

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01e s.m.i.



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

CUP: J94F04000020001

### U.O. PRODUZIONE CENTRO NORD

### PROGETTO DEFINITIVO

#### ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

#### ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

#### LOTTO 1: FORTEZZA - PONTE GARDENA

#### DEPOSITI DEFINITIVI IN VAL RIGA

#### E - HINTERRIGGER

Relazione tecnico descrittiva

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IBL1 1A D 26 RO RI0350 001 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione per ottemperanza prescrizioni	G.Benedetti	Ott. 2017	N. Carella	Ott. 2017	C. Mazzocchi	Ott. 2017	 ITALFERR - UO INFRASTRUTTURE Det. Ing. Francesco Salemi Ordine degli Ingegneri della Provincia di n. 23172 Sez. A	
B	Emissione per ottemperanza prescrizioni	G.Benedetti	Mar.2018	N. Carella	Mar.2018	C. Mazzocchi	Mar.2018		
C	Emissione a seguito delibera PAB del 24/07/2018	G.Benedetti F. Carlomagno	Nov.2018	N. Carella	Nov.2018	C. Mazzocchi	Nov.2018		

File: IBL11AD26RORI0350001C\_RelDescrittiva

n. Elab.:

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	3
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	4
3.1	DOCUMENTI DI PROGETTO .....	4
3.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3.3	SOFTWARE.....	4
4	PROGETTO .....	5
4.1	STATO ATTUALE DEI LUOGHI.....	6
4.2	GEOMETRIA .....	6
4.3	STIMA DEI VOLUMI ABBANCABILI.....	9
4.3.1	<i>Modello numerico tridimensionale.....</i>	9
4.3.2	<i>Risultati della modellazione .....</i>	11
5	REALIZZAZIONE DEGLI ABBANCAMENTI .....	13
5.1.1	<i>Preparazione .....</i>	13
5.1.2	<i>Ottenimento della sagoma di progetto .....</i>	14
5.1.3	<i>Ripristino superficiale .....</i>	15
5.2	SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE .....	15
6	CONCLUSIONI .....	16

## FIGURE

FIGURA 1.	UBICAZIONE DEPOSITO DI HINTERRIGGER .....	5
FIGURA 2.	FOTO PANORAMICA .....	6
FIGURA 3.	SEZIONE TIPICA DI PROGETTO .....	7
FIGURA 4.	VIABILITÀ DI PROGETTO. ....	8
FIGURA 5.	RACCORDO VIABILITÀ DI PROGETTO-VIABILITÀ ORDINARIA.....	8
FIGURA 6.	VISTE 3D DELLO STATO DI PROGETTO .....	11
FIGURA 7.	TABELLA VOLUMI .....	12

## 1 PREMESSA

Il progetto in esame riguarda l'asse ferroviario Monaco – Verona, accesso sud alla galleria di base del Brennero ed in particolare il quadruplicamento della linea Fortezza – Verona, Lotto 1: Fortezza – Ponte Gardena.

Nell'ambito di tale progetto si prevede la sistemazione dei materiali di scavo delle gallerie all'interno di appositi depositi di conferimento siti in Val Riga. Tali depositi sono: Forch, Plattner e Hinterrigger.

Il presente elaborato, redatto ai sensi del D.M. 14/01/2008, ha per oggetto il deposito di Hinterrigger presso l'omonimo maso.

Il documento tratta i seguenti temi:

- scopo del documento
- normativa e documentazione di riferimento
- modellazione 3D al fine del calcolo dei volumi abbancabili
- modalità di abbancamento
- regimazione delle acque

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo del presente documento è quello di descrivere i criteri adottati per la modellazione finale del sito, le geometrie in progetto, le opere di presidio idraulico e di regimazione delle acque meteoriche, i cui dimensionamenti sono esposti in dettaglio nelle relazioni specialistiche.

	<b>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA</b> <b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA</b> <b>LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA</b>					
	Relazione tecnica descrittiva Hinterrigger	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IBL1	1A	D 26 RO	RI 03 50 001	C	4 di 16

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

#### 3.1 Documenti di progetto

Per la redazione del progetto si è tenuto conto della documentazione riguardante prove in sito e in laboratorio effettuate nel corso degli anni a partire dal 2008, oltre alle progettazioni progressive. Per la progettazione di dettaglio si è fatto riferimento specifico ai seguenti documenti:

- [1]. Asse ferroviario Monaco – Verona - Tratta Fortezza – Ponte Gardena – Lotto 1 -Progetto Definitivo – elaborati generali – Depositi definitivi in Val Riga – Planimetria di inquadramento – IBL11AD26P5RI0300001B;
- [2]. Asse ferroviario Monaco – Verona - Tratta Fortezza – Ponte Gardena – Lotto 1 -Progetto Definitivo – elaborati generali – Depositi definitivi in Val Riga – Sezioni tipo – IBL11AD26WZRI0350001C;
- [3]. Asse ferroviario Monaco – Verona - Tratta Fortezza – Ponte Gardena – Lotto 1 -Progetto Definitivo – elaborati generali – Depositi definitivi in Val Riga – Planimetria di progetto – IBL11AD26P7RI0350001C;
- [4]. Asse ferroviario Monaco – Verona - Tratta Fortezza – Ponte Gardena – Lotto 1 -Progetto Definitivo – elaborati generali – Depositi definitivi in Val Riga – Planimetria stato di fatto – IBL11AD26P7RI0350002C;

#### 3.2 Normativa di riferimento

Gli elaborati progettuali sono redatti in conformità alla normativa vigente in materia di costruzioni in generale. In particolare, si è fatto specifico riferimento alla normativa di seguito elencata:

- Rif. [1] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- Rif. [2] CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- Rif. [3] D.M. 10 agosto 2012, n. 161 Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo.
- Rif. [4] RFI DTC INC CS SP IFS 001 A – Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie;
- Rif. [5] RFI DTC INC PO SP IFS 001 A – Specifica per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario;
- Rif. [6] RFI DINIC MA CS 00 001 C – Manuale di progettazione corpo stradale.

