

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

RIQUALIFICA DI VIA DEL VAPORE E DELLA EX S.S.35 IN ARQUATA SCRIVIA 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 1 9 0 0	0 0 1	A

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
	Emissione	Rocksoil <i>Emilio Maria</i>	17/09/2012	Ing. F. Colla <i>[Signature]</i>	19/09/2012	E. Pagani <i>[Signature]</i>	21/09/2012	Dott. Geol. E. De Mattei

n. Elab.:

File: IG5101ECVRBNV1900001A00

CUP: F81H92000000008

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG5101ECVRBNV1900001A00</p>	<p>Foglio 3 di 28</p>

INDICE

INDICE.....	3
1. PREMESSA.....	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4. ASSETTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO - IDROGEOLOGICO.....	7
4.1. Geomorfologia	7
4.2. Geologia.....	8
4.3. Idrogeologia	10
5. INDAGINI ESEGUITE	12
6. DESCRIZIONE GEOTECNICA DEGLI AFFIORAMENTI E DEI TERRENI DI COPERTURA	13
7. CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	15
8. CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI.....	16
8.1. Arenarie di Serravalle	17
8.1.1. Classificazione di Bieniawski e di Hoek Brown.....	18
8.1.2. Rilievo strutturale	20
8.2. Marne di Cessole	21
8.2.1. Rilievo strutturale	23
8.3. Formazione di Costa Areasa	24
8.3.1. Rilievo strutturale	24
8.4. Formazione di Costa Montada.....	25
9. PARAMETRI GEOTECNICI PER OGNI SINGOLO INTERVENTO.....	28

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG5101ECVRBNV1900001A00</p>	<p>Foglio 4 di 28</p>

1. PREMESSA

Il presente rapporto riguarda la realizzazione di interventi di riqualificazione e completamento di Via del Vapore, nel tratto esistente alla periferia NW di Arquata Scrivia (AL), tra l'innesto con la S.P. 140 della Val Borbera e la ex S.S. 35 dei Giovi in località Picareto. Il tratto stradale si localizza tra la rotonda OV22 (raccordo con la nuova viabilità in progetto), e la rotonda OV23 (incrocio tra Via Roma e la S.P. 140), nel Comune di Arquata Scrivia (AL).

L'intervento, identificato dal codice WBS NV19-1 si inserisce, insieme alle WBS OV22 e OV23 sopra citate, nel quadro delle opere complementari previste dal Progetto Esecutivo del nuovo collegamento AC/AV Milano-Genova "Terzo Valico dei Giovi".

L'intervento, identificato dal codice WBS NV19-3 si inserisce, insieme alle WBS OV20 e OV21 sopra citate, nel quadro delle opere complementari previste dal Progetto Esecutivo del nuovo collegamento AC/AV Milano-Genova "Terzo Valico dei Giovi" e prevede l'adeguamento della viabilità esistente al traffico dei mezzi pesanti, il rifacimento dei marciapiedi, del sistema di raccolta delle acque meteoriche, della segnaletica stradale e dell'impianto di illuminazione.

La riconfigurazione della via consiste nell'allargamento e nella pavimentazione della sede stradale esistente, attualmente solo in parte pavimentata, nonché nella posa in opera di uno scatolare di attraversamento del Rio Campora, in sostituzione di quello attuale, che è caratterizzato da un elevato stato di degrado e dotato di sezione idraulica insufficiente.

E' importante precisare che, la presente nota revisiona ed integra, ove ritenuto necessario, gli aspetti geologici, geotecnici eseguiti in precedenza e descritti in Progetto Definitivo.

Rispetto alla fase di PD, alla data odierna, non sono disponibili nuove indagini per un affinamento della caratterizzazione geotecnica dell'area.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG5101ECVRBNV1900001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 5 di 28</p>

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente rapporto fa riferimento alla seguente documentazione:

- R.D. 3267/1923 “Boschi e foreste” (vincolo idrogeologico).
- 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. 24/09/1988 n. 30483 “Norme tecniche per terreni e fondazioni - Istruzioni applicative”.
- OPCM 3274 del 20/03/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- D.G.R. Piemonte n° 11-13058 del 19/01/2010 “Aggiornamento e adeguamento dell’elenco delle zone sismiche” e D.G.R. Piemonte n° 4-3084 del 12/12/2011 “Approvazione delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese”.
- D.M. 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Variante Generale di P.R.G.C. del Comune di Serravalle Scrivia (AL), approvata con D.G.R. n° 16-30017 del 13 luglio 2000.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5101ECVRBNV1900001A00

Foglio
6 di 28

3.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRBNV1900001A00 Foglio 7 di 28

4. ASSETTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO - IDROGEOLOGICO

L'assetto geologico dell'area di indagine è stato ricostruito sulla base dei dati relativi alla geologia del tracciato della linea AC/AV Milano-Genova contenuti nel Progetto Definitivo (2004), dall'analisi della documentazione bibliografica e normativa disponibile per quest'area e dai sopralluoghi effettuati in sito dal gruppo di lavoro.

4.1. Geomorfologia

L'area di indagine si colloca sulla piana alluvionale terrazzata, in sponda sinistra del Torrente Scriva, su cui si sviluppa l'abitato di Arquata Scrivia.

