



**Tassullo S.p.A.**  
**GALLERIA**  
**di RICERCA MINERARIA**  
**Í RIO MAGGIOREÎ**

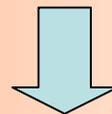
**Convegno sugli esplosivi**  
**Trento, 23-24 novembre 2007**

## Produzione Tassullo S.p.A. stabilimento Mollaro :

- restauro conservativo
  - bioedilizia
  - isolamento
  - edificazione
- pavimentazione

### Problematiche relative all'approvvigionamento di materie prime:

- 1) impatto ambientale dei trasporti e degli impianti
- 2) costi di trasporto (approvvigionamento di dolomia da fornitori esterni mediante autocarri)
- 3) materia prima con alto tenore di umidità

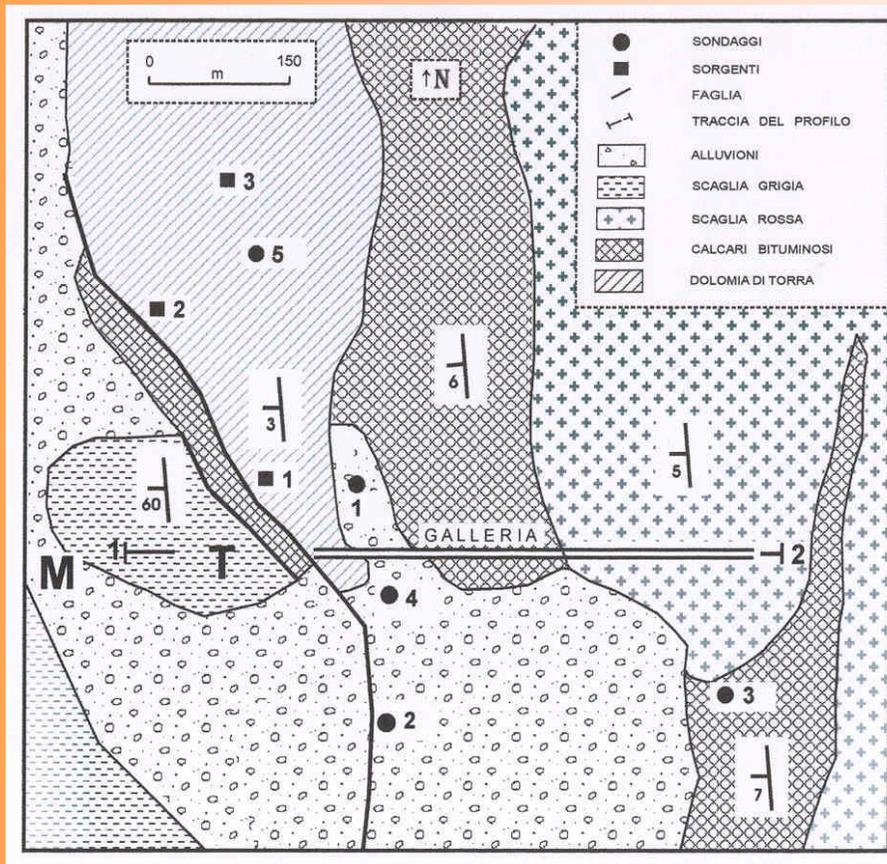


2004: inizio della prima fase di ricerca mineraria Galleria %Rio Maggiore+

Oggi: proseguimento della seconda fase di ricerca mineraria

## Inquadramento geologico

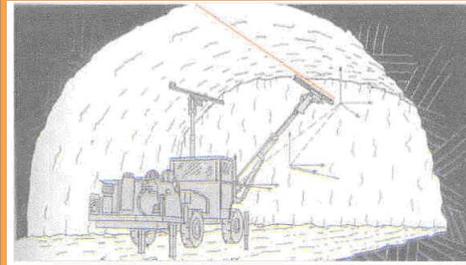
La ricerca mineraria si sviluppa nei pressi dello stabilimento Tassullo S.p.A. di Tuenetto di Taio, all'interno del masso roccioso detto Dolomia di Torre+



Presenti 4 litotipi all'interno della formazione dolomitica:

