

Le tecniche per la complessa ri-esplorazione della Miniera di Perticara

G. Belvederi M.L. Garberi



La sicurezza nelle cave e nelle miniere
la storia, l'attualità, il futuro
Bologna, 24 marzo 2017



Maria Luisa Garberi

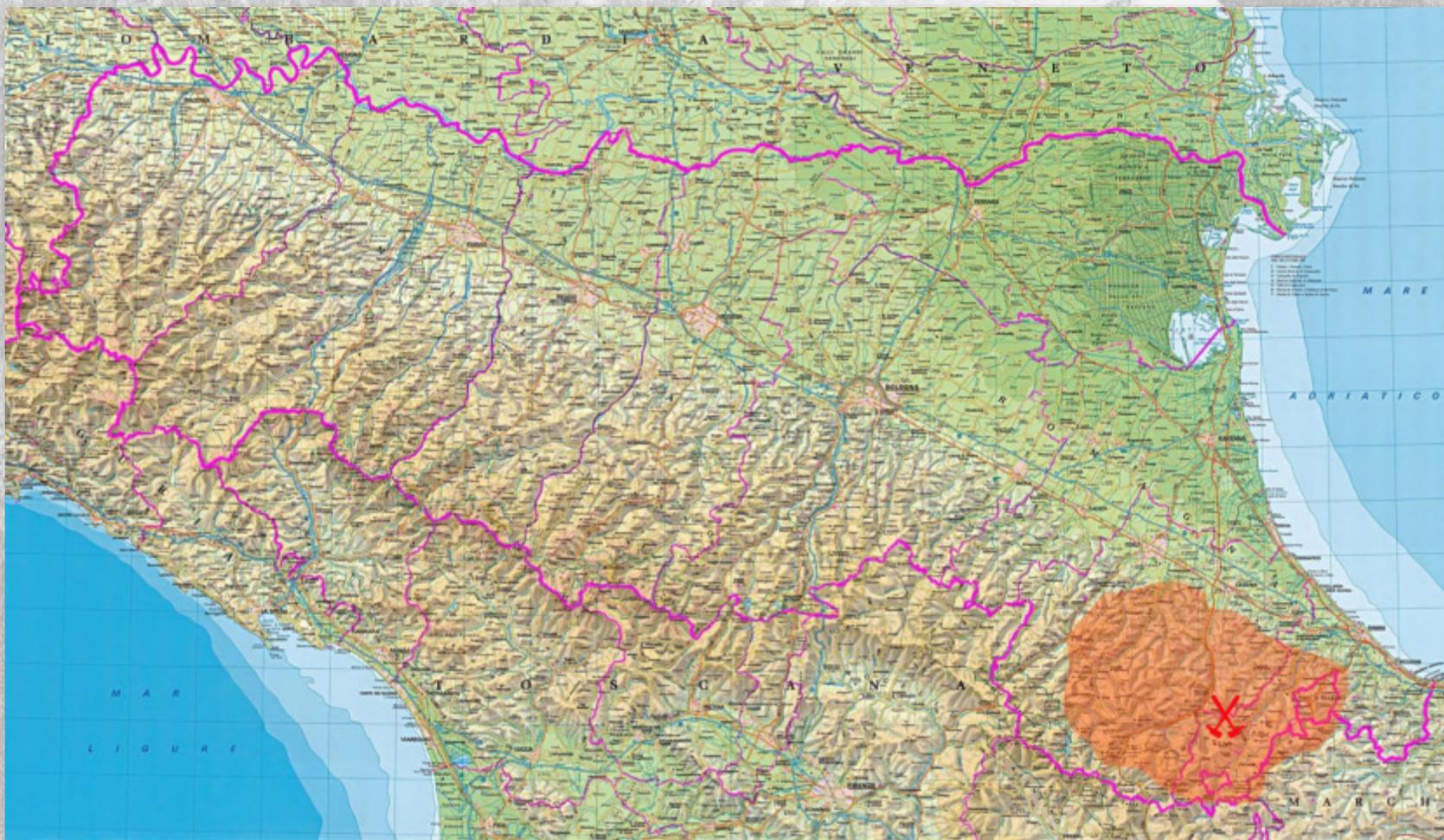


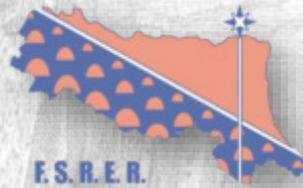
Giovanni Belvederi





Il progetto Gessi e Solfi della Romagna Orientale





Riesplorare una miniera abbandonata da più di 50 anni, non consente di parlare di sicurezza, ma solo di riduzione dei rischi.....

Glück auf



Miniera di Perticara





- *Nel 1490 lo Stato Pontificio concede ai Malatesta il permesso di fabbricare «polvere sulfurea» nel territorio della Perticaja o Perticaglia*
- *Numerosi proprietari si susseguono durante il 17° e 18° secolo come ad esempio il Conte Cisterni che dà un impulso moderno alla gestione dal 1816, poi la Società Anonima delle Miniere Zolfuree di Romagna fino alla Montecatini nel 1917 acquista la miniera dalla Società Trezza Albani.*
- *La miniera si estendeva per 100 Km di gallerie distribuite su 8 livelli, era collegata con l'esterno tramite 4 discenderie e 8 pozzi.*
- *La miniera impiegava nel periodo di massima espansione (anni '50) 1600 persone.*
- *Nell'aprile del 1964, la Montecatini, chiuse la miniera.*
- *I caduti sul lavoro dal 1812 al 1959 sono stati **157***