#### 3.3 Software

- Rif. [7] Digicorp Civil Design, applicativo di Autodesk© AutoCAD®.
- Rif. [8] SLopeW – GeoSlope (www.geo-slope.com)

## 4 PROGETTO

Il deposito di Hinterrigger è collocato immediatamente ad est del casello autostradale di Bressanone, adiacente in destra idrografica al fiume Isarco. Il sito è attualmente in uso come area di cantiere a BBT.

L'impronta planimetrica su foto aerea è riportata in Figura 1.



**Figura 1. Ubicazione deposito di Hinterrigger**

#### 4.1 Stato attuale dei luoghi

Il sito è al momento adibito ad area di cantiere BBT (Figura 2).

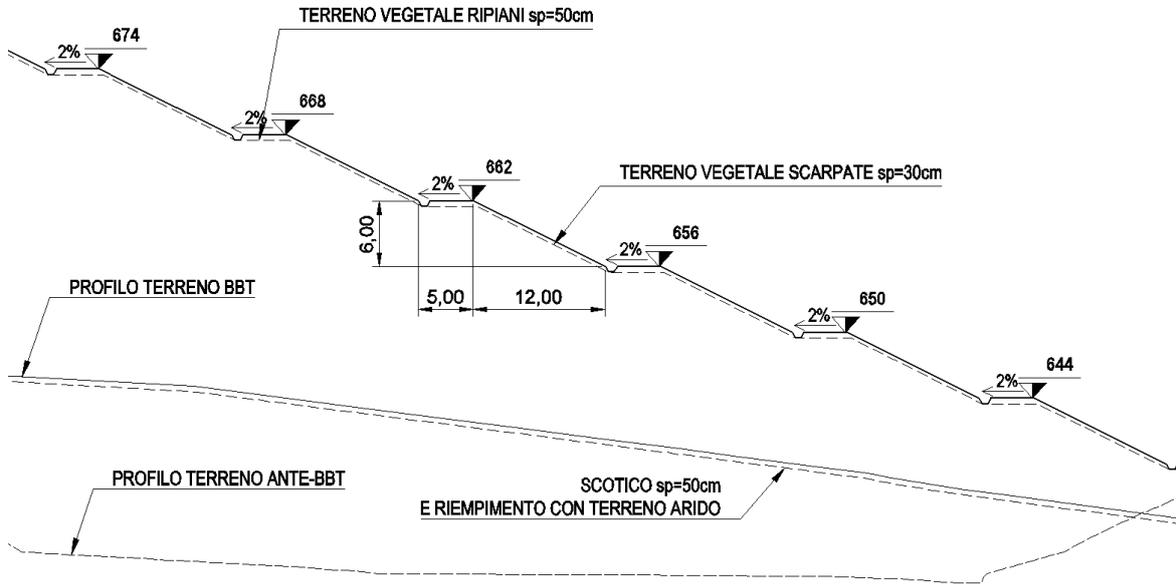


**Figura 2. Foto panoramica**

#### 4.2 Geometria

Il progetto prevede la rimodellazione morfologica mediante abbancamento di materiali di scavo delle gallerie sul rilevato esistente così come lasciato da BBT al termine dei lavori.

L'abbancamento in progetto è costituito da 8 banche nella parte attualmente occupata dall'abbancamento BBT fino a 12 banche nella porzione più prossima al maso esistente, ogni livello di abbancamento ha un'altezza di 6.0m con pendenza della scarpata 1: 2 (V:H) con interposizione di una berma di larghezza pari a 5.0m. La sezione tipica di progetto è riportata in Figura 3.



**Figura 3. Sezione tipica di progetto**

Gli abbancamenti saranno dotati di un adeguato sistema di regimazione delle acque meteoriche e di un sistema di drenaggio delle acque di filtrazione. Si vedano i documenti specialistici per i dettagli.

Per ripristinare la viabilità a servizio del maso lungo l'abbancamento è prevista la realizzazione di una strada avente una pendenza massima del 10% con larghezza 6.0m più due banchine da 0.50m, che parte in prossimità del maso (vd Figura 4) e viene raccordata alla viabilità ordinaria (vd Figura 5 )

