



SOGECA

3° CONVEGNO SUGLI ESPLOSIVI

Trento, 22 Gennaio 2010

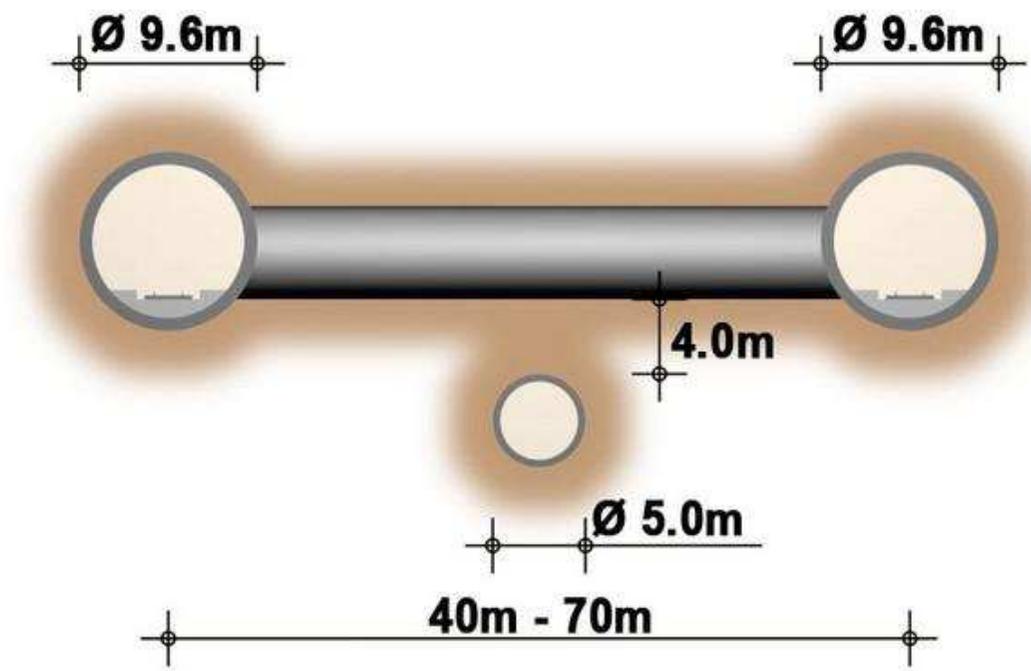
IL CUNICOLO ESPLORATIVO DEL TUNNEL DI BASE DEL BRENNERO

**USO DELL' ESPLOSIVO PER LA REALIZZAZIONE DELLA FINESTRA DI MULES
E PER LO SCAVO DELL'IMBOCCO SUD**

Silvio Valt - Ufficio Tecnico Soc. Pravisani S.p.A.

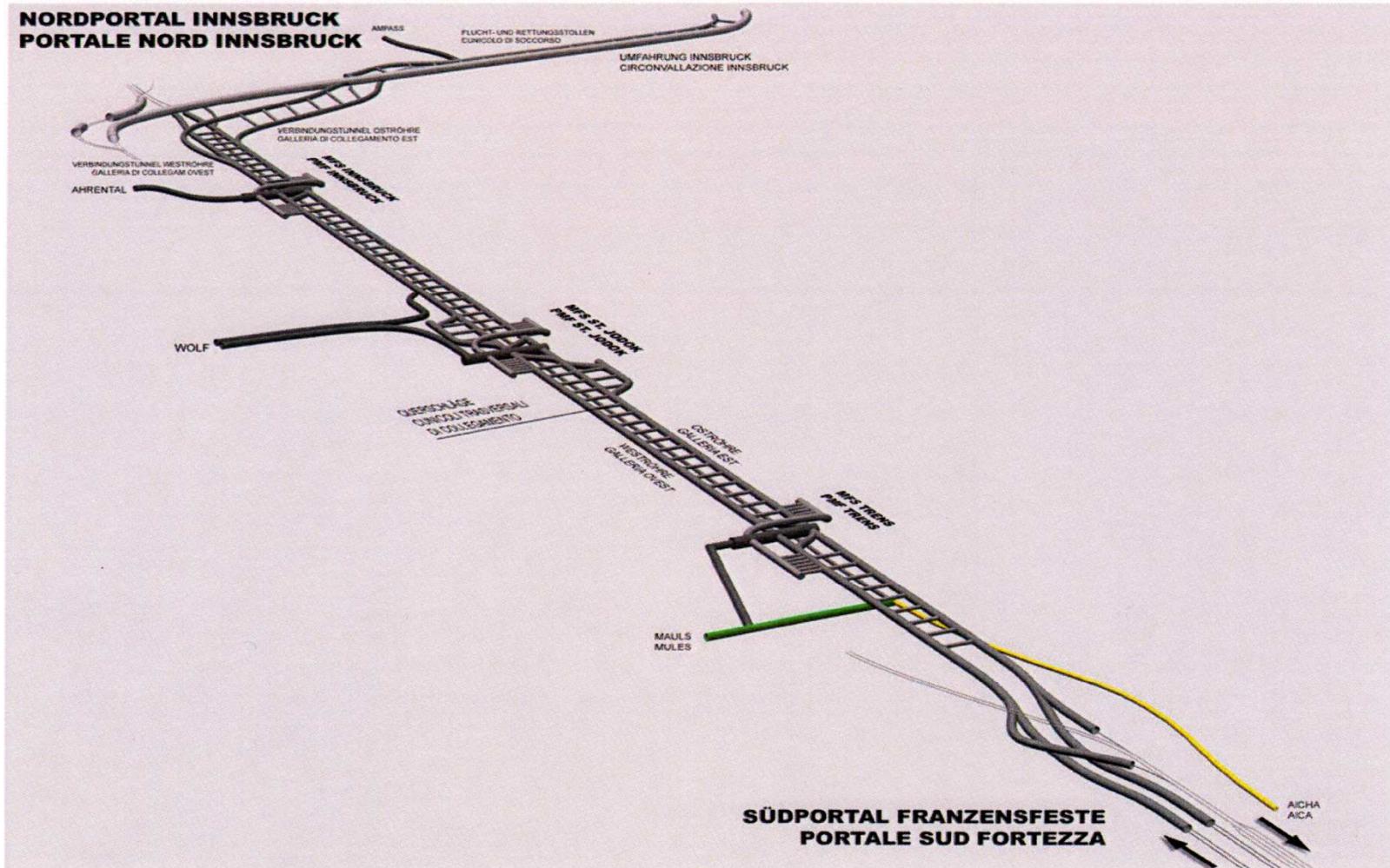
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

