

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

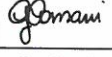



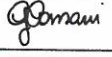





**NUOVA VIABILITA' VIA BORZOLI - VIA ERZELLI**

**Galleria Naturale - Imbocco galleria lato Borzoli**

**Relazione di calcolo delle opere di protezione degli scavi**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Project Manager  Ing. G. Guagnozzi 	<b>VALIDO PER COSTRUZIONE</b> IL DIRETTORE DEI LAVORI Dott. Ing. Luigi ZACCARIA 

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	C L	G A S A 0 4	0 0 1	C

Progettazione :								IL PROGETTISTA
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A00	Emissione	Ing. G. Cassani 	15/03/12	Ing. F. Colla 	20/03/12	E. Pagani 	30/03/12	Ing. E. Ghislandi 
B02	Revisione generale per richiesta di cantiere	Rocksoil 	04/09/12	Ing. F. Colla 	05/09/12	E. Pagani 	07/09/12	
C00	Revisione a seguito istruttorie DL 001-U-28/09/12-DL-IG51/01-dl ed ITF IG51-01-E-07-IS-GASA-00-002-A	Rocksoil 	24/10/12	Ing. F. Colla 	26/10/12	E. Pagani 	29/10/12	

n. Elab.: Stampato dal Service di piottaggio ITALFERR S.p.A. File: IG51-01-E-CV-CL-GASA 04 001 C00

ALBA s.r.l.

CUP: F81H92000000008

Società di Gestione INTERSERVICE



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-GASA 04 001 C00
	Foglio 3 di 25

## INDICE

INDICE.....	3
1. INTRODUZIONE.....	5
2. NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI.....	6
2.1. Normativa Sismica.....	6
3. MATERIALI IMPIEGATI.....	7
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO.....	8
5. INQUADRAMENTO DELL'OPERA E PROPOSTA DI INTERVENTO.....	9
5.1. FASI ESECUTIVE.....	10
6. VERIFICA STABILITÀ GLOBALE.....	12
6.1. Ipotesi di calcolo e di verifica.....	12
6.1.1. Sezioni di calcolo.....	14
6.1.2. Analisi sismica.....	14
6.1.3. Stratigrafie di calcolo e parametri geomeccanici.....	14
6.1. Risultati delle analisi e verifiche.....	16
6.1.1. Stabilità tratto B.....	16
6.1.2. Stabilità tratto A.....	19
6.1.3. Stabilità tratto C.....	22
7. CONCLUSIONI.....	25

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio Collegamenti Integrati Veloci

ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

IG51-01-E-CV-CL-GASA 04 001 C00

Foglio  
4 di 25

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Interattivi Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-01-E-CV-CL-GASA 04 001 C00</p> <p>Foglio 5 di 25</p>

## 1. INTRODUZIONE

Nella presente relazione si descrivono le opere di sostegno degli scavi per la realizzazione dell'imbocco lato Borzoli della Galleria Borzoli-Erzelli, ubicato alla progressiva 26.50, nell'ambito della progettazione esecutiva della "Nuova viabilità nella tratta Via Borzoli – Via Erzelli" connessa al sistema ad Alta Velocità/Alta Capacità della linea Terzo Valico dei Giovi - Milano-Genova.

Nel seguito si riportano le verifiche di stabilità degli scavi per la realizzazione dell'imbocco, che, in considerazione della natura dell'ammasso roccioso da scavare, è di tipo diretto.

Per la galleria artificiale si rimanda ad un'apposita relazione dei calcoli.

L'area in esame è classificata in zona sismica di IV categoria.

Le analisi numeriche sono state condotte, in assenza di spinta idrostatica, dato che il livello piezometrico si trova ben al di sotto del piano di scavo. Nel seguito vengono descritte in dettaglio le fasi esecutive per la realizzazione dello scavo e si forniscono le caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati. Si riportano, infine, i risultati delle verifiche di stabilità condotte.

Per quanto concerne le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e la caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso presente in corrispondenza dell'imbocco, si rimanda agli elaborati specifici.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-GASA 04 001 C00 <span style="float: right;">Foglio 6 di 25</span>

## 2. NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI

Il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti nel rispetto delle norme vigenti riportate nel seguente elenco:

- L. 5/11/1971 n. 1086 : “Norme per la disciplina delle opere in cemento armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- D.M. 11/03/1988: “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- Circ. Min. 24/9/1988 n. 30483: “Norme tecniche per terreni e fondazioni: istruzioni applicative del D.M. 11/3/1988”.
- D.M. 9/01/1996: “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche” .
- Circ. Min. 15/10/1996 n. 252: “Istruzioni relative alle Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- D.M. 16/01/1996: “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi”.
- Circ. Min 4/07/1996 n. 156 STC: “Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi”.
- EC2\_UNI-ENV-1992 : “Progettazione Strutture in c.a.”
- EC3\_UNI-ENV-1993 : “Progettazione delle strutture in acciaio”.
- EC7\_UNI-ENV-1997 : “Progettazione geotecnica”
- EC8\_UNI-ENV-1998 : “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture”
- Raccomandazioni AICAP (Maggio 1993): “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce”.
- Associazione Geotecnica Italiana “Aspetti geotecnica della progettazione in zona sismica – Linee guida” Patron Editore, Bologna. Ed. provvisoria marzo 2005.
- ISO 23469 “Bases for design of structures — Seismic actions for designing geotechnical works” First edition 2005-11-15.

### 2.1. Normativa Sismica

Nell’analisi in condizioni sismiche viene recepita la nuova normativa (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 30.03.2003). Per quanto riguarda la classificazione sismica del territorio nazionale, in assenza di ulteriori specificazioni da parte della Regione Liguria, la zona è classificata di IV categoria.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
IG51-01-E-CV-CL-GASA 04 001 C00		Foglio 7 di 25

### 3. MATERIALI IMPIEGATI

Barre di ancoraggio	B450C controllato in stabilimento
Piastre ed accessori di ancoraggio	B450C controllato in stabilimento
Rete elettrosaldata	B450 controllato in stabilimento
Rivestimento fosso di guardia	C20/25, Tipo CEM III-V, S3
Magrone di pulizia di sottofondo	R <sub>m</sub> ≥ 15 MPa, Tipo CEM I-V, X0
Miscele cementazione barre	Tipo: A ritiro compensato R <sub>m</sub> (28gg) ≥ 25MPa A/C < 0.5 Additivi fluidificanti
Spritz beton	- Resistenza media su carote h/φ = 1 a 48 ore ≥ 13 MPa, a 28 gg ≥ 30MPa
Perforazione barre di ancoraggio	Diametro ≥ 48 mm



#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Per le indicazioni relative all'inquadramento geologico e geomorfologico dell'area in esame si rimanda alle relazioni specifiche. Di seguito si riporta una tabella contenente le caratteristiche meccaniche dei terreni in sito.