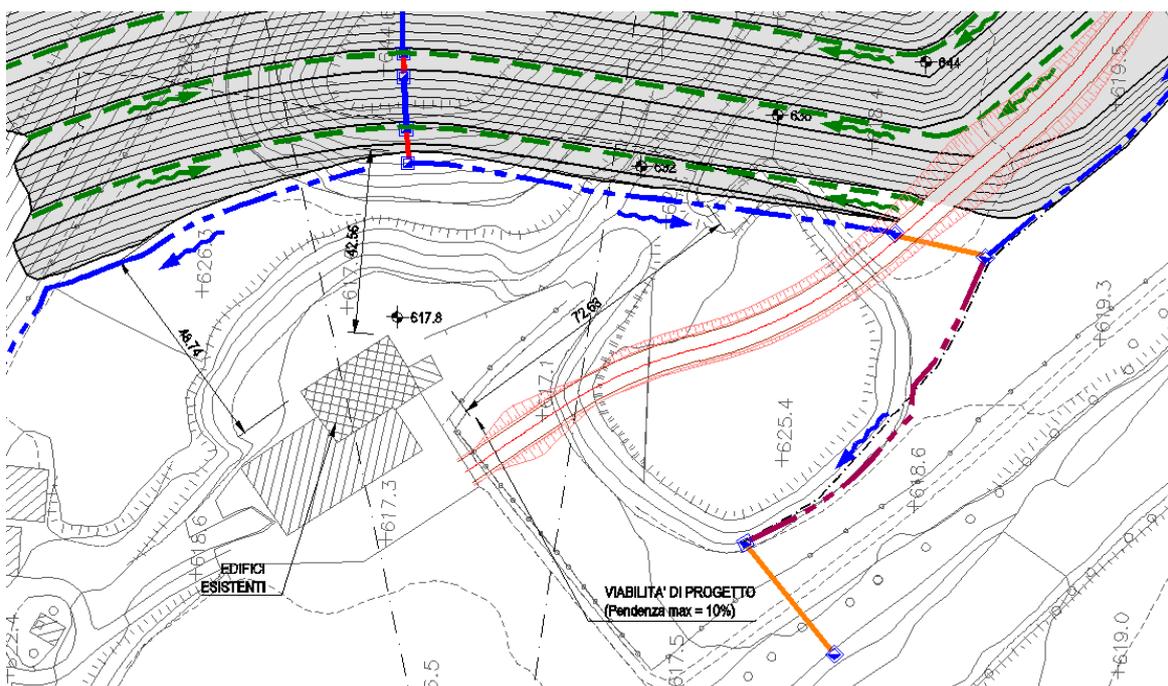


Figura 4. Viabilità di progetto.

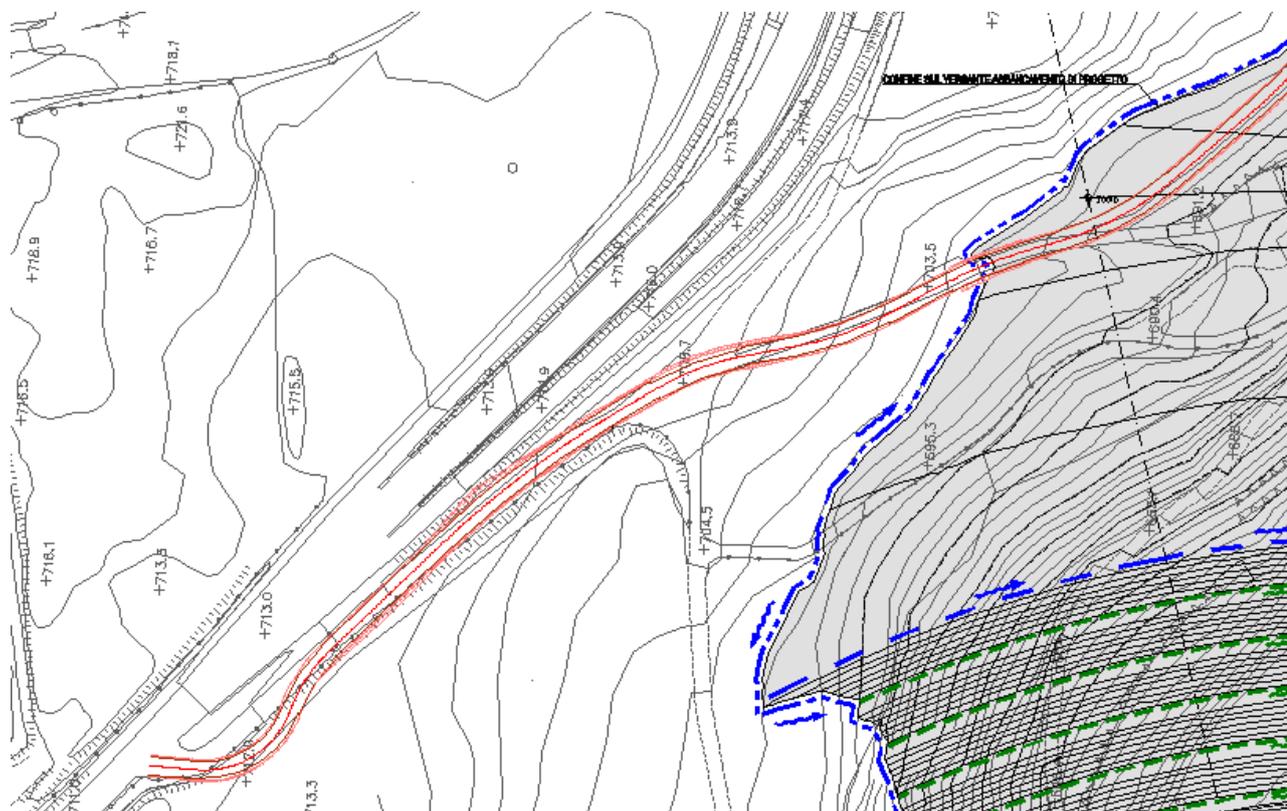


Figura 5. Raccordo viabilità di progetto-viabilità ordinaria.