Sezioni



GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

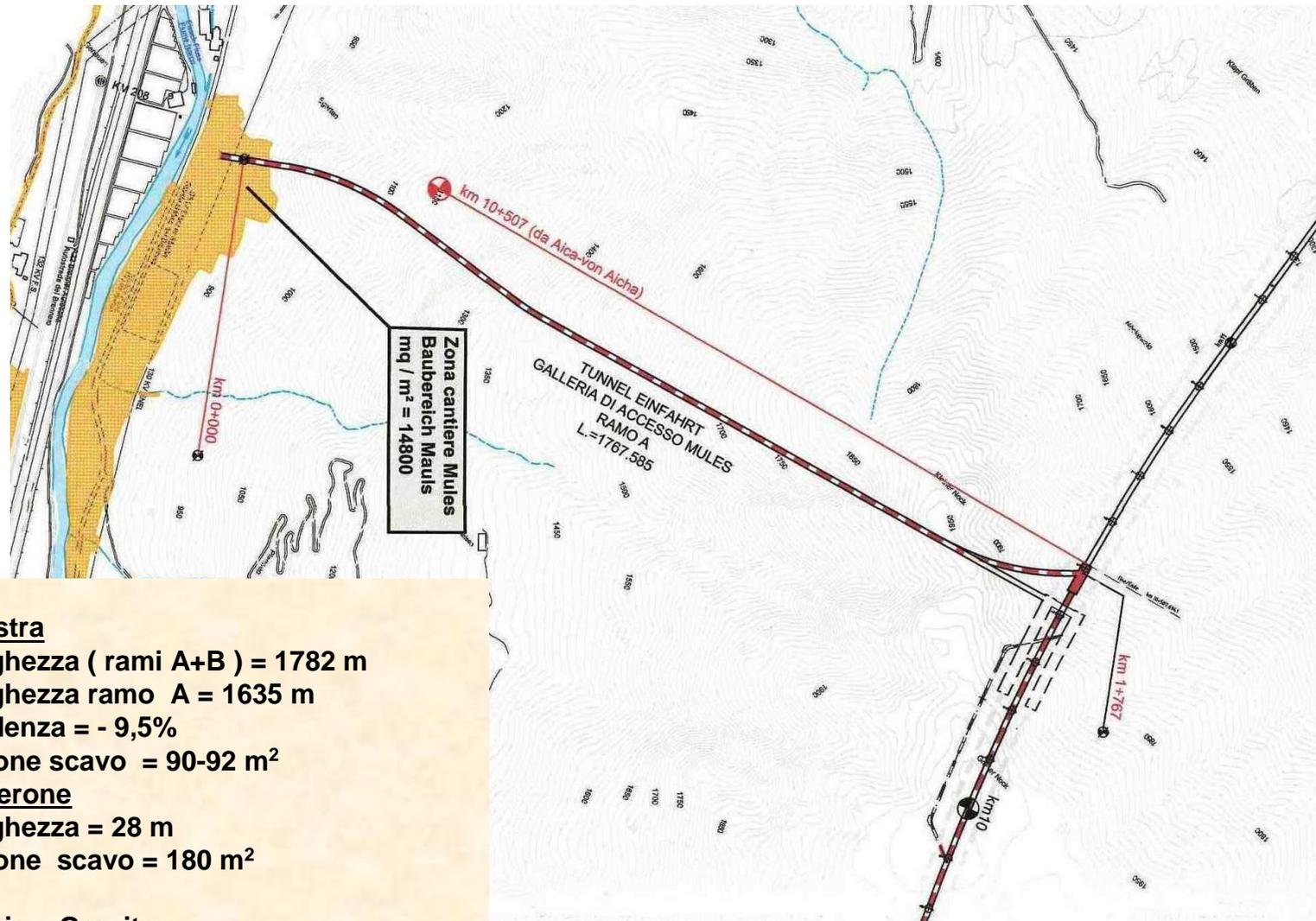
Tracciato



Lunghezza tunnel = 55 km
Giallo = CUNICOLO AICA - MULES
Verde = FINESTRA MULES

SCAVI CON ESPLOSIVO

FINESTRA DI MULES



Finestra

Lunghezza (rami A+B) = 1782 m

Lunghezza ramo A = 1635 m

Pendenza = - 9,5%

Sezione scavo = 90-92 m²

Camerone

Lunghezza = 28 m

Sezione scavo = 180 m²

Roccia = Granito

Inizio lavori = maggio 2008

Fine lavori = ottobre 2009



FINESTRA DI MULES

Macchina di perforazione

JUMBO COMPUTERIZZATO AXERA DT1130 C

Caratteristiche:

Macchina a tre braccia

Lunghezza aste perforazione installate 5,6 m

Diametro fori 51 mm

Navigazione con allineamento a laser topografico

Possibilità di eseguire in modo automatico lo schema di perforazione pre-caricato nel computer di bordo



FINESTRA DI MULE S

Scelta Esplosivo

- **Caratteristiche roccia (graniti) :**
 - Elevata impedenza (velocità trasmissione suono x massa volumica);
 - Elevata energia di frantumazione.
- Per ottimizzare il rendimento delle mine di rinora e produzione delle volate si sono scelti esplosivi con elevata impedenza e energia :
 - Per la carica di fondo mine : **Goma e Eco ø 40 mm (dinamite)**
(V.o.d. = > 5000 m/s, Massa Volumica= 1450 kg/m³, Energia = 4,1 Mj/kg)
 - Per la carica di colonna: **Premex 3300 ø 40 mm (emulsione)**
(V.o.d. = > 5000 m/s, Massa Volumica= 1200 kg/m³, Energia = 4,2 Mj/kg)
Percentuale dinamite: 50% della carica
- Per ottimizzare la profilatura dello scavo :
 - Per la carica di fondo mine : **Goma 2 Eco ø 32 mm (dinamite)**
 - Per la carica di colonna : **Miccia detonante 80 g/m PETN**



FINESTRA DI MULE S

Impostazione volate

- Sezione di scavo = 90 - 92 m²;
- 3 Schemi base = sfondo 3 m; sfondo 3,5 - 4 m ; sfondo 3,5 - 4 m in roccia dura;
- Numero di fori = variabile da 124 a 135
- Consumo esplosivo volate
 - Volata 3 m = 350 kg;
 - Volata 4 m = 475 -500 kg;

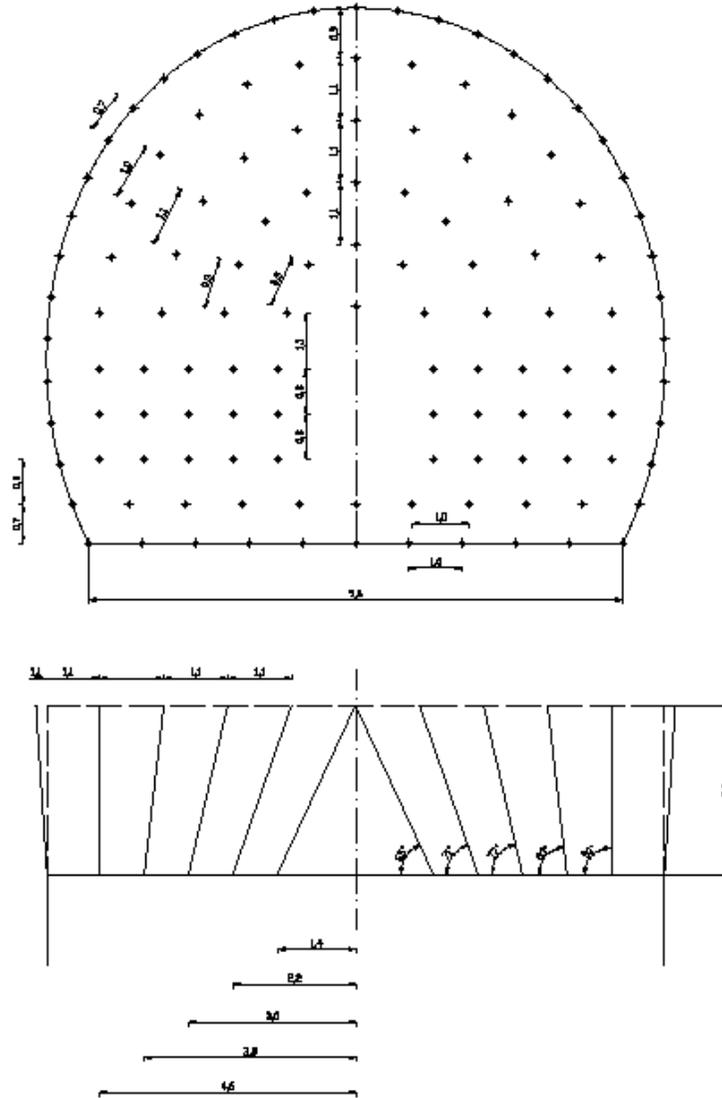
Consumi specifico esplosivo:

Volata 3 m = 1,2 kg /m³

Volata 4 m = 1,4 kg/m³

- Consumo specifico perforazione :
 - Volata 3 m = 1,5 m/m³
 - Volata 4 m = 1,6 kg/m³

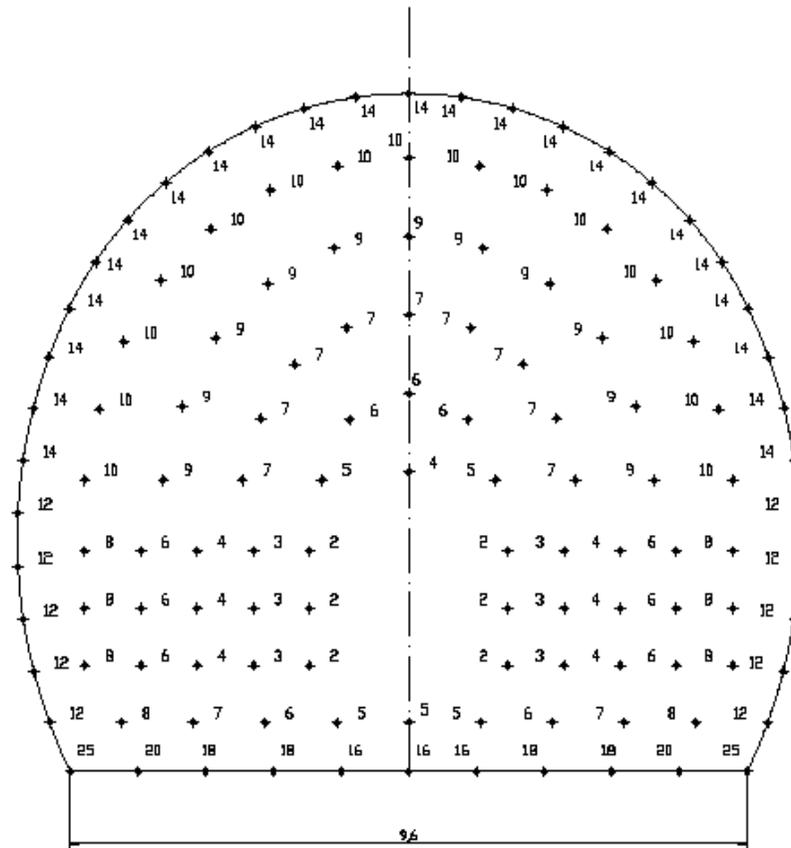
SCAVO DELLA FINESTRA DI MULES
SEZIONE TIPO T1R8 - VOLATA CON SFONDO 3 m
SCHEMA DI PERFORAZIONE



