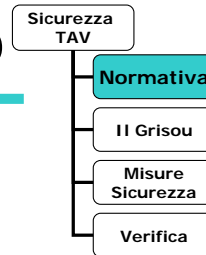


L'azione di soccorso sanitario, da prestare agli infortunati nel corso dei lavori di costruzione di gallerie, deve tenere conto della particolarità del luogo in cui gli operatori sono chiamati ad agire. Il sistema di soccorso sanitario, oltre alle conoscenze proprie dell'attività che è chiamato a svolgere, deve avere a disposizione informazioni e procedure tali da garantire che l'azione di soccorso avvenga in condizioni di sicurezza e che essa non sia a sua volta fonte di pericoli. Le regole di sicurezza da applicare all'interno delle gallerie in costruzione devono correlarsi con il Piano di Sicurezza adottato dalla Ditta che esegue le lavorazioni. A tale scopo nelle pagine successive presentiamo le Norme di Sicurezza adottate dal CAVET, nella costruzione delle Gallerie dell'Alta Velocità. Tali Norme, devono essere conosciute alla perfezione dal Personale di Soccorso, che, anche se occasionalmente, entra nelle Gallerie per garantire il Soccorso. Si parla delle **Normative** (leggi, direttive CEE, Piano di Sicurezza), che orientano le Lavorazioni all'interno delle Gallerie TAV nella prospettiva della Garanzia della Sicurezza del Lavoratore. Si parla del **Grisou**, come problematica centrale. Dal tenore di Grisou, dipendono infatti le tecniche di Lavorazione adottate, gli Impianti e Mezzi utilizzati ed i Sistemi di Sicurezza idonei. Si parla di **Misure di Sicurezza**, adottate dal CAVET, a tutela dei lavoratori, durante le Lavorazioni in Galleria (**ventilazione, Monitoraggio Gas, Segnaletica di Sicurezza, Eliminazione Innesco, Comunicazione con l'esterno, Antincendio, Investimento Mezzi**). Tali Misure, preservano la sicurezza anche dell'Operatore destinato al Soccorso Sanitario. Su iniziativa della Regione Emilia Romagna e Toscana, è nato, l'Osservatorio per il Monitoraggio della Salute e della Sicurezza alla costruzione della Linea ad Alta Velocità (OMTAV). L'obiettivo è di coordinare ed indirizzare i servizi di prevenzione, acquisire maggiori conoscenze relative alle **malattie professionali**, alle **dinamiche degli infortuni** nonché **all'efficienza ed all'efficacia dell'azione dei servizi stessi** al fine di tutelare la salute e la sicurezza dei lavoratori addetti alla costruzione dell'infrastruttura e mantenere conoscenze importanti per il futuro.

# Normativa Riferimento



## ■ I lavori in “sotterraneo” sono regolamentati da:

- A) Leggi dello Stato
- B) Direttive CEE

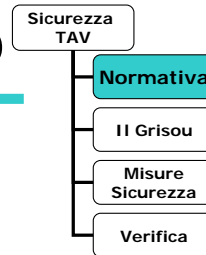
## ■ Particolare rilievo alle lavorazioni in “Atmosfera Potenzialmente Esplosiva”

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

I lavori in sotterraneo in ambienti potenzialmente grisutosi sono disciplinati da specifiche **norme di legge** in seguito elencate:

- **DPR del 27 aprile 1955 n.547.** Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro. DPR del 20 marzo 1956 n. 320. Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro in sotterraneo
- **DPR del 9 aprile 1958 n.128.** Norme di polizia delle miniere e delle cave.
- **DPR 21 luglio 1982 n.675** .Attuazione della direttiva CEE n.196 del 1979 relativa al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva, per il quale applicano taluni metodi di protezione.
- **DM 10 maggio 1988 n.259,** riconoscimento di efficacia dei motori termici di tipo antideflagrante.
- **DM 26 febbraio 1991,** n. 225. Regolamento concernente modificazioni alla normativa sul riconoscimento di motori termici di tipo antideflagrante prevista dal DM 10 maggio 1988, n.259. Oltre alla legislazione di ogni singolo Stato è opportuno conoscere le **direttive comunitarie**, che non sono altro che l'insieme di prescrizioni tecniche ed amministrative concernenti il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri dell'unione Europea in ciascuna materia. Poiché le disposizioni vigenti per garantire la sicurezza del materiale destinato ad essere utilizzato in **atmosfera potenzialmente esplosiva**, sono diverse da uno Stato membro all'altro, la comunità europea ha emanato diverse direttive, che devono essere recepite dal legislatore di ogni singolo stato e che permetteranno nel prossimo futuro di armonizzare la normativa europea. La direttiva 94/9/CEE è entrata in vigore in forma transitoria a partire dal 1° marzo 1996 e sarà applicata in forma esclusiva e definitiva a partire dal 1° luglio 2003.