Questa piana alluvionale terrazzata ha, in pianta, una topografia sigmoidale e si sviluppa con andamento NW-SE tra 225 m e 250 m di quota; è lunga circa 5 km, larga mediamente 1 km e mostra un gradiente morfologico medio dello 0,005% con drenaggio verso NE. La morfologia locale è controllata i) dalla presenza di numerosi piccoli conoidi alluvionali di pertinenza del reticolato idrografico secondario, che sfociano sul terrazzo alluvionale al raccordo tra il versante posto a W e la piana stessa e ii) dai vistosi interventi di riassetto territoriale connessi con gli interventi di urbanizzazione. In particolare, si evidenzia la presenza, al margine orientale della piana, del rilevato ferroviario dell'esistente linea MI-GE e del rilevato stradale della S.S. 35 "dei Giovi".

Verso W la pianura è delimitata dai rilievi collinari modellati nel substrato marnoso mentre verso E essa si raccorda con l'alveo attuale del T. Scrivia mediante una ripida scarpata di incisione torrentizia lungo la quale il substrato prequaternario affiora in modo pressoché continuo al di sotto dei depositi alluvionali terrazzati.

La scarpata presenta in pianta geometria irregolare, con andamento anastomosato che riflette l'andamento sinuoso del T. Scriva in questo tratto. In sezione, la scarpata è caratterizzata da tratti subverticali, in prossimità delle aree in erosione torrentizia attiva e da tratti ad acclività inferiore in corrispondenza dello sbocco nel fondovalle dei conoidi torrentizi del reticolato idrografico minore. Tali corsi d'acqua si impostano lungo direttrici ad andamento medio NNE-SSW, con drenaggio verso NE, determinando profonde incisioni che interrompono la continuità laterale del terrazzo di Arquata Scrivia.

Questo assetto morfologico, in accordo con le misurazioni strutturali eseguite in sito suggerisce, la presenza di discontinuità con direzione media NNE-SSE, che interesserebbero il substrato dell'area in esame favorendo, con l'intensa fratturazione, l'erosione torrentizia.

In dettaglio, l'intervento di riqualificazione di Via del Vapore, identificato dal codice WBS NV19-1 interesserà la porzione centrale della piana di Arquata Scrivia, compresa tra il confine del territorio comunale e la stazione ferroviaria. In questo settore, il tracciato della strada esistente, che corrisponde con l'ex tracciato della linea ferroviaria, si sviluppa con andamento rettilineo sul terrazzo alluvionale; la pendenza della livelletta stradale è mediamente inferiore allo 0,01% circa.

Dall'incrocio tra Via Roma e la S.P. della Val Borbera, fino all'attraversamento ferroviario esistente con il binario morto a servizio dell'area industriale, il tracciato della viabilità oggetto di sistemazione

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRBNV1900001A00
	Foglio 8 di 28

si imposta su un settore della pianura a morfologia regolare, con debole pendenza verso E; nella restante porzione, fino alla nuova rotonda OV22, il tracciato interessa dapprima la sponda destra del Rio Campora e, dopo l'attraversamento stradale che avviene all'interno di uno scatolare in cls disposto perpendicolarmente all'asse stradale, la sponda sinistra.

In questo tratto il rio scorre ribassato di circa 5-10 metri rispetto alla piana alluvionale, definendo un'incisione torrentizia ad andamento medio NNW-SSE con sponde scoscese, che lambisce il tracciato della strada esistente. Il ciglio superiore della scarpata è modellato in depositi alluvionali, mentre l'alveo si imposta nel substrato marnoso prequaternario, mascherato però, sia lungo la scarpata sia sul fondovalle, dalla coltre detritico-colluviale e da un terreno vegetale piuttosto sviluppato.

L'allargamento della carreggiata stradale in progetto interesserà in molti tratti la scarpata sul Rio Campora lungo la quale dovranno essere riportati terreni e realizzate opere di contenimento dei terreni di riporto.

In dettaglio, l'intervento di riqualificazione della Ex S.S. 35 "dei Giovi", identificato dal codice WBS NV19-3 verrà realizzato al margine settentrionale della piana alluvionale, in un'area già urbanizzata compresa tra lo svincolo con la S.P. 161 "della Crenna" e l'incrocio situato in prossimità del Rio Pradella.

In questo settore la strada esistente corre a raso, con andamento rettilineo e con pendenza non superiore allo 0,005%, sulla superficie del terrazzo alluvionale; soltanto nei pressi dell'intersezione stradale su cui sorgerà la nuova rotonda OV21 (area industriale sul Rio Pradella) si osservano modesti dislivelli, per lo più inferiori a 1 m, tra il piano stradale che risulta sopraelevato e la superficie del terrazzo a valle della strada. In questo tratto il rilevato è sostenuto da un muretto di in cls.

Nell'area di indagine i terreni naturali sono individuabili soltanto nei prati presso la cabina ENEL presente sul lato a monte della strada, mentre la restante porzione di territorio interessata dal progetto risulta urbanizzata e prevalentemente asfaltata.