SCAVO DELLA FINESTRA DI MULES

SEZIONE TIPO T1RB - VOLATA CON SFONDO 3 m

SEQUENZA DI ACCENSIONE MINE



ATB

TUNNEL BRENNERO

Scavo Finestra Mules

Tabella di caricamento volata sez. MT1Rb con perforazione di 3,0 m

TEMPO DI RITARDO	CARICA DEI FORI					NUMERO FORI / TEMPO	CARICA PER TEMPO(kg)
	Cart. Premex 3300/40	Cart. Goma 2 Eco/ 32	Cart. Goma 2 Eco/40	Metri miccia det. 80 g/m	Peso di ogni carica (kg)		
2	4	0	2	0,0	3,8	6	22,8
3	4	0	2	0,0	3,8	6	22,8
4	4	0	2	0,0	3,8	7	26,7
5	4	0	2	0,0	3,8	5	19,0
6	3	0	2	0,0	3,2	11	35,3
7	3	0	2	0,0	3,2	11	35,3
8	3	0	2	0,0	3,2	8	25,7
9	3	0	2	0,0	3,2	11	35,3
10	2	0	2	0,0	2,6	15	39,3
12	3	0	2	0,0	3,2	10	32,1
14	0	2	0	3,2	0,7	23	16,8
16	4	0	2	0,0	3,8	3	11,4
18	4	0	2	0,0	3,8	4	15,2
20	4	0	2	0,0	3,8	2	7,6
25	4	0	2	0,0	3,8	2	7,6
30							0,0
35							0,0
40							0,0
45							0,0
50							0,0
55							0,0
60							0,0
							353,2

totale carica (kg)

Totale fori 124

Sezione di scavo	90 m2
Sfondo volata	3 m
Volume abbattuto	270 m3
Consumi specifici	
Premex 3300	0,71 kg/m3
Goma 2	0,53 Kg/m3
Goma 2 d 32	0,04 kg/m3
Tot. Esplosivo	1,29 kg/m3
Miccia deton. 80 g/m	0,27 m/m3
Detonatori	0,46 n/m3

Consumi esplosivo

Premex 3300/40	192,2 Kg
Goma 2/32	10,9 Kg
Goma 2/40	144,2 Kg
Tot. Esplosivo	347,4 Kg
Miccia det. 80 g/m	73,6 m
Detonatori	124,0 pz

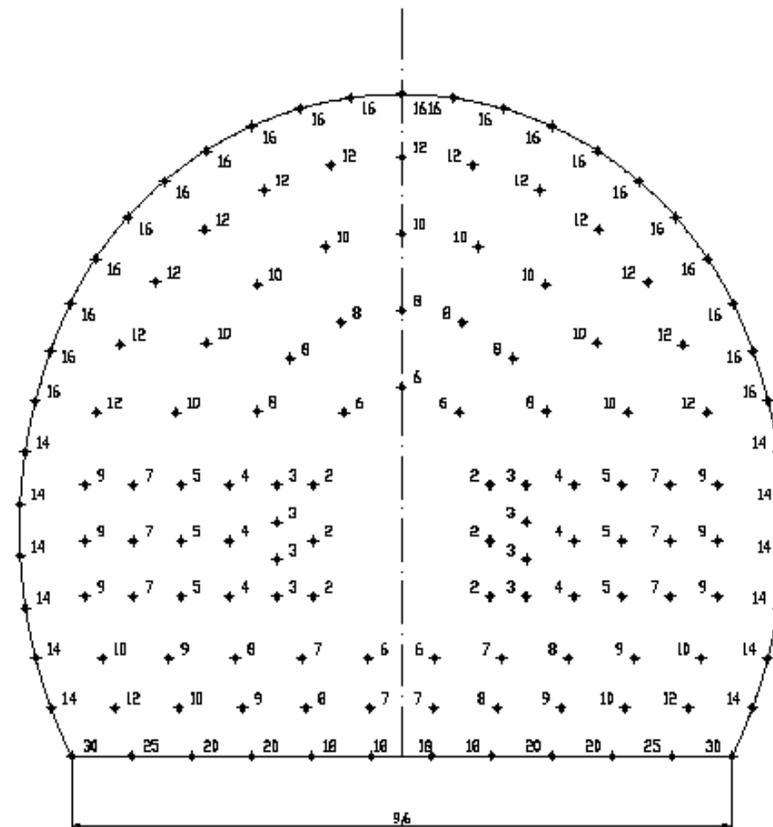
Peso cartuccia Goma 2 Eco diam. 40 x 400 mm	0,694 kg
Peso cartuccia Premex 3300 diam. 40 mm x 400 mm	0,595 kg
Peso cartuccia Goma 2 Eco diam. 32 mm x 200 mm	0,238 kg
Peso di 1 metro di miccia detonante Sipecord 80 g/m	0,080 kg



PRAVISANI s.p.a.

ATB TUNNEL BRENNERO

SCAVO DELLA FINESTRA DI MULES
SEZIONE TIPO TIRB - VOLATA CON SFONDO 4 m
SEQUENZA DI ACCENSIONE MINE



ATB

TUNNEL BRENNERO

Scavo Finestra Mules

Tabella di caricamento volata sez. MT1Rb con perforazione di 4,0 m

TEMPO DI RITARDO	CARICA DEI FORI					NUMERO FORI / TEMPO	CARICA PER TEMPO(kg)
	Cart. Premex 3300/40	Cart. Goma 2 Eco/ 32	Cart. Goma 2 Eco/40	Metri miccia det. 80 g/m	Peso di ogni carica (kg)		
2	2	0	3	0,0	3,3	6	20,0
3	3	0	3	0,0	3,9	8	31,4
4	4	0	3	0,0	4,5	6	27,1
5	4	0	3	0,0	4,5	6	27,1
6	4	0	3	0,0	4,5	5	22,6
7	4	0	3	0,0	4,5	10	45,2
8	4	0	3	0,0	4,5	11	49,7
9	4	0	2	0,0	3,8	10	38,1
10	4	0	2	0,0	3,8	13	49,5
12	4	0	2	0,0	3,8	15	57,1
14	4	0	2	0,0	3,8	12	45,7
16	0	2	0	4,2	0,8	21	17,1
18	5	0	3	0,0	5,1	4	20,5
20	5	0	3	0,0	5,1	4	20,5
25	5	0	3	0,0	5,1	2	10,2
30	5	0	3	0,0	5,1	2	10,2
35							0,0
40							0,0
45							0,0
50							0,0
55							0,0
60							0,0
							492,1

totale carica (kg)

Totale fori 135

Sezione di scavo	90 m2
Sfondo volata	4 m
Volume abbattuto	360 m3
Consumi specifici	
Premex 3300	0,74 kg/m3
Goma 2	0,58 Kg/m3
Goma 2 d 32	0,03 kg/m3
Tot. Esplosivo	1,35 kg/m3
Miccia deton. 80 g/m	0,25 m/m3
Detonatori	0,38 n/m3

Peso cartuccia Goma 2 Eco diam. 40 x 400 mm	0,694 kg
Peso cartuccia Premex 3300 diam. 40 mm x 400 mm	0,595 kg
Peso cartuccia Goma 2 Eco diam. 32 mm x 200 mm	0,238 Kg
Peso di 1 metro di miccia detonante Sipecord 80 g/m	0,080 kg

Consumi esplosivo

Premex 3300/40	266,6 Kg
Goma 2/32	10,0 Kg
Goma 2/40	208,5 Kg
Tot. Esplosivo	485,0 Kg
Miccia det. 80 g/m	88,2 m
Detonatori	135,0 pz



PRAVISANI S.p.A.

SCAVO CAMERONE

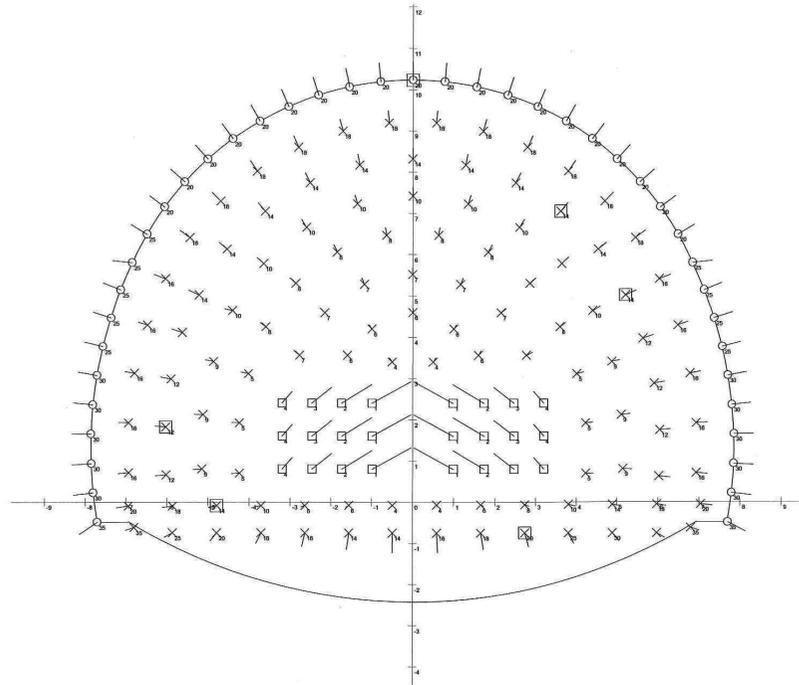
Schema di perforazione

Blasting plan

1/1

Worksite :
Drift/Round : :
Drilling pattern : SILVIO1.PLA
Drig : default.rig

File : C:\LUCADE~1\FINEST~1\MCSS\SILVIO1.PLA
Profile area : 150.7 m²
Holes : 177 (+ 0 dummy holes)
Drill Meters : 362.0
Scale : 1 : 100
Comments :