Miniere Perticara e Marazzana
Piano dei Lavori (Foglio 2)
Scala 1:1000

MINIERE PERTICARA e MARAZZANA

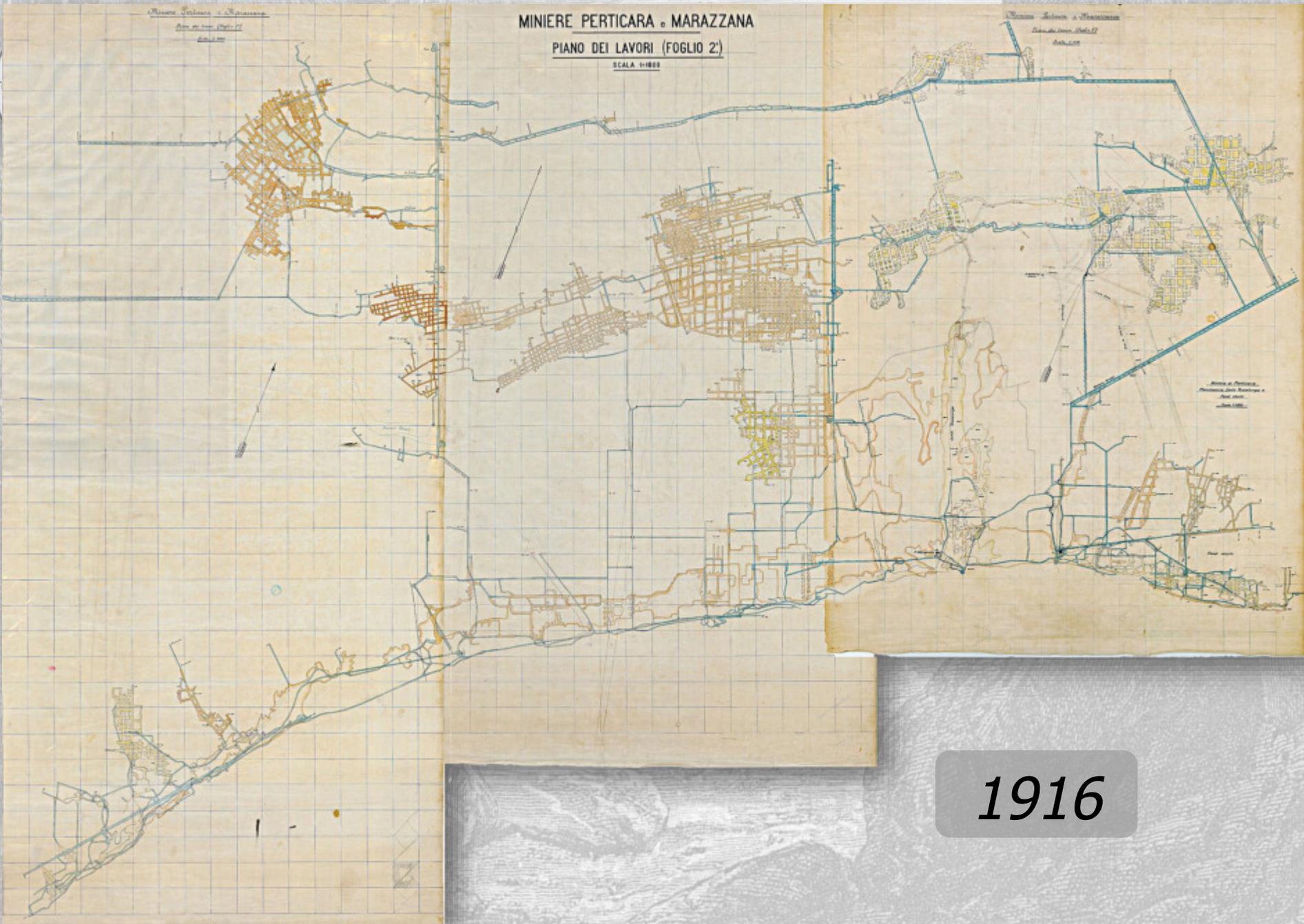
PIANO DEI LAVORI (FOGLIO 2)

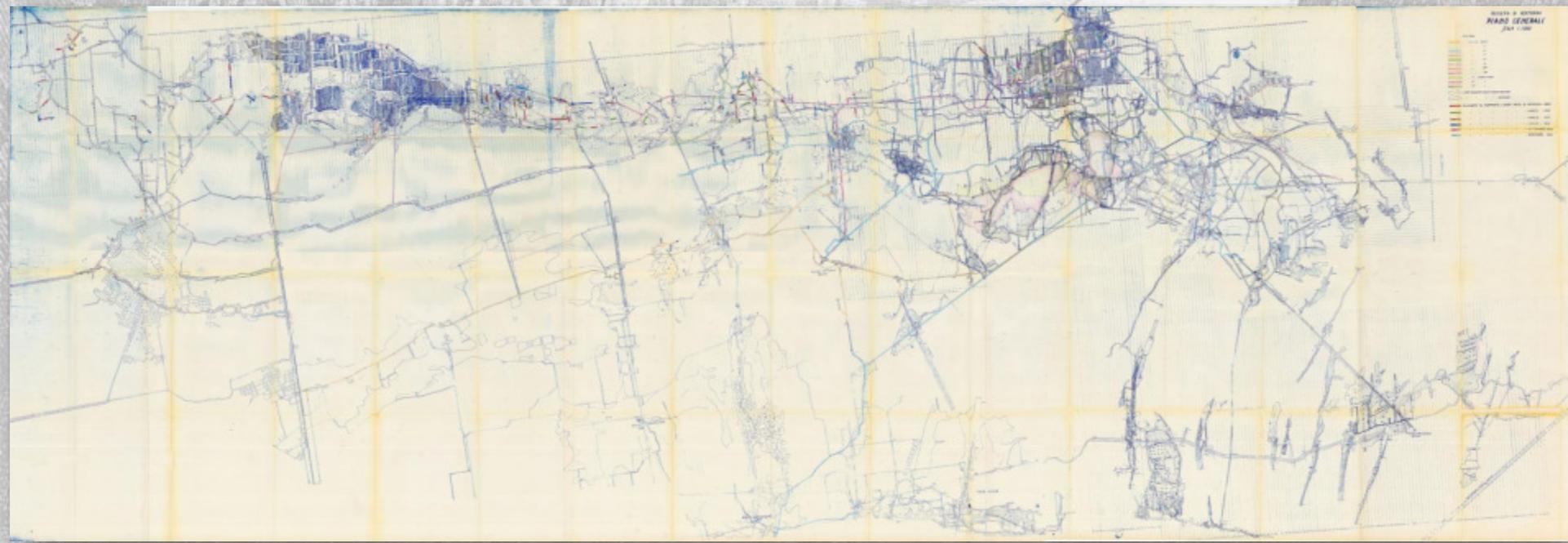
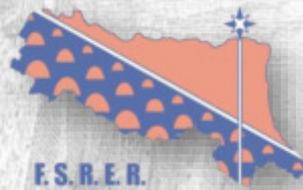
SCALA 1:1000

