

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO

**STRADA DI COLLEGAMENTO TRA VIA DEL VAPORE E VIA MORIASSI
Geologia / Geotecnica
Relazione Geotecnica**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. G. Guagnozzi	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	R B	N V 3 1 0 0	0 0 1	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	ROCKSOIL <i>G. Guagnozzi</i>	23/05/2012	Ing. F. Colla <i>F. Colla</i>	29/05/2012	E. Pagani <i>E. Pagani</i>	31/05/2012	Dott. Geol. E. De Mattei

n. Elab.:	File: IG51 01 E CV RB NV3100 001 A00
-----------	--------------------------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG51 01 E CV RB NV3100 001 A00</p>	<p>Foglio 3 di 15</p>

INDICE

INDICE.....	3
1. PREMESSA.....	5
2. NORMATIVA E STRUMENTI TERRITORIALI DI RIFERIMENTO	7
3. INDAGINI ESEGUITE	8
4. DESCRIZIONE GEOTECNICA DEGLI AFFIORAMENTI E DEI TERRENI DI COPERTURA	9
5. CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	10
5.1. Coltre detritica.....	10
5.2. Depositi alluvionali	10
6. CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI.....	11
6.1. Formazione di Costa Areea	13
6.1.1. Classificazione di Bieniawski e di Hoek Brown.....	13
6.1.2. Rilievo geostrutturale	14

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio Collegamenti Integrati Veloci

ALTA SORVEGLIANZA



IG51 01 E CV RB NV3100 001 A00

Foglio
4 di 15

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51 01 E CV RB NV3100 001 A00 Foglio 5 di 15

1. PREMESSA

E' importante precisare che, la presente nota revisiona, ove ritenuto necessario, quanto descritto in Progetto Definitivo; rispetto alla fase di PD, alla data odierna, non sono disponibili nuove indagini per un affinamento della caratterizzazione geotecnica dell'area.

In particolare per le caratteristiche e/o problematiche idrogeologiche, occorre fare riferimento ai documenti generali di PD.

Il progetto in esame prevede una serie di opere previste per la realizzazione della viabilità di collegamento tra via del Vapore e via Moriassi nel Comune di Arquata Scrivia, come da delibera CIPE n°78 del 29 Settembre 2003, predisposto alla realizzazione di una tratta del terzo valico ferroviario dei Giovi.

In particolare il progetto prevede la costruzione di una nuova strada che collega la S.S. 35 a via Moriassi, a sua volta collegata al cantiere COP 4.

Lo sviluppo del tracciato in studio è pari a circa 590 m di nuova realizzazione.

L'intervento non richiede la progettazione di opere d'arte.

Non avendo a disposizione dati di dettaglio per l'opera in esame, per l'inquadramento geotecnico ci si basa sulla "Relazione geotecnica" di Progetto Definitivo dell'adeguamento della viabilità "Riqualifica di via del Vapore e della ex. S.S. 35 in Comune di Arquata Scrivia" (WBS NV19).

Per questa WBS NV19, è stato effettuato uno studio geotecnico di dettaglio che riporta la descrizione dei principali affioramenti delle formazioni litologiche che interessano il tracciato e sono state determinate le caratteristiche geotecniche delle coperture e degli ammassi rocciosi. La caratterizzazione geotecnica si basa sui dati provenienti da una campagna geognostica costituita da sondaggi, prove di laboratorio e in situ, nonché un rilevamento geostrutturale di dettaglio, al fine di determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni di copertura e i parametri geomeccanici degli ammassi rocciosi.

L'intervento in esame, allargamento della via Moriassi che passando dal cantiere COP4 si dirige verso la S.S. N°35 dei Giovi, si trova poco a nord dell'adeguamento di Via del Vapore (cfr. fig. 1).