ATB

TUNNEL BRENNERO

Scavo Finestra Mules

Tabella di caricamento volata CAMERONE con perforazione di 3,0 m

TEMPO DI RITARDO	CARICA DEI FORI					NUMERO FORI / TEMPO	CARICA PER TEMPO(kg)
	Cart. Premex 3300/40	Cart. Goma 2 Eco/ 32	Cart. Goma 2 Eco/40	Metri miccia det. 80 g/m	Peso di ogni carica (kg)		
1	4	0	2	0,0	3,8	6	22,8
2	4	0	2	0,0	3,8	6	22,8
3	4	0	2	0,0	3,8	6	22,8
4	4	0	2	0,0	3,8	5	19,0
5	3	0	2	0,0	3,2	6	19,3
6	3	0	2	0,0	3,2	7	22,5
7	3	0	2	0,0	3,2	10	32,1
8	3	0	2	0,0	3,2	11	35,3
9	3	0	2	0,0	3,2	6	19,3
10	3	0	2	0,0	3,2	11	35,3
12	3	0	2	0,0	3,2	8	25,7
14	3	0	2	0,0	3,2	13	41,8
16	3	0	2	0,0	3,2	10	32,1
18	3	0	2	0,0	3,2	18	57,8
20	3	0	2	0,0	3,2	14	45,0
25	0	2	0	3,2	0,7	26	19,0
30	4	0	2	0,0	3,8	15	57,1
35	4	0	2	0,0	3,8	2	7,6
40							0,0
45							0,0
50							0,0
							0,0
							537,6

totale carica (kg)

Totale fori 180

Sezione di scavo	151 m2
Sfondo volata	3 m
Volume abbattuto	453 m3
Consumi specifici	
Premex 3300	0,66 kg/m3
Goma 2	0,49 Kg/m3
Goma 2 d 32	0,03 kg/m3
Tot. Esplosivo	1,17 kg/m3
Miccia deton. 80 g/m	0,18 m/m3
Detonatori	0,40 n/m3

Consumi esplosivo

Premex 3300/40	298,7 Kg
Goma 2/32	12,4 Kg
Goma 2/40	219,9 Kg
Tot. Esplosivo	531,0 Kg
Miccia det. 80 g/m	83,2 m
Detonatori	180,0 pz

Peso cartuccia Goma 2 Eco diam. 40 x 400 mm	0,694 kg
Peso cartuccia Premex 3300 diam. 40 mm x 400 mm	0,595 kg
Peso cartuccia Goma 2 Eco diam. 32 mm x 200 mm	0,238 Kg
Peso di 1 metro di miccia detonante Sipecord 80 g/m	0,080 kg



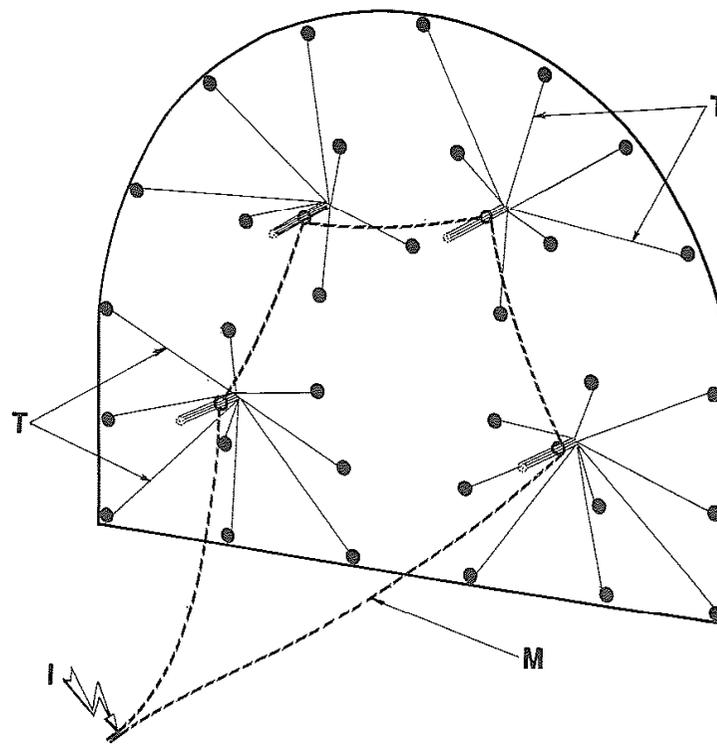
PRAVISANI

FINESTRA DI MULES

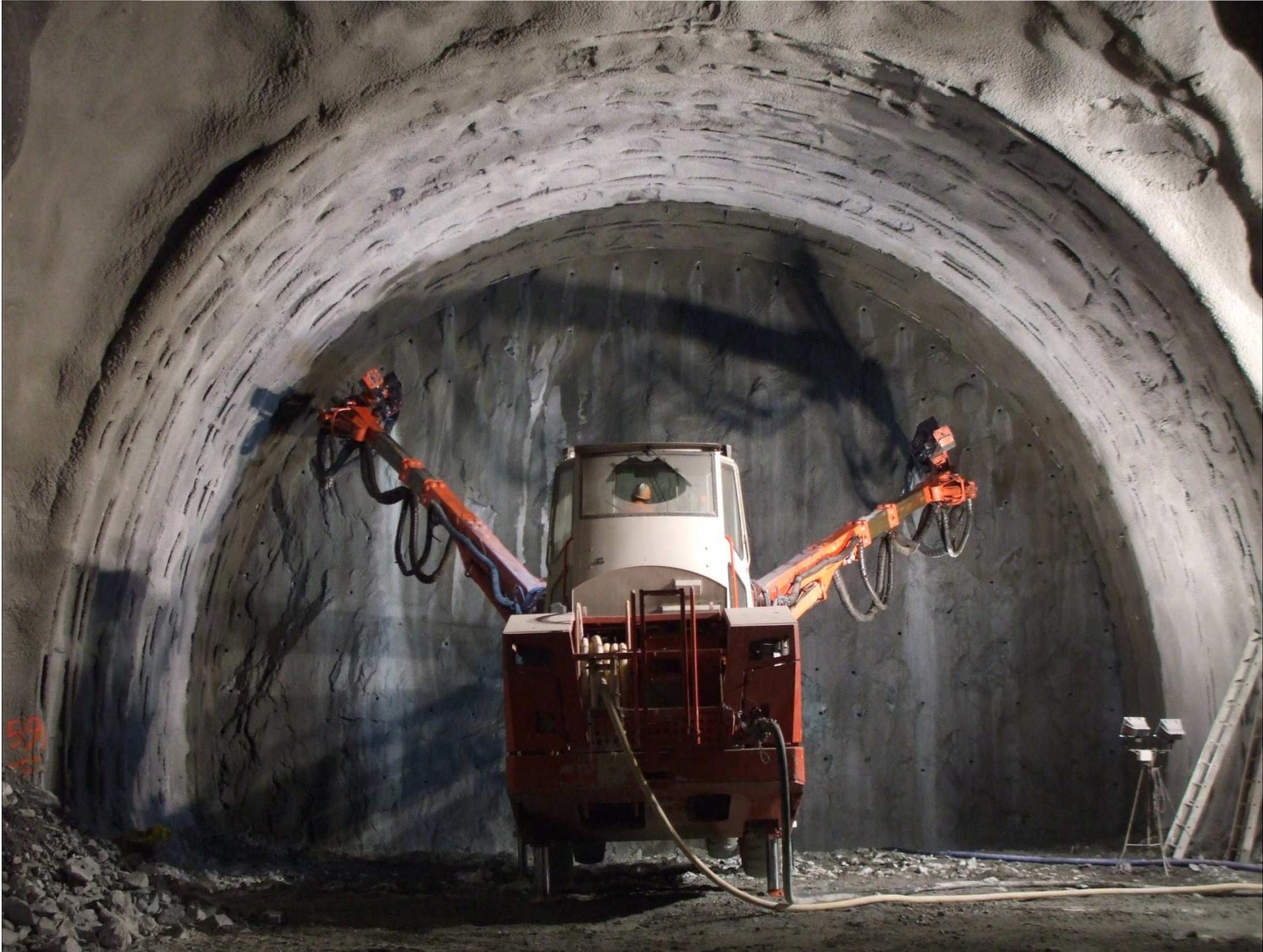
Sistema di innescamento volate

- La previsione di forti venute d'acqua (250 l/s) durante lo scavo in contropendenza, con la conseguente necessità di tenere in funzione al fronte le pompe elettriche di eduazione durante le operazioni di caricamento, hanno imposto l'adozione di detonatori ad onda d'urto (non elettrici) del tipo Primadet LP;
- I detonatori hanno ritardo modulare di 100 – 200 – 500 ms;
- Il collegamento dei detonatori viene eseguito con miccia detonante ;
- L'accensione della volata è realizzata con detonatore A.I. posto a contatto del cordone detonante;
- Il detonatore elettrico veniva posizionato dopo aver eseguito il sezionamento delle linee elettriche a distanza di sicurezza dal fronte