- brecce
- dolomie cristalline
- dolomie organogene
- dolomie laminate

### Ciclo lavorativo per l'avanzamento delle gallerie esplorative



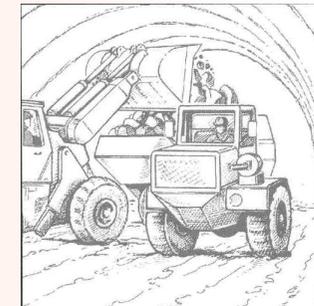
**Preparazione fori da mina**



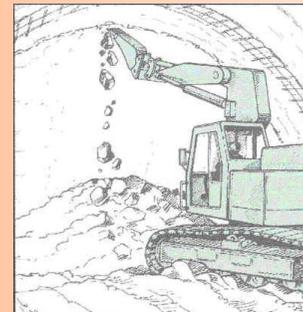
**Caricamento esplosivo in cartucce**



**Brillamento volata di mine e sfumo gas**



**Trasporto materiale vs. stabilimento Mollaro**



**Disgaggio con martellone e messa in sicurezza del fronte**





## Ottimizzazione del ciclo lavorativo per l'avanzamento delle gallerie esplorative

ISO9001

Piani di sviluppo e miglioramento



Stato attuale dell'ottimizzazione del ciclo lavorativo

fase	operazione	fase ottimizzata	ottimizzazione/i introdotta	livello ottimizzazione			
				sicurezza operatori	salute operatori	tempi esecuzione	impatto ambientale
1	preparazione fori da mina	✓	Jumbo ATLAS WL3C	😊😊	😊😊	😊😊	😊
2	caricamento esplosivo in cartucce	✗					
3	brillamento e fumo	✓	nuova stazione di ventilazione	😊	😊😊	😊😊	😊
4.01	trasporto materiale (mezzi di caricamento)	✓	pala CAT972G	😊😊	😊	😊😊	😊
4.02	trasporto materiale (sistema di trasporto)	✓	frantoio primario in galleria + nastri trasportatori	😊	😊	😊😊	😊😊
5	disgaggio e messa in sicurezza	✓	cannone abbattimento polveri	😊	😊😊	😊	😊

### **Fattori di rischio per la sicurezza degli operatori =**

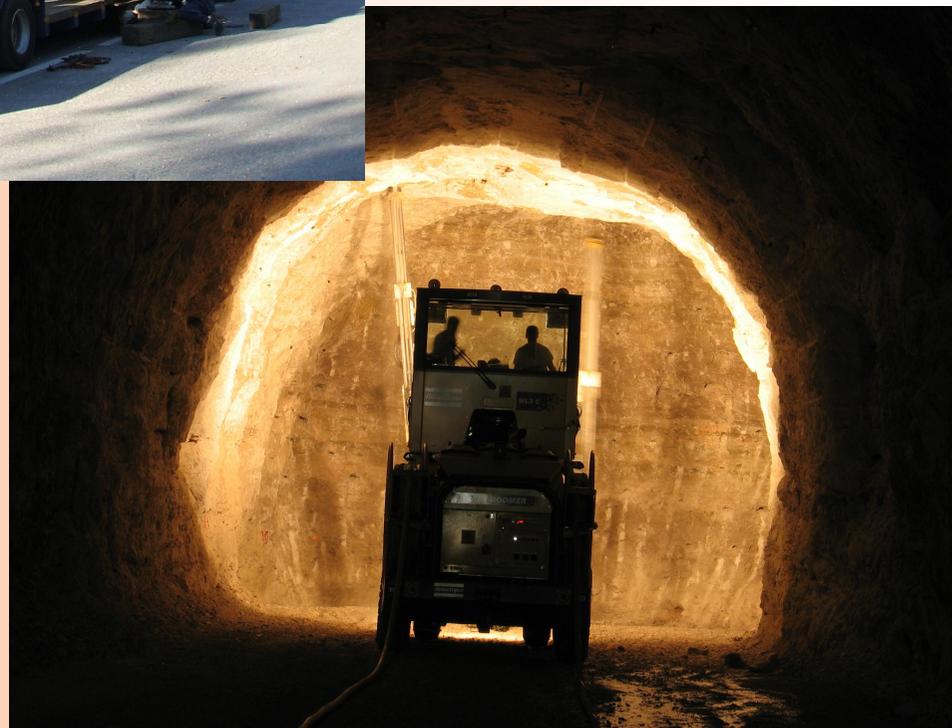
- Ribaltamento mezzi
- Investimento
- Contusioni
- Scivolamento
- Distorsioni/fratture
- Caduta di materiale dall'alto
- Proiezione di materiale
- ò