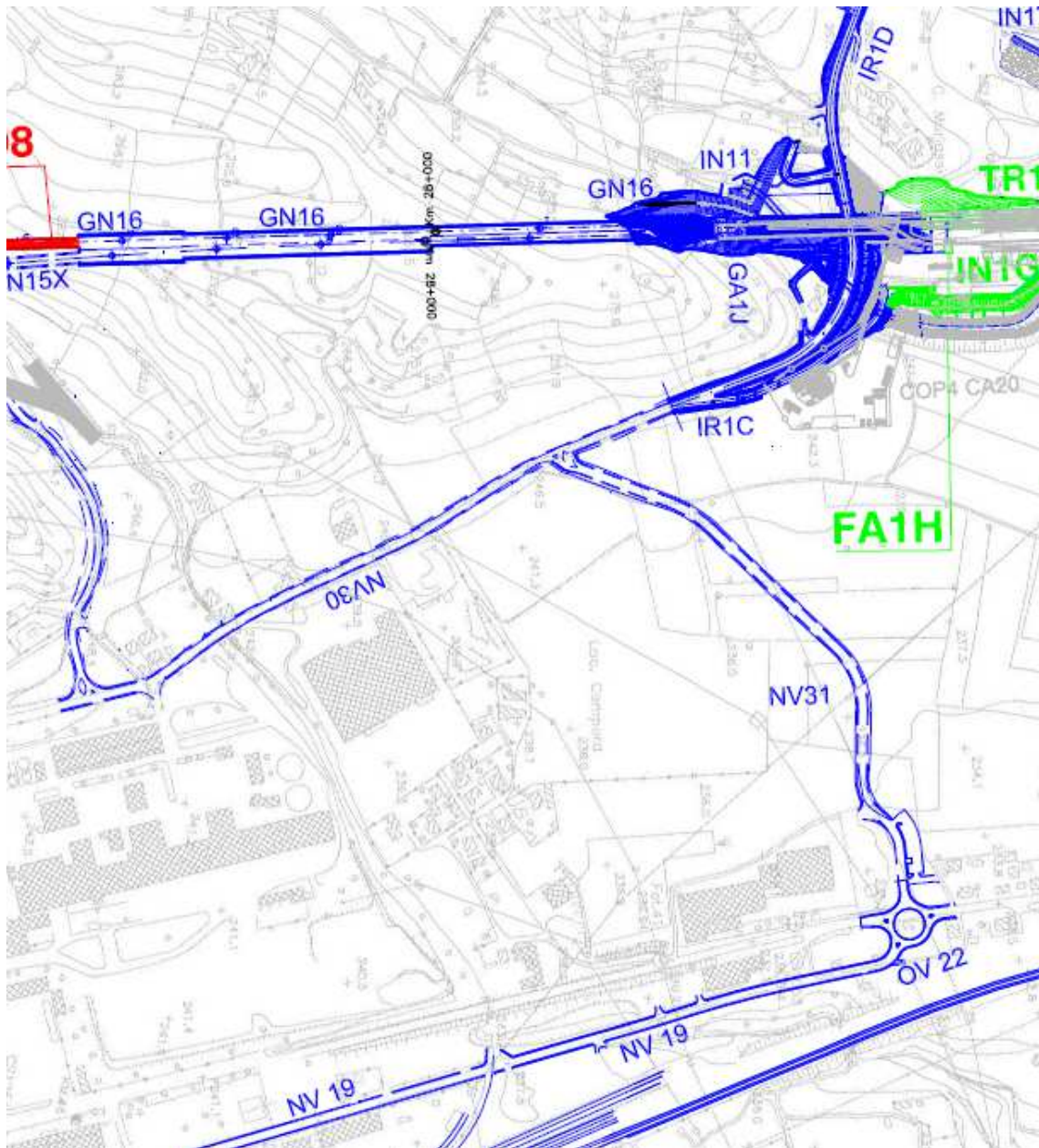


Fig. 1 – Stralcio planimetrico

La presente nota tecnica analizza, nel rispetto di quanto previsto dalla normativa in materia, l'inserimento, dal punto di vista geologico-tecnico, delle opere in progetto nel contesto geotecnico locale. Sulla base delle risultanze degli accertamenti ad oggi eseguiti, vengono analizzate e descritte le caratteristiche geotecniche dei terreni interagenti con le opere in esame; si rimanda invece agli elaborati di progetto e alle specifiche relazioni di calcolo per quanto riguarda le scelte e le verifiche geotecniche delle strutture di sostegno e delle eventuali opere e scarpate in terra.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51 01 E CV RB NV3100 001 A00</p> <p>Foglio 7 di 15</p>

2. **NORMATIVA E STRUMENTI TERRITORIALI DI RIFERIMENTO**

Per il presente lavoro sono state prese a riferimento le seguenti normative di Legge:

- D.M. 11.03.1988 e s.m.i. "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e le scarpate, i criteri generali, e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- Circ. LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 "Norme tecniche per terreni e fondazioni – istruzioni applicative".