4.2. Geologia

Il substrato prequaternario del sito è rappresentato:

- da alternanze di marne siltose omogenee biancastre e siltiti di colore grigio-cenere in strati e banchi, riferibili, sulla base dei caratteri litologici, alla Formazione delle Marne di Cessole (depositi di piattaforma esterna di età langhiana) passanti verso il basso ad alternanze regolari di strati pelitico-arenacei e di marne calcaree in strati di spessore centimetrico decimetrico, riferibili, sulla base dei caratteri litologici, alla Formazione di Costa Areaa (depositi di piana sottomarina età burdigaliana-langhiana). Il limite transizionale tra le due formazioni non è osservabile in sito nei dintorni dell'area perché il contatto è mascherato dai depositi quaternari e dall'urbanizzazione. Tuttavia, sulla base delle evidenze morfologiche e cartografiche è ipotizzabile che tale contatto, immergente verso NNW con un'inclinazione media compresa tra 25 e 45° attraversi la piana di Arquata e intersechi la viabilità in progetto

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRBNV1900001A00 Foglio 9 di 28

in corrispondenza del Rio Campora. È inoltre ipotizzabile, in accordo con le evidenze morfologiche, un controllo strutturale dell'andamento di tale limite, che potrebbe essere condizionato da dislocazioni secondo direttrici NNE-SSW connesse con la zona di deformazione della cosiddetta "faglia della Valle Scrivia". La presenza di abbondanti coperture quaternarie e i riporti antropici in sito non permettono tuttavia di verificare tale ipotesi.

- da sedimenti compatti, costituiti prevalentemente da marne, marne argillose e marne sabbiose di colore grigio-cenere in strati da centimetrici a decimetrici e banchi metrici, con locali intercalazioni di arenarie giallastre in banchi di spessore metrico. Tali sedimenti, affioranti con continuità lungo le scarpate di erosione torrentizia che bordano in sponda sinistra l'alveo attuale del T. Scrivia (vedi carta geologica allegata) sono riferibili, sulla base dei caratteri litologici, alla Formazione delle Marne di Cessole (depositi di piattaforma esterna di età langhiana; S3a in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) precedentemente attribuita alla successione sedimentaria autoctona e neoautoctona padano-adriatica, ma riferibile secondo le interpretazioni più recenti alla successione del BTP (Piana et al., in prep.; cfr. § **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Nell'era rilevata le Marne di Cessole costituiscono una monoclinale mediamente immergente verso NNW con inclinazioni variabili da 30 a 45°. Localmente la continuità della struttura monoclinale è interrotta da sistemi di discontinuità subverticali con direzione media compresa tra N-S e NE-SW, connesse con la zona di deformazione della cosiddetta "faglia della Valle Scrivia". In prossimità di tali lineamenti tettonici si riscontra una rapida verticalizzazione e parallelizzazione degli strati alle strutture tettoniche; la rotazione degli strati si associa, in particolare negli orizzonti a composizione marnoso-argillosa, alla formazione di un clivaggio subverticale a spaziatura centimetrica, lungo il quale si imposta localmente una debole circolazione idrica sotterranea.

Sul basamento prequaternario appoggiano i depositi alluvionali antichi del T. Scrivia (fluviale antico fl1; § **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**); si tratta di depositi ghiaiosi in abbondante matrice limosa giallo-ocra, che costituiscono il primo sottosuolo della piana alluvionale terrazzata di Arquata Scrivia; essi presentano una potenza variabile da pochi decimetri ad alcuni metri, in funzione dell'andamento della superficie erosionale che li delimita alla base; nell'area interessata dagli interventi di riqualificazione della viabilità in progetto la potenza stimata di tali depositi risulta essere compresa tra 2 e 5 m.

Al di sopra dei depositi alluvionali antichi sopra descritti si sviluppa un terreno vegetale di potenza mediamente inferiore a 0.5 m che, in corrispondenza della viabilità attuale e delle aree urbanizzate risulta sostituito/ricoperto dai depositi antropici.

Gli accumuli antropici che formano il rilevato stradale esistente sono costituiti prevalentemente da ghiaie grossolane e macerie. La potenza di tali depositi varia localmente da pochi decimetri fino a raggiungere, in corrispondenza dell'attraversamento sul Rio Campora, spessori dell'ordine di 6-7 m circa. Tali depositi poggiano direttamente sui terreni detritico-colluviali.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG5101ECVRBNV1900001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 10 di 28</p>

Gli accumuli antropici che formano il rilevato stradale esistente sono costituiti prevalentemente da ghiaie ghiaie grossolane frammiste a macerie a grossi blocchi; l'altezza del tratto in rilevato (nei pressi dello svincolo per l'area industriale) è dell'ordine di 1,5 m.

A ridosso del Rio Pradella il materiale artificiale appoggia direttamente su terreni detritico-colluviali prevalentemente limoso-sabbiosi, che costituiscono il primo sottosuolo lungo la scarpata di erosione, ma che non verranno interessati dalle opere in progetto.

I depositi detritico-colluviali costituiscono un corpo a geometria cuneiforme che presenta il massimo spessore alla base della scarpata, e si assottiglia progressivamente verso l'alto raccordandosi al terrazzo alluvionale principale. Si tratta di depositi prevalentemente limoso-sabbiosi e argillosi con ciottoli che derivano dalla mobilizzazione, per azione del ruscellamento diffuso, dei depositi alluvionali antichi del Terrazzo di Arquata. Lo spessore massimo stimato di tali depositi nell'area di indagine risulta inferiore a 2,5 m.

Si evidenzia inoltre come la parte superficiale dei depositi alluvionali in posto possa risultare estesamente rimaneggiata o anche sostituita da terreni di riporto, laddove siano stati eseguiti in passato scavi, ad es. per la posa di tubazioni; tali materiali sono da considerare scarsamente consolidati e con caratteristiche geotecniche potenzialmente non ottimali.

4.3. Idrogeologia

L'area di intervento non è interessata dalla dinamica del T. Scrivia, che scorre a oltre 150 m di distanza, con alveo ribassato di circa 20 m rispetto alla posizione dell'area di indagine.