La strada nella parte che si sviluppa sull'abbancamento avrà sezione a mezza-costa tra gabbioni come mostrato in

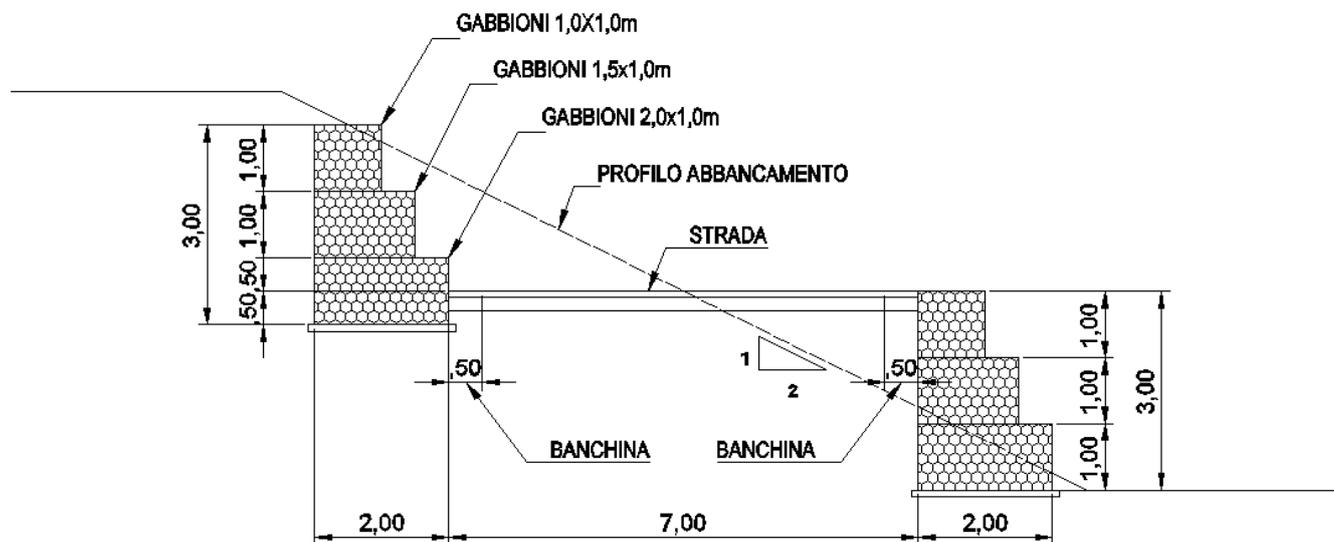


Figura 6. Sezione tipo strada sull'abbancamento

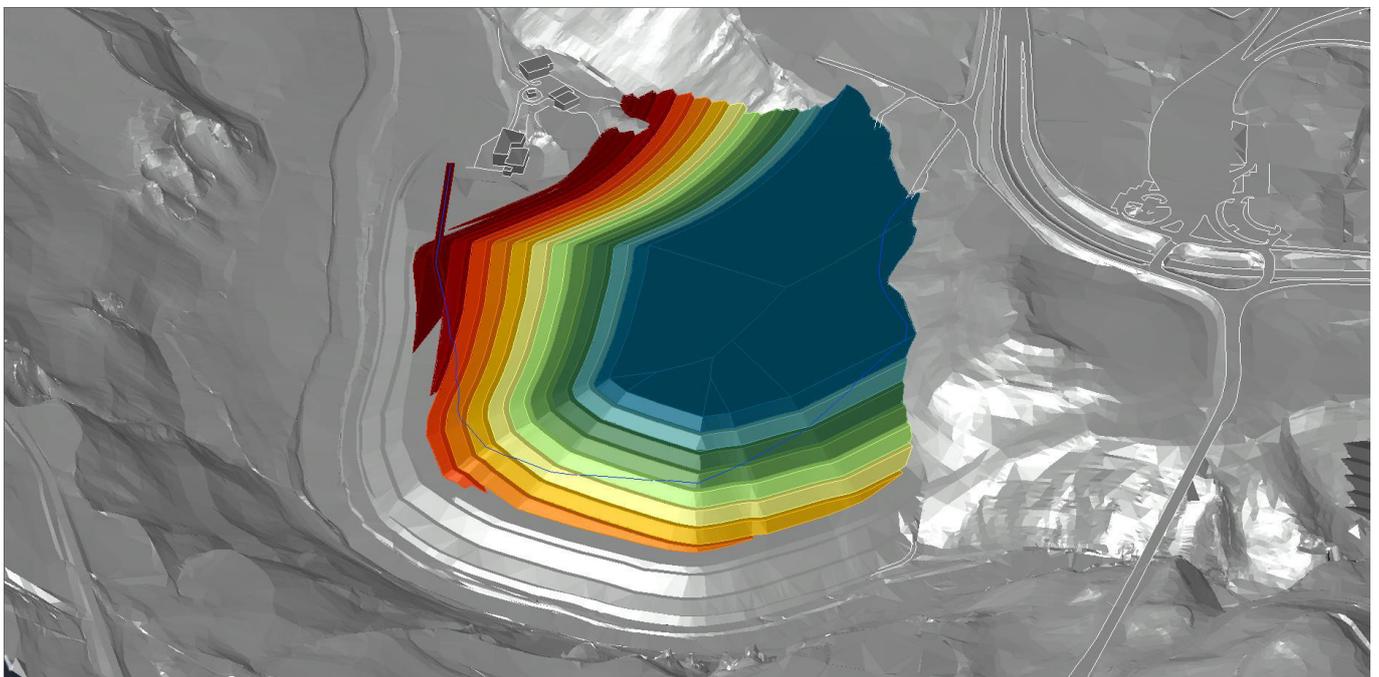
### 4.3 Stima dei volumi abbancabili

#### 4.3.1 Modello numerico tridimensionale

Il volume geometrico dei materiali che saranno riportati per modellare la morfologia di progetto del deposito (ossia al netto dell'addensamento successivo alla movimentazione, dato dalla compattazione e dall'assestamento) è stato calcolato per mezzo del software Civil Design (Rif. [7]).