Il progetto è stato analizzato nei confronti dei contenuti del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico PAI, approvato con DPCM 24/05/2001.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV RB NV3100 001 A00	Foglio 8 di 15

3. INDAGINI ESEGUITE

Per la definizione del quadro geotecnico dei terreni interagenti con le opere all'aperto in progetto sono state eseguite le seguenti indagini:

- raccolta e ordinamento di tutti i dati geotecnici e geognostici a disposizione
- osservazione delle diverse situazioni in progetto, partendo dalla base delle informazioni fornite dal rilevamento geologico di superficie
- rilievi geostrutturali sugli affioramenti più significativi delle diverse litologie rilevate.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51 01 E CV RB NV3100 001 A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 9 di 15</p>

4. DESCRIZIONE GEOTECNICA DEGLI AFFIORAMENTI E DEI TERRENI DI COPERTURA

Formazione di Costa Aresa (Burdigalliano – Langhiano)

Alternanze regolari di marne (in strati con potenze nell'ordine metrico) ed arenarie fini, ben classate e con laminazione piano-parallela (in strati con potenze dell'ordine decimetrico). Talvolta si individuano facies più argillitiche con una persistente foliazione che rende fessile la roccia stessa.

Lo spessore della Formazione è di estrema rilevanza e si aggira nell'ordine di 1 Km.

La spaziatura dei giunti si attesta su valori di 20 cm. I giunti si presentano un'apertura > 5 mm con una superficie liscia ed inalterata. Il coefficiente di rugosità JRC lungo il giunto assume, secondo la classificazione di Barton, valore 4 - 6. In base al numero di fratture presenti per metro cubo ($J_v = 5$) si è stimato un RQD intorno al 40%. La resistenza alla compressione uniassiale, misurata con sclerometro leggero sulla superficie di strato, è di circa 20 Mpa. Le condizioni idrauliche sono asciutte. Non si osservano venute d'acqua significative.

Terreni di copertura

La coltre di origine eluvio-colluviale è formata prevalentemente sabbie e ghiaie immerse in una matrice prevalentemente argillosa. Lo spessore della coltre si attesta generalmente intorno ai 3 metri (coltre potente). Secondo il Sistema Unificato di Classificazione delle Terre (USCS) può appartenere al gruppo SC.

Depositi alluvionali

Le alluvioni di tipo attuali e recenti sono composte da ciottoli poligenici di varia granulometria, oscillanti tra 2 e 25 cm, arrotondati e sabbia immersi in una matrice fine. Lo spessore è in genere variabile e può anche raggiungere lo spessore di 10 metri. Mediamente è stimabile intorno ai 5 metri.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51 01 E CV RB NV3100 001 A00</p> <p>Foglio 10 di 15</p>

5. CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Per la descrizione dei terreni si è fatta una serie di ipotesi geotecniche di lavoro facendo riferimento ad un modello di comportamento semplificato del terreno e conservativo nei confronti della sicurezza.

Per i terreni interessati si sono ipotizzati i seguenti parametri di resistenza:

5.1. Coltre detritica

Peso di volume γ saturo pari a circa 19 KN/m³

Angolo d'attrito in condizioni drenate ϕ' pari a circa 28°

Coesione drenata c' pari a 0.0 KN/m²

Coesione non drenata c_u pari a circa 50 - 70 KN/m²

5.2. Depositi alluvionali

Peso di volume γ saturo pari a circa 20 KN/m³

Angolo d'attrito in condizioni drenate ϕ' pari a circa 33°

Coesione drenata c' pari a 0.0 KN/m²

Modulo di Young E pari a 40 MPa

6. CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI

Gli ammassi rocciosi sono stati analizzati tramite la classificazione di Bieniawski (1989) e la resistenza al taglio tramite il criterio di rottura di Hoek-Brown.

Il metodo Bieniawski (89) si basa sul rilievo di sei parametri geotecnici ad ognuno dei quali è assegnato un peso:

- R1 resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta
- R2 indice RQD
- R3 spaziatura delle discontinuità
- R4 condizioni delle discontinuità (rugosità, alterazione, apertura, riempimento, continuità)
- R5 condizioni idrauliche
- R6 orientamento delle discontinuità (favorevolezza delle giaciture rispetto all'opera da realizzare).

La classificazione definisce due valori dell'indice RMR:

- $RMR_{base} = R1+R2+R3+R4+R5$
- $RMR_{corretto} = R1+R2+R3+R4+R5+R6.$

In base al valore dell'indice RMR, gli ammassi rocciosi vengono suddivisi in cinque classi, per ciascuna delle quali viene indicata una stima di massima dell'angolo di attrito, della coesione, una valutazione della qualità e un giudizio sulle difficoltà di scavo degli ammassi stessi.