### **Fattori di rischio per la salute degli operatori =**

- Polveri
- Temperatura/umidità
- Emissioni da motori endotermici
- Vibrazioni
- Rumore
- ò



*Jumbo ATLAS COPCO  
WL3C*



### STATO OPERATIVO ATTUALE DELLE OPERAZIONI DI CARICAMENTO

SICUREZZA OPERATORI	
parametro	valore
rischio di caduta	medio
rischio di caduta materiale dall'alto	medio
contenuto di nitroglicerina in esplosivo GD1	70%
sensibilità esplosivo GD1	media
SALUTE OPERATORI	
parametro	valore
picco di concentrazione CO (gas di sfumo)	80 ppm
picco di concentrazione NOx (gas di sfumo)	50 ppm
manipolazione di materiali velenosi per la pelle	SI
presenza involucro di adeguata resistenza	SI
TEMPI ESECUZIONE	
parametro	valore
tempo di caricamento singolo foro per volata sezione G	3,5 min
ASPETTO ECONOMICO	
parametro	valore
costo specifico esplosivo	circa 3 €/kg

*Le statistiche degli infortuni a livello nazionale indicano che il 70% degli incidenti non mortali in galleria avvengono in prossimità del fronte di avanzamento*

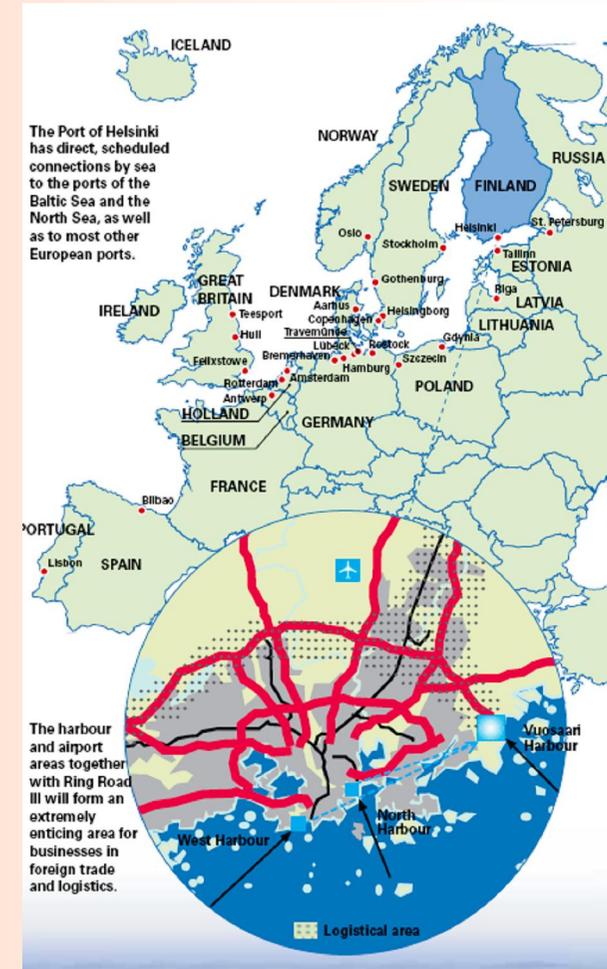
***È possibile ottimizzare?***

## STATO DELL'ARTE DELLE OPERAZIONI DI CARICAMENTO



*Nei paesi scandinavi si utilizza il caricamento pneumatico di AN.FO. sfuso oppure caricamento di emulsioni bicomponenti*

*Le gallerie del Vuosari Harbour Project sono state realizzate mediante impiego di AN.FO. caricato con apposite macchine*



## Ottimizzazione del ciclo lavorativo per l'avanzamento delle gallerie esplorative

*STATO DELL'ARTE DELLE OPERAZIONI DI CARICAMENTO  
mediante AN.FO. sfuso nelle gallerie del Vuosari Harbour Project*

SICUREZZA OPERATORI	
parametro	valore
rischio di caduta	medio
rischio di caduta materiale dall'alto	medio
contenuto di nitroglicerina	0%
sensibilità esplosivo tipo AN.FO.	molto bassa
SALUTE OPERATORI	
parametro	valore
picco di concentrazione CO (gas di fumo)	35 ppm
picco di concentrazione NOx (gas di fumo)	20 ppm
manipolazione di materiali velenosi per la pelle	NO
presenza involucro di adeguata resistenza	NO
TEMPI ESECUZIONE	
parametro	valore
tempo di caricamento singolo foro per volata sezione G	1 min
ASPETTO ECONOMICO	
parametro	valore
costo specifico esplosivo	circa 1,5 €/kg