La circolazione idrica superficiale è pertanto legata essenzialmente alle acque meteoriche ricadenti sul versante a monte dell'area di intervento e sulla superficie impermeabile della viabilità esistente e delle aree urbanizzate adiacenti alla strada; attualmente, le acque superficiali defluiscono lungo la rete fognaria esistente senza determinare erosioni o dissesti di alcun tipo. Attualmente, le acque superficiali defluiscono in parte lungo il Rio Campora e in parte sono intercettate dai tombinamenti disposti lungo il tracciato stradale e convogliate nella rete fognaria esistente.

Dato che la strada di nuova realizzazione non comporta un sensibile aumento delle superfici impermeabili rispetto alla situazione attuale, si ritiene che un corretto deflusso idrico superficiale possa essere garantito convogliando, come da progetto (cfr. relazione descrittiva degli interventi allegata al progetto definitivo, doc. A301-00-D-CV-RG-NV19-00-001-B00), le acque meteoriche nel nuovo reticolo di tubazioni in cls, del diametro di 50 cm, che verrà realizzato sotto ai marciapiedi e alla sede stradale, con recapito finale nel condotto fognario esistente lungo la S.S. 35.

Come evidenziato nella "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica" allegata al vigente PRG del Comune di Arquata Scrivia (Elab. B6), l'attraversamento del Rio Campora al di sotto di Via del Vapore presenta una sezione di deflusso

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRBNV1900001A00 Foglio 11 di 28

insufficiente; questo determina, in occasione di precipitazioni intense, allagamenti dell'area a monte della strada e della strada stessa, in corrispondenza dell'attraversamento.

Le acque meteoriche intercettate dal versante a monte dell'area di indagine si infiltrano nel sottosuolo all'interno dei depositi fluviali antichi che costituiscono il primo sottosuolo della piana di Arquata Scrivia e che sono un acquifero scarsamente produttivo, data la permeabilità medio-bassa e la ridotta potenza (generalmente inferiore a 10 m) delle ghiaie limose che li compongono; in questa formazione alluvionale sono stati realizzati alcuni pozzi ad uso domestico.

La soggiacenza della falda libera ospitata in questo acquifero è generalmente inferiore a 5 m dal p.c.; la direzione del deflusso idrico sotterraneo è mediamente diretta verso NNE e il reticolato idrografico superficiale funge da asse di drenaggio della falda (dati derivati dalla Relazione geologica allegata al PRGC vigente del Comune di Arquata Scrivia a firma del Dott. Geol. E Guerra, 2006).

La base dell'acquifero è costituita dal substrato marnoso, caratterizzato da permeabilità molto minore, per lo più legata alla fratturazione dell'ammasso roccioso. Il substrato costituisce una barriera per l'infiltrazione verticale delle acque di falda, le quali migrano lungo l'interfaccia stratigrafica substrato/depositi, fino a riaffiorare in superficie lungo i fianchi delle incisioni torrentizie, dove il contatto tra i depositi alluvionali ed il substrato è portato in affioramento dall'erosione.

Il flusso idrico sotterraneo confinato all'interfaccia quaternario/substrato (o al limite nei primi 1-2 m di substrato alterato) contribuisce a saturare i terreni limoso-argillosi della copertura colluviale, determinandone il decremento delle proprietà geotecniche e aumentandone la propensione all'instabilità, soprattutto in corrispondenza delle scarpate impostate nei depositi colluviali e alluvionali.

Gli scavi superficiali previsti per la realizzazione della rotonda in progetto non interferiranno con la falda idrica sotterranea; solo eventuali scavi di profondità superiore a 2 m ca. potrebbero intercettare il tetto della zona satura.

In tal caso, in fase di realizzazione degli scavi sarà opportuno proteggere le pareti di scavo contro il franamento e prevedere la possibilità realizzare sul fondo scavo un materasso drenante in ghiaione.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG5101ECVRBNV1900001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 12 di 28</p>

5. 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 dei dati geotecnici relativi al Progetto Preliminare e alle campagne geognostiche precedenti
- osservazione di dettaglio in sito delle diverse situazioni in progetto, partendo dalla base delle informazioni fornite dal rilevamento geologico di superficie

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRBNV1900001A00 Foglio 13 di 28

6. DESCRIZIONE GEOTECNICA DEGLI AFFIORAMENTI E DEI TERRENI DI COPERTURA

Arenarie di Serravalle (Serravalliano)

Arenarie medio-grossolane spesso riscontrabili in strati di spessore metrico, con laminazione obliqua. Possono essere intervallate da livelli pelitici di dimensioni decimetriche. Sovente si può apprezzare il contrasto di competenza fra le varie bancate arenacee che danno così origine a dei profili degli affioramenti a “dente di sega”. Lo spessore totale è quantificabile in circa 400 metri ed a tetto sono in contatto stratigrafico con le Marne di Sant’Agata Fossili. Le giaciture delle superfici di strato (S) si attestano generalmente su valori di 290/45. Si scorge anche una famiglia di fratture (K1) non molto evidente, con spaziatura dell’ordine di 2-3 metri ed avente giacitura 340/63, che interessa in maniera non invasiva l’affioramento. Lungo il grande affioramento in parete (dove peraltro le arenarie si dispongono a reggipoggio), in corrispondenza della Strada Statale n° 35 dei Giovi, si riscontrano le giaciture già evidenziate in precedenza, sia per quanto riguarda la S sia per la K1. Si nota inoltre un’ulteriore sistema di fratture (K2) con giacitura 78/42 e spaziatura di circa 1 metro. La spaziatura dei giunti di strato si attesta su valori di circa 25 cm. I giunti si presentano chiusi e le superfici di discontinuità variano da planari a blandamente ondulate e mostrano un profilo debolmente rugoso. Il coefficiente di rugosità JRC lungo il giunto assume, secondo la classificazione di Barton, valore da 6 - 8. In base al numero di fratture presenti per metro cubo ($J_v < 1$) si è stimato un RQD intorno al 70%. La resistenza alla compressione uniassiale, misurata con sclerometro leggero sulla superficie di strato, si attesta su valori di 25 Mpa. Le condizioni idrauliche si presentano con un persistente stillicidio d’acqua.

