognola a franapoggio nelle facies MCC1b, intercalati a calcareniti MCC2 organizzati secondo un modello *ramp and flat* con uncinature degli strati e relative verticalizzazioni e rovesci. Le relazioni di sovrapposizione tra i piani indicano la contemporaneità di questi elementi tipica di sistemi coniugati compressivi. La struttura, inoltre, come testimoniano vistosamente i tension crack nelle brecce è stata oggetto di un retroscorrimento gravitativo legato all'evoluzione della faglia normale dell'alto Aterno (vedi schema geologico).

Impresa



Progettista



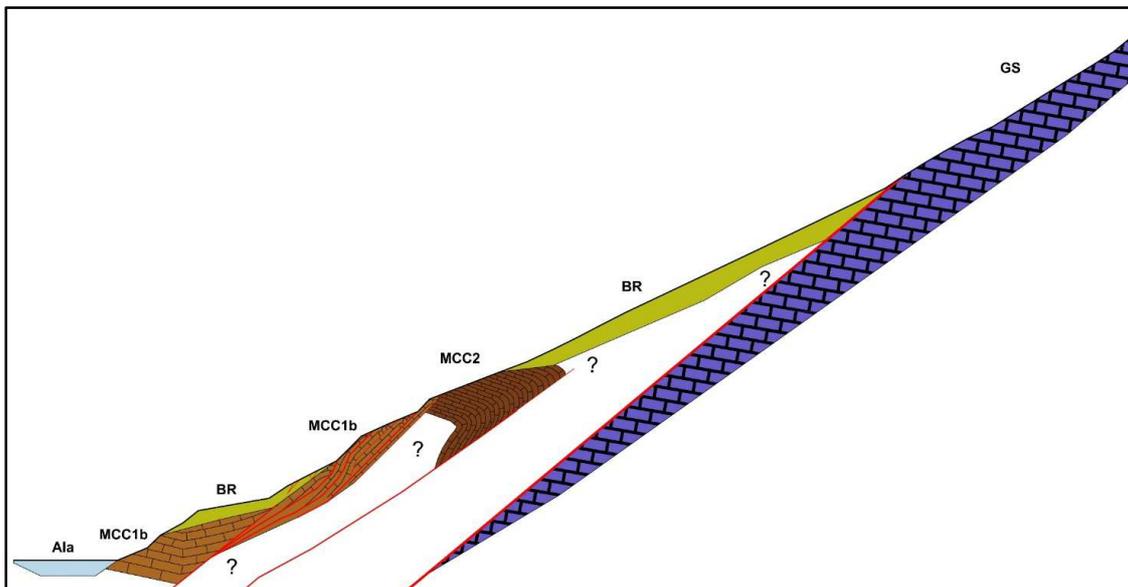


Fig. 4. Sezione geologica in corrispondenza della stazione geomeccanica S2 **AGGIORNARE CON SEZIONE DEFINITIVA**



Fig. 5. Particolare della giacitura a franapoggio degli strati.

**GARA AQ 11/16** (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale

Relazione sui rilievi geomeccanici

8 di 22

Le discontinuità misurate sono riportate nella tabella sottostante.

WGS 84 (EPSG 4326)			
LON		13,263085	
LAT		42,473095	
GB 40 E (MonteMario_1.Italy-2) (EPSG 3004)			
X		2.377.224,839	
Y		4.703.777,346	
N.	Direzione Immersione	Immersione	Tipologia
1	230	40	G
2	320	90	D
3	010	85	F
4	020	85	F
5	220	80	F
6	215	45	D
7	360	88	F
8	190	75	D
G giacitura D discontinuità F faglia			



GARA AQ 11/16 (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale

Relazione sui rilievi geomeccanici

9 di 22

M.1.2.3 Stazione strutturale e geomeccanica S3

La stazione S3, insieme alla S4 e S5 vede in affioramento la facies denominata MCC2 ovvero la porzione più competente della formazione. Bisogna però sottolineare che le tre stazioni dislocate rispettivamente all'imbocco sud, nel settore centrale e all'imbocco nord della galleria naturale, si trovano in un settore fortemente tettonizzato. Qui infatti una serie di faglie parallele e associate alla Faglia di Pizzoli (o Faglia del M. Marine) disarticolano l'ammasso roccioso fino, localmente, a cataclasarlo.