COLLEGAMENTO VOLATA CON MICCIA DETONATE



T = tubicino
M = miccia detonante
I = innescaimento









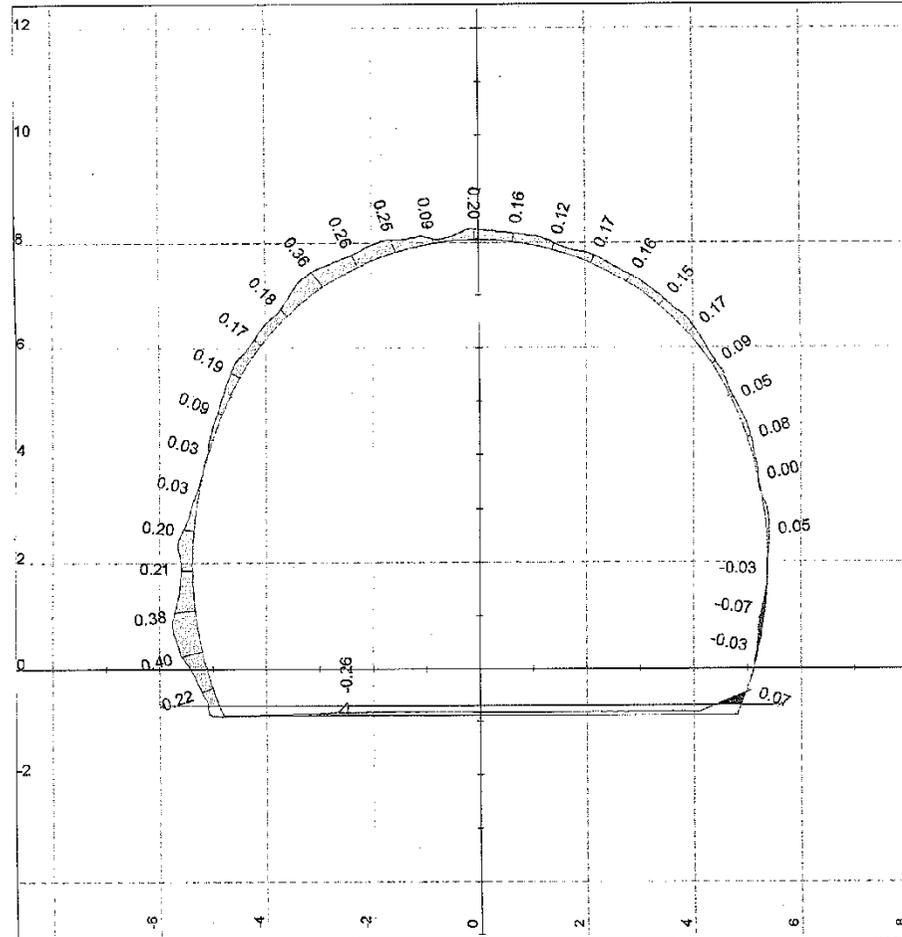








Rilievo del profilo di scavo



BBT-SE GALLERIA MULES

SEZ. RIF. CON SPRITZ BETON

Measured Profile Plot

Scale 1:100

Stationing : 1,052.000 m

Profile ID : sezione_3

DBNo. : 675

STNo. : 675

Surveyor :

Meas. Date : 11.8.2009 09:37

Instrument : PROFILER 5003

Control Coordinate Axis

Easting : 21,095.816 m

Northing : 84,741.913 m

Elevation : 776.076 m

Processing

Reference Profile A : SEZ_SPRITZ_MT1-2 (No. 1)

Transverse Slope : 0.000 %

Lower base line : - 0.700 m

Measured Area : 83.292 m²

Reference Profile Area : 79.940 m²

Overprofile Area : 3.498 m²

Underprofile Area : 0.146 m²

RILIEVO AGOSTO 2009

06.10.2009
18.54
TMS Office



SEDI SYSTEM s.n.c.
via Leopardi 5
39012 MERANO (BZ)
Tel +39 0473 445058
Fax +39 0473 449034
www.studiosacchin.it

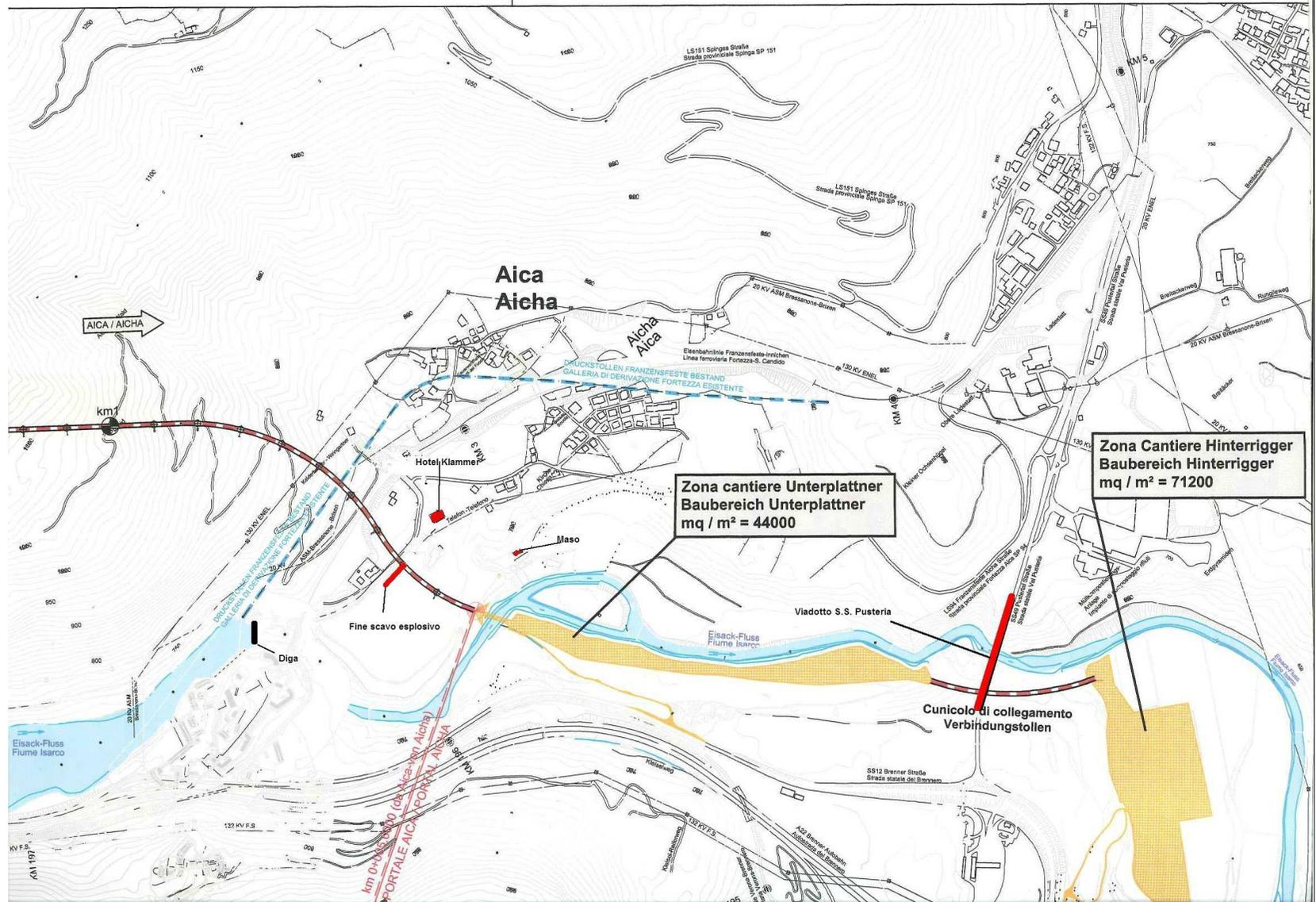




Scavo della finestra di Mules Dati significativi

- Durata lavori = 18 mesi
- Volume di roccia scavato = 166.000 m³
- Volate sparate = 630
- Avanzamento medio giornaliero = 5 m

SCAVO CON ESPLOSIVO IMBOCCO SUD DEL CUNICOLO SCAVO DEL TUNNEL UNTERPLATTNER





Scavo imbocco sud cunicolo esplorativo Aica-Mules

Descrizione intervento

Realizzazione in tradizionale di 200 m di tunnel con sezione 42 m² per intesto scavo con fresa.