Marne di Cessole (Langhiano)

Marne siltose omogenee in banchi alternate a straterelli di arenaria; nella parte superiore prevalgono arenarie bioturbate. Lo spessore della Formazione è quantificabile in poco meno di 500 metri e, mentre il limite con le marne di Costa Areea è sfumato, quello con le arenarie di Serravalle, è netto. Le giaciture sono pressoché simili a quelle delle arenarie di Serravalle e si attestano su valori di 300/45 e sono caratterizzati da una persistenza lineare modesta: solo osservando gli strati arenacei è possibile stimare questo parametro prossimo al 90%. Si riconosce inoltre una famiglia di fratture (K1) con giacitura 170/75. L’intensità di fratturazione è caratterizzata da valori molto elevati (di norma superiori a 20 k/m sia in senso verticale che orizzontale) e solo lungo gli strati arenacei citati si possono trovare valori inferiori, compresi i tra 4 k/m e 7 k/m. La spaziatura dei giunti si attesta su valori di 2-3 cm. I giunti si presentano chiusi con una superficie rugosa poco alterata. Il coefficiente di rugosità JRC lungo il giunto assume, secondo la classificazione di Barton, valore 14 - 16. In base al numero di fratture presenti per metro cubo ($J_v < 1$) si è stimato un RQD intorno al 30%. La resistenza alla compressione uniassiale, misurata con sclerometro leggero sulla superficie di strato, è di circa 15 Mpa. Le condizioni idrauliche sono asciutte. Non si osservano venute d’acqua significative.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRBNV1900001A00
	Foglio 14 di 28

Formazione di Costa Areasa (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 fissile 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.

Formazione di Costa Montada (Aquitano)

Arenarie e conglomerati in grosse bancate, con alternanze di marne biancastre verso l'alto; presenza di macrofossili più o meno frammentari e microfauna. Le giaciture degli strati, che peraltro si presentano a reggipoggio, si attestano su valori di 300/45. Si riconosce inoltre una famiglia di fratture (K1) con giacitura 170/75 ed interasse nell'ordine decimetrico. La spaziatura dei giunti si attesta su valori di 30 cm. I giunti si presentano chiusi con una superficie rugosa ed inalterata. Il coefficiente di rugosità JRC lungo il giunto assume, secondo la classificazione di Barton, valore 14 - 16. In base al numero di fratture presenti per metro cubo ($J_v = 3$) si è stimato un RQD intorno al 60%. La resistenza alla compressione uniassiale, misurata con sclerometro leggero sulla superficie di strato, è di circa 25 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.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRBNV1900001A00 Foglio 15 di 28

7. 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:

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

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRBNV1900001A00 Foglio 16 di 28

8. 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:

$$\text{RMR}_{\text{base}} = \text{R1} + \text{R2} + \text{R3} + \text{R4} + \text{R5}$$

$$\text{RMR}_{\text{corretto}} = \text{R1} + \text{R2} + \text{R3} + \text{R4} + \text{R5} + \text{R6}$$

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.

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRBNV1900001A00 Foglio 17 di 28

- AA301GO30

- AA301GO31

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

Allegato (Relazione)	Allegato (Sondaggio)	CODICE SONDAGGIO	C. INDAGINE	Impresa Esecutrice	COORDINATE		Q. p.c. (MATERIA)	PROF. (m)	PROVE IN ROCCIA	PROVE IN TERRENO	PROVE DI PERI
					NORD	EST					Lefranc
R. 1	020	XA301V020	2001-2002	SCM IDE	4542001.2955	1485156.1944	251.0021	50			-
R. 1	021	XA301V021	2001-2002	SCM IDE	4542002.2501	1485243.1995	230.0081	50			-
R. 2	001	XA301V001	2001-2002	INTERGEO	4545115.0755	1485342.0820	245.4537	60		X	f
R. 2	002	XA301V002	2001-2002	INTERGEO	4545251.4515	1485210.5005	235.5424	40		X	f
R. 2	003	XA301V003	2001-2002	INTERGEO	4545425.1291	1485210.3455	230.0795	40		X	f
R. 8	029	AA301G029 - B105 M&PZ	2001-2002	INTERGEO	4547615.5487	1485222.0575	255.3267	50	X		-
R. 8	030	AA301G030 - B105 M&PZ	2001-2002	INTERGEO	4548000.1545	1485222.2593	274.6254	70	X		-
R. 8	031	AA301G031 - B105 M	2001-2002	INTERGEO	4548003.7120	1485212.5439	277.7032	55	X		-
R. 8	032	AA301G032 - B105 PZ	2001-2002	INTERGEO	4548045.5111	1485255.1271	261.5527	60	X		-
R. 8	034	AA301G034 - B105 PZ&M	2001-2002	INTERGEO	4550151.1000	1485555.1000	-	50	X	X	-
R. 8	035	AA301G035 - B105 M	2001-2002	INTERGEO	4550190.3023	1485537.7582	255.0587	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 (sigla)	PROVA (n°)	PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA	MODULO (Mpa)
XA301V020	1	29.4	Marne	304
XA301V020	2	12.0	Marne	906
XA301V021	1	31.5	Argilliti	269
XA301V021	2	28.5	Argilliti	313
XA301V021	3	25.5	Argilliti	333