Miniere Perticara e Marazzana
Piano dei Lavori (Foglio 2)
Scala 1:1000

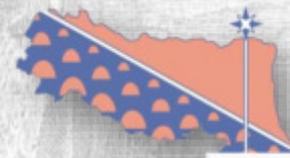
Miniere di Perticara,
Marazzana, San Ruffino e
S. Maria
Scala 1:1000

1916





*Scala 1:1.000 1961
100 km di gallerie*



F.S.R.E.R.

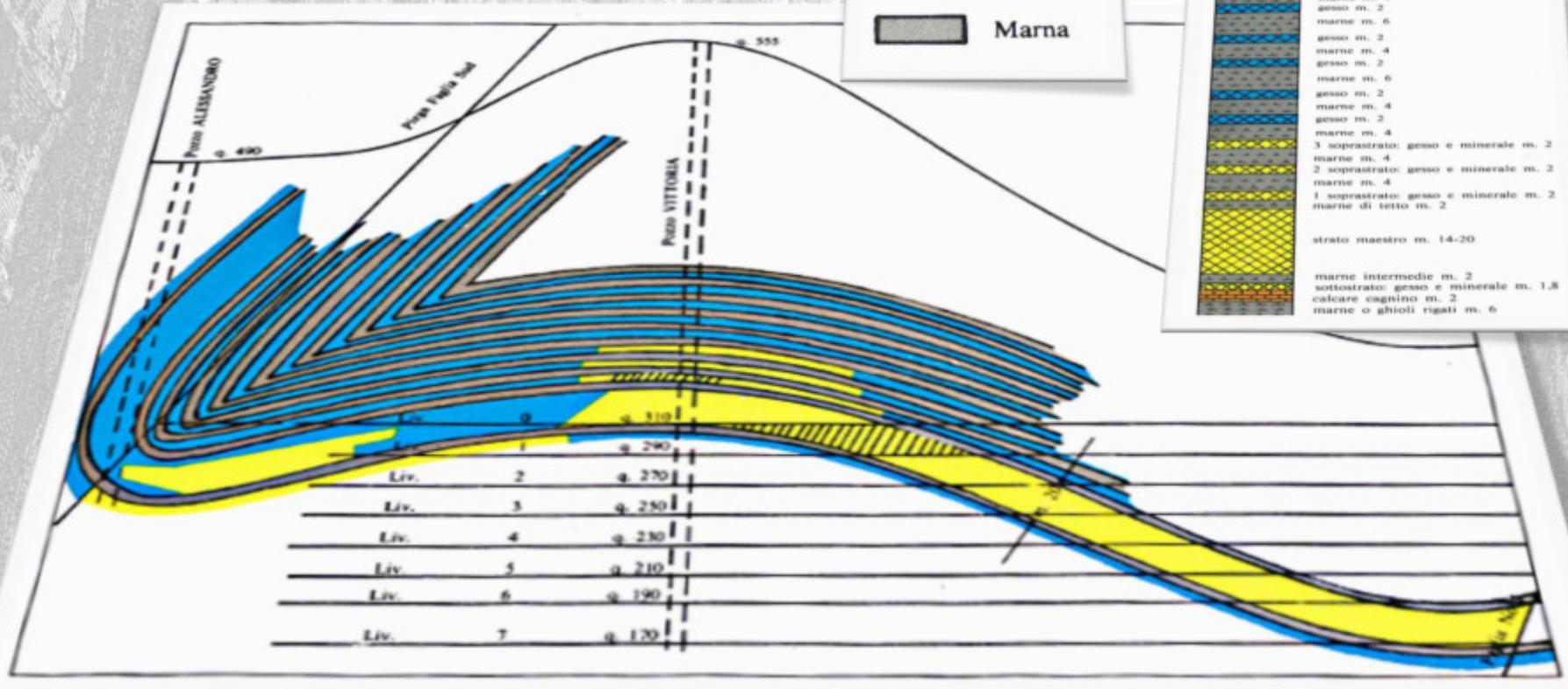


Legend for geological layers:

- Minerale
- Gesso
- Marna

Stratigraphic column legend:

- marna m. 6
- gesso m. 2
- marna m. 6
- gesso m. 2
- marna m. 6
- gesso m. 2
- marna m. 4
- gesso m. 2
- marna m. 6
- gesso m. 2
- marna m. 4
- gesso m. 2
- marna m. 6
- gesso m. 2
- marna m. 4
- gesso m. 2
- marna m. 4
- 3 soprastrato: gesso e minerale m. 2
- marna m. 4
- 2 soprastrato: gesso e minerale m. 2
- marna m. 4
- 1 soprastrato: gesso e minerale m. 2
- marna di tetto m. 2
- strato maestro m. 14-20
- marna intermedie m. 2
- sottostrato: gesso e minerale m. 1,8
- calcare cagnino m. 2
- marna o ghioli rigati m. 6



(Rinaldi 1987)

Il giacimento



Le gallerie della miniera si snodano principalmente in calcari, gessi e marne bituminose:

- l'ossidazione del kerogene contenuto nelle marne*
- l'ossidoriduzione dei solfati e dell'acido solfidrico presenti in atmosfera e soprattutto disciolti in acqua*

producono una situazione di forte carenza d'ossigeno nelle gallerie fino alla sua completa scomparsa.

La miniera può rivelarsi una trappola mortale, quindi va affrontata

- con estrema consapevolezza dei rischi***
- con attrezzature sofisticate e specifica formazione***
- con regole di comportamento***
- con uno studio approfondito.***

**«L'ESPERIENZA È IL TIPO DI INSEGNANTE PIÙ DIFFICILE.
PRIMA TI FA L'ESAME, POI TI SPIEGA LA LEZIONE...»**

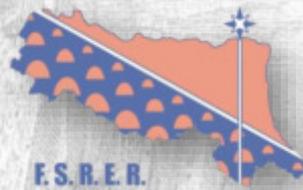
O. WILDE





Valutazione dei rischi

- *Atmosfera a Carenza di Aria Respirabile (ACAR)*
- *Degrado delle strutture di sostegno delle gallerie*
- *Crolli*



Le attrezzature



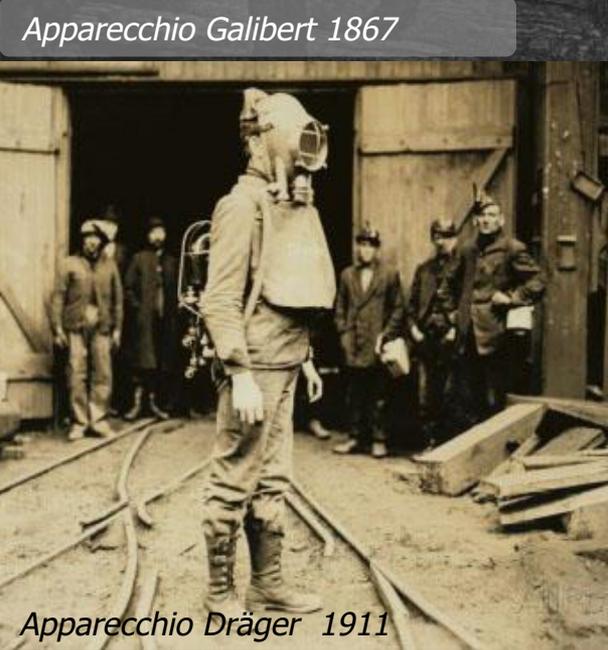
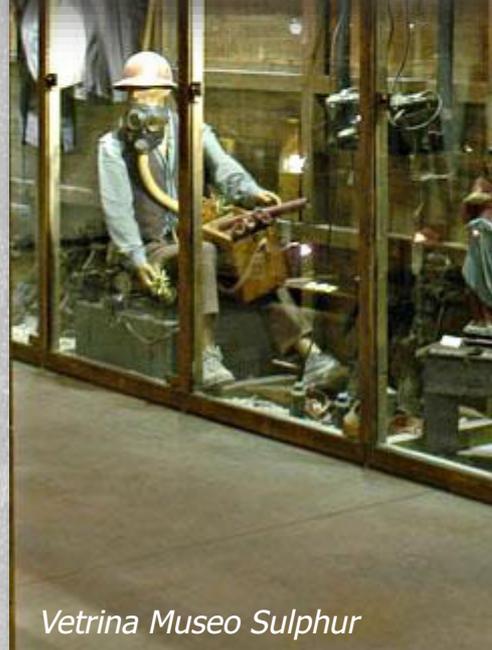
Antica maschera



Vetrina Museo Sulphur



Apparecchio Galibert 1867



Apparecchio Dräger 1911

Respiratori Dräger PSS3000 e PA90

- Bombola in composito da 9 litri a 300 atm per 2700 litri d'aria e bombole in acciaio da 6 litri a 300 atm per 1800 litri
- Schienale in fibra di carbonio
- Maschera facciale Panorama Nova
- Erogatore in sovrappressione
- Seconda utenza
- Cappuccio di emergenza MSA RespiHood

- **Peso totale 14 kg**
- **Autonomia media 50 minuti o 35 minuti**





Misuratori di gas



*MSA Altair 4x
multigas con
sensori:*

*O₂ SO₂ H₂S
Comb/EX*

*MSA Altair 5 ir
multigas con
sensori:*

*O₂ CO₂ H₂S CO
Comb/EX*

*MSA Altair PRO
monogas per O₂*



Corso ACAR presso 118



F.S.R.E.R.





Regole di comportamento





Progressione in avvicinamento alla Zona ACAR

Comportamento di gruppo

- un componente precede tutti di una decina di metri*
- legge a cadenze regolari la percentuale di Ossigeno e comunica la lettura al resto della squadra*
- informa sullo stato dell'atmosfera e sulle sue condizioni psicofisiche.*

Il resto della squadra rimane a vista del compagno. Se la struttura della galleria non dà fiducia ci si distanzia di 4/5 metri per non coinvolgere il compagno che segue con eventuali crolli generati dal passaggio.