L'avanzamento con esplosivo è stato sismicamente controllato in relazione alla presenza di strutture sensibili vicine all'area dell'intervento, e precisamente:

- Hotel Klammer posto alla distanza minima dalla galleria di 100 m;
- Sbarramento in c.a del bacino artificiale di Fortezza, posto alla distanza minima di 450 m ;
- Lo scavo è stato condotto nei mesi di dicembre 2007 e gennaio 2008;
- Le volate sono state impostate con perforazione di lunghezza 2,5 - 3 m ;
- Le vibrazioni prodotte dalle volate sono state registrate sistematicamente con tre sismografi posizionati sul corpo diga e con un sismografo nell'Hotel Klammer;
- I limiti di sollecitazione sismica per la salvaguardia delle strutture sopra citate, individuati in fase di progetto delle volate, sono :
 - Hotel Kammer = valore max. velocità di vibrazione, variabile in funzione della frequenza , tra 5 e 20 mm/s - Rif. Norme Din Standard 4150-3.
 - Corpo diga = 15 mm/s – limite applicato in un lavoro di scavo con esplosivo eseguito recentemente in Sardegna in vicinanza di una diga in calcestruzzo (Diga di Posada)

NORME DIN STANDARD 4150-3

Tab. IV.1 - Valori limite della velocità di vibrazione espressi in (mm/s)
DIN STANDARD 4150 (Germania Occidentale, 1983)

Punti di rilevazione Tipo di struttura	Fondazioni			Pavimento del piano più alto dell'edificio
	< 10 Hz	10 ÷ 50 Hz	50 ÷ 100 Hz	Qualsiasi frequenza
1) Strutture industriali	20	20 ÷ 40	40 ÷ 50	40
2) Edifici per abitazioni	5	5 ÷ 15	15 ÷ 20	15
3) Edifici di particolare delicatezza	3	3 ÷ 8	8 ÷ 10	8

Con frequenze > 100 Hz possono essere accettati livelli più alti

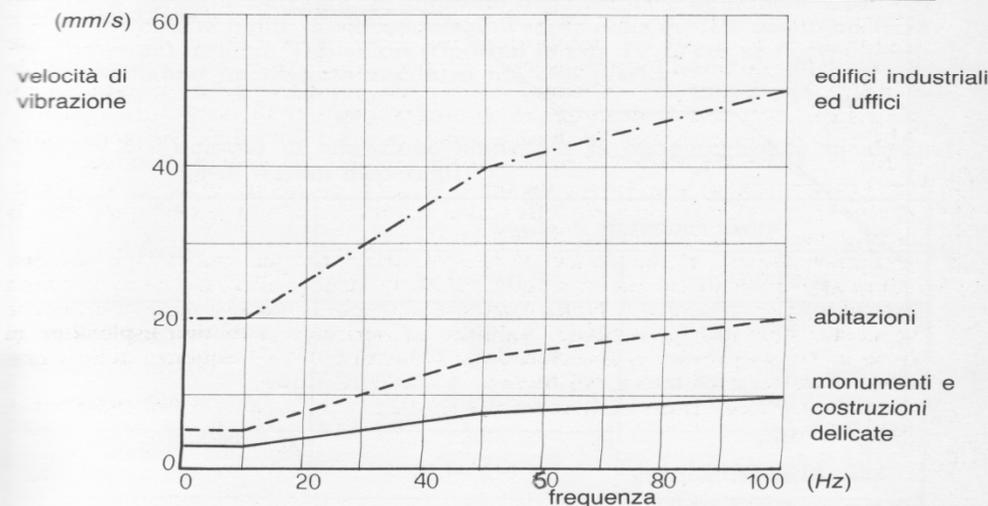


Fig. IV.2 Limiti al valore della velocità di vibrazione per diversi tipi di costruzione in funzione della frequenza definiti dal DIN STANDARD 4150 (Germania Occ.).

Vista imbocco tunnel AICA-MULES



ATB

TUNNEL BRENNERO

Scavo tunnel AICA

Tabella di caricamento volata tipo 3 con sfondo 3,0 m
(con fori aiuto - prifilatura miccia detonante 60 g/m)

TEMPO DI RITARDO	CARICA DEI FORI				NUMERO FORI / TEMPO	CARICA PER TEMPO(kg)
	Cart. Premex 3300	Cart. Eurogelatina 1	Metri miccia detonante	Peso di ogni carica (kg)		
1 micro	1,0	1,0	0,00	1,19	4	4,76
1	2,0	3,0	0,00	2,98	6	17,85
2	2,0	3,0	0,00	2,98	6	17,85
3	3,0	2,0	0,00	2,98	6	17,85
4	3,0	2,0	0,00	2,98	6	17,85
5	3,0	2,0	0,00	2,98	4	11,90
6	3,0	2,0	0,00	2,98	7	20,83
7	3,0	2,0	0,00	2,98	8	23,80
-						
9	2,0	2,0	0,00	2,38	8	19,04
10	0,0	1,0	3,00	0,78	10	7,75
12	0,0	1,0	3,00	0,78	8	6,20
14	3,0	3,0	0,00	3,57	4	14,28
16	3,0	3,0	0,00	3,57	2	7,14
18	3,0	3,0	0,00	3,57	2	7,14
20						0,00
25						0,00
30						0,00
35						0,00
40						0,00
45						0,00
50						0,00
55						0,00
60						0,00
						194,24

Sezione di scavo	42 m2
Sfondo volata	3 m
Volume abbattuto	126 m3
Consumi specifici	
Premex 3300	0,76 kg/m3
Eurogelatina 1	0,76 Kg/m3
Miccia detonante S 60	0,43 m/m3
Detonatori	0,64 n/m3

Peso cartuccia Eurogelatina 1 diam. 38 mm x 380 mm 0,595 kg
Peso cartuccia Premex 3300 diam. 40 mm x 400 mm 0,595 kg

totale fori 81

totale carica (kg)

Premex 3300	95,80 Kg
Eurogelatina 1	95,20 Kg
Miccia det. 60 g/m	54,00 m
Detonatori	81,00 pz

Sismografo sul corpo diga



ATB TUNNEL BRENNERO DIGA POSTO TELEFONICO

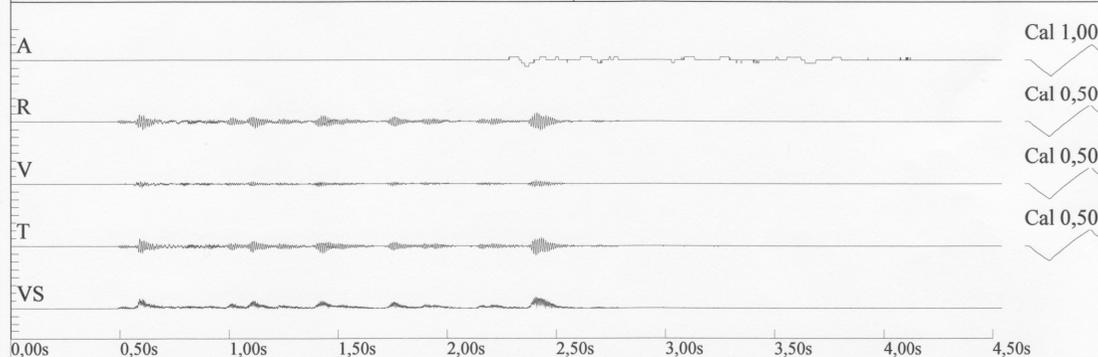
Nome archivio: SN407220080117269.DTB
 Numero: 269
 Data: 17/01/2008
 Orario: 07:33
 Numero di serie: 4072
 Trigger sismico: 0,0100 in/s 0,2540 mm/s
 Trigger acustico: 130 dB
 Frequenza di campionamento: 1024
 Durata registrazione: 4,0 Seconds
 Pre trigger: 0,50 Seconds
 Guadagno del sensore: 4x
 Batteria: 6,5

Amplitudes and Frequencies

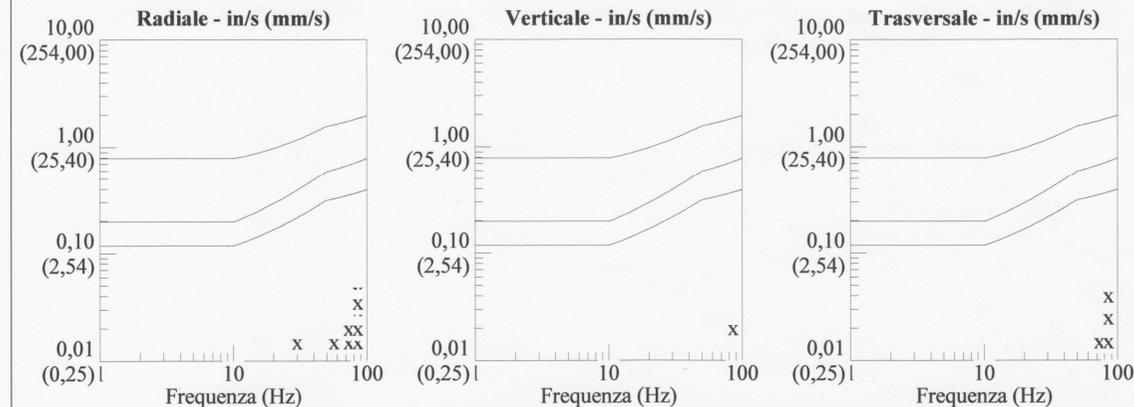
Acustico: 106 dB @ 0,0 Hz
 (0,04Mb 0,0006psi 0,0040kPa)
Radiale: 0,06in/s 1,524mm/s @ 128,0Hz
Verticale: 0,025in/s 0,635mm/s @ 170,6Hz
Trasversale: 0,06in/s 1,524mm/s @ 128,0Hz
Vettore somma (VS): 0,0725in/s 1,8415mm/s
 Data di calibrazione: 19/11/2007