8.1. Arenarie di Serravalle

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

Litologia	M (MPa) con $\sigma = 100$ MPa	γ (KN/m ³)	ϕ	C (Kg/cm ²)
Arenarie di Serravalle	900	21	24	0.4

Si riportano di seguito i risultati della classificazione di Bieniawski e di Hoek Brown e i risultati del rilievo geostrutturale.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG5101ECVRBNV1900001A00</p> <p>Foglio 18 di 28</p>

8.1.1. *Classificazione di Bieniawski e di Hoek Brown*



Classificazione di Bieniawski

R1 --- Resistenza compressione uniaxiale	: 25. MPa
R2 --- RQD	: 70. %
R3 --- Spaziatura discontinuità	: 0.25 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 10 - 20 m
R4b --- Apertura discontinuità	: Nessuna mm
R4c --- Rugosità	: Leggermente rugoso
R4d --- Riempimento	: Nessuno
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
R5 --- Condizioni idrauliche	: Stillicidio
R6 --- Orientamento discontinuità (fondazione)	: Poco favorevole
Stress orizzontale	: 0. MPa
Alterabilità della massa rocciosa	: Media resistenza all'alterazione

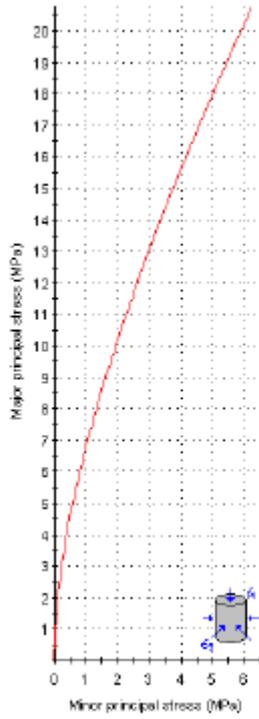
Risultato

	base	corretto
RMR	49	42
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	29.5	24
c (KPa)	245	210
Ed (GPa)	9.44	6.31
Q index	1.743	0.801
RSR index	49.71	45.22

Criterio di rottura di Hoek-Brown

Hoek Brown Classification		
sigci	25	MPa
GSI	54	
mi	17	
D	0.7	
Hoek Brown Criterion		
mb	1.35763	
s	0.00127263	
a	0.504342	
Failure Envelope Range		
Application	General	
sig3max	6.25	MPa
Mohr-Coulomb Fit		
c	1.14287	MPa
phi	28.8036	degrees
Rock Mass Parameters		
sigt	-0.0234348	MPa
sigc	0.866405	MPa
sigcm	3.86527	MPa
Em	4091.51	MPa

Analysis of Rock Strength using RocLab

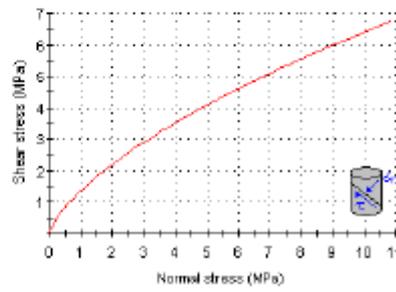


Hoek-Brown Classification
 intact uniaxial compressive strength = 25 MPa
 GSI = 54 $m_i = 17$ Disturbance factor = 0.7

Hoek-Brown Criterion
 $m_b = 1.358$ $s = 0.0013$ $a = 0.504$

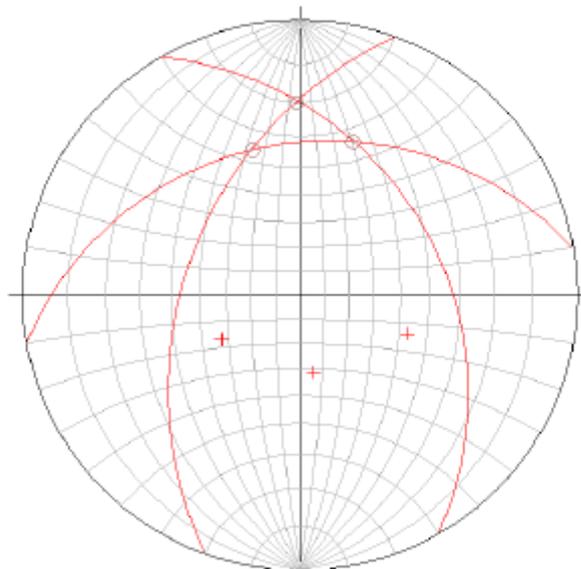
Mohr-Coulomb Fit
 cohesion = 1.103 MPa friction angle = 26.80 deg

Rock Mass Parameters
 tensile strength = -0.023 MPa
 uniaxial compressive strength = 0.866 MPa
 global strength = 3.865 MPa
 modulus of deformation = 4091.51 MPa



8.1.2. Rilievo strutturale

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



Giaciture discontinuità

290/45	60/36	350/32							

Dati sclerometrici RS01

α	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-56	-56
Valore	30	24	22	23	30	15	19	29	22

Resistenza alla compressione: 25MPa

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.

