

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 CANTIERE MORASSI COP4 E CANTIERE RADIMERO**

**Geologia / Geotecnica  
Relazione Geotecnica**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> 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 0 0 0	0 0 1	A

Progettazione :								IL PROGETTISTA
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A00	Prima emissione	ROCKSOIL <i>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 NV3000 001 A00
-----------	--------------------------------------



## 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



ALTA SORVEGLIANZA



IG51 01 E CV RB NV3000 001 A00

Foglio  
4 di 16

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51 01 E CV RB NV3000 001 A00 <span style="float: right;">Foglio 5 di 16</span>

## 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.

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

E' importante precisare che, la presente nota riprende quanto descritto in Progetto Definitivo, alla data odierna non sono disponibili nuove indagini e/o rilievi che possano consentire un aggiornamento della caratterizzazione geotecnica dell'area oggetto degli interventi previsti.

Il progetto in esame prevede una serie di opere per l'adeguamento della strada di collegamento tra il cantiere Moriassi (COP4) e il cantiere Radimero 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 l'allargamento della via Moriassi che passando dal cantiere COP4 si dirige verso la S.S. N° 35 dei Giovi. L'adeguamento è previsto fino alla nuova viabilità di collegamento al cantiere Radimero, facente anch'essa parte di questa progettazione.

Lo sviluppo del tracciato in studio sulla via Moriassi è pari a circa 656 m. Il collegamento al cantiere Radimero, invece, si sviluppa lungo un percorso pari a circa 361 m. A questi vanno aggiunte le tratte di adeguamento degli innesti alla viabilità esistente e in progetto. E' previsto il mantenimento della livelletta il più possibile vicino alle quote esistenti, sia per quel che riguarda l'allargamento della via Moriassi, sia per quel che riguarda il nuovo collegamento.

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).