## Caricamento pneumatico di AN.FO. sfuso in avanzamento di gallerie

SICUREZZA OPERATORI		
parametro	GD1	ANFO sfuso
rischio di caduta	medio	medio
rischio di caduta materiale dall'alto	medio	medio
contenuto di nitroglicerina in esplosivo GD1	70%	0%
sensibilità esplosivo	media	molto bassa
SALUTE OPERATORI		
parametro	GD1	ANFO sfuso
picco di concentrazione CO (gas di sfumo)	80 ppm	35 ppm
picco di concentrazione NOx (gas di sfumo)	50 ppm	20 ppm
manipolazione di materiali velenosi per la pelle	SI	NO
presenza involucro di adeguata resistenza	SI	NO
TEMPI ESECUZIONE		
parametro	GD1	ANFO sfuso
tempo di caricamento singolo foro per volata	3,5 min	1 min
ASPETTO ECONOMICO		
parametro	GD1	ANFO sfuso
costo specifico esplosivo	circa 3 €/kg	circa 1,5 €/kg

*Il caricamento pneumatico dell'AN.FO. sfuso presenta interessanti vantaggi rispetto al caricamento manuale di esplosivi incartucciati*

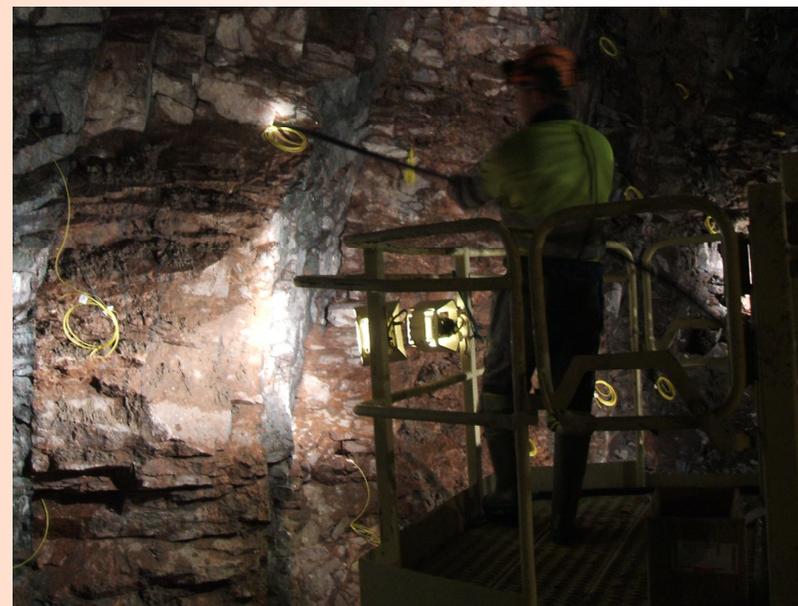
***In particolare si ha un sensibile miglioramento delle condizioni di sicurezza degli operatori e dei tempi di esecuzione (= meno tempo trascorso al fronte, dove oggi avvengono il 70% degli incidenti in galleria)***

## **PIU' SICUREZZA PER GLI OPERATORI**

*L'utilizzo di AN.FO. in sostituzione alle gelatine-dinamiti aumenta le condizioni di sicurezza, poiché non contengono nitroglicerina*

## **TEMPI DI ESECUZIONE PIU' RAPIDI = MENO TEMPO AL FRONTE**

*L'utilizzo di AN.FO. con caricamento pneumatico abbassa i tempi necessari per caricare la volata (circa 1 min/foro)*



## **COSTO SPECIFICO INFERIORE = RISPARMIO**

*Pur sviluppando energie specifiche elevate, l'AN.FO. ha un prezzo contenuto rispetto alle gelatine*

## **ELEVATA DENSITÀ DI CARICA**

*Poiché tramite il caricamento pneumatico è possibile un accoppiamento carica/foro = 100%, la densità di carica è pari a circa 1,05-1,1 kg/dm<sup>3</sup> (0,8 con ANFO incartucciato). Si avranno perciò velocità di detonazione pari a 3500-4000 m/s*