# Normativa Riferimento



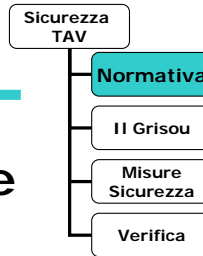
## ■ A) Leggi dello Stato

- L'attuale legislazione che risale a circa 50 anni fa, definisce solo per sommi capi i sistemi e le procedure di sicurezza da attuare durante i lavori di scavo

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Il capo X del DPR 320/56 riportato in parte, ha scopo informativo; modifiche, deroghe e interpretazioni sono necessarie per superare situazioni intermedie non previste dalla legge: Art. 73 (*Requisiti di sicurezza per gli impianti e le macchine elettriche*) *Le macchine, le apparecchiature e le condutture elettriche, i mezzi di segnalazione ed i locomotori a batteria devono essere di tipo antideflagrante, dichiarati tali dal costruttore.* Art. 78 (*Controllo del gas*) *Il controllo del gas deve essere periodicamente eseguito da personale esperto. La frequenza, quando il gas non è stato ancora riscontrato, dipende dalla probabilità della sua manifestazione, tenuto conto della natura e delle caratteristiche del terreno in escavazione e di quello della zona circostante. Quando la comparsa di gas sia da ritenersi molto probabile, i controlli devono essere eseguiti giornalmente dopo ogni volata e, in caso di sospensione del lavoro, prima della ripresa di esso. Se la presenza del gas è accertata, il controllo della sua concentrazione è eseguito in modo continuativo. Il controllo della presenza e della concentrazione del gas non può essere limitato alla zona del fronte di avanzamento, ma deve essere esteso a tutto lo sviluppo del sotterraneo ed in modo particolare alle zone elevate.* Art. 79 (*Sospensione dei lavori e abbandono del sotterraneo*) *Qualora venga rilevata in qualsiasi luogo del sotterraneo una concentrazione di gas infiammabile o esplosivo superiore all'1 per cento in volume rispetto all'aria e non sia possibile, mediante la ventilazione o con altri mezzi idonei, evitare l'aumento della percentuale del gas, tutto il personale deve essere fatto sollecitamente uscire dal sotterraneo. Analogo provvedimento deve essere adottato in caso di irruzione massiva di gas.* Art. 80 (*Lavori interni di emergenza*) *Qualora non sia possibile assicurare le condizioni di sicurezza previste dall'articolo precedente possono essere eseguiti in sotterraneo solo i lavori strettamente necessari per bonificare l'ambiente dal gas e quelli indispensabili e indifferibili per ripristinare la stabilità delle armature degli scavi. Detti lavori devono essere affidati a personale esperto limitato, provvisto dei necessari mezzi di protezione, quali l'autoprotettore, da non prelevare dalla dotazione prevista dall'art. 101 per le squadre di salvataggio.*11

# Normativa Riferimento



## ■ B) Le Direttive CEE relative al riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri riguardo alle lavorazioni in atmosfera potenzialmente pericolosa

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Di seguito riportiamo le **direttive principali** in materia di “apparecchi elettrici in ambienti potenzialmente esplosivi”.