Graph Information

Durata: 0,000s To: 4,500s
Fondoscala acustico:
 120dB 0,20Mb (0,050Mb/div)
Fondoscala sismico:
 0,20in/s (0,050in/s/div) 5,08mm/s (1,270mm/s/div)
Linee marcatempo ad intervalli di: 0,50 s



DIN 4150



**ATB TUNNEL BRENNERO
HOTEL KLAMMER**

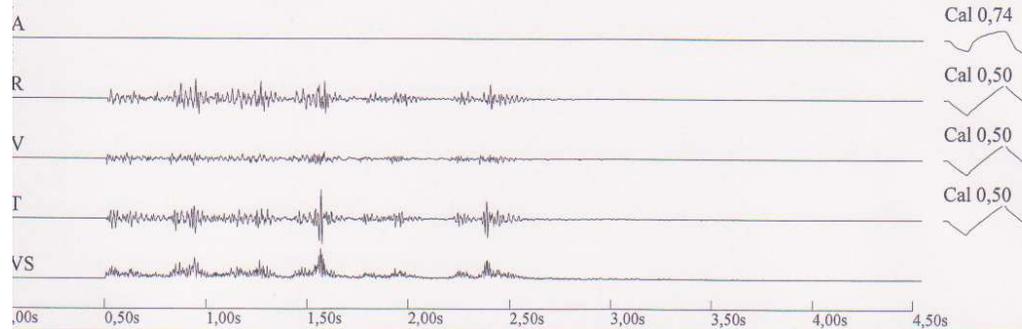
Nome archivio: SN407120080107070.DTB
 Numero: 070
 Data: 07/01/2008
 Orario: 07:39
 Numero di serie: 4071
 Trigger sismico: 0,0100 in/s 0,2540 mm/s
 Trigger acustico: 130 dB
 Frequenza di campionamento: 1024
 Durata registrazione: 4,0 Seconds
 Pre trigger: 0,50 Seconds
 Guadagno del sensore: 4x
 Batteria: 6,5

Amplitudes and Frequencies

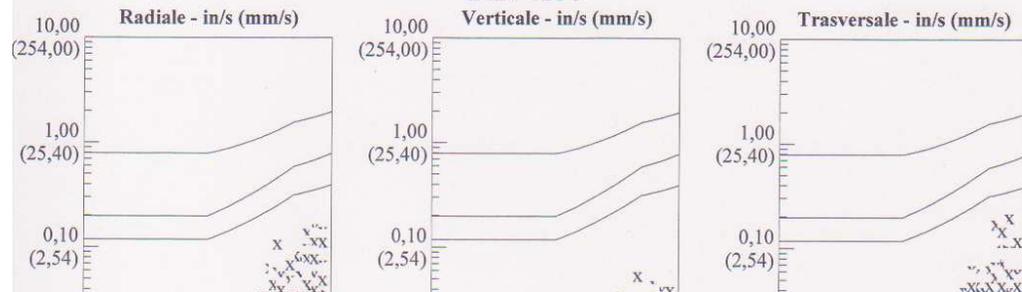
Acustico: <100 dB
 Radiale: 0,155in/s 3,937mm/s @ 73,1Hz
 Verticale: 0,055in/s 1,397mm/s @ 73,1Hz
Trasversale: 0,235in/s 5,969mm/s @ 73,1Hz
 Vettore somma (VS): 0,2475in/s 6,2865mm/s
 Data di calibrazione: 19/11/2007

Graph Information

Durata: 0,000s To: 4,500s
 Fondoscala acustico:
 120dB 0,20Mb (0,050Mb/div)
 Fondoscala sismico:
 0,24in/s (0,060in/s/div) 6,10mm/s (1,524mm/s/div)
 Linee marcatempo ad intervalli di: 0,50 s



DIN 4150



Vista imbocco Tunnel Unterplattner



TUNNEL UNTERPLATTNER

Descrizione intervento

Realizzazione in tradizionale di un tunnel lungo 350 m circa, con sezione di 29 m². La galleria serve per collegare il portale sud del cunicolo esplorativo Aica - Mules , mediante nastri trasportatori, alla discarica del marino. Il tunnel passa nelle vicinanze delle fondazioni del Viadotto Naz Sciaves della S.P. della Val Pusteria.

- Le volate, anche in relazione alla ridotta sezione di scavo, sono state impostate per sfondi massimi di 2,5 m;
- Le mine sono state temporizzate con detonatori elettrici aventi ritardo modulare di 0,025 s (zona rinora) e 0,25 s (altre mine).
- Si sono utilizzati un elevato numero di ritardi per diluire l'impatto sismico dello sparo nella struttura del ponte;
- La carica massima delle volate è stata di 125 kg ;
- I limiti di sollecitazione sismica per la salvaguardia del ponte sono stati indicati dal Servizio Strade della Provincia di Bolzano, che a seguito di accurati studi sulla struttura, ha indicato di valori massimi accettabili di spostamento indotto dalle vibrazione alla sommità delle pile. Lo stesso Ente ha provveduto al monitoraggio sismico del ponte, realizzato con sismografi piazzati alla base delle pile e con accelerometri installati nella parte sommitale delle strutture;
- I valori di spostamento e velocità rilevati, confrontati con i limiti progettuali, sono indicati nella tabella di seguito riportata;
- Il livello di sismicità indotto dallo scavo nella struttura si è sempre mantenuta nei valori di sicurezza

Tabella con risultati monitoraggio simico ponte

Publicata nella rivista "LE STRADE" 9/2008

Articolo "Volate al Brennero, Ponte monitorato"

Autori: Dott. P. Montagner e ing. A. Lenisa del Servizio Strade della Provincia Autonoma di Bolzano

124

TAB. 2 RISULTATI NUMERICI E RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DI TUTTE LE VOLATE MONITORATE

SENSORI			SPOSTAMENTI SOMMITÀ (mm)								ACCEL. BASE (mm/s)				
			Z4	X5	Y6	Z7	X8	Y9	Z1	X2	Y3	Z10	pila 1 lato corto	pila 1 lato lungo	Pila 2 lato corto
VALORI LIMITE			1,8	10,4	4,9	1,7	9,6	5,6	29,4	16,4	3	29,4	18	18	18
RITARDO (s)	CARICHE (kg)	DISTANZE (m)													
0	50	-18	0,72	0,70	0,20	1,15	1,12	1,25	1,15	0,95	0,60	0,30		2,9	
3	106	-15	0,35	0,25	0,23	0,50	0,20	0,32	0,23	0,24	0,48	0,40		2,1	2,0
5	123	-12	0,25	0,10	0,15	0,15	0,10	0,18	0,19	0,10	0,30	0,10	2,5	1,7	2,5
5	123	-9	0,10	0,05	0,12	0,10	0,08	0,15	0,14	0,17	0,08	0,11	2,4	2,1	3,1
5	123	-6	0,12	0,10	0,12	0,08	0,08	0,11	0,05	0,05	0,08	0,08	2,0	1,9	2,7
5	123	-3	0,10	0,12	0,09	0,11	0,07	0,04	0,32	0,18	0,08	0,07	2,7	2,0	3,8
5	123	0	0,12	0,12	0,10	0,12	0,17	0,13	0,11	0,04	0,15	0,10	2,3	2,1	2,9
5	123	3	0,09	0,05	0,08	0,12	0,10	0,13	0,09	0,06	0,04	0,10	1,7	1,6	3,9
5	123	6	0,16	0,13	0,13	0,31	0,18	0,31	0,07	0,05	0,13	0,12	2,7	1,8	3,6
5	123	9	0,11	0,10	0,12	0,18	0,12	0,14	0,25	0,07	0,11	0,09	2,1	1,4	2,6
5	123	12	0,08	0,08	0,07	0,13	0,09	0,14	0,04	0,04	0,08	0,08	2,2	1,5	2,8
5	123	15	0,08	0,13	0,12	0,09	0,09	0,13	0,21	0,13	0,12	0,09	3,0	1,9	4,1
5	123	18	0,16	0,10	0,18	0,10	0,20	0,17	0,24	0,10	0,10	0,08	2,8	1,7	4,0
5	123	20	0,14	0,10	0,15	0,12	0,10	0,16	0,12	0,10	0,14	0,06	2,7	1,7	4,1
5	123	22	0,20	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,22	0,16	0,18	0,16	2,2	1,2	3,5
5	123	25	0,12	0,10	0,18	0,16	0,09	0,14	0,22	0,16	0,08	0,04	2,6	1,5	4,0
5	123	27	0,16	0,09	0,12	0,18	0,10	0,08	0,16	0,17	0,12	0,06	2,7	1,4	3,5
5	123	30	0,08	0,06	0,09	0,09	0,12	0,09	0,18	0,07	0,07	0,04	3,2	1,5	4,4
5	123	33	0,14	0,07	0,12	0,14	0,15	0,13	0,16	0,14	0,19	0,16	2,0	1,2	2,2
5	123	38	0,10	0,08	0,14	0,10	0,12	0,16	0,22	0,10	0,08	0,08	1,8	1,0	3,7
5	123	41	0,05	0,05	0,05	0,07	0,08	0,06	0,16	0,04	0,04	0,06	2,3	1,1	4,5
5	123	44	0,10	0,11	0,10	0,14	0,12	0,16	0,19	0,16	0,09	0,12	2,3	1,3	4,3
5	123	47	0,08	0,06	0,04	0,06	0,05	0,08	0,22	0,04	0,04	0,06	2,4	1,3	4,4
5	123	50	0,07	0,09	0,04	0,04	0,06	0,04	0,19	0,20	0,20	0,09	1,7	1,0	4,6
5	123	53	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,09	0,05	0,16	0,08	3,1	2,2	8,2
5	123	56	0,08	0,08	0,12	0,07	0,09	0,06	0,23	0,06	0,14	0,11	2,3	1,6	6,6
5	123	68	0,07	0,06	0,10	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,04	1,9	1,3	5,6
5	123	74	0,06	0,07	0,11	0,10	0,14	0,11	0,07	0,09	0,09	0,04	1,7	1,4	4,5
5	123	77	0,07	0,07	0,12	0,10	0,14	0,10	0,06	0,08	0,09	0,06	1,5	1,1	3,8