Fig. 6. Panoramica, dal versante opposto (sinistra idrografica del Fiume Aterno), della Stazione S3.

Impresa



Progettista



**GARA AQ 11/16** (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale

Relazione sui rilievi geomeccanici

10 di 22

Le discontinuità misurate sono riportate nella tabella sottostante.

WGS 84 (EPSG 4326)			
LON		13,259265	
LAT		42,476129°	
GB 40 E (MonteMario_1.Italy-2) (EPSG 3004)			
X		2.376.917,732	
Y		4.704.120,704	
N.	Direzione Immersione	Immersione	Tipologia
1	360	15	G
2	250	750	D
3	210	40	D
4	190	75	D
G giacitura D discontinuità F faglia			

Impresa

Progettista



GARA AQ 11/16 (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale

Relazione sui rilievi geomeccanici

11 di 22

M.1.2.4 Stazione strutturale e geomeccanica S4

La stazione S4 si trova, in proiezione, nel settore centrale della Galleria naturale. L'ammasso roccioso si presenta fortemente fratturato come del resto denunciano le numerose opere di protezione applicate sulla roccia.



Fig. 7. Stazione geomeccanica S4.

Nella Stazione S4 un cuneo generato dall'intersezione di una serie di discontinuità con gli elementi tettonici citati in precedenza ha staccato un grosso volume di roccia.



Fig. 8. Particolare sullo stato di allentamento dell'ammasso con discontinuità aventi aperture molto larghe

Le discontinuità misurate sono riportate nella tabella sottostante.

WGS 84 (EPSG 4326)			
LON	13,259265		
LAT	42,476129°		
GB 40 E (MonteMario_1.Italy-2) (EPSG 3004)			
X	2.376.917,732		
Y	4.704.120,704		
N.	Direzione Immersione	Immersione	Tipologia
1	360	15	G
2	250	750	D
3	210	40	D
4	190	75	D
G giacitura D discontinuità F faglia			



GARA AQ 11/16 (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereaie
Relazione sui rilievi geomeccanici

13 di 22

M.1.2.5 Stazione strutturale e geomeccanica S5

La stazione S5 si colloca, rispetto alla galleria naturale in progetto, all'imbocco nord (in direzione di Monterale). Lo stato di fratturazione della roccia aumenta nonché il relativo stato di alterazione delle discontinuità.



Fig. 9. Stazione geomeccanica S5



GARA AQ 11/16 (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale

Relazione sui rilievi geomeccanici

14 di 22

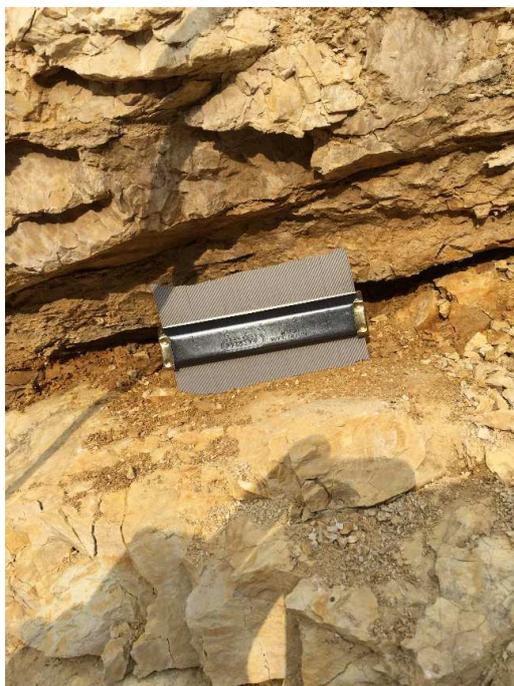


Fig. 10. Particolare del profilo JRC del piano di giacitura degli strati (JRC 2-4)

Le discontinuità misurate sono riportate nella tabella sottostante.