Strati	Descrizione	Spessore	gamma (kN/mc)	c' (kPa)	phi' (°)	E (MPa)	Coeff Poisson
<b>Strato 1</b>	basalti molto alterati e molto fratturati	variabile; in genere compreso tra 3-6m	21-22	50-100	27-30	200-500	0,35
<b>Strato 2</b>	basalti fratturati e parzialmente alterati	variabile; in genere compreso tra 2,5-4,5m	22-23	100-300	29-33	500-2000	0,3
<b>Strato 3</b>	basalti più resistenti	-	24-26	300-500	30-35	2000-4000	0,3

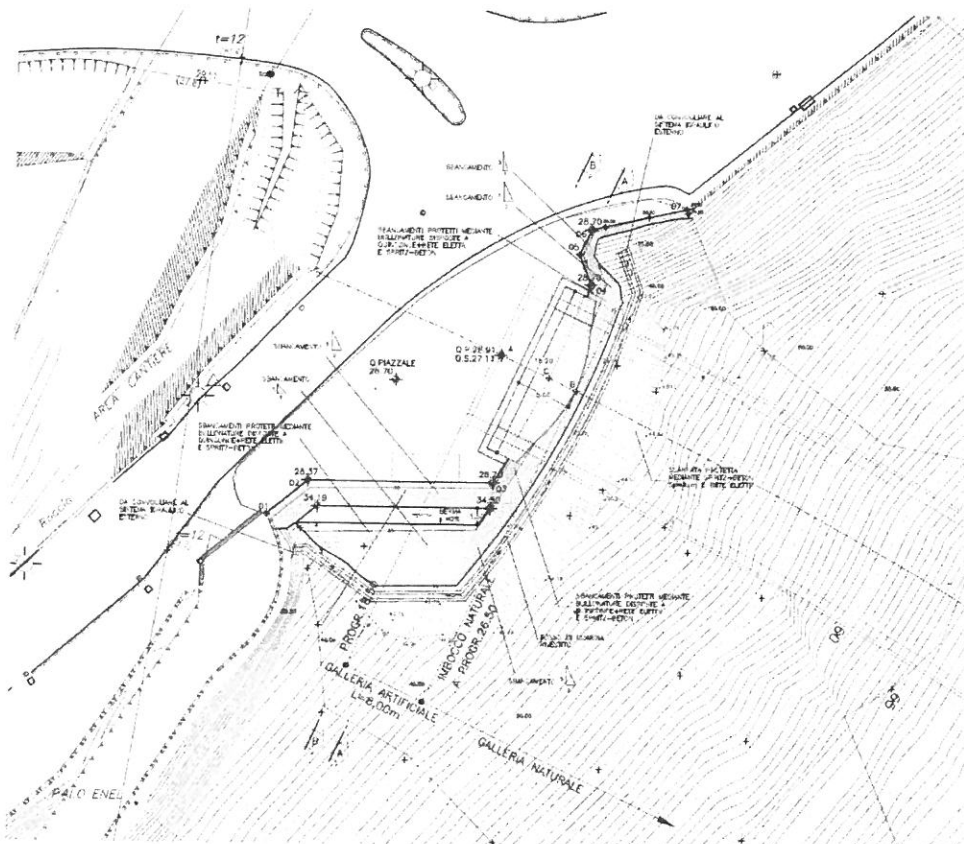
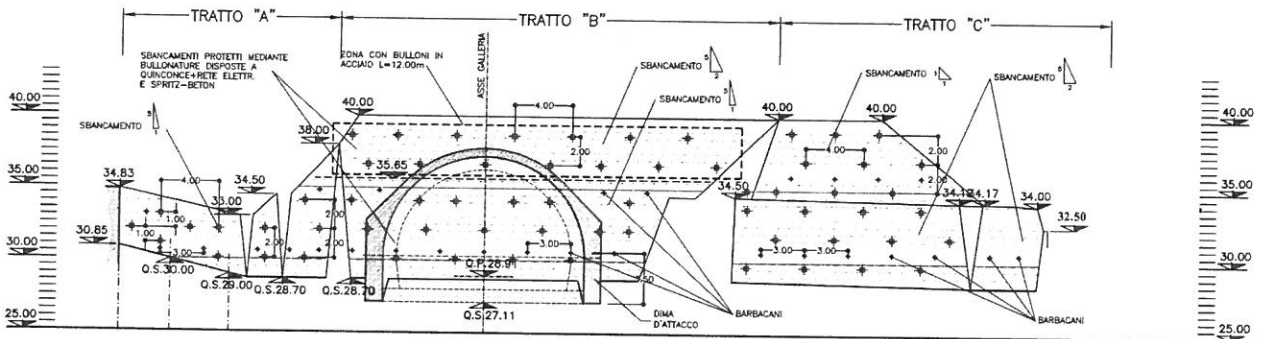


## 5. INQUADRAMENTO DELL'OPERA E PROPOSTA DI INTERVENTO

Per l'imbocco lato Borzoli della galleria Borzoli - Erzelli, si è previsto un attacco di tipo diretto, effettuando sbancamenti in roccia e provvedendo alla stabilizzazione delle pareti mediante la messa in opera di barre in acciaio ancorate ad una rete elettrosaldate con successiva stesura di uno strato di spritz-beton.

### SVILUPPATA SCAVI

SCALA 1:200



<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>Foglio 10 di 25</p>
<p>IG51-01-E-CV-CL-GASA 04 001 C00</p>		

Sono state adottate chiodature disposte a maglia 2.0 m × 2.0 m (maglia a quinconce), di lunghezza compresa tra i 6 m e i 12 m. Esse sono ancorate per l'intera lunghezza e hanno un'inclinazione compresa tra i 15° e i 45° a seconda della profilatura del terreno. Si adottano barre in acciaio B450C di diametro  $\phi$  30 e con relativo diametro di perforazione di 48 mm.

Per la parete frontale si eseguiranno due ordini di sbancamenti rispettivamente di inclinazione pari a 5 (verticale) su 1 (orizzontale), ovvero circa 79°, per un'altezza di circa 8.5 m, e 5 (verticale) su 2 (orizzontale), ovvero circa 68°, per un'altezza di circa 5.5 m. L'altezza totale di scavo è circa 14 m.