Il Criterio di rottura di Hoek e Brown, invece, per le discontinuità degli ammassi rocciosi è espresso dalla relazione:

$$\sigma'1 = \sigma'3 + \sigma_c [m (\sigma'3 / \sigma_c) + s]^{0.5}$$

dove

$\sigma'1$ = sforzo efficace principale massimo alla rottura

$\sigma'3$ = sforzo efficace principale minimo alla rottura

σ_c = resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta

m, s = costanti dipendenti dalle caratteristiche dell'ammasso roccioso.

Dalla precedente equazione si derivano le espressioni dei parametri di resistenza al taglio equivalenti all'involuppo dei cerchi di Mohr:

$$\tau = A \sigma_c [(\sigma'1 - \sigma'3) / \sigma_c]$$

Dove

τ = tensione di taglio alla rottura

A, B = costanti del materiale

σ_n = sforzo normale efficace

$\sigma'3$ = resistenza a trazione

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51 01 E CV RB NV3100 001 A00		Foglio 12 di 15

Le costanti m e s nella prima equazione, sono funzione dell'indice GSI (Geological Strength Index) che si può stimare dall'indice RMR di Bieniawski:

$$GSI = RMR_{base} - R5 + 10$$

Verosimilmente i parametri geotecnici ricadranno all'interno dei valori ricavabili dalle due classificazioni a seconda della fratturazione più o meno intensa e che varia notevolmente da punto a punto, e dell'orientamento dei versanti.

Inoltre sono stati analizzate le stratigrafie e le prove, sia in sito che in laboratorio, dei sondaggi eseguiti nella campagna geognostica 2001-2002 del progetto preliminare della linea A.V. – Terzo Valico dei Giovi – finestra Vallemme e in particolar modo dei seguenti sondaggi:

- 7A301GO35
- AA301GO34
- XA301VO21
- XA301VO20
- XA301VO01
- XA301VO02
- XA301VO03
- XA301GO33
- AA301GO29
- AA301GO30
- AA301GO31

Si riporta una tabella riepilogativa con indicate le prove effettuate per ogni sondaggio.

Allegato (Relazione)	Allegato (sondaggio)	CODICE SONDAGGIO	C. INDAGINI	Impresa Esecutrice	COORDINATE		Q. p.c. (m s.l.m.)	PROF. (m)	PROVE IN ROCCIA	PROVE IN TERRENO	PROVE DI PERM Lefranc
					NORD	EST					
R_1	020	XA301V020	2001-2002	SOR. GE.	4949301.2889	1489156.1944	253.8621	50		X	-
R_1	021	XA301V021	2001-2002	SO RI. GE.	4949909.6201	1488943.0685	230.0051	50		X	2
R_2	001	XA301V001	2001-2002	INTERGEO	4949119.8765	1489342.0920	246.4937	60		X	1
R_2	002	XA301V002	2001-2002	INTERGEO	4949252.5918	1489310.5008	239.9424	40		X	1
R_2	003	XA301V003	2001-2002	INTERGEO	4949429.1291	1489210.3458	230.0795	40		X	1
R_8	029	AA301G029 - BH25 bis/PZ	2001-2002	INTERGEO	4947818.9487	1490222.8579	285.3267	50	X		-
R_8	030	AA301G030 - BH26 bis/PZ	2001-2002	INTERGEO	4948086.0945	1489922.2663	274.6224	70	X		-
R_8	031	AA301G031 - BH28/IV	2001-2002	INTERGEO	4948833.7120	1489612.8499	277.7032	55	X		-
R_8	033	XA301G033 - BH29/PZ	2001-2002	INTERGEO	4949049.5711	1489355.1971	253.9527	60	X		-
R_8	034	AA301G034 - BH30PZ/DH	2001-2002	INTERGEO	4950161.0000	1488898.0000	-	50	X	X	-
R_8	035	7A301G035 - BH31/IV	2001-2002	INTERGEO	4950190.8323	1488837.7692	259.0687	50	X	X	-

Per la consultazione dei risultati delle prove, dei logs stratigrafici e dell'ubicazione dei sondaggi si rimanda agli elaborati geologici del progetto preliminare e definitivo della linea A.V.

Nella tabella seguente vengono riferiti solamente i dati delle prove dilatometriche eseguite.