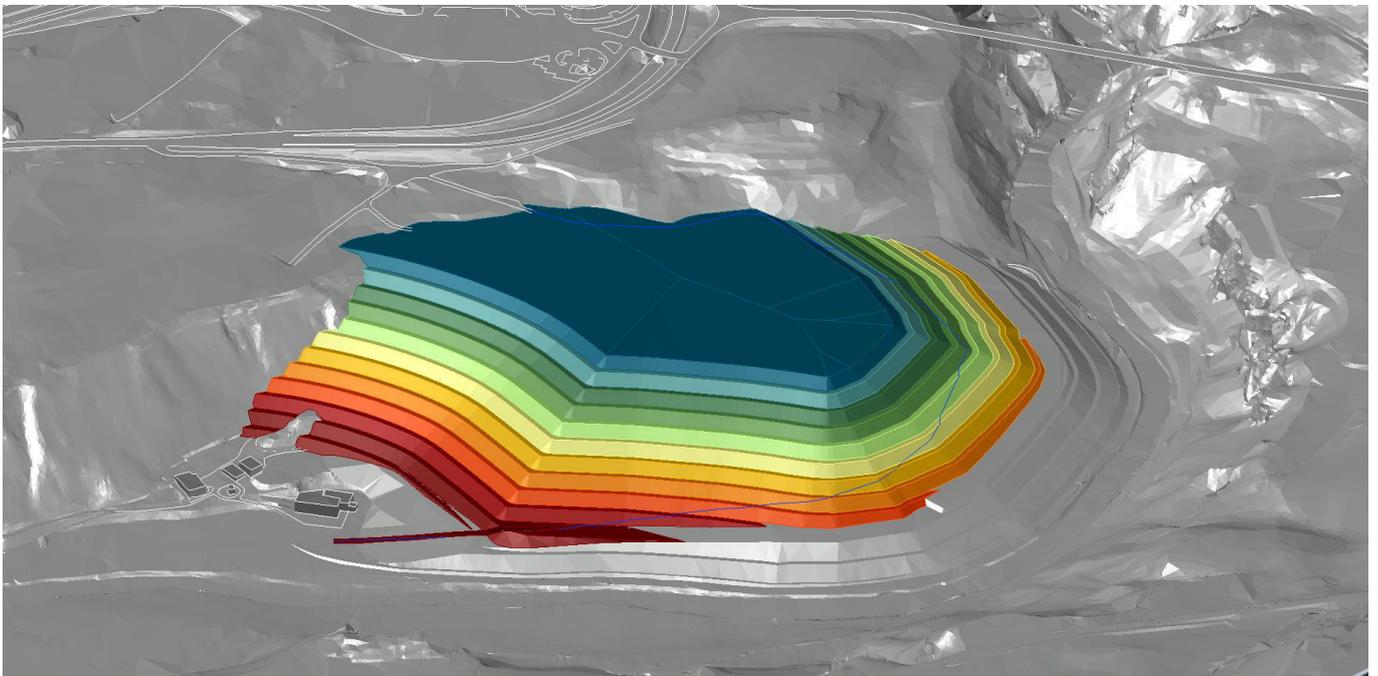
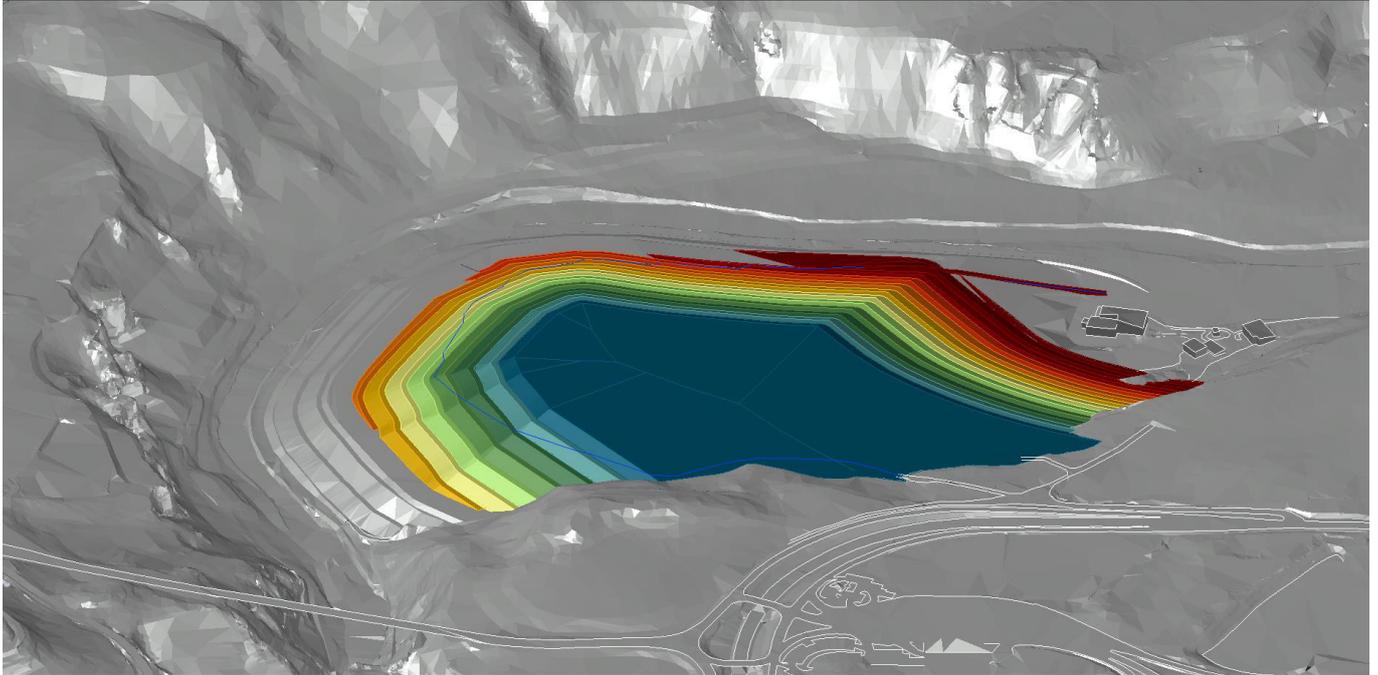
Il software costruisce il modello tridimensionale della superficie di stato attuale a partire dal rilievo topografico disponibile come dato di base, restituito in coordinate piano altimetriche nel sistema di riferimento Gauss-Boaga (datum Roma 40).