In corrispondenza delle pareti laterali, la riprofilatura del versante è attuata come di seguito descritto:

- per il "Tratto C", mediante la realizzazione di due ordini di sbancamenti impostati rispettivamente con pendenza di scavo pari a 1 su 1, ovvero inclinazione 45°, per una altezza totale di circa 6 m e 5 (verticale) su 2 (orizzontale), ovvero inclinazione 68°, per un'altezza di circa 7.0 m. L'altezza totale di scavo sarà circa 13.0 m,
- per il "Tratto A", mediante la realizzazione un ordine di sbancamento impostato con pendenza di scavo pari a 5 (verticale) su 2 (orizzontale), ovvero circa 68°, per una altezza di 6 m circa.

Lo scavo verrà condotto con demolitore meccanico, secondo modalità tipiche di sbancamenti in versanti rocciosi. I bulloni dovranno essere posti in opera a seguito delle successive fasi di ribasso, che saranno, al massimo 2,5 – 3,0 metri. Preliminarmente all'operazione di riprofilatura tramite gli sbancamenti, sarà realizzata una pulizia del versante mediante disboscamento e bonifica della coltre superficiale, laddove presente.

## 5.1. FASI ESECUTIVE

La realizzazione dell'imbocco in esame prevede i seguenti interventi:

- Esecuzione delle piste di accesso;
- realizzazione della scarpata a protezione del futuro imbocco stabilizzata mediante uno strato di spritz-beton di spessore 8.0 cm armato con rete elettrosaldato  $\phi$  6 maglia 10 x 10;
- scavo di sbancamento e riprofilatura;
- realizzazione degli interventi di sostegno mediante chiodatura e contemporanea posa in opera della rete elettrosaldato e Spritz-Beton;
- realizzazione, durante le fasi di ribasso, degli interventi di consolidamento per la sezione di attacco della galleria con infillaggi metallici  $\phi$  88.9 sp. 10 mm e lunghi 15.0 m;
- realizzazione della dima di attacco a protezione degli scavi;
- scavo del primo campo d'avanzamento secondo le indicazioni progettuali;
- getto del concio d'attacco della galleria naturale;
- ritombamento finale e sistemazione definitiva dell'imbocco.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-GASA 04 001 C00	Foglio 11 di 25

Per la realizzazione degli sbancamenti, si prevedono le seguenti fasi operative:

- scavo di sbancamento e riprofilatura, dall'alto verso il basso, per successivi ribassi, al massimo di 2.5 – 3.0 metri
- realizzazione, durante le fasi di ribasso, degli interventi di protezione con chiodature in barre d'acciaio di lunghezza compresa tra i 6.0 m e i 12.0 m opportunamente collegate alla rete elettrosaldata (maglia 10 x 10) e spritz-beton (sp. 8.0 cm). Contemporaneamente verranno realizzati i drenaggi mediante barbacani di lunghezza 3.0 m al fine di evitare che si generino sovrappressioni a tergo dello strato di spritz-beton.

La posa in opera dei bulloni in acciaio dovrà avvenire secondo le seguenti fasi:

- perforazioni di diametro 48 mm, con una inclinazione variabile da 15° a 45°, disposti secondo la maglia di progetto;
- posa in opera del chiodo, dotato di distanziatori e canne per l'iniezione della miscela cementizia;
- iniezione di cementazione con pressione di circa 2 bar;
- collegamento di ciascun chiodo alla rete elettrosaldata tramite piastre d'acciaio 30 cm x 30 cm e dado di collegamento;
- posa in opera dello spritz-beton (sp. 8.0 cm)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	IG51-01-E-CV-CL-GASA 04 001 C00 Foglio 12 di 25
--	--	---

## 6. VERIFICA STABILITÀ GLOBALE

### 6.1. Ipotesi di calcolo e di verifica

L'esame della condizioni di stabilità è stata condotta utilizzando gli usuali metodi dell'equilibrio limite.

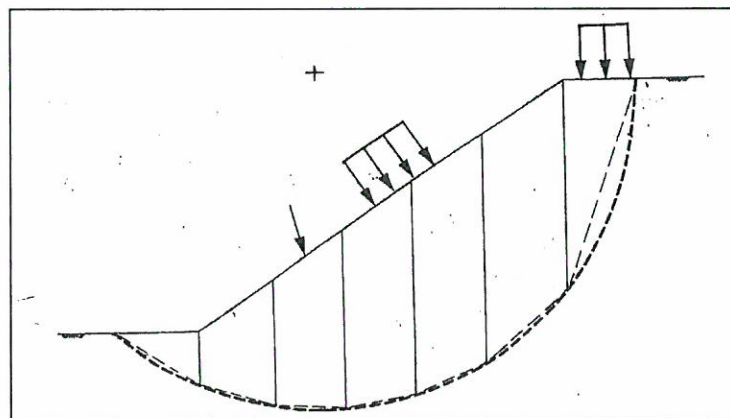
Le analisi di stabilità sono state eseguite utilizzando il programma di calcolo SLOPE/W della GEO-SLOPE International Ltd (Calgary, Alberta, Canada).

Il programma si basa sull'applicazione di diversi metodi dell'equilibrio limite in condizioni bidimensionali quali il metodo di Bishop (1955), di Janbu (1973), di Spencer (1967) e di Morgenstern-Price (1965).

Il metodo valuta le condizioni di stabilità di un pendio naturale o di una scarpata artificiale ricercando per tentativi la superficie di scivolamento "critica" (ossia quella a cui compete il coefficiente di sicurezza  $F_s$  minimo) e verificando se tale valore risulta maggiore o minore di 1.

Il valore di  $F_s=1$  corrisponde ad una situazione di incipiente scivolamento del pendio lungo la superficie di scorrimento considerata.

Il metodo si basa sulla considerazione dell'equilibrio di un blocco (o "cuneo") rigido di terreno rappresentato in Figura.



**Blocco di terreno instabile suddivisione in conci.**

Il cuneo è soggetto sia all'azione del peso proprio sia a quella delle forze esterne di varia natura (sovraccarichi verticali, azioni dei tiranti, forze di inerzia sismiche, ecc.); inoltre è presa in conto la presenza della falda all'interno del pendio, trascurando il fenomeno di filtrazione.

A questo scopo il blocco viene dapprima suddiviso in conci e l'equilibrio globale è analizzato come somma dell'equilibrio di ciascuno di essi facendo delle assunzioni semplificatrici sulle forze reciproche tra i conci (vedi Figura).