Progressione in avvicinamento alla Zona ACAR

Comportamento individuale

- Ogni componente della squadra non abbandona mai, per nessun motivo, i compagni.*
- Ogni componente deve essere sempre a vista del resto della squadra.*
- Al limite della zona ACAR alla squadra di appoggio viene sempre lasciato un misuratore di gas.*
- Ad un peggioramento della qualità dell'aria, la squadra di appoggio si muove retrocedendo verso l'esterno.*



Progressione in zona ACAR

Comportamento di gruppo

- *uno speleologo controlla il tempo trascorso dal momento in cui sono state indossate le maschere e i manometri dei compagni per controllare il consumo di aria*
- *il coordinatore valuta quando tornare indietro, in base al consumo d'aria e allo stato emotivo dei compagni*
- *la Squadra si muove lasciando uno spazio di una diecina di metri tra i componenti per evitare che un compagno sia coinvolto da un crollo generato da chi lo precede*
- *le informazioni gridate dagli ultimi componenti devono arrivare in testa al gruppo e viceversa*
- *i portatori dei misuratori di gas controllano lo stato dell'atmosfera e informano i compagni a richiesta.*





Progressione in zona ACAR

Comportamento individuale

- Nessuno si allontana dal gruppo per **nessun** motivo.
- Tutti si preoccupano di controllare lo stato emotivo dei compagni.
- Il controllo della respirazione permette di risparmiare aria:
 - Apnea: ad ogni inspirazione deve seguire una breve apnea per limitare il consumo ed evitare l'affanno.
 - Espirazione controllata: insieme all'apnea o in alternativa, è bene espirare lentamente per mantenere alta la pressione all'interno della maschera facciale e di conseguenza limitare il consumo ed evitare l'affanno.

Gli autorespiratori sono a circuito aperto e sono dotati di maschera ed erogatore in sovrappressione. L'erogatore fornisce aria non a richiesta ma al calare della pressione all'interno della maschera facciale. Se la maschera non è a perfetta tenuta (barba, membrana fonica non integra, componenti ossidati o mal montati) il consumo è maggiore.





Degrado delle strutture di sostegno delle gallerie

- Le strutture di sostegno delle gallerie sono tutte in legno e sono state poste in opera da almeno 53 anni.*
- Alcune gallerie percorse risalgono alla seconda metà dell'ottocento e le armature, a giudicare dal degrado potrebbero essere quelle originali.*
- La roccia in cui è scavata la miniera continua a stringere e sottopone le armature ad una notevole pressione.*
- L'attività selvaggia dei cercatori di minerali ha notevolmente danneggiato, nelle aree raggiungibili, le ripiene, i muri di sostegno, le butte e tutte le testimonianze ancora presenti.*











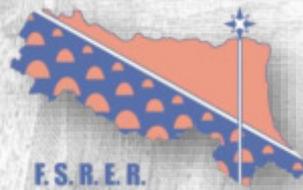
Crolli



- *Nelle marne bituminose sono presenti interstrati di anidrite, che idratandosi ed aumentando di volume, producono crolli di lastre di roccia con conseguenti frane e costante instabilità della volta e delle pareti delle gallerie. Nella Romagna Orientale tali tipi di crolli sono chiamati Dilamazioni.*
- *la fratturazione del gesso e del calcare genera crolli, specialmente negli incroci delle gallerie ottocentesche, che non sono mai state armate.*