**Direttiva 82/130/CEE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 febbraio 1982, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva nelle miniere grisucose

**Direttiva 91/269/CEE** della Commissione del 30 aprile 1991 che adegua al progresso tecnico la direttiva 82/130/CEE .

**Direttiva 88/35/CEE** della Commissione del 2 dicembre 1987 che adegua al progresso tecnico la direttiva 82/130/CEE

**Direttiva 98/65/CEE** della Commissione del 3 settembre 1998 che adegua al progresso tecnico la direttiva 82/130/CEE

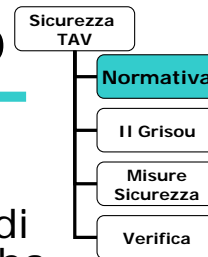
**Direttiva 94/9/CEE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 marzo 1994, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva

Direttiva 94/44/CEE della Commissione del 19 settembre 1994 che adegua al progresso tecnico la direttiva 82/130/CEE

**Direttiva 92/104/CEE** del Consiglio del 3 dicembre 1992, relativa a prescrizioni minime intese al miglioramento della salute dei lavoratori delle industrie estrattive a cielo aperto o sotterraneo

La direttiva 82/130/CEE sarà abrogata a partire dal 1° luglio 2003.

# Normativa Riferimento



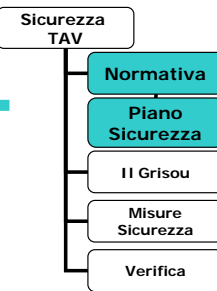
## ■ Nota Interregionale

- La Mancanza di articolazioni e di specifiche tecniche applicative ha fatto sì che le due regioni interessate dai lavori dell'Alta Velocità "Emilia Romagna – Toscana" abbiano unitamente stilato una proposta che cerca di articolare le diverse situazioni ipotizzando scenari e indicando linee guida, nel caso in cui la presenza di gas superi quella prevista in fase di progettazione

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Le Regioni Emilia Romagna e Toscana hanno emanato apposite linee guida in materia di sicurezza sul lavoro per colmare i vuoti di una legislazione di settore per alcuni casi obsoleta e per altri incompleta. **Rischio Grisou** : Classificazione delle Gallerie. Misure di sicurezza approntate: Sistema di Rilevazione Grisou, sistema semaforico di segnalazione Gas all'imbocco e lungo l'asta della Galleria. **Correlazione tra rischio Grisou ed accesso dei mezzi di Soccorso**: Disciplina dell'accesso delle ambulanze e predisposizione di veicoli di soccorso in Versione Antideflagrante. **Rischio di Investimento di Mezzi**: Indumenti ad alta Visibilità, dispositivi ottici ed acustici di segnalazione per ridurre il rischio di investimento, che è uno dei maggiori in Galleria. **Rischio di Incendio**: Divieto di accesso ai mezzi alimentati a benzina, estintori portatili a bordo dei mezzi, rete idrica antincendio per contrastare il rischio di Incendio. **Problema del Soccorso e concetto di autosalvataggio**: Veicoli di evacuazione in Galleria, autosalvatori, container di salvataggio, disponibilità di aria respirabile alternativa all'aria ambiente (questi dispositivi sono dislocati sui mezzi ed in postazioni funzionali alle squadre di Lavoro). **Problema delle comunicazioni tra interno/esterno Galleria**: Sistema di allarme all'imbocco galleria, sistema di comunicazione ed allarme lungo l'asta ed al fronte della Galleria. **Logistica delle Attrezzature per interventi di Emergenza** : Attrezzature per l'emergenza all'esterno ed all'interno della Galleria. **Problema dell'atterraggio degli Elicotteri**: Piazzola di Atterraggio Elisoccorso. Una Specifica nota interregionale prevede che qualora le vie terrestri siano impercorribili (frane, neve, ecc..) e non è altresì possibile effettuare gli interventi di elisoccorso, i lavori di scavo nelle gallerie debbano essere sospesi. **Efficienza dell'impianto di Ventilazione**: Controllo dei parametri di ventilazione. In tutte le gallerie, per garantire la respirabilità dell'aria in sotterraneo, è installato un impianto di ventilazione.

# Piano di Sicurezza CAVET



## ■ Garanzia Sicurezza Lavoratori

- Identificazione Attività
- Mappatura Rischi
- **Adozione Misure Sicurezza**
- Formazione

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Come detto in precedenza, le imprese che lavorano per la costruzione della Galleria AV e si trovano a dover affrontare rischi relativi alla possibile presenza di GAS, hanno dovuto scrivere ed applicare **Piani di Sicurezza** indirizzati alla tutela del Lavoratore.