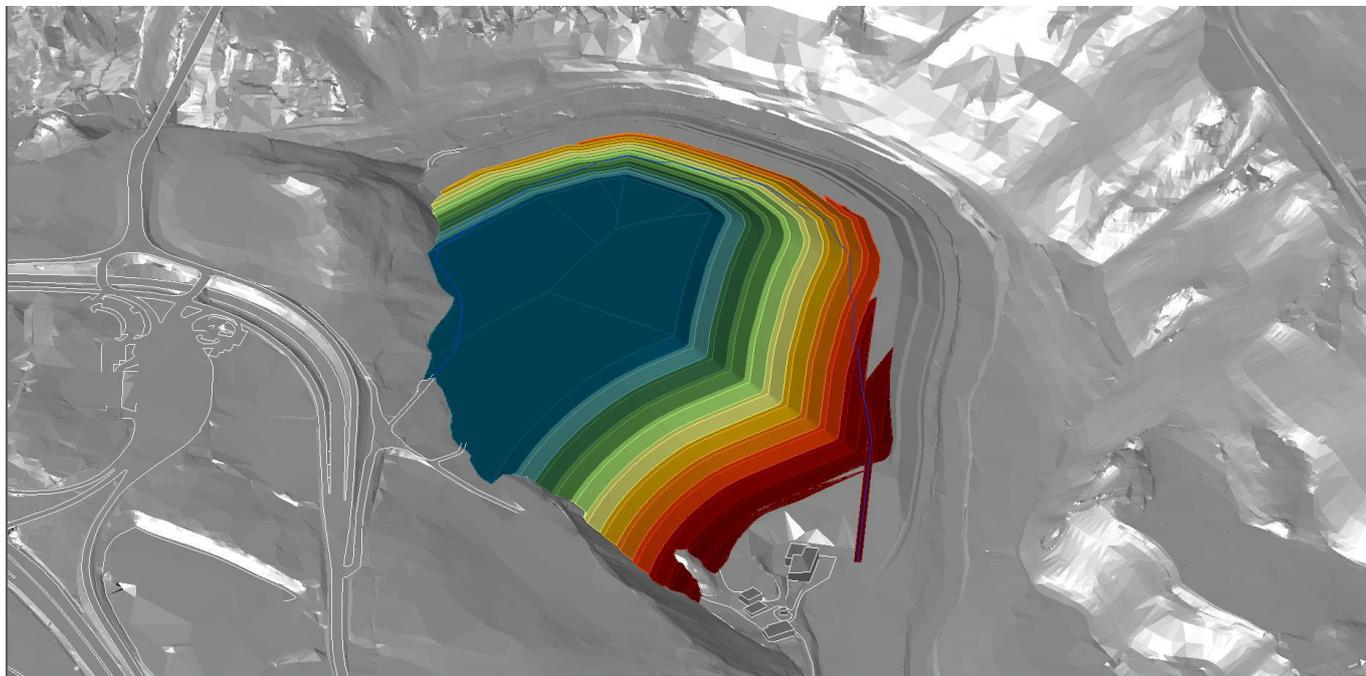
Definiti i criteri di progetto (limiti di abbancamento, pendenza delle scarpate, quota e larghezza delle banche), il software costruisce il modello tridimensionale della superficie finale. Alcune viste 3D dello stato di progetto sono riportate in Figura 6.



Relazione tecnica descrittiva Hinterrigger

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	1A	D 26 RO	RI 03 50 001	C	10 di 16





**Figura 6. Viste 3D dello stato di progetto**

La differenza tra la superficie topografica e la superficie di progetto corrisponde al volume geometricamente abbancabile.

#### **4.3.2 Risultati della modellazione**

I risultati della modellazione sono rappresentativi del volume geometrico determinato dalla morfologia finale dell'abbancamento.

I calcoli pongono una volumetria di abbancamento pari a circa 4'500'000 mc; a questa, in caso di esubero del materiale da riportare per via dell'aumento di volume conseguente allo scavo, potrà aggiungersi un ulteriore volume di abbancamento sulla parte sommitale subpianeggiante.