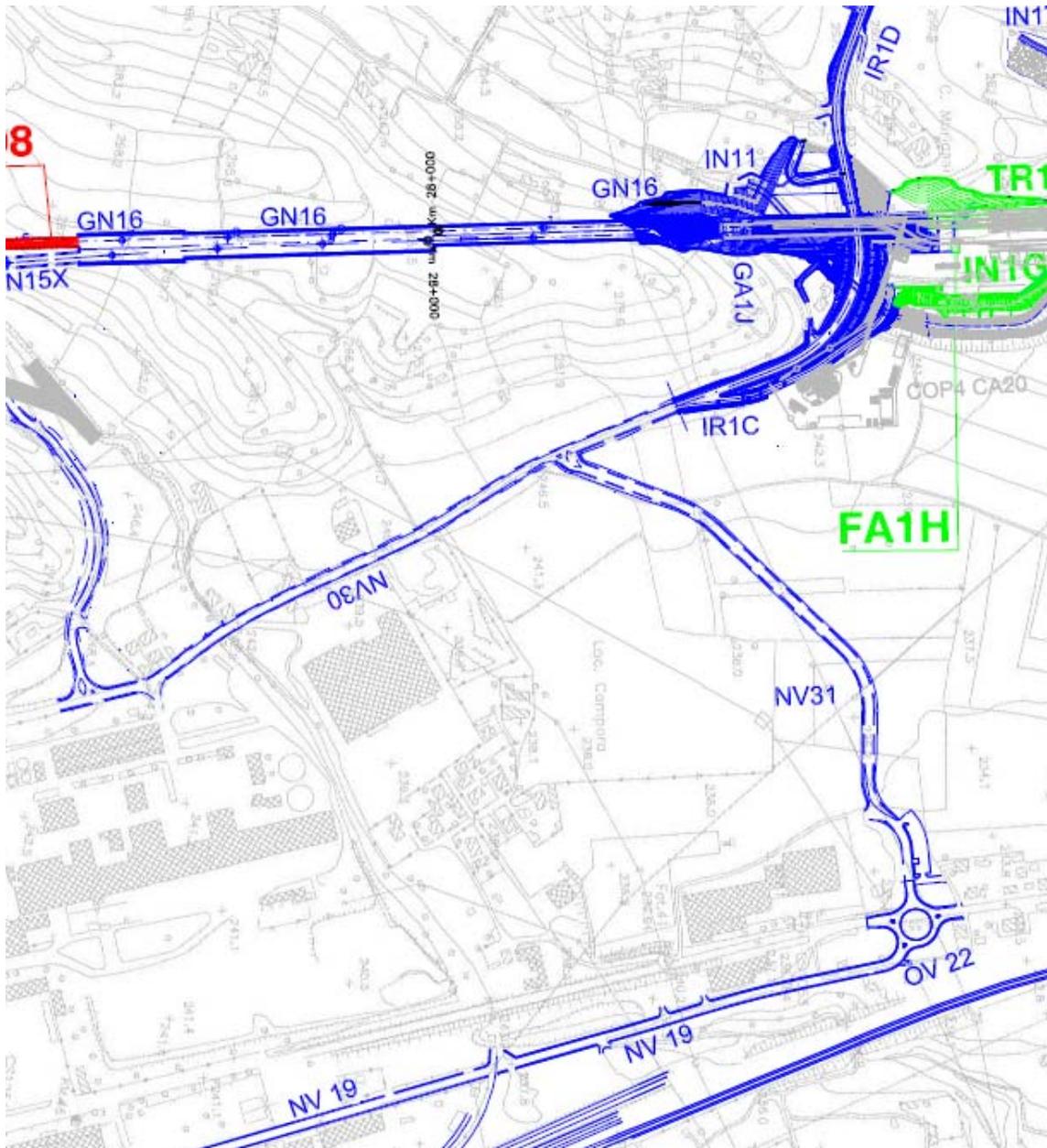


Fig. 1 – Stralcio planimetrico

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>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51 01 E CV RB NV3000 001 A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 7 di 16</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.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 01 E CV RB NV3000 001 A00</p>	<p>Foglio 8 di 16</p>

### 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.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV RB NV3000 001 A00
	Foglio 9 di 16

#### 4. DESCRIZIONE GEOTECNICA DEGLI AFFIORAMENTI E DEI TERRENI DI COPERTURA

##### **Formazione di Costa Areea (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 NV3000 001 A00</p> <p>Foglio 10 di 16</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  $\gamma$  saturo pari a circa 19 KN/m<sup>3</sup>

Angolo d'attrito in condizioni drenate  $\phi'$  pari a circa 28°

Coesione drenata  $c'$  pari a 0.0 KN/m<sup>2</sup>

Coesione non drenata  $c_u$  pari a circa 50 - 70 KN/m<sup>2</sup>

### 5.2. Depositi alluvionali

Peso di volume  $\gamma$  saturo pari a circa 20 KN/m<sup>3</sup>

Angolo d'attrito in condizioni drenate  $\phi'$  pari a circa 33°

Coesione drenata  $c'$  pari a 0.0 KN/m<sup>2</sup>

Modulo di Young E pari a 40 MPa

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV RB NV3000 001 A00
	Foglio 11 di 16

## 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

$\sigma_c$  = 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:

$$\tau = A \sigma_c [(\sigma'n - \sigma_t m) / \sigma_c]$$

Dove

$\tau$  = tensione di taglio alla rottura

$A, B$  = costanti del materiale

$\sigma_n$  = sforzo normale efficace

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV RB NV3000 001 A00 <span style="float: right;">Foglio 12 di 16</span>

ot m = resistenza a trazione

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	SO.RI.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/P2	2001-2002	INTERGEO	4947618.9487	1490222.8579	285.3267	50	X		-
R 8	030	AA301G030 - BH26 bis/P2	2001-2002	INTERGEO	4948086.0945	1489922.2663	274.6224	70	X		-
R 8	031	AA301G031 - BH28/N	2001-2002	INTERGEO	4948683.7120	1489612.8489	277.7032	55	X		-
R 8	033	XA301G033 - BH29/P2	2001-2002	INTERGEO	4949049.5711	1489355.1971	253.9527	60	X		-
R 8	034	AA301G034 - BH30/PZ/DH	2001-2002	INTERGEO	4950161.0000	1488698.0000	-	50	X	X	-
R 8	035	7A301G035 - BH31/N	2001-2002	INTERGEO	4950190.6323	1488637.7692	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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV RB NV3000 001 A00 <span style="float: right;">Foglio 13 di 16</span>