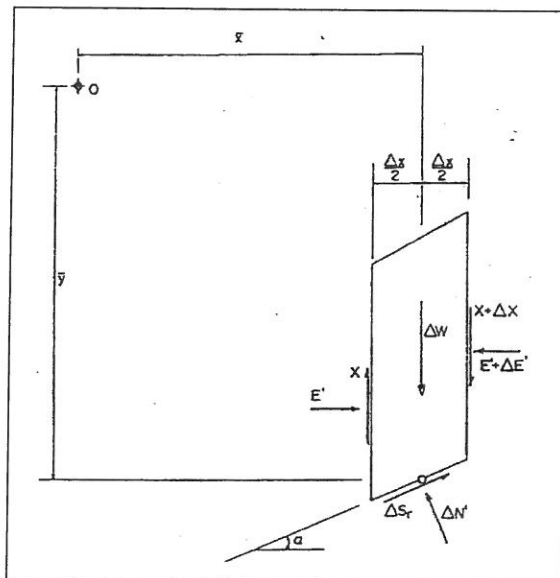


Figura – Forze agenti sui conci.

Il metodo consente di valutare un valore del coefficiente di sicurezza medio della superficie di scivolamento ( $F_s=1$ ) definito come:

$$F_s = \frac{(\tau_{ult})_m}{\tau_m}$$

essendo:

$(\tau_{ult})_m$  = resistenza al taglio media del terreno lungo la superficie di scivolamento;

$\tau_m$  = tensione tangenziale media mobilitata lungo la superficie di scivolamento.

Il programma permette il calcolo dei coefficienti di sicurezza di superfici di potenziale scivolamento sia circolari sia di geometria qualsiasi. Nel caso di superfici circolari è possibile definire una griglia al cui interno sono situati i centri delle superfici di scivolamento per le quali si ricerca il coefficiente di sicurezza. In tale maniera è possibile individuare la superficie per la quale si ha il coefficiente di sicurezza minimo.

Le verifiche effettuate sono state condotte in corrispondenza delle sezioni più gravose: una in asse alla galleria e altre due in corrispondenza delle pareti laterali.

Per eventuali chiarimenti sulla geometria del modello assunto e sui risultati forniti dalle analisi di stabilità si rimanda agli appositi allegati grafici.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-GASA 04 001 C00	Foglio 14 di 25

### 6.1.1. Sezioni di calcolo

Per quanto concerne le verifiche di stabilità sono state eseguite una verifica di stabilità statica ed una sismica in corrispondenza delle sezioni di massima altezza e di massima inclinazione a tergo. Nelle immagini di seguito riportate sono indicate le sezioni di calcolo. Il grado di stabilità globale è stato valutato considerando una superficie di rottura circolare.

### 6.1.2. Analisi sismica

Nelle analisi è stata valutata l'influenza di un ipotetico sisma sulla stabilità globale del versante. Per quanto riguarda il calcolo in condizioni sismiche, si sono calcolati i coefficienti sismici  $K_h$  e  $K_v$ . Considerando i seguenti parametri relativi alla categoria di suolo

$$S = 1.25$$

$$r = 1.0$$

Si ricavano i coefficienti sismici orizzontale e verticale

$$K_h = \frac{S \cdot a_{\max}}{r} = 0.063$$

$$K_v = 0.5 \cdot K_h = 0.031$$

Tali valori di accelerazione sono stati introdotti nel modello di calcolo in condizioni sismiche.

### 6.1.3. Stratigrafie di calcolo e parametri geomeccanici

A seguito delle prime evidenze in sito e al fine di operare a vantaggio di sicurezza è stato considerato nei modelli di calcolo uno strato di riporto aggiuntivo rispetto a quelli mostrati nei paragrafi precedenti. Lo spessore del riporto è stato assunto variabile tra i 3.0 m e 4.5 m. In basso vengono riportate le stratigrafie di calcolo valutate in accordo agli elaborati specifici.

## TRATTO B – Frontale

Terreno	Profondità (m)	Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Coesione c' (kPa)	Angolo di attrito $\varphi$ (°)
RIPORTO	0.0 – 3.5	21	5	30
BASALTO MOLTO FRATTURATO	3.5 – 7.5	21.5	50	27
BASALTO PARZ. FRATTURATO	7.5-11.5	22.5	100	29
BASALTO PIÙ RESISTENTE	>11.5	25	300	32

## TRATTO A Lat sx

Terreno	Profondità (m)	Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Coesione c' (kPa)	Angolo di attrito $\varphi$ (°)
RIPORTO	0.0 – 3.0	21	5	30
BASALTO PARZ. FRATTURATO	3.0 – 5.5	22.5	100	29
BASALTO PIÙ RESISTENTE	>5.5	25	300	32

## TRATTO C Lat dx

Terreno	Profondità (m)	Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Coesione c' (kPa)	Angolo di attrito $\varphi$ (°)
RIPORTO	0.0 – 4.5	21	5	30
BASALTO MOLTO FRATTURATO	4.5 – 5.5	21.5	50	27
BASALTO PARZ. FRATTURATO	5.5 – 8.0	22.5	100	29
BASALTO PIÙ RESISTENTE	>8.0	25	300	32

## 6.1. Risultati delle analisi e verifiche

La normativa prescrive, per il coefficiente di sicurezza, i seguenti valori minimi:

condizione statica       $F_s \text{ min} = 1.3$

condizione sismica       $F_s \text{ min} = 1.1$

### 6.1.1. Stabilità tratto B

Nella seguente tabella vengono presentati i risultati delle analisi di stabilità, condotte con il metodo di Bishop. Verranno confrontati i coefficienti di sicurezza per casi in cui il pendio abbia o meno le chiodature.

Num	Condizione	Fs	Fs
		Pendio senza barre	Pendio con barre
1	STATICA	<b>0.911</b>	<b>1.492</b>
	SISMICA	<b>0.826</b>	<b>1.219</b>

**TABELLA – Risultati analisi di stabilità**

Come si può constatare, i valori dei coefficienti  $F_s$  sono maggiori rispetto a quelli minimi prescritti dalla normativa nel caso in cui vengono predisposti i chiodi.