I volumi da considerare nel bilancio finale del progetto, preso atto che si parte comunque da valori approssimati in relazione all'apertura della maglia dei punti da cui è ottenuto il rilievo su cui è basato il modello (DTM, Digital Terrain Model), devono peraltro tenere conto di alcuni aspetti progettuali (scotico e posa di terreno vegetale) e dei fenomeni naturali legati alla movimentazione e posa in opera (rigonfiamento, assestamenti, cedimenti, etc.).

Le quantità di progetto stimate sono riportate nella tabella di Figura 7.

## TABELLA VOLUMI

VOLUME SCOTICO (sp=50cm)	102.410 mc
<hr/>	
VOLUME TOTALE SCAVI	102.410 mc
VOLUME RILEVATO	4.399.060 mc
VOLUME TERRENO VEGETALE (sp=30÷50cm)	86.290 mc
VOLUME SCOTICO (sp=50cm)	102.410 mc
<hr/>	
VOLUME TOTALE RIPORTI	4.587.760 mc

**Figura 7. Tabella volumi**

Il terreno di scotico, costituito da terreno vegetale, sarà accantonato e adeguatamente protetto per essere riutilizzato come strato vegetale sulle superfici finite.

Oltre ai volumi indicati in Figura 7, si dovranno considerare

- il volume scavato per realizzare le opere idrauliche (canalette, pozzetti e opere di smaltimento finale);
- il volume sottratto al rilevato per il cedimento del piano di imposta per il carico trasmesso dall'abbancamento.

	<b>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA</b> <b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA</b> <b>LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA</b>					
	Relazione tecnica descrittiva Hinterrigger	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IBL1	1A	D 26 RO	RI 03 50 001	C	13 di 16

## 5 REALIZZAZIONE DEGLI ABBANCAMENTI

Il materiale impiegato per la formazione dei depositi definitivi, proveniente da scavi di sbancamento, di fondazione o di galleria, classificabile come appartenente ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A2-6, A2-7, A3 e A4, (ex norma CNR-UNI 10006) dovrà essere steso in strati di spessore non superiore a 50 cm. Nel caso di materiali plastici (ad esempio provenienti dai gouge di faglia), dovranno essere individuate tecniche/metodologie di posa in opera per garantire la stabilità dell'abbancamento. Non potranno essere impiegati frammenti rocciosi di dimensione superiore a 250 mm. Per materiale avente pezzatura di diametro maggiore deve essere prevista una opportuna frantumazione per garantire la granulometria richiesta. Deve risultare un accurato intasamento dei vuoti in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compatta.

Dalle verifiche preliminari svolte con criteri cautelativi, si evince che, in relazione ai requisiti minimi di sicurezza richiesti dalla normativa italiana vigente (Rif. [1]), la stabilità del deposito è garantita sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche. Non sono pertanto necessari interventi di stabilizzazione del corpo degli abbancamenti, oltre alle specifiche procedure di costipamento in sito.

Le verifiche geotecniche dovranno essere in ogni caso ripetute in fase esecutiva facendo riferimento ai valori di addensamento ottenuti da un'opportuna sperimentazione (vedi sotto le indicazioni sul campo prove), prima della messa in opera.

### 5.1.1 Preparazione

Nell'impronta di base degli abbancamenti dovrà effettuarsi lo scotico (rimozione dei primi 50 cm di terreno). I primi 30 cm di scotico sono da considerarsi costituiti da terreno vegetale; tale materiale dovrà essere accantonato in area idonea, per poter essere riutilizzato per la finitura della superficie finale.

La superficie di imposta del deposito (superficie ottenuta dallo scotico) dovrà essere quindi compattata e regolarizzata in modo da consentire la posa corretta e uniforme degli strati di riporto.

Laddove il terreno in sito ha pendenza maggiore/uguale a circa 34°, si prescrive di procedere alla risagomatura del pendio naturale e alla formazione di una gradonatura di ammorsamento.

Per garantire la stabilità degli abbancamenti nel rispetto dei requisiti previsti dalla vigente normativa, sarà necessario conferire al materiale di riporto un adeguato stato di addensamento: i valori indicativi di densità in situ e di modulo deformazione dovranno essere riscontrati su tutto lo spessore dello strato.

Il piano di posa dovrà essere costipato mediante rullatura in modo da ottenere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima ottenuta con la prova di costipamento AASHTO modificata (CNR-BU n. 69). Il modulo di deformazione misurato mediante prova di carico su piastra, al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.05 MPa - 0.15 MPa, non dovrà essere inferiore a 10 MPa.

Nel corpo dell'abbancamento dopo la compattazione, la densità secca di ciascuno strato dovrà risultare non inferiore al 90% della densità massima ottenuta con la prova di costipamento AASHTO modificata (CNR-BU n. 69). Il modulo di deformazione dell'opera in terra, misurato mediante prova di carico su piastra, al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.15 MPa - 0.25 MPa, non dovrà essere inferiore a 15 MPa.

Nel caso di impiego di frammenti rocciosi, in luogo della prova di densità, si dovranno eseguire, durante la formazione degli strati, solo prove per la determinazione del modulo di deformazione, eventualmente con piastra di diametro  $D = 600$  mm.

Il materiale dovrà essere messo in opera con un contenuto d'acqua tale da permettere il raggiungimento della densità richiesta nonché dei parametri necessari alle verifiche geotecniche.

Gli schemi di posa in opera e di rullatura dovranno essere verificati prima della messa in opera del materiale e quando si hanno modifiche sostanziali delle loro caratteristiche.