WGS 84 (EPSG 4326)			
LON	13,258774		
LAT	42,476629°		
GB 40 E (MonteMario_1.Italy-2) (EPSG 3004)			
X	2.376.876,893		
Y	4.704.182,886		
N.	Direzione Immersione	Immersione	Tipologia
1	330	15	G
2	326	20	G
3	350	65	D
4	200	40 - 60	D
5	230	68	F
6	290	65	D
7	250	38	D
G giacitura D discontinuità F faglia			

	<p align="center">GARA AQ 11/16 (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001) Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale Relazione sui rilievi geomeccanici</p>	<p align="center">15 di 22</p>
---	---	--------------------------------

M.1.3 Classificazione geomeccanica di Bieniawski (RMR *Rock Mass Rating*)

La caratterizzazione dell'ammasso roccioso è stata eseguita mediante 5 stendimenti (stazioni strutturali) dislocate nei settori più significativi dell'area in studio.

La classificazione di Bieniawski (1989) (RMR *Rock Mass Rating*) si sviluppa mediante la definizione dei seguenti cinque parametri:

- **A1** Resistenza a compressione uniassiale;
- **A2** RQD (Rock Quality Designation);
- **A3** Spaziatura delle discontinuità;
- **A4** Condizioni delle discontinuità (A4a Lunghezza o Persistenza, A4b Apertura, A4c Rugosità, A4d Alterazione, A4e Riempimento)
- **A5** Condizioni idrauliche

A ciascun parametro, secondo quanto riportato nella **Tab. Errore**. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..1, viene assegnato un indice la cui somma costituisce l'indice **RMR_B** (detto **indice base**) dato dalla seguente equazione:

$$\mathbf{RMR_B} = A1 + A2 + A3 + (A4a + A4b + A4c + A4d + A4e) + A5 \quad (1)$$

**GARA AQ 11/16** (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale

16 di 22

Relazione sui rilievi geomeccanici

CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI	
A1 - RESISTENZA DELLA ROCCIA σ_c (MPa)	
≤ 44.5	$A1 = 4/44.5 \sigma_c + 1$
44.5 - 93.75	$A1 = 4/49.25 \sigma_c + 1.368$
93.75 - 140	$A1 = 3/46.25 \sigma_c + 2.919$
140 - 180	$A1 = 0.0375 \sigma_c + 6.75$
180 - 240	$A1 = 0.025 \sigma_c + 9$
> 240	$A1 = 15$
A2 - RQD (%)	
≤ 26.5	$A2 = 3/26.6 RQD + 3$
26.5 - 39	$A2 = 2/12.4 RQD + 1.71$
39 - 76.6	$A2 = 7/37.6 RQD + 0.739$
> 76.6	$A2 = 5/23.4 RQD - 1.367$
A3 - SPAZIATURA s (m)	
≤ 0.2	$A3 = 15 s + 5$
0.2 - 0.4	$A3 = 10 s + 6$
0.4 - 0.66	$A3 = 7.752 s + 5.9$
0.66 - 0.94	$A3 = 7.067 s + 7.35$
0.94 - 1.60	$A3 = 6.07 s + 8.288$
1.60 - 2.00	$A3 = 5 s + 10$
> 2.00	$A3 = 20$
A4 - CONDIZIONI DELLE DISCONTINUITÀ	
A4a - PERSISTENZA O LUNGHEZZA DEL GIUNTO (m)	
< 1	$A4a = 6$
1 - 3	$A4a = 4$
3 - 10	$A4a = 2$
10 - 20	$A4a = 1$
> 20	$A4a = 0$
A4b - APERTURA DEL GIUNTO (mm)	
Completamente chiuso	$A4b = 6$
< 0.1	$A4b = 5$
0.1 - 1	$A4b = 4$
1 - 5	$A4b = 1$
> 5	$A4b = 0$
A4c - RUGOSITÀ DEL GIUNTO	
Molto rugosa	$A4c = 6$
Rugosa	$A4c = 5$
Leggermente rugosa	$A4c = 3$
Liscia	$A4c = 1$
Levigata	$A4c = 0$
A4d - ALTERAZIONE DELLE PARETI DEL GIUNTO	
Non alterate	$A4d = 6$
Leggermente alterate	$A4d = 5$
Mediamente alterate	$A4d = 3$
Molto alterate	$A4d = 1$
Decomposte	$A4d = 0$
A4e - RIEMPIMENTO DELLE DISCONTINUITÀ	
Assente	$A4e = 6$
Compatto < 5 mm	$A4e = 4$
Compatto > 5 mm	$A4e = 2$
Soffice < 5 mm	$A4e = 2$
Soffice > 5 mm	$A4e = 0$
A5 - CONDIZIONI IDRAULICHE DELLE DISCONTINUITÀ	
Asciutte	$A5 = 15$
Umide	$A5 = 10$
Bagnate	$A5 = 7$
Deboli venute d'acqua	$A5 = 4$
Forti venute d'acqua	$A5 = 0$

Tab. Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..1 –Classificazione di Bieniawski (1989).