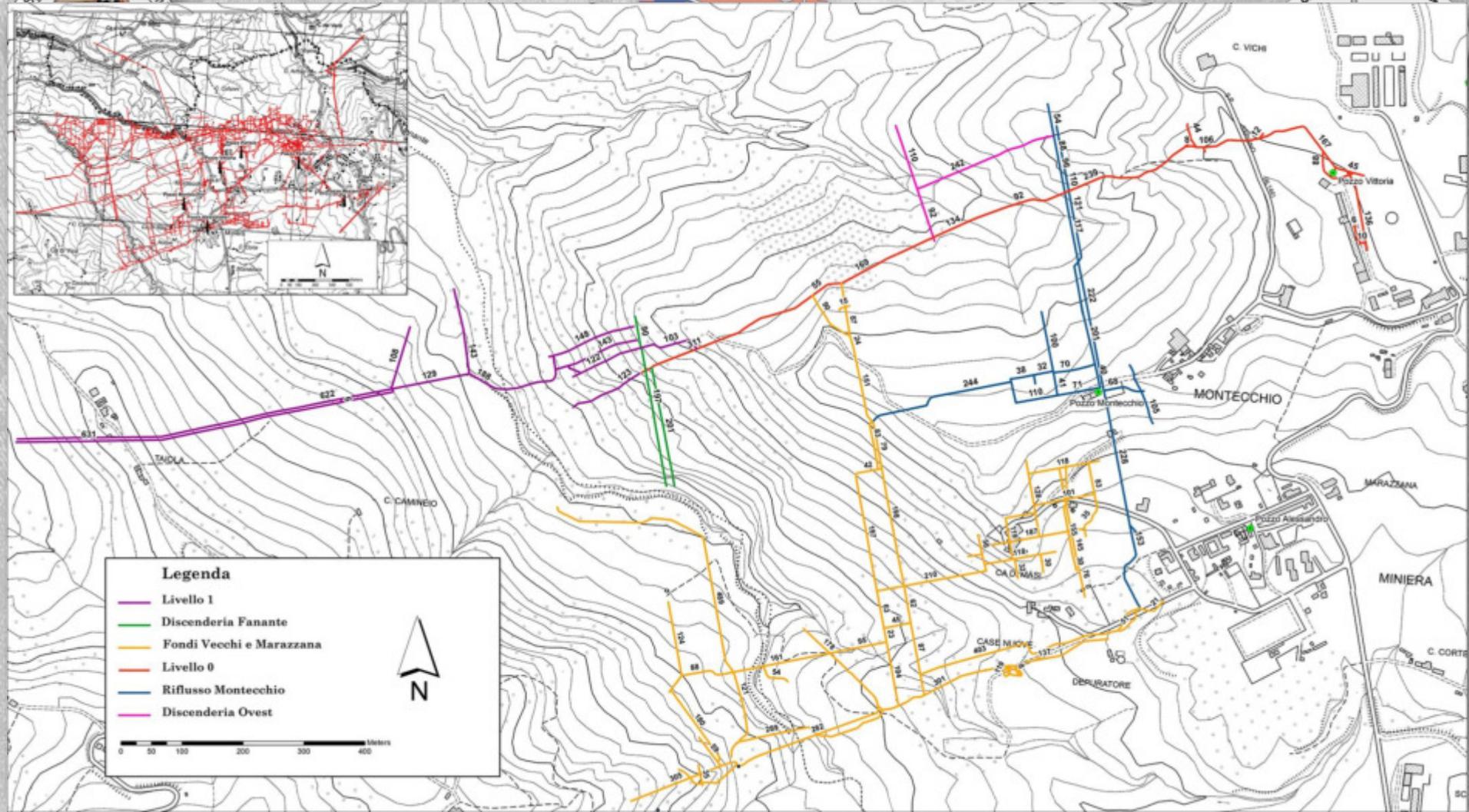


Gli studi

Attività G.I.S



- *Digitalizzazione della mezzeria delle gallerie, suddivise in livelli*
- *Georeferenziazione sulla cartografia tecnica regionale*
- *Calcolo delle lunghezze delle gallerie*