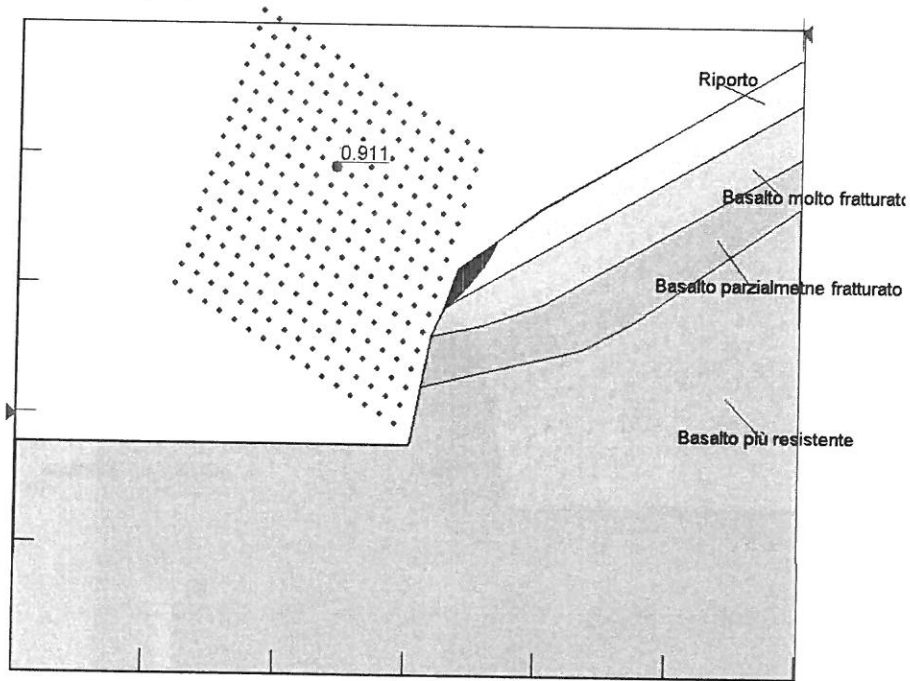
I coefficienti di sicurezza presentati sono quelli minimi ottenuti dalle analisi di stabilità, e perciò riconducibili alle superfici circolari verosimilmente più critiche.

L'intervento prevede la messa in opera di una maglia di chiodi 2.0 mx 2.0 m: i chiodi avranno lunghezza di 12.0 m (quelli più in alto) e 6.0 m (tutti gli altri) e inclinazione variabile tra 15° e 25° rispetto all'orizzontale.

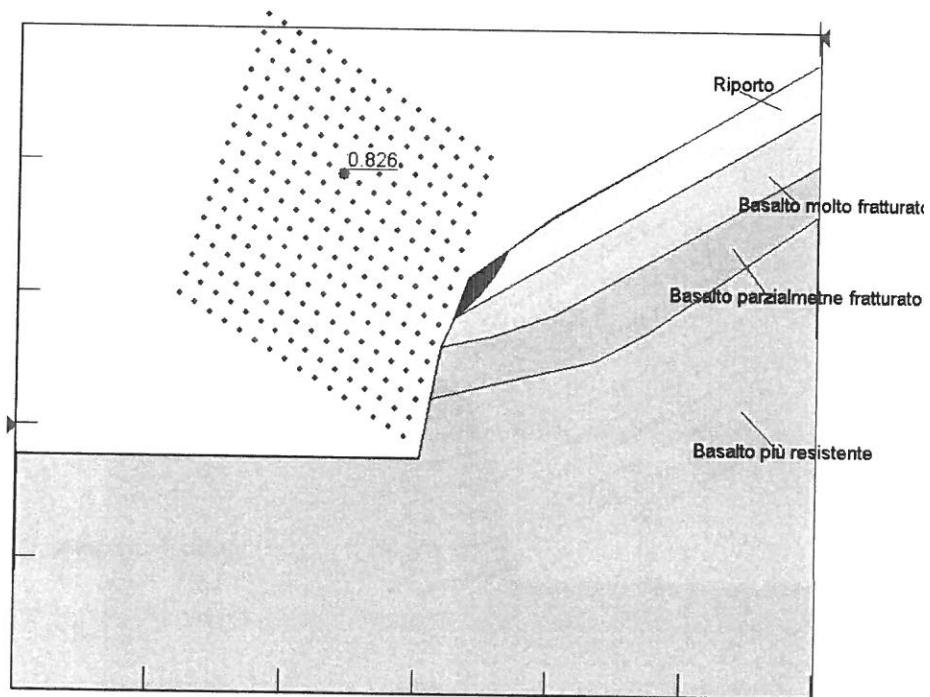
Nelle figure che seguono si possono osservare gli schemi, emessi dal programma di calcolo, relativi alle superfici di scorrimento critiche per le varie analisi condotte:



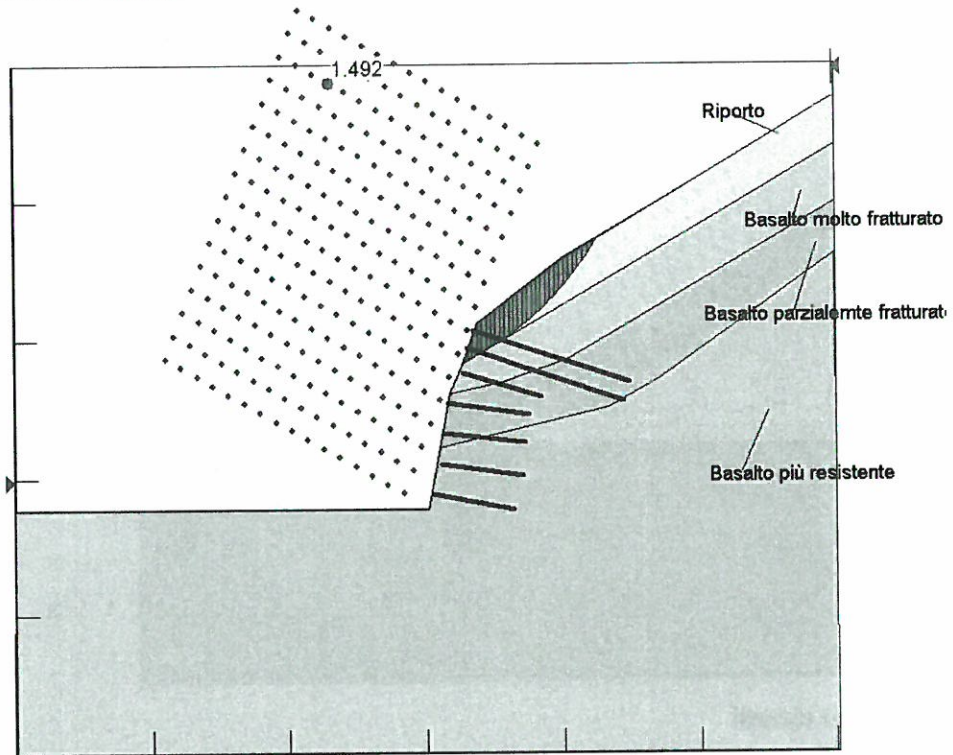
### Analisi statica senza chiodi



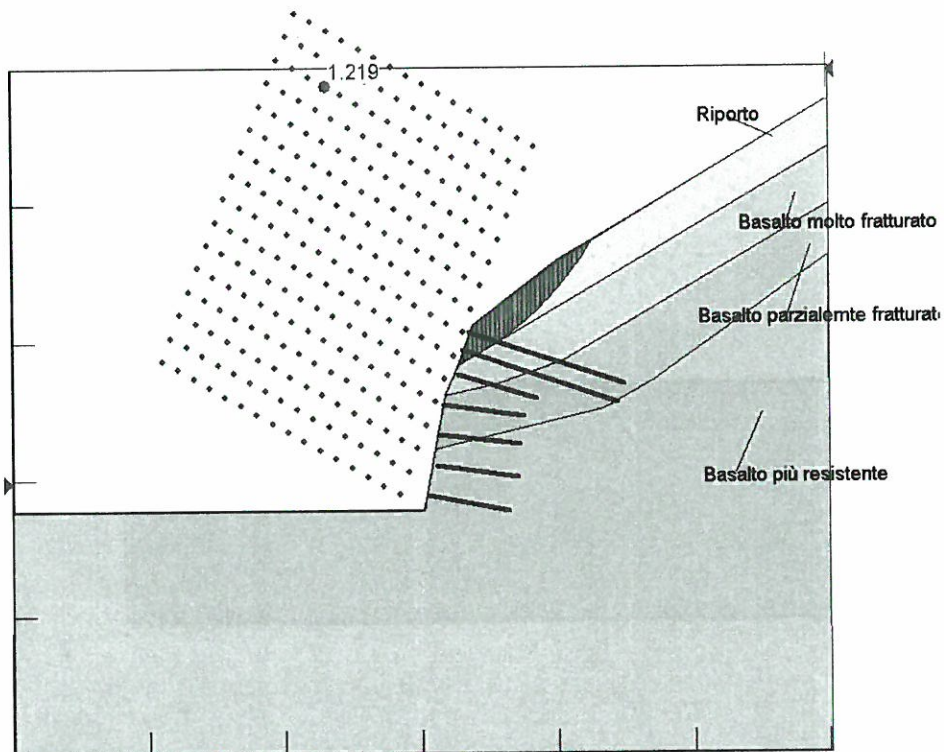
### Analisi sismica senza chiodi



### Analisi statica con chiodi



### Analisi sismica con chiodi



### 6.1.2. Stabilità tratto A

Nella seguente tabella vengono presentati i risultati delle analisi di stabilità, condotte con il metodo di Bishop. Verranno confrontati i coefficienti di sicurezza per casi in cui il pendio abbia o meno le chiodature.

Num	Condizione	Fs	Fs
		Pendio senza barre	Pendio con barre
1	STATICA	<b>1.116</b>	<b>10.53</b>
	SISMICA	<b>1.019</b>	<b>7.83</b>

**TABELLA – Risultati analisi di stabilità**

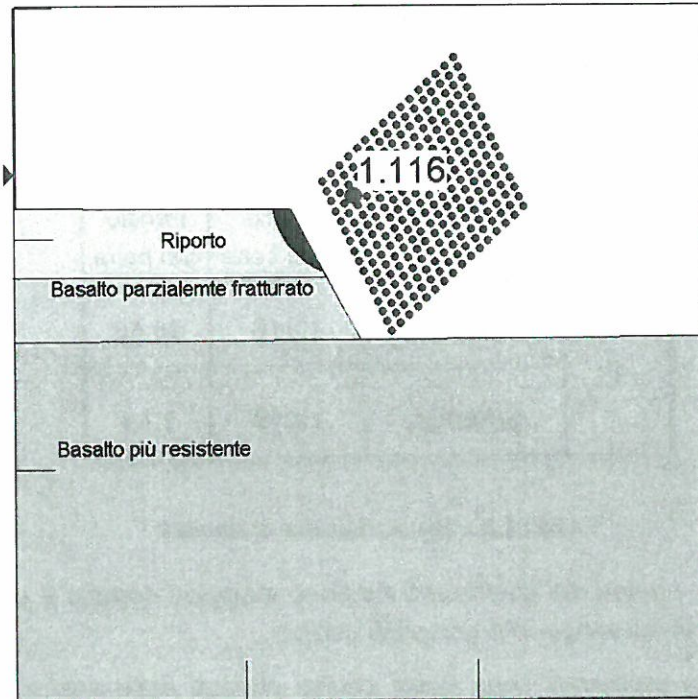
Come si può constatare, i valori dei coefficienti Fs sono maggiori rispetto a quelli minimi prescritti dalla normativa nel caso in cui vengono predisposti i chiodi.

I coefficienti di sicurezza presentati sono quelli minimi ottenuti dalle analisi di stabilità, e perciò riconducibili alle superfici circolari verosimilmente più critiche.

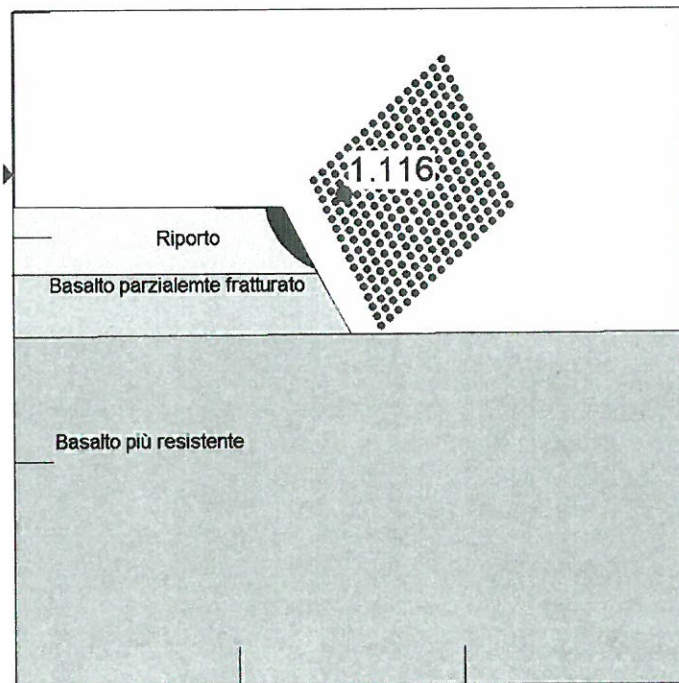
L'intervento prevede la messa in opera di una maglia di chiodi 2.0mx2.0m inclinati di circa 25° rispetto all'orizzontale e lunghi 6.0 m.