**GARA AQ 11/16** (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale
Relazione sui rilievi geomeccanici

17 di 22

Nella pratica della meccanica delle rocce si usa differenziare l'indice RMR secondo tre modalità differenti a seconda dell'utilizzo o meno di alcuni parametri:

$$\text{Indice asciutto} \quad \text{RMR}_A = A1 + A2 + A3 + A4 \quad (2)$$

$$\text{Indice di base} \quad \text{RMR}_B = A1 + A2 + A3 + A4 + A5 \quad (3)$$

$$\text{Indice corretto} \quad \text{RMR}_C = A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6 \quad (4)$$

L'indice RMR_B attribuisce l'ammasso roccioso ad una determinata classe di appartenenza (**Tab. Errore**. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..2), e suggerisce un riscontro quantitativo dei parametri angolo di attrito di picco (ϕ_p), coesione (c') e Modulo di deformazione (E) ricavati, secondo Bieniawski, dalle seguenti espressioni:

$$\text{Coesione } c' \text{ (kPa)} = 5 \times \text{RMR}_B \quad (5)$$

$$\text{Angolo di attrito di picco } \phi_p \text{ (}^\circ\text{)} = 0,5 \times \text{RMR}_B + 5 \quad (6)$$

$$\text{Modulo di deformazione } E \text{ (GPa)} = 2 \times \text{RMR}_B - 100 \quad (7)$$

CLASSI AMMASSO ROCCIOSO					
RMR _B	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20
Classe	I	II	III	IV	V
Descrizione	Ottima	Buona	Discreta	Scadente	Molto scadente
Coesione (kPa)	> 400	400 - 300	300 - 200	200 - 100	< 100
Angolo di attrito (°)	>45°	35° - 45°	25° - 35°	15° - 25°	< 15°

Tab. Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..2 –Classificazione di Bieniawski (1989) – Classi dell'ammasso roccioso.

M.1.4 Resistenza a compressione uniassiale (A1)

Tale parametro è stato ricavato per mezzo di una serie di prove eseguite con il "Martello di Schmidt", nelle diverse condizioni di fratturazione della roccia. Si calcola il valore medio del rimbalzo dai dati di campagna. A tale scopo, come suggerito dall'ISRM, su 10 valori si scartano i 5 minori e si ricava il valore medio dai 5 rimanenti. Gli indici letti sono stati tradotti, per mezzo di un apposito diagramma, nel valore corrispettivo in MPa (angolo di inclinazione del martello: 90°). Il valore dell'indice A1 è stato quindi ricavato dalla **Tab. Errore**. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..3.



Stazione	Sigla Formazione	Media di tutti i valori di Rimbalzo	σ_c
S1	MCC1a	28,80	30
S2	MCC1b	34,40	46
S3	MCC2	32,80	42
S4	MCC2	41,00	64
S5	MCC2	35,80	49
Densità della roccia [kN/m ³]			24
INDICE A1 per MCC1a			3,7
INDICE A1 per MCC1b			5,1
INDICE A1 per MCC2 (valore medio)			5,6

Tab. Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..3 – Misure di rimbalzo del Martello di Schmidt nelle singole stazioni strutturali e calcolo del valore medio dell'ammasso roccioso.

M.1.5 RQD (Rock Quality Designation) (A2)

L'RQD esprime un indice di qualità della roccia. Si calcola sommando, relativamente ad una carota estratta da un sondaggio, gli elementi di roccia di dimensione superiore a 10 cm, diviso la lunghezza complessiva della carota (il valore è espresso in %). In mancanza di carote di sondaggio, l'RQD si ricava dal numero volumetrico delle discontinuità Jv:

$$RQD = 115 - 3,3Jv \quad (8)$$

In alternativa si può calcolare il valore in funzione della spaziatura dei giunti mediante un abaco fornito dall'Autore stesso.