Prove dilatometriche

Sondaggio	Prova (n°)	Prof. (m)	Litologia	Modulo (MPa)
XA301V020	1	29.4	Marne	304
XA301V020	2	12	Marne	906
XA301V021	1	31.5	Argilliti	269
XA301V021	2	28.5	Argilliti	313
XA301V021	3	25.5	Argilliti	333

6.1. Formazione di Costa Areasa

Nella tabella sottostante si riportano i valori dei parametri geotecnici assunti per le varie verifiche e calcoli progettuali (i valori assegnati, in particolar modo per la coesione, tengono conto dei primi metri di alterazione della roccia):

Litologia	M (MPa) con $\sigma=100\text{MPa}$	γ (kN/m^3)	ϕ ($^\circ$)	c (kPa)
Formazione di Costa Areasa	900	21	25	0.4

6.1.1. Classificazione di Bieniawski e di Hoek Brown

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale	: 20. MPa
R2 ---- RQD	: 40. %
R3 ---- Spaziatura discontinuità	: 0.2 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 10 - 20 m
R4b --- Apertura discontinuità	: > 5 mm
R4c --- Rugosità	: Liscia
R4d --- Riempimento	: >5 mm mater. duro
R4e --- Alterazione	: Inalterata
R5 ---- Condizioni idrauliche	: Asciutto
R6 --- Orientamento discontinuità (fondazione)	: Sfavorevole
Stress orizzontale	: 0. MPa
Alterabilità della massa rocciosa	: Media resistenza all'alterazione

Risultato

	base	corretto
RMR	43	28
Classe	III	IV
Descrizione	Discreto	Scadente
ϕ ($^\circ$)	26.5	19
c (kPa)	215	140
Ed (GPa)	6.68	2.82
Q index	0.895	0.169
RSR index	45.86	36.23

Hoek Brown Classification

sigci	20 MPa
GSI	38
mi	9
D	0

Hoek Brown Criterion

mb	0.983084
s	0.00101905
a	0.51302

Failure Envelope Range

Application General
sig3max 5 MPa

Mohr-Coulomb Fit

c 0.789139 MPa
φ 26.1207 degrees

Rock Mass Parameters

sigt -0.0207316 MPa
sigc 0.583677 MPa
sigcm 2.5317 Mpa
Em 2241.38 MPa

Analysis of Rock Strength using RocLab

Hoek-Brown Classification

intact uniaxial compressive strength = 20 MPa
GSI = 38 mi = 9 Disturbance factor = 0

Hoek-Brown Criterion

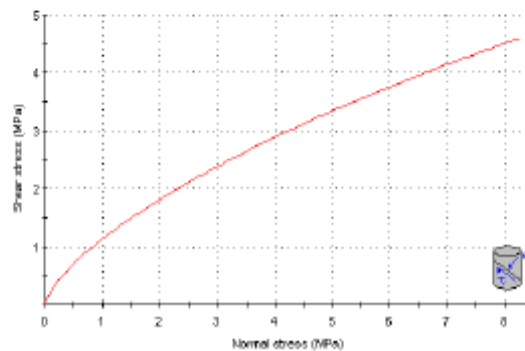
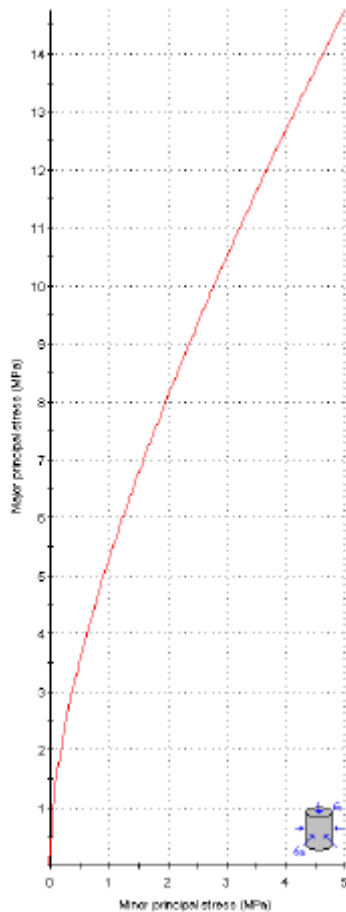
m_b = 0.993 s = 0.0010 a = 0.513

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.789 MPa friction angle = 26.12 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.021 MPa
uniaxial compressive strength = 0.694 MPa
global strength = 2.532 MPa
modulus of deformation = 2241.38 MPa



6.1.2. Rilievo geostrutturale

Giaciture discontinuità

337/53 - 304/10 - 225/32 - 338/18 - 330/28 - 310/35 - 314/30 - 325/25 - 294/28 - 310/32 - 300/30 - 273/43 -
310/20 - 310/35 - 305/36

Dati sclerometrici RS03

α	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Valore	38	40	16	20	15	15	20	10	15

Resistenza alla compressione: 20MPa

valore ottenuto dalla media aritmetica delle misurazioni, ad esclusione del valore più basso e del valore più alto, e ridefinito tramite un fattore correttivo che tenga conto dell'orientamento del martello.

Stereogramma con riportati i poli e i piani delle superfici di discontinuità