## Caricamento pneumatico di AN.FO. sfuso in avanzamento di gallerie

### **GAS MENO TOSSICI = MINORE TEMPO DI SFUMO**

*Poiché l'AN.FO. non contiene nitroglicerina/nitroglicole, i gas di sfumo sono meno pericolosi per gli operatori*

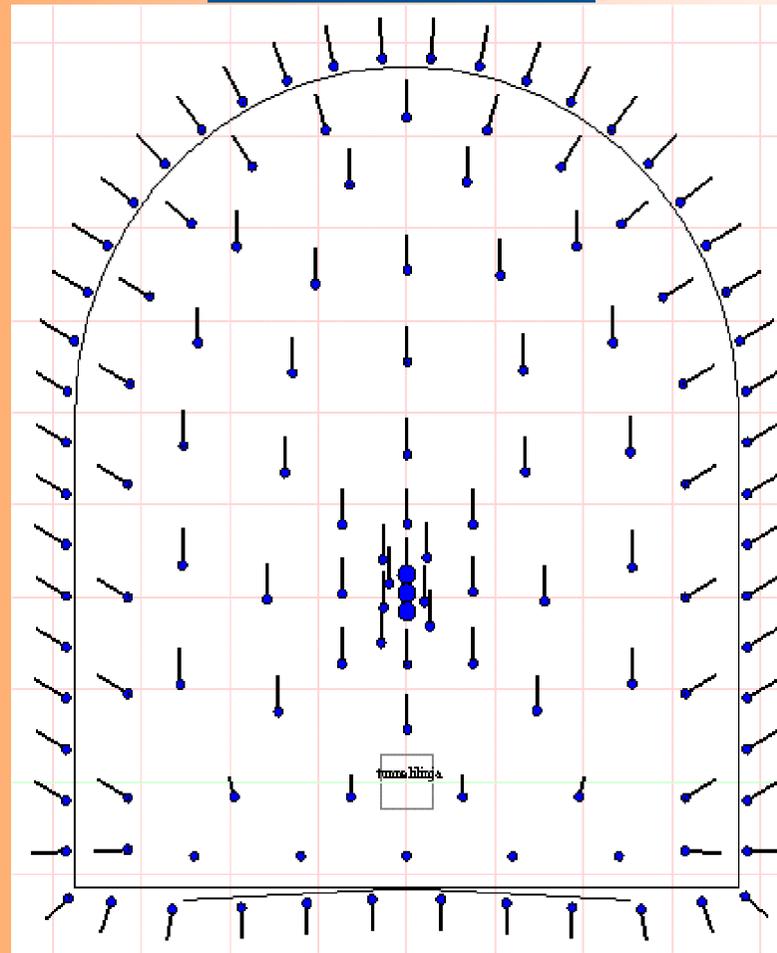
### **NON ADATTO SE I FORI DA MINA SONO BAGNATI**

*L'AN.FO. è una miscela esplosiva molto igroscopica. La sensibilità è nulla quando il contenuto d'acqua supera l'8%.*