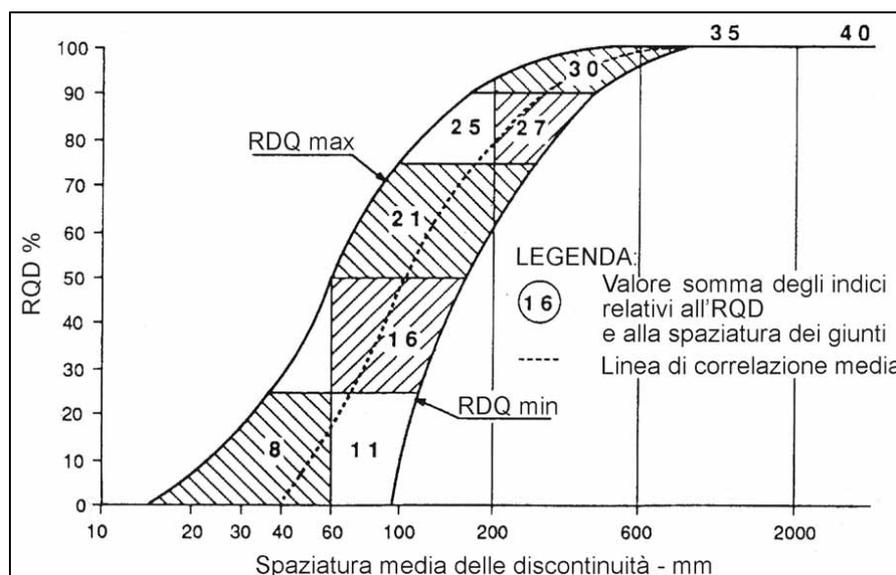


Fig. 11. Abaco per la determinazione di RQD

**GARA AQ 11/16** (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale

19 di 22

Relazione sui rilievi geomeccanici

Stazione	Sigla Formazione	Spaziatura media s (m)	RQD (%)	INDICE A2
S1	MCC1a	0,2	5	3,56
S2	MCC1b	0,5	15	4,69
S3	MCC2	0,5	15	4,69
S4	MCC2	0,5	15	4,69
S5	MCC2	0,5	15	4,69

Tab. Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..4 – RQD in corrispondenza delle stazioni di rilievo geomeccanico.

M.1.6 Spaziatura (A3)

È la distanza che intercorre tra discontinuità adiacenti della medesima famiglia. A ciascun intervallo corrisponde un indice. I valori riportati sono medi in quanto, lo stato di fratturazione è variabile. Per una descrizione qualitativa del parametro spaziatura è di aiuto la **Tab. Errore**. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..5.

Spaziatura	Descrizione
< 20 mm	Estremamente stretta
20 mm – 60 mm	Molto stretta
60 mm – 20 cm	Stretta
20 cm – 60 cm	Moderata
60 cm – 2 m	Larga
2 m – 6 m	Molto larga
> 6 m	Estremamente larga

Tab. Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..5 – Descrizione degli intervalli in mm della spaziatura in un ammasso roccioso.

Dai rilievi geomeccanici, l'ammasso roccioso presenta una spaziatura media in prevalenza molto stretta.

Stazione	Sigla Formazione	Spaziatura media s (m)	INDICE A3
S1	MCC1a	0,2	8
S2	MCC1b	0,5	9,78
S3	MCC2	0,5	9,78
S4	MCC2	0,5	9,78
S5	MCC2	0,5	9,78

Tab. Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..6 – Spaziatura misurata nelle stazioni di rilievo geomeccanico.

**GARA AQ 11/16** (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale
Relazione sui rilievi geomeccanici

20 di 22

M.1.7 Condizioni delle discontinuità (A4)

Per determinare le condizioni delle discontinuità e valutare l'indice corrispettivo il metodo RMR prevede la suddivisione in cinque sottoparametri caratteristici di seguito esposti.

M.1.7.1 Lunghezza o Persistenza (A4a)

Con questo parametro viene indicata l'estensione delle linee di fratturazione rispetto al fronte della cava. Per ciascuna classe di lunghezza viene assegnato un punteggio relativo.

M.1.7.2 Apertura (A4b)

Questo parametro indica l'apertura dei giunti di fratturazione dell'ammasso roccioso.

M.1.7.3 Scabrezza (A4c)

Si calcola intercettando il profilo della discontinuità per mezzo di un apposito strumento (pettine di Burton) e si confronta con un determinato abaco, quindi si assegna il relativo punteggio.