Dal 25 Aprile 2014 al 2 maggio 2015 sono stati ri-esplorati 2200 metri di gallerie di cui 1000 in ambiente a carenza di ossigeno.

Ventilazione



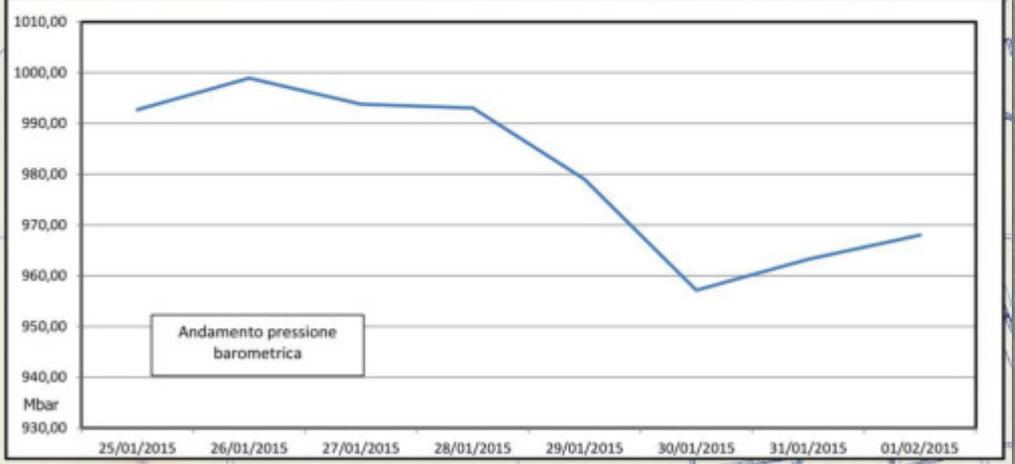
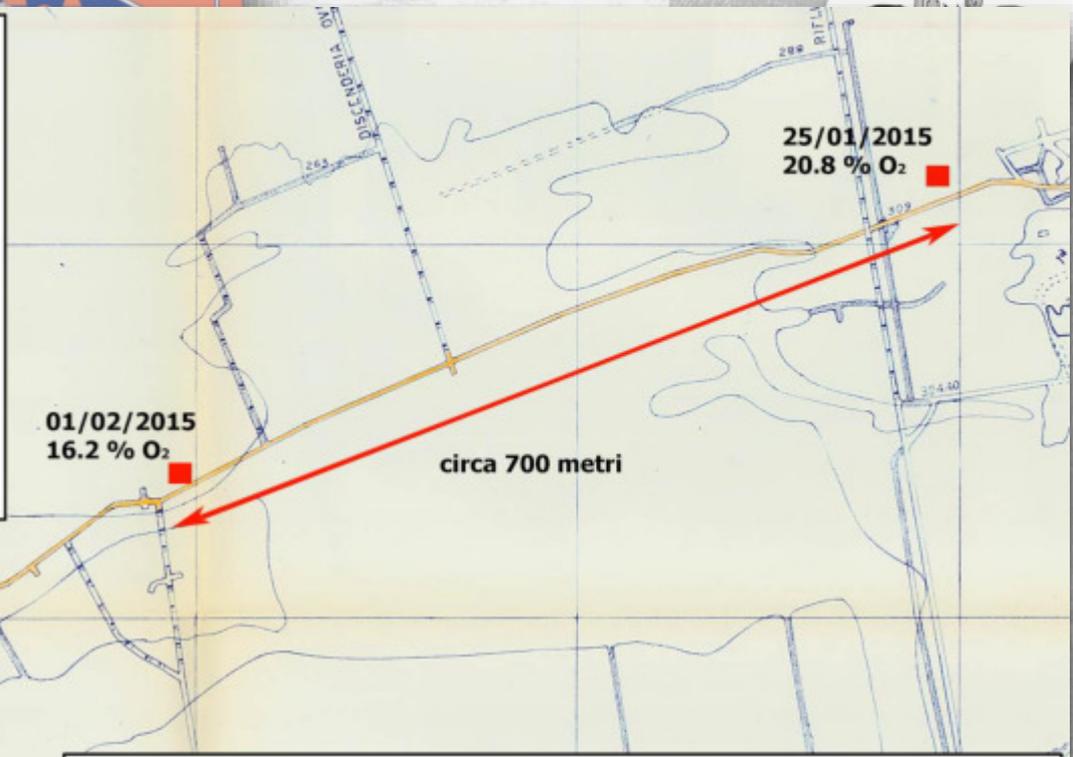
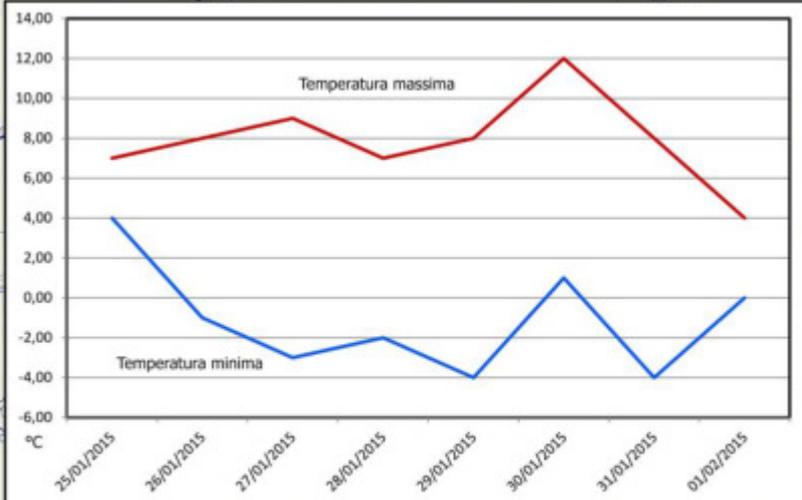
Schema di ventilazione nel 1962