## 6.1. Formazione di Costa Areama

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 $\sigma=100\text{MPa}$	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	c (kPa)
Formazione di Costa Areama	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
$\phi$ (°)	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

**Rock-Brown Classification**

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

**Rock-Brown Criterion**

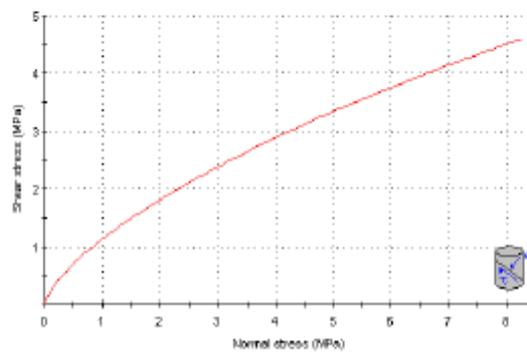
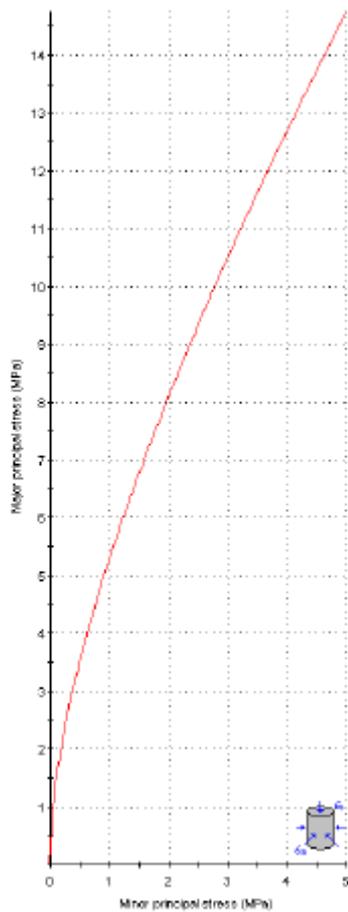
m<sub>b</sub> = 0.883    s = 0.0010    a = 0.513

**Mohr-Coulomb Fit**

cohesion = 0.789 MPa    friction angle = 26.12 deg

**Rock Mass Parameters**

tensile strength = -0.021 MPa  
uniaxial compressive strength = 0.684 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

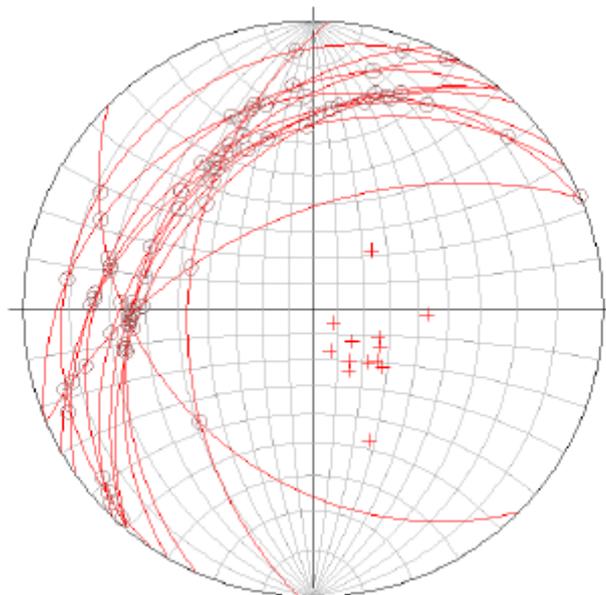
*Dati sclerometrici RS03*

$\alpha$	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*



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51 01 E CV RB NV3000 001 A00

Foglio  
16 di 16