Tipo e pressione specifica dei compattatori dovranno essere adeguati alle caratteristiche granulometriche del materiale; i compattatori dovranno operare in maniera sistematica su strisce parallele più lunghe possibili, con sovrapposizione non inferiore a 20 cm, a velocità operative non superiori a 4 km/h.

La modalità esecutiva adeguata ad ottenere i requisiti di progetto dovrà in ogni caso essere stabilita mediante campo prova, da eseguirsi su di una superficie delle dimensioni seguenti:

- larghezza (misurata perpendicolarmente alla direzione di compattazione del mezzo) maggiore o uguale di 7 m e comunque 3 volte superiore a quella del mezzo compattatore;
- lunghezza (misurata nella direzione di compattazione del mezzo) maggiore o uguale di 15 m, di cui almeno 8 m ('lunghezza netta') non dovranno essere interessati dalle manovre del mezzo compattatore;
- area di prova centrale, in cui effettuare prove di densità in sito e prove di carico su piastra, non inferiore a 4 m x 8 m (larghezza x lunghezza).

Il valore dell'angolo di resistenza a taglio sarà ricavato da campioni del materiale ricostruiti in laboratorio a valori di densità e contenuto d'acqua uguali a quelli ottenuti dalle prove di densità in sito, misurati nel campo prova dopo aver definito la corretta procedura esecutiva, per riscontro con le assunzioni di progetto.

La finitura superficiale sarà completata contestualmente con la costruzione. In relazione alla durata complessiva dei lavori, della stagione in cui gli stessi saranno effettuati, l'inerbimento e la piantumazione previste potranno essere effettuate progressivamente all'avanzamento.

### **5.1.2 Ottenimento della sagoma di progetto**

Ogni 2 m circa in altezza (4 strati), alla scarpata sarà conferita la sagoma di progetto per mezzo di un escavatore a braccio rovescio, che asporterà il materiale in esubero. Sulla scarpata profilata sarà posato e compattato meccanicamente con l'escavatore a braccio rovescio il materiale vegetale. Il materiale in esubero sarà quindi impiegato negli strati successivi.

Le canalette previste in progetto saranno realizzate in avanzamento, in maniera tale che le acque siano regimate progressivamente fin dall'inizio dei lavori, preservando dal ruscellamento incontrollato e dai ristagni le superfici già completate.

### 5.1.3 Ripristino superficiale

La finitura superficiale del rilevato sarà completata contestualmente con la costruzione. In relazione alla durata complessiva dei lavori, della stagione in cui gli stessi saranno effettuati, l'inerbimento e la piantumazione previste potranno essere effettuate progressivamente all'avanzamento.

## 5.2 Sistema di gestione delle acque meteoriche

Il sistema di gestione delle acque meteoriche consisterà in una rete di drenaggio formata da canalette prefabbricate in cls poste perimetralmente e da trincee rivestite in pietrame poste lungo linee di massima pendenza, per portare le acque dalle banche superiori al punto di raccolta ('pozzettone') al piede del rilevato.

La rete di drenaggio è organizzata in modo che, alla quota di base degli abbancamenti, le acque pervengano da linee fra loro separate. Il sistema è dimensionato per la regimazione delle acque meteoriche di ruscellamento prodotte dalle precipitazioni intense con tempo di ritorno TR = 100 anni.

Si vedano gli elaborati specialistici per i dettagli.

## 6 CONCLUSIONI

Il deposito di Hinterrigger è attualmente utilizzato come area di cantiere BBT. Si prevede una sopraelevazione del deposito di BBT.

La morfologia di progetto del deposito consentirà la messa a dimora di circa 4'500'000 mc di materiali provenienti dai cantieri della linea ferroviaria, al netto degli assestamenti. La stima dei volumi da movimentare è stata eseguita tramite un modello tridimensionale implementato a partire dal rilievo topografico con apposito software.

La stabilità del deposito è stata preliminarmente verificata con parametri cautelativi. Le verifiche andranno ripetute in fase esecutiva in relazione alle effettive risultanze del campo prove previsto.

Nelle successive fasi progettuali:

- 1) andrà istituito un adeguato piano di monitoraggio che definisca:
  - i parametri di riferimento per il controllo del comportamento dell'opera durante e dopo la costruzione (spostamenti, rotazioni, sollecitazioni, ) da compararsi con quelli teorici attesi;
  - i valori di soglia delle grandezze misurate;
  - le modalità di controllo: strumentazione e frequenza delle misure;
  - le azioni da intraprendere in caso di superamento dei valori di soglia
- 2) anche a seguito delle indagini geognostiche in corso, sarà valutata l'opportunità di adottare eventuali interventi di consolidamento per limitare l'entità dei cedimenti
- 3) si procederà a valutare eventuali cedimenti e distorsioni subiti dai fabbricati presenti nella zona a sud dell'abbancamento per effetto dell'abbancamento stesso e si valuterà l'opportunità di adottare adeguate misure di monitoraggio delle strutture.

Il sistema di gestione delle acque correnti superficiali prevede una rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, consistente in canalette e tubazioni interrato che durante gli eventi di forte intensità eviteranno gli effetti deleteri indotti dal ruscellamento incontrollato e convoglieranno le acque in corrispondenza di recapito alla base dell'abbancamento con destinazione finale il torrente Isarco. La rete è dimensionata sulle piogge intense con tempo di ritorno TR = 100 anni.

Per tutti i dettagli si vedano gli elaborati di progetto allegati.