REGISTRAZIONE SU PILA 2

**ATB Tunnel Brennero
Fortezza (BZ)
Monitoraggio sismico scustico
Punto di misura 2
Manufatto Pila 2**

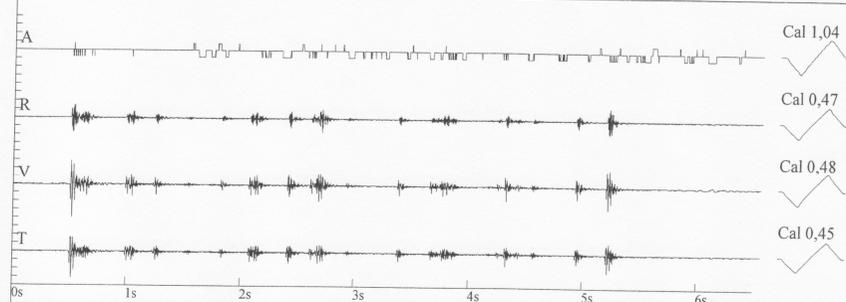
Nome archivio: SN312120080520042.DTA
Numero: 042
Data: 13/05/2008
Orario: 16:36
Numero di serie: 3121
Trigger sismico: 0,0400 in/s 1,0160 mm/s
Trigger acustico: 148 dB
Frequenza di campionamento: 1024
Durata registrazione: 6,0 Seconds
Pre trigger: 0,50 Seconds
Guadagno del sensore: 8x
Batteria: 7,0

Amplitudes and Frequencies

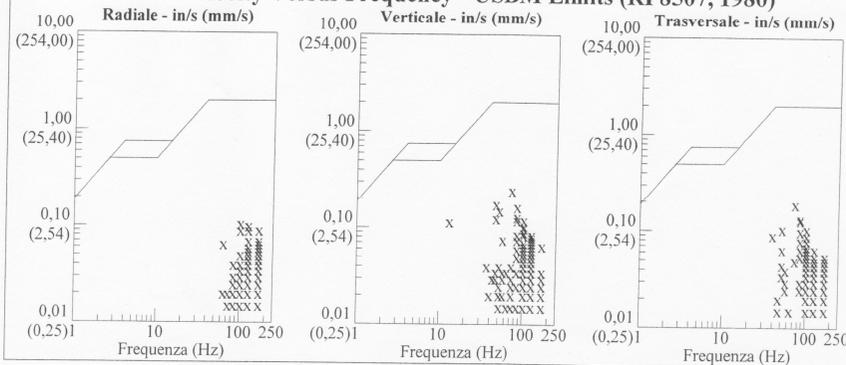
Acustico: 106 dB @ 0,0 Hz
(0,04Mb 0,0006psi 0,0040kPa)
Radiale: 0,105in/s 2,667mm/s @ 128,0Hz
Verticale: **0,245in/s 6,223mm/s @ 73,1Hz**
Trasversale: 0,19in/s 4,826mm/s @ 73,1Hz
Spostamento: 0,000530in 0,013453mm
Accelerazione: 0,298137g's
Data di calibrazione: 28/02/2008

Graph Information

Durata: 0,000s To: 6,500s
Fondoscala acustico:
120dB 0,20Mb (0,050Mb/div)
Fondoscala sismico:
0,25in/s (0,061in/s/div) 6,22mm/s (1,556mm/s/div)
Linee marcatempo ad intervalli di: 1,00 s



Particle Velocity Versus Frequency - USBM Limits (RI 8507, 1980)



Prospetto Norme SN 640 312 a

6
All 5-3

Tab. 3
Richtwerte
(Anwendung vergleiche Ziffer 12)

Empfindlichkeitsklasse Classe de sensibilité	Häufigkeitsklasse Classes de fréquence des sollicitations
(1) sehr wenig empfindlich (1) très peu sensible	gelegentlich häufig permanent occasionnellement fréquemment en permanence
(2) wenig empfindlich (2) peu sensible	gelegentlich häufig permanent occasionnellement fréquemment en permanence
(3) normal empfindlich (3) normalement sensible	gelegentlich häufig permanent occasionnellement fréquemment en permanence
(4) erhöht empfindlich (4) particulièrement sensible	gelegentlich häufig permanent occasionnellement fréquemment en permanence

Tab. 3
Valeurs indicatives
(application voir chiffre 12)

Maximalwerte des Geschwindigkeitsvektors V_w [mm · s ⁻¹] massgebende Frequenzen < 30 Hz* 30-60 Hz > 60 Hz** Valeurs maximales du vecteur de vitesse V_w [mm · s ⁻¹] fréquences déterminantes < 30 Hz* 30-60 Hz > 60 Hz**		
Richtwerte: Bis zu den 3fachen entsprechenden Werten der Empfindlichkeitsklasse (3)		
Valeurs indicatives: jusqu'au triple des valeurs correspondant à la classe de sensibilité (3)		
Richtwerte: Bis zu den 2fachen entsprechenden Werten der Empfindlichkeitsklasse (3)		
Valeurs indicatives: jusqu'au double des valeurs correspondant à la classe de sensibilité (3)		
	< 30 Hz	30-60 Hz
	15 8 3	20 8 4
	15 8 3	20 8 4
	30 [mm · s ⁻¹] 12 [mm · s ⁻¹] 6 [mm · s ⁻¹]	30 [mm · s ⁻¹] 12 [mm · s ⁻¹] 6 [mm · s ⁻¹]
Richtwerte: Zwischen den Richtwerten der Klasse (3) und der Hälfte davon		
Valeurs indicatives: entre les valeurs indicatives de la classe (3) et la moitié de celles-ci		

* Bei Frequenzen unter 8 Hz sind tiefere Richtwerte anzusetzen.
Lors de fréquences inférieures à 8 Hz, il convient d'appliquer des valeurs indicatives inférieures.

** Bei Frequenzen über 150 Hz können höhere Richtwerte angesetzt werden.
Lors de fréquences supérieures à 150 Hz, des valeurs indicatives supérieures peuvent être appliquées.

12. Anwendung der Richtwerte
Der Wert des Geschwindigkeitsvektors ist durch Messungen zu ermitteln.
Bei Werten unterhalb der Richtwerte sind kleinere Schäden kaum wahrscheinlich. Vereinzelt Überschreitungen der Richtwerte bis etwa 30% vergrößern die Schadenwahrscheinlichkeit nur geringfügig.
Bei Werten ab dem doppelten Richtwert sind Schäden wahrscheinlich.
Durchgehende Risse sind erst bei Werten zu erwarten, die ein Mehrfaches der Richtwerte betragen.

Bei speziellen Verhältnissen sollte ein Sachverständiger zugezogen werden. Dieser kann in begründeten Fällen höhere oder tiefere Richtwerte festlegen.

C. Durchführung der Erschütterungsmessungen

13. Grundsätze
Da die Erschütterungen an verschiedenen Stellen des Bauwerkes stark unterschiedlich sein können, soll bei den ersten Messungen an mehreren Stellen gleichzeitig gemessen werden.

12. Application des valeurs indicatives
La valeur du vecteur-vitesse doit être déterminée par des mesures.
Pour des valeurs inférieures aux valeurs indicatives, de petits dégâts sont peu probables. Des dépassements occasionnels des valeurs indicatives jusqu'à 30% env. n'augmentent que légèrement le risque de dégâts.
Lors de vitesses égales ou supérieures au double des valeurs indicatives, des dégâts sont probables.
On ne peut s'attendre à des fissures traversantes que lorsque les valeurs du vecteur-vitesse sont un multiple des valeurs indicatives.
Dans des conditions très particulières, il convient de consulter un expert, qui peut fixer des valeurs indicatives plus élevées ou plus basses.

C. Exécution des mesures d'abranlements

13. Principes
Les ébranlements pouvant être très différents d'un endroit à l'autre de la construction, il convient, lors des premières mesures, de les mesurer simultanément à plusieurs endroits.