Una testimonianza del 1934

.....Gli operai si accorgono della presenza del «**Tufo**» dalla fiamma della propria lampada che in aria buona è corta e di colore vivo, in presenza di tufo, si allunga e prende un colore rosso bluastro fino a spegnersi.....Il tufo, che ora riempie le gallerie della miniera che è stata chiusa per tanto tempo, costituisce una massa aerea a temperatura elevata.....mentre l'aria che discende dal Pozzo Peticara costituisce una massa aerea a temperatura più bassa. Queste due masse d'aria che vengono a contatto tra loro, cercano scorrendo tra loro di raggiungere la posizione di equilibrio..... ma la discontinuità tra loro fluttua al variare della pressione creata dal ventilatore e il tufo avanza e indietreggia regolato dalla pressione. Se il ventilatore si ferma, allora il tufo si espande e si allarga in tutta la miniera, verso i punti a più bassa pressione

Da G. Giorgi Miniera. Storia di un minatore 1988





Inverno 1934

Gennaio/febbraio 2015

Interruzione della ventilazione dal Pozzo Perticara, per mancanza di energia elettrica

Nessuna ventilazione

Bassa temperatura esterna

Bassa temperatura esterna

Temperatura interna molto alta

Temperatura interna media (22°)

Meno di un'ora

Una settimana tra le 2 osservazioni

Il **tufo** invade centinaia di metri di gallerie

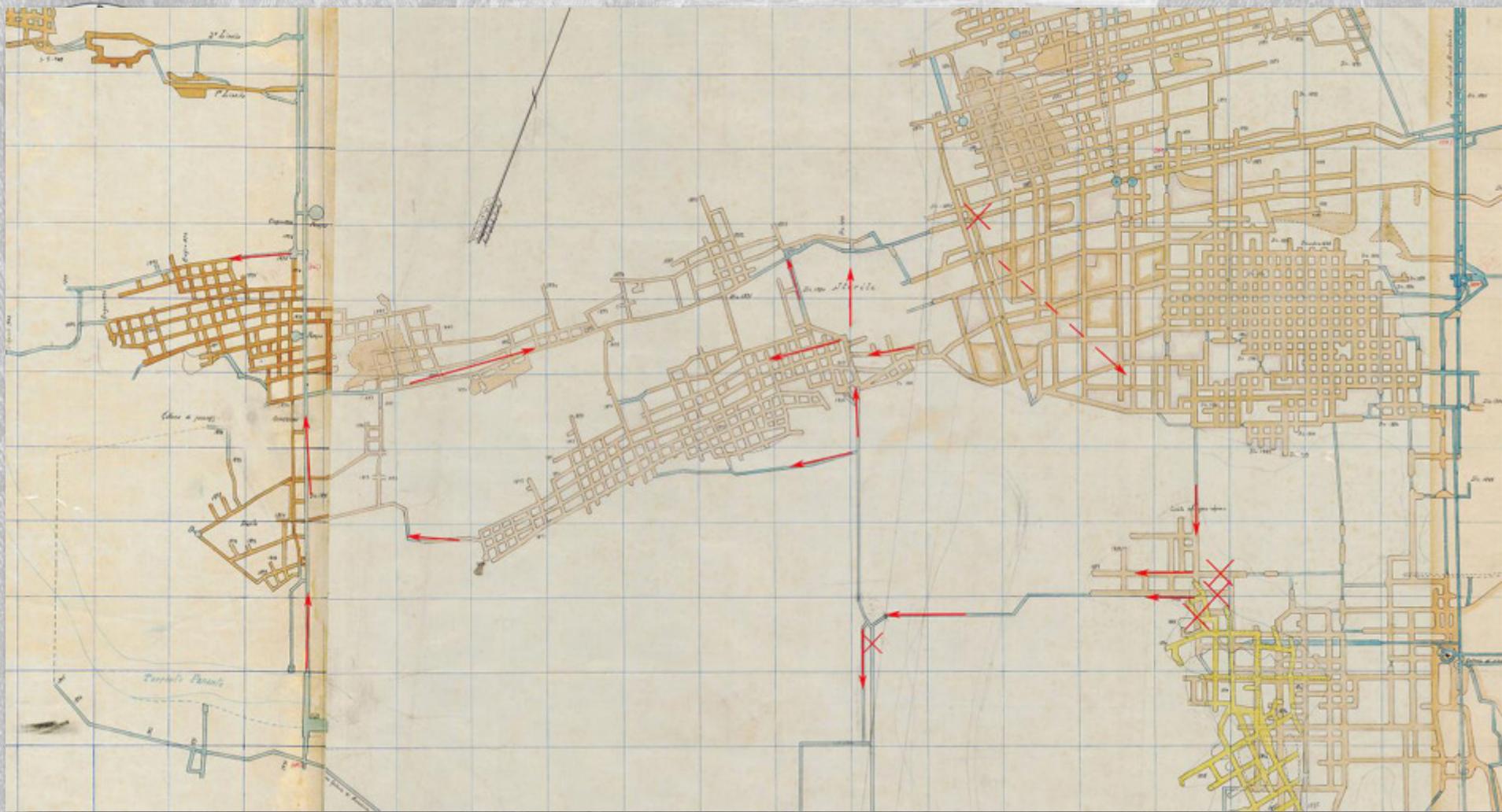
La zona a carenza di O₂ si sposta di 700 metri

Calo pressione interna per interruzione ventilazione

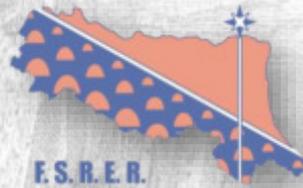
Calo pressione atmosferica



L'aria si muove a una velocità di circa di m. 1 ogni 2 secondi misurata con l'anemometro del professor Badino



Circolazione attuale dell'aria



- *la temperatura esterna ha poca influenza*
- *la massa di aria a carenza di ossigeno è ingente rispetto alla sezione delle gallerie*
- *le gallerie si comportano come tubi capillari*
- *Piccole variazioni di pressione corrispondono a grandi spostamenti del fronte dell'aria carente di ossigeno*
- *la programmazione delle esplorazioni deve tenere in conto le previsioni barometriche*



Atmosfera non respirabile

I picchi rilevati dai misuratori durante la ri-esplorazione:

- **0%** ossigeno: pericolo estremo
- **22 ppm** di H_2S : causa problemi agli occhi, ma diventa pericoloso a 50 ppm
- **27%** of Lower Explosive Limit (LEL) del metano è una presenza significativa, ma è piuttosto lontano dal pericolo di esplosione (100% del LEL coincide con il 4.4% volumetrico)
- **>10%** di CO_2 : pericolo estremo
- Un'analisi dell'aria ha dimostrato che la percentuale di O_2 mancante è completamente sostituita da CO_2 **10,15%** e azoto **88,5%**.



«.....Dopo qualche tempo sentiamo gli occhi irritati dal gas e dal caldo, i nostri respiri sempre più grossi, ritmano all'interno delle maschere..... Dobbiamo tirare ampi respiri per prendere all'aria quel poco di ossigeno che ora trattiene....sento il mio corpo piegarsi lento e le mie mani che non rispondono più alla volontà e alla coscienza....»

553
PERTICARA - MINIERA DI ZOLFO

FOTOGRAFICO
MARTINOTTI
VIA S. GIOVANNI, 20 - 00187 ROMA



La **epsomite**, o **sale di Epsom**, chimicamente è magnesio solfato eptaidrato; reperibile in natura e prodotto artificialmente.

L'istituto per la sicurezza sul lavoro tedesco impone l'utilizzo di maschere FFP1 in ambienti in cui sia presente epsomite, che è irritante per le vie respiratorie.





Concludendo.....



La progressione in miniera soprattutto in zona ACAR è intrinsecamente pericolosa, quindi gli incidenti possono capitare anche se si tenta di applicare tutte le regole sviluppate con l'esperienza.

È importante riconoscere e capitalizzare gli errori che si sono commessi per migliorare i comportamenti e le attrezzature.

Durante la progressione in ACAR bisogna essere consapevoli che si è tagliati fuori da ogni possibile soccorso esterno.

La squadra deve essere pronta ad un autosoccorso con i mezzi disponibili: cappuccio di emergenza (MSA RespiHood) e bombole di ossigeno.

L'incidente si risolve solo con le forze della squadra.

GESSE E SOLFI DELLA ROMAGNA ORIENTALE



a cura di
Maria Luisa Garberi, Piero Lucci e Stefano Piastra

Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia
Serie II vol. XXXI - 2016



743 pagine:

- *valori naturali*
- *riesplorazione delle miniere sulfuree*
- *temi storico-geografici, culturali, gestionali*



«...non si fa un video per raccontare una storia, ma per legare lo spettatore, per soggiogarlo, per sedurlo, per entrare nel suo spirito.....»

da Enrique Vila-Matas



.....Grazie della pazienza!.... 😊