8.2. Marne di Cessole

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 $\sigma = 100$ MPa	γ (KN/m ³)	ϕ	C (Kg/cm ²)
Marne di Cessole	1000	22	26	0.5

Si riportano di seguito i risultati della classificazione di Bieniawski e di Hoek Brown e i risultati del rilievo geostrutturale.

6.2.1 Classificazione di Bieniawski e di Hoek Brown

Classificazione di Bieniawski

R1 ---- Resistenza compressione uniaxiale : 15. MPa
 R2 ---- RQD : 30. %
 R3 ---- Spaziatura discontinuità : 2.5 cm
 R4a --- Lunghezza discontinuità : 10 - 20 m m



R4b --- Apertura discontinuità	: Nessuna mm
R4c --- Rugosità	: Rugosa
R4d --- Riempimento	: Nessuno
R4e --- Alterazione	: Poco alterata
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	47.2	40.2
Classe	III	III
Descrizione	Discreto	Discreto
ϕ (°)	28.6	25.1
c (KPa)	236	201
Ed (GPa)	8.53	5.7
Q index	1.432	0.658
RSR index	48.58	44.08

Hoek Brown Classification

sigci	15	MPa
GSI	43	
mi	7	
D	0	

Hoek Brown Criterion

mb	0.91411
s	0.0017761
a	0.509269

Failure Envelope Range

Application	General
sig3max	3.75 MPa

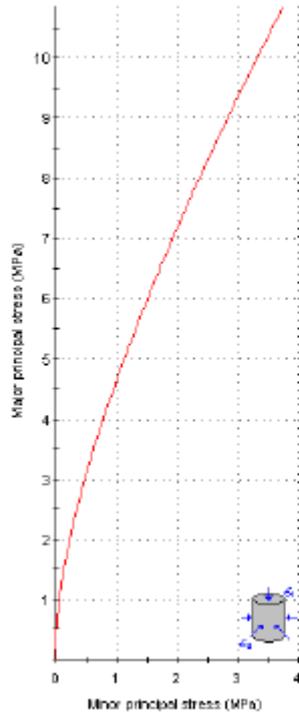
Mohr-Coulomb Fit

c	0.594021	MPa
phi	25.5428	degrees

Rock Mass Parameters

sigt	-0.0291448	MPa
sigc	0.596115	MPa
sigcm	1.88449	MPa
Em	2588.48	MPa

Analysis of Rock Strength using RocLab

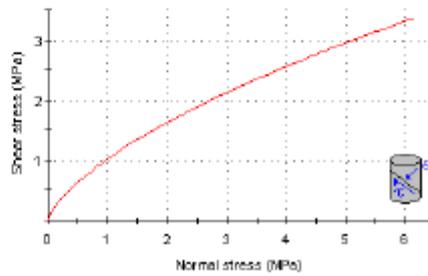


Hoek-Brown Classification
 intact uniaxial compressive strength = 15 MPa
 GSI = 43 m = 7 Disturbance factor = 0

Hoek-Brown Criterion
 $m_i = 0.914$ $s = 0.0018$ $a = 0.509$

Mohr-Coulomb Fit
 cohesion = 0.594 MPa friction angle = 25.54 deg

Rock Mass Parameters
 tensile strength = -0.029 MPa
 uniaxial compressive strength = 0.596 MPa
 global strength = 1.884 MPa
 modulus of deformation = 2500.40 MPa



8.2.1. Rilevo strutturale

Giaciture discontinuità

327/38	300/42	03/56							

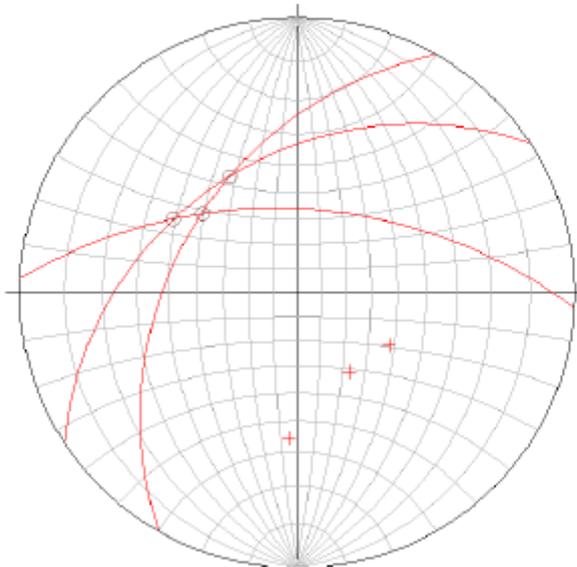
Dati sclerometrici RS02

α	+36	+36	+36	+36	+36	+36	+36	+30	+30
Valore	25	21	24	10	10	0	21	20	10

Resistenza alla compressione: 15MPa

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



8.3. 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 $\sigma = 100$ MPa	γ (KN/m ³)	ϕ	C (Kg/cm ²)
Formazione di Costa Areama	900	21	25	0.4