## Confronto AN.FO. vs. gelatine incartucciate

*Helsinki Harbour Railway Tunnel, 13.5 km long*

*Minimum area = 58 mq*



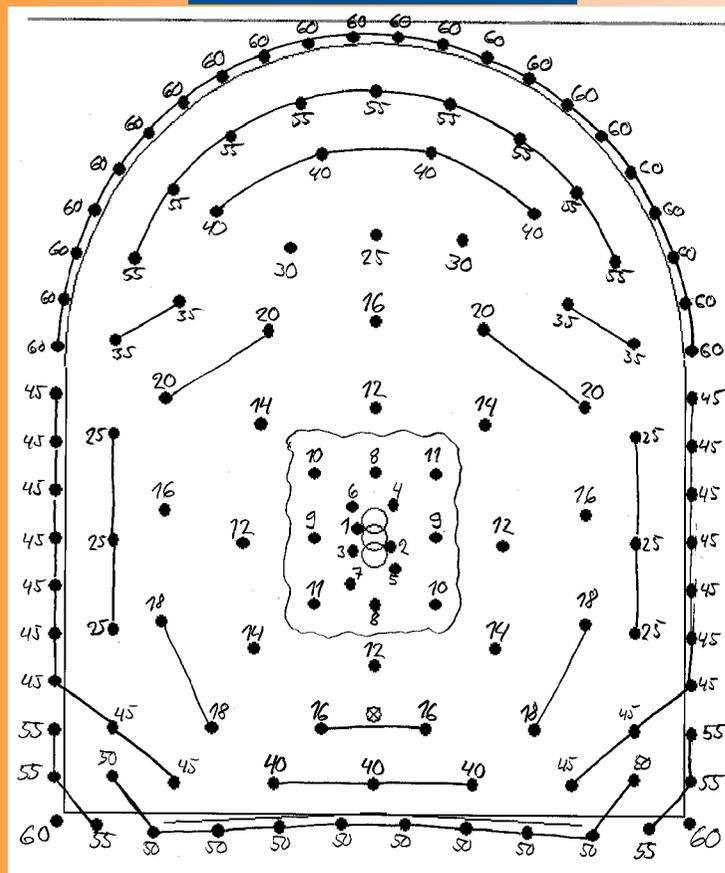
Tunnel A = 58 m<sup>2</sup>  
Tunnel width 7,5 m  
Tunnel height 8,7 m

Drilling length 6,3 m (22 $\phi$ )  
Pull out length 5,8 m

Parallel cut  
Opening holes 3 x  $\phi$  102 mm  
Blasting holes 123 x  $\phi$  51 mm

Initiating  
Non-electric detonators

### Charging with dynamite cartridge



#### Bottom holes

Kemix pipecharge 29 x 1000, 6 pc x 0,74 kg = 4,44 kg /hole

12 holes x 4,44 kg = 53,3 kg / round

#### Bottom accessory holes

Kemix pipecharge 32 x 1000, 6 pc x 0,90 kg = 5,40 kg/hole

5 holes x 5,40 kg = 27,0 kg / round

#### Cut holes

Cartridge charges  $\phi$  40 mm, 17 x 0,56 kg = 9,52 kg/hole

15 holes x 9,52 kg = 142,8 kg / round

#### Easer holes

Cartridge charges  $\phi$  40 mm, 17 x 0,56 kg = 9,52 kg/hole

30 holes x 9,52 kg = 285,6 kg / round

#### Contour accessory holes

Cartridge  $\phi$  28 mm, 16 x 0,275 kg = 4,4 kg/hole

21 holes x 4,44 kg = 93,24 kg / round

#### Contour holes

bottom charge: cartridge  $\phi$  28 mm, 2 pc x 0,275 kg = 0,55 kg

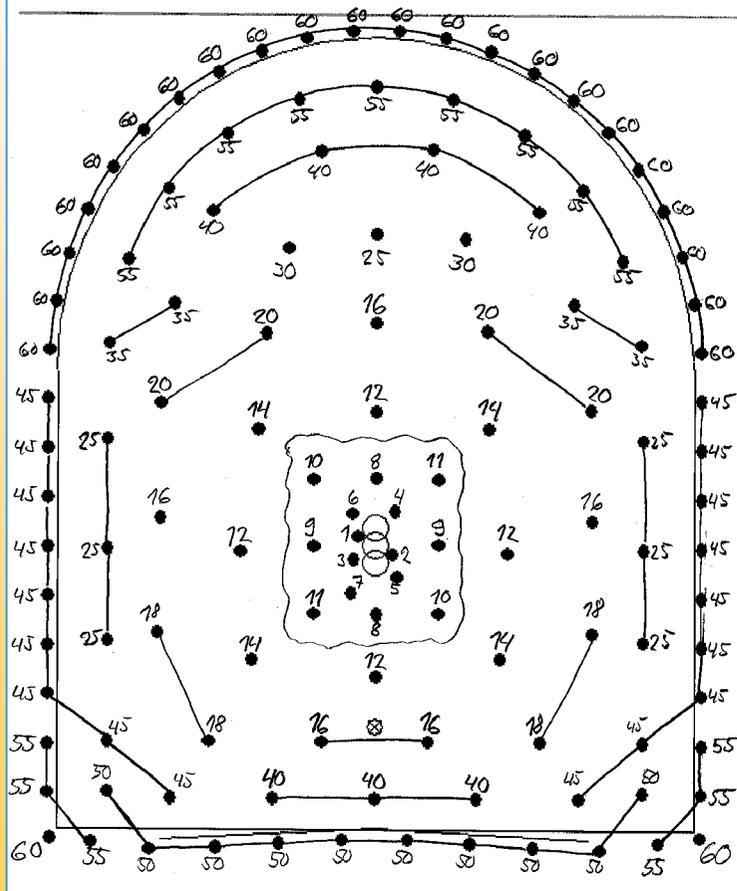
column charge: pipecharge  $\phi$  17 x 460, 11 pc x 0,095 = 1,05 kg