Nelle figure che seguono si possono osservare gli schemi, emessi dal programma di calcolo, relativi alle superfici di scorrimento critiche per le varie analisi condotte:

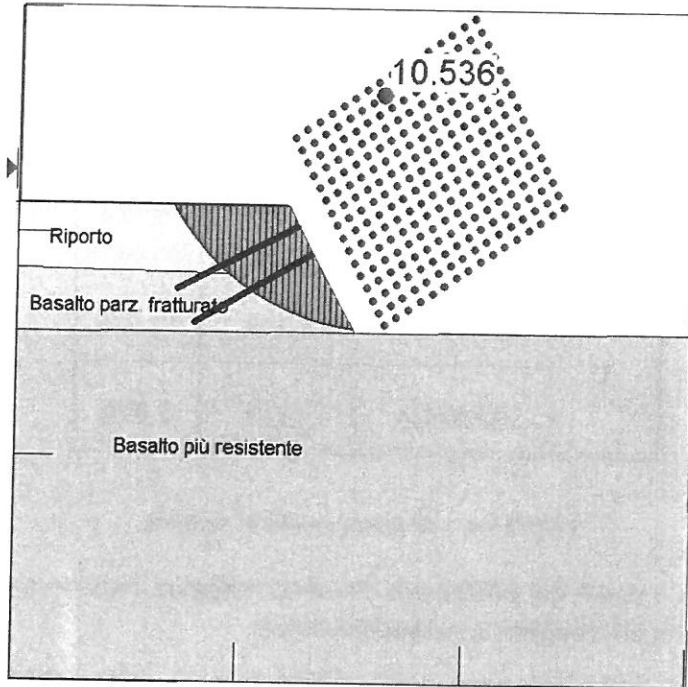
### Analisi statica senza chiodi



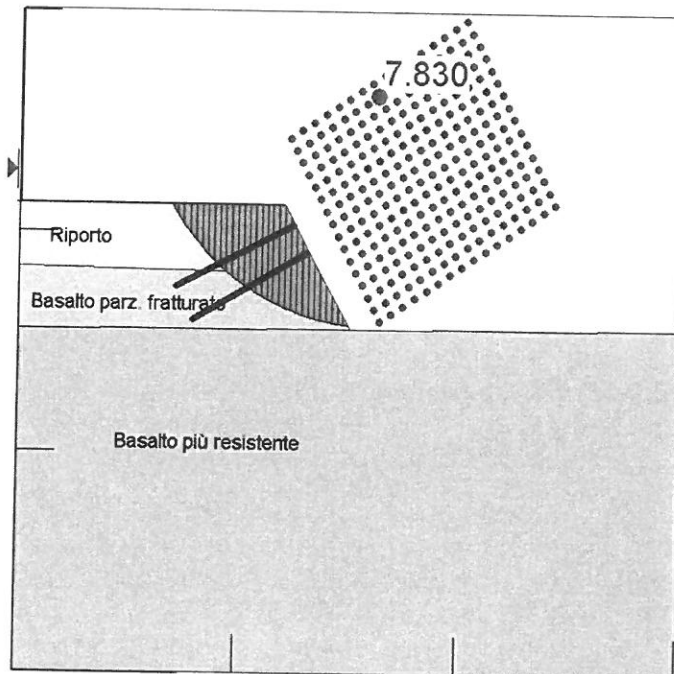
### Analisi sismica senza chiodi



### Analisi statica con chiodi



### Analisi sismica con chiodi



### 6.1.3. Stabilità tratto C

Nella seguente tabella vengono presentati i risultati delle analisi di stabilità, condotte con il metodo di Bishop. Verranno confrontati i coefficienti di sicurezza per casi in cui il pendio abbia o meno le chiodature.

Num	Condizione	Fs	Fs
		Pendio senza barre	Pendio con barre
1	STATICA	<b>1.164</b>	<b>10.958</b>
	SISMICA	<b>1.051</b>	<b>7.678</b>

**TABELLA – Risultati analisi di stabilità**

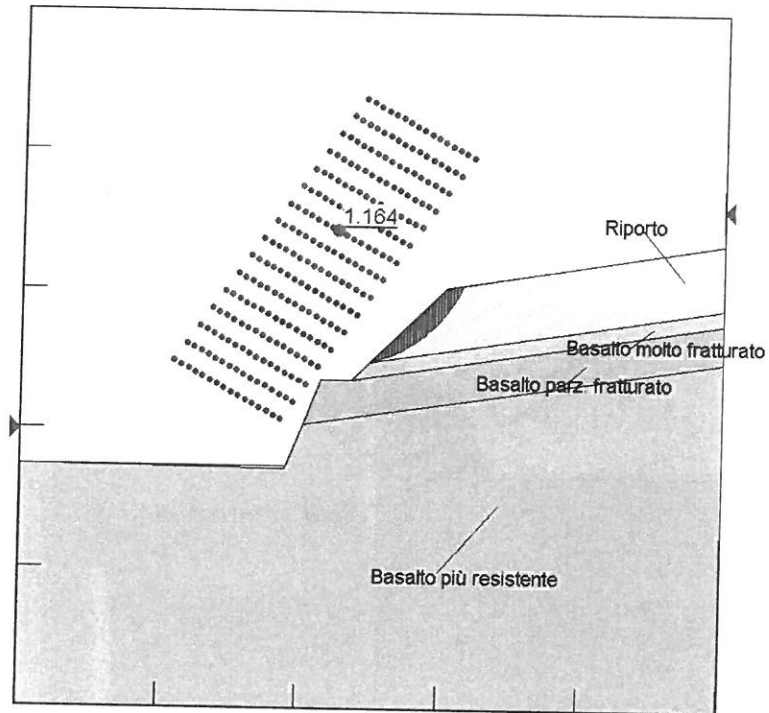
Come si può constatare, i valori dei coefficienti Fs sono maggiori rispetto a quelli minimi prescritti dalla normativa nel caso in cui vengono predisposti i chiodi.

I coefficienti di sicurezza presentati sono quelli minimi ottenuti dalle analisi di stabilità, e perciò riconducibili alle superfici circolari verosimilmente più critiche.