8.3.1. Rileivo strutturale

Giaciture discontinuità

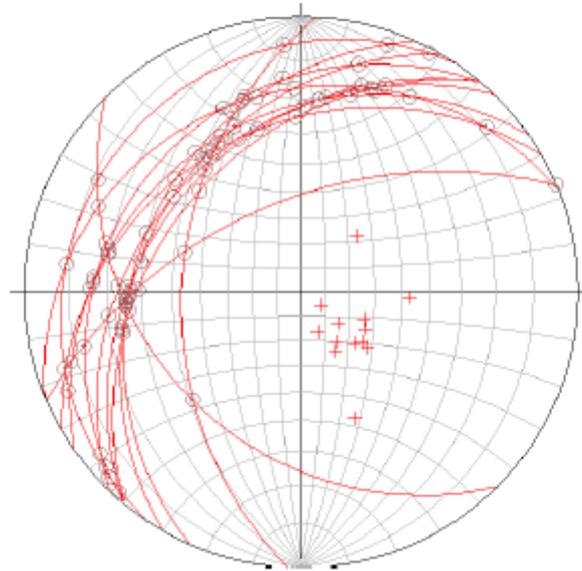
337/53	304/10	225/32	338/18	330/28	310/35	314/30	325/25	294/28	310/32
300/30	273/43	310/20	310/35	305/36					

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**8.4. Formazione di Costa Montada**

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 $\sigma = 100$ MPa	γ (KN/m ³)	ϕ	C (Kg/cm ²)
Formazione di Costa Montada	900	21	25	0.4

Classificazione di Bieniawski



R1 --- Resistenza compressione unix	: 25. MPa
R2 --- RQD	: 60.%
R3 --- Spaziatura discontinuità	: 0.3 m
R4a --- Lunghezza discontinuità	: 10 - 20 mm
R4b --- Apertura discontinuità	: Nessuna
R4c --- Rugosità	: Rugosa
R4d --- Riempimento	: Nessuno
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	63.	48.
Classe	II	III
Descrizione	Buono	Discreto
$\phi(^{\circ})$	36.5	29.
c (KPa)	315.	240.
Ed (GPa)	26.	8.91
Q index	8.257	1.56
RSR index	58.69	49.07

Hoek Brown Classification

sigci	25	MPa
GSI	58	
mi	9	
D	0	

Hoek Brown Criterion

mb	2.00817
s	0.00940356
a	0.503276

Failure Envelope Range

Application	General
sig3max	6.25 MPa

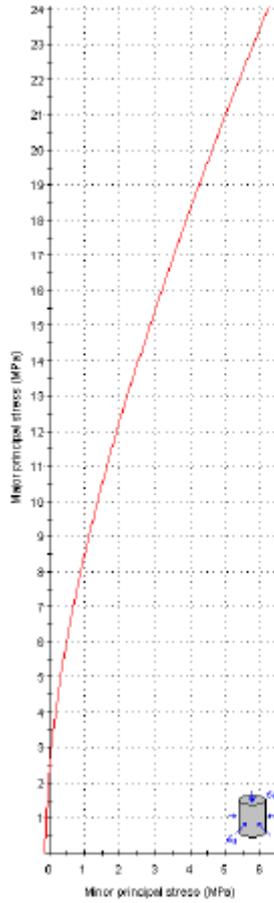
Mohr-Coulomb Fit

c	1.37956	MPa
ϕ	31.9531	degrees

Rock Mass Parameters

sigt	-0.117066	MPa
sigc	2.38752	MPa
sigcm	4.9728	MPa
Em	7924.47	MPa

Analysis of Rock Strength using RocLab



Rock-Brown Classification

intact uniaxial compressive strength = 25 MPa
 GSI = 58 $\eta_1 = 0$ Disturbance factor = 0

Rock-Brown Criterion

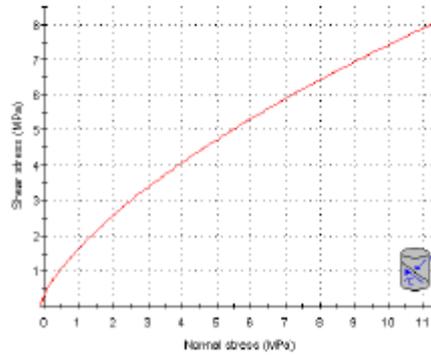
$m_b = 2.008$ $s = 0.0094$ $a = 0.503$

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 1.390 MPa friction angle = 31.95 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.117 MPa
 uniaxial compressive strength = 2.300 MPa
 global strength = 4.970 MPa
 modulus of deformation = 7924.47 MPa



9. PARAMETRI GEOTECNICI PER OGNI SINGOLO INTERVENTO

Si riporta nella tabella seguente, per ogni opera d'arte individuata, i principali parametri geotecnici, e lo spessore certo o presunto degli strati interessati. Lo spessore è determinato in base al rilevamento di campagna e ai logs stratigrafici dei sondaggi effettuati per la linea dell'alta velocità in zone limitrofe.

Opere	Copertura limo argillosa						Depositi Alluvionali						Substrato					
	γ^*	ϕ^*	C**	Cu**	M***	Sp.	γ^*	ϕ^*	C**	Cu**	M***	Sp.	Simb.	γ^*	ϕ^*	C**	Cu**	M***
Rotatoria 1							20	33	0	0	40	3	AS	21	24	0.4		900
Rotatoria 2							20	33	0	0	40	5	MC	22	28	0.5		1000
Rotatoria 3							20	33	0	0	40	5	FC	21	25	0.4		900
Rotatoria 4							20	33	0	0	40	5	FC	21	25	0.4		900
Sottopasso							20	33	0	0	40	5	FC	21	25	0.4		900

* (KN/m³)** (Kg/cm²)

*** (Mpa)

Simbologia: AS= arenarie di Serravalle

MC= mame di Cessole

FC= formazione di Costa Areata