40 holes x 1,60 kg = 64 kg / round

→ Total amount of explosive 666 kg

→ Specific charging 1,82 kg/m<sup>3</sup>

### Charging with AN.FO.



#### Bottom holes

Kemix pipecharge 29 x 1000, 6 pc x 0,74 kg = 4,44 kg /hole  
12 holes x 4,44 kg = 53,3 kg / round

#### Bottom accessory holes

bottom charge: cartridge  $\phi$  32 mm, 1 pc x 0,370 kg = 0,37 kg  
column charge: ANFO 2 kg/m, 5 m  $\rightarrow$  10 kg  
5 holes x 10,35 kg = 51,75 kg / round

#### Cut holes

bottom charge: cartridge  $\phi$  32 mm, 1 pc x 0,370 kg = 0,37 kg  
column charge: ANFO 2 kg/m, 6 m  $\rightarrow$  12 kg  
15 holes x 12,37 kg = 185,6 kg / round

#### Easer holes

bottom charge: cartridge  $\phi$  32 mm, 1 pc x 0,370 kg = 0,37 kg  
column charge: ANFO 2 kg/m, 5 m  $\rightarrow$  10 kg  
30 holes x 10,37 kg = 311,1 kg / round

#### Contour accessory holes

Cartridge  $\phi$  28 mm, 16 x 0,275 kg = 4,4 kg/hole  
21 holes x 4,44 kg = 93,24 kg / round

#### Contour holes

bottom charge: cartridge  $\phi$  28 mm, 2 pc x 0,275 kg = 0,55 kg  
column charge: pipecharge  $\phi$  17 x 460, 11 pc x 0,095 = 1,05 kg

40 holes x 1,60 kg = 64 kg / round

$\rightarrow$  **Total amount of explosive 759 kg**

$\rightarrow$  **Total amount of ANFO 530 kg**

$\rightarrow$  **Specific charging 2,07 kg/m<sup>3</sup>**

## Confronto AN.FO. vs. gelatine incartucciate

ANFOCHARGING

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5															
MON	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la	la	ru	ru	ru	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la	la	la	ru	ru	ru
TUE	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la	la	ru	ru	ru	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la	la	la	ru	ru	ru
WED	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la	la	ru	ru	ru	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la	la	la	ru	ru	ru
THU	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la	la	ru	ru	ru	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la	la	la	ru	ru	ru
FRI	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la	la	ru	ru	ru	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la	la	la	ru	ru	ru

10 rounds x 5,5 m = 55 m / week

Drilling	=	3 h
Charging	=	3 h
Ventilation	=	0,5 h
Loading	=	4 h
Scaling	=	1,5 h
<b>Total</b>	=	<b>12 h</b>

CARTRIDGE CHARGING

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5														
MON	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la	la	ru	ru	ru	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la		
TUE	la	la	la	ru	ru	ru	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la	la	ru	ru	ru	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	pa	
WED	tu	la	la	la	la	la	la	ru	ru	ru	po	po	po	po	po	pa	tu	la	la	la	la	la	la	ru	ru	ru	po	po	po	po	pa	pa						
THU	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la	la	ru	ru	ru	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la	la	ru	ru	ru	po	po		
FRI	po	po	po	pa	tu	la	la	la	la	la	ru	ru	ru	po	po	po	po	po	pa	pa	pa	pa	pa	pa	tu	la	la	la	la	la								

8,8 rounds x 5,5 m = 48,95 m / week

Drilling	=	3 h
Charging	=	4,5 h
Ventilation	=	0,5 h
Loading	=	4 h
Scaling	=	1,5 h
<b>Total</b>	=	<b>13,5 h</b>

Each working round 1,5h shorter



## Confronto AN.FO. vs. gelatine incartucciate

Delta costo = 50%  
ma soprattutto...

Incremento delle condizioni di sicurezza e  
salute degli operatori al fronte



Grazie per l'attenzione