M.1.7.4 Alterazione (A4d)

In base all'alterazione dei giunti, relativamente alla presenza di cataclasizzazione delle rocce e/o residualizzazione, viene assegnato un indice.

M.1.7.5 Riempimento delle discontinuità (A4e)

Indica il materiale interposto tra le pareti di una discontinuità dovuto a ricristallizzazione secondaria, a intensa fratturazione, ad alterazione, ecc. La presenza del materiale di riempimento in una discontinuità ne influenza il comportamento meccanico a breve o a lungo termine, determinando notevoli variazioni nel tempo della resistenza al taglio, della deformabilità e della permeabilità.

M.1.8 Condizioni idrauliche (A5)

Le condizioni idrauliche esprimono la presenza d'acqua in corrispondenza del fronte roccioso.

M.1.9 Calcolo dell'indice RMR base nelle single stazioni

Il risultato del calcolo dell'indice RMR è riportato nelle tabelle successive.

**GARA AQ 11/16** (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale

21 di 22

Relazione sui rilievi geomeccanici

STAZIONE GEOMECCANICA S1		
Parametri della Classificazione di Bieniawski		INDICI
A1	Resistenza della roccia	3,70
A2	RQD	3,56
A3	Spaziatura	8,00
A4a	Lunghezza o Persistenza	4,00
A4b	Apertura del giunto	1,00
A4c	Rugosità del giunto	1,00
A4d	Alterazione	1,00
A4e	Riempimento	2,00
A5	Condizioni idrauliche	15,00
Totale INDICE RMR_b		39,26

Tab. Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..7 –Calcolo Indice RMR_b della Stazione S1.

Dunque, secondo l'indice RMR_b, l'ammasso roccioso della stazione S1 si colloca nella classe IV (Roccia scadente).

STAZIONE GEOMECCANICA S2		
Parametri della Classificazione di Bieniawski		INDICI
A1	Resistenza della roccia	5,10
A2	RQD	4,69
A3	Spaziatura	9,78
A4a	Lunghezza o Persistenza	4,00
A4b	Apertura del giunto	5,00
A4c	Rugosità del giunto	3,00
A4d	Alterazione	5,00
A4e	Riempimento	2,00
A5	Condizioni idrauliche	15,00
Totale INDICE RMR_b		53,57

Tab. Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..8 –Calcolo Indice RMR_b della Stazione S2.

Dunque, secondo l'indice RMR_b, l'ammasso roccioso della stazione S2 si colloca nella classe III (Roccia discreta).

**GARA AQ 11/16** (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001)

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale

22 di 22

Relazione sui rilievi geomeccanici

STAZIONE GEOMECCANICA S3 S4 e S5		
Parametri della Classificazione di Bieniawski		INDICI
A1	Resistenza della roccia	5,60
A2	RQD	4,69
A3	Spaziatura	9,78
A4a	Lunghezza o Persistenza	1,00
A4b	Apertura del giunto	1,00
A4c	Rugosità del giunto	1,00
A4d	Alterazione	5,00
A4e	Riempimento	2,00
A5	Condizioni idrauliche	15,00
Totale INDICE RMR_B		45,07

Tab. Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..9 –Calcolo Indice RMR_B delle Stazioni S3, S4 e S5.

Dunque, secondo l'indice RMR_B, l'ammasso roccioso delle stazioni S3, S4 e S5 si colloca verso l'estremo inferiore della classe III (Roccia discreta).

Come già detto nei paragrafi precedenti, in corrispondenza della stazione S3 dove affiorano i piani di faglia paralleli ed associati alla faglia principale della Valle dell'Aterno, la roccia si presenta fortemente cataclasata e la classificazione più appropriata per tale settore risulta quella di Hoek con l'indice GSI



Fig. 12. Particolare del settore della Stazione S3 dove la roccia risulta fortemente cataclasata.

	<p>GARA AQ 11/16 (Codice CIG 665875741B e CUP: F11B07000480001) Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori: S.S. 260 "Picente". Lavori di adeguamento piano altimetrico della sede stradale – Lotto 3° – Tratto da San Pelino a Marana di Montereale Relazione sui rilievi geomeccanici</p>	23 di 23
---	--	----------

La classificazione GSI degli ammassi rocciosi relativi alle 5 stazioni geomeccaniche sono riportate nelle schede allegate.