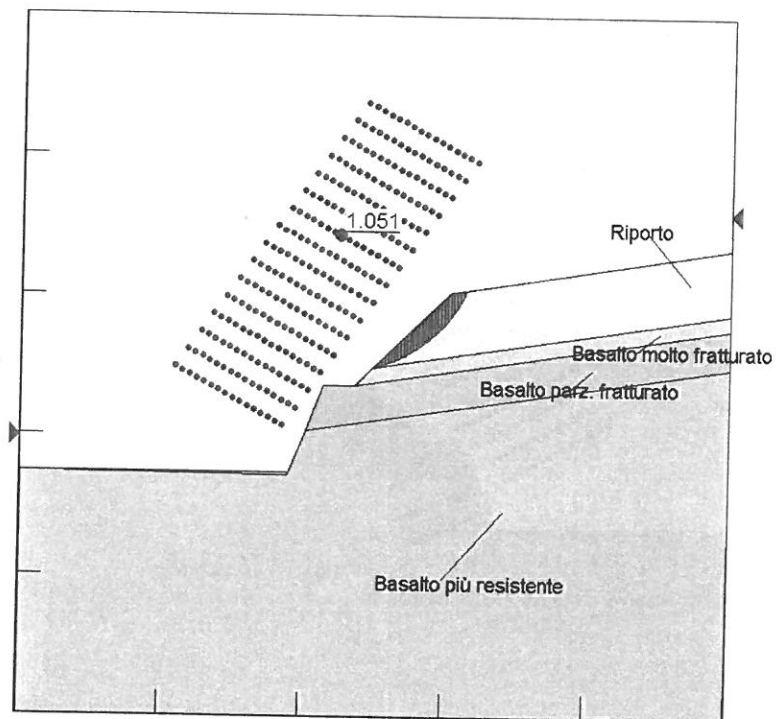
L'intervento prevede la messa in opera di una maglia di chiodi 2.0mx2.0m inclinati di circa 45° rispetto all'orizzontale e lunghi 6.0 m.

Nelle figure che seguono si possono osservare gli schemi, emessi dal programma di calcolo, relativi alle superfici di scorrimento critiche per le varie analisi condotte:

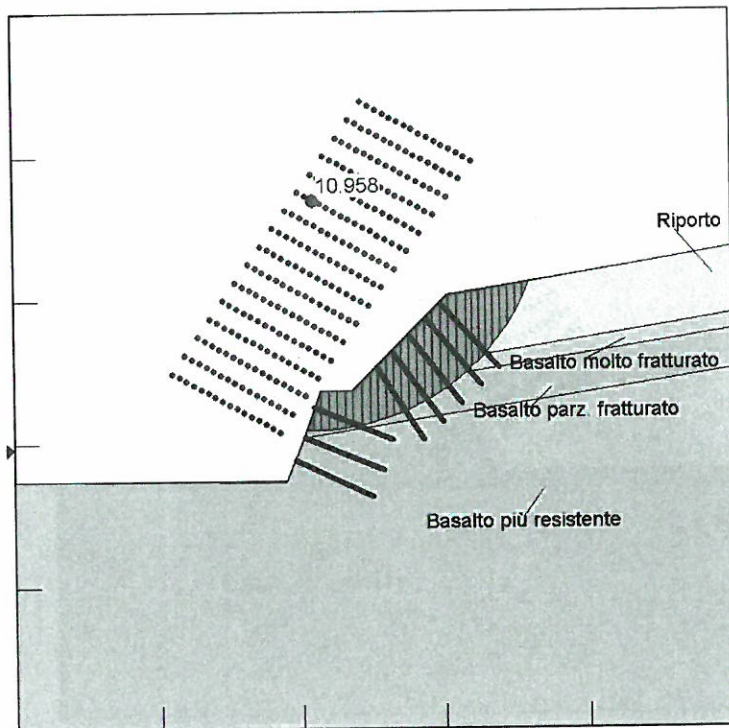
### Analisi statica senza chiodi



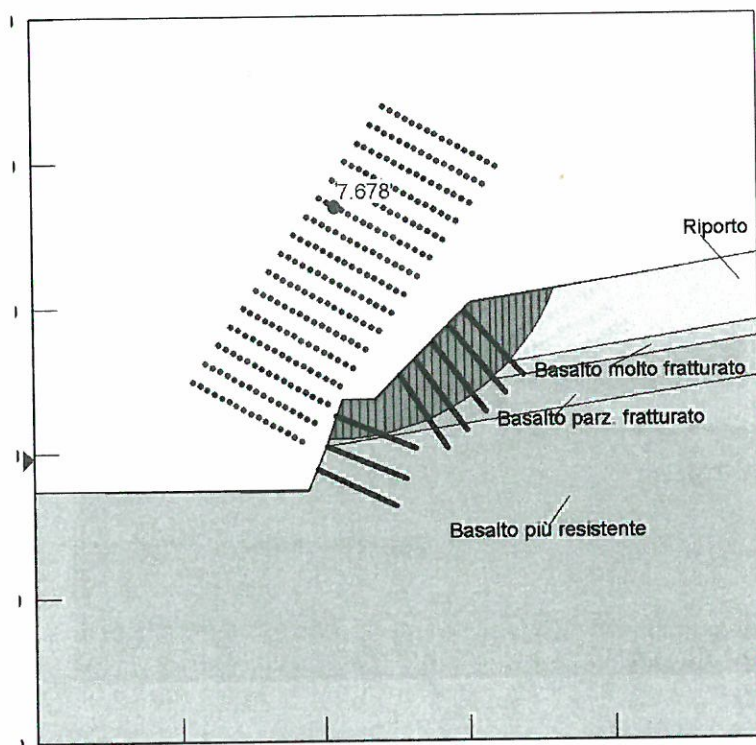
### Analisi sismica senza chiodi



### Analisi statica con chiodi



### Analisi sismica con chiodi





GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-GASA 04 001 C00
	Foglio 25 di 25

## 7. CONCLUSIONI

Nel presente documento sono state affrontate le verifiche di stabilità sulle pareti di scavo dell'imbocco lato Borzoli della galleria relativa alla nuova viabilità del tratto compreso tra Via Borzoli e Via Erzelli.

Per l'imbocco si è previsto un attacco diretto con messa in opera di un sistema di ancoraggi in barre in acciaio B450C con diam. 30 mm inghisati mediante iniezione di malta di cemento antiritiro in fori del diam. di 48 mm realizzati sulla scarpata con maglia quadrata di 2x2 m e con inclinazione del foro variabile tra 15 e 45°, ciascun ancoraggio dev e essere dotato di piastra di ripartizione in acciaio 300x300/10 mm. Una volta fissata la rete ai chiodi sarà possibile gettare uno strato di ricoprimento in spritz-beton dello spessore di 8.0 cm. Per evitare che dietro quest'ultimo insorgano sovrappressioni si è prevista l'inserimento di barbacani.

Le verifiche condotte mostrano un significativo incremento del coefficiente di sicurezza del pendio nei riguardi della stabilità globale: i chiodi infatti contribuiscono ad aumentare la resistenza a taglio del terreno lungo la superficie di scivolamento. Inoltre la loro presenza è chiamata anche a scongiurare fenomeni di instabilità locali della roccia.