La parte applicativa di questo piano si traduce nella **Adozione di Misure di Sicurezza**.

Per gli Operatori del GECAV è indispensabile conoscere le Misure di Sicurezza adottate dal CAVET (come anche l'ambiente lavorativo), per utilizzarlo al meglio durante le fasi del Soccorso.

# Il Grisou

Sicurezza TAV

- Normativa
- Il Grisou
- Misure Sicurezza
- Verifica

- **Definizione**
  - E' la miscela composta da metano e aria ambiente (azoto, anidride carbonica e O<sub>2</sub>)
- **Distribuzione**
  - E' un gas presente in maniera casuale in natura , comunque legato alle caratteristiche geologiche del sottosuolo
- **Genesi**
  - E' il risultato della metabolizzazione di batteri anaerobi su materiale organico (si rileva essenzialmente nelle interfacce carbone-roccia e vene di carbone)
- **Caratteristiche**
  - E' un gas inodore, incolore di densità inferiore all'aria (si diffonde verso l'alto)

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Considerando l'importanza del **Grisou**, dal cui **tenore** dipendono :

- le tecniche di Lavorazione
- gli Impianti e Mezzi Utilizzati
- i Sistemi di Sicurezza Adottati

E' importante conoscere più a fondo le sue caratteristiche.

Il Grisou è una miscela composta da metano ed aria. L'aria presente nell'atmosfera terrestre è costituita da azoto e ossigeno, più piccole quantità di altri gas (fra cui l'anidride carbonica).

Il metano è un gas presente in natura con una diffusione casuale, sempre comunque legata alle caratteristiche geologiche del sottosuolo.

Questo gas è il risultato della metabolizzazione di batteri anaerobi su materiale organico, per questo motivo si rileva essenzialmente nelle interfacce carbone-roccia e nelle vene di carbone.

Il metano che si trova in natura è incolore e inodore; essendo più leggero dell'aria tende a diffondersi verso l'alto (Peso specifico di 0,7168 Kg/M<sup>3</sup>).

Ricordiamo che la densità dell'aria è di 1,2014 kg/m<sup>3</sup>.

Il metano, è un idrocarburo composto chimicamente da un atomo di carbonio legato a quattro d'idrogeno.

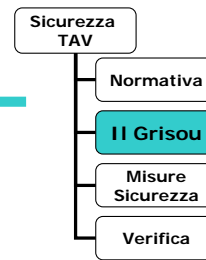
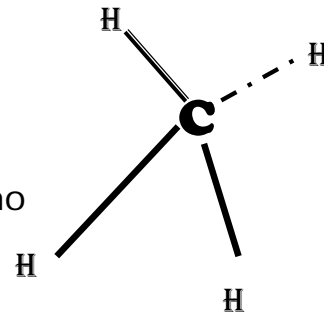
La formula chimica del Metano è CH<sub>4</sub> (vedi pagina seguente).

In natura sono presenti anche altri idrocarburi in piccolissima percentuale come il propano, pentano, etano e butano.

# Il Grisou

## ■ Problematiche

- Effetti nocivi sull'uomo
  - Ipossia cerebrale
- Facilità di Esplosione
- Effetti secondari da combustione
  - Produzione CO<sub>2</sub> e Consumo O<sub>2</sub>



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

La miscela tra aria e metano, forma il **grisou**, la sua implicazione nelle lavorazioni delle gallerie ha una duplice importanza:

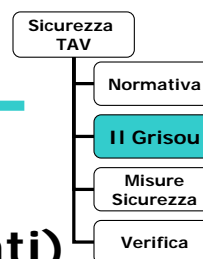
- la prima riguarda la sua **facilità d'esplosione** nei casi in cui la percentuale di metano, raggiunga concentrazioni comprese tra il 4 ed il 16 % del volume ed una temperatura di 537° C, ciò fa comprendere come siano importanti tutte le precauzioni per prevenire l'ignizione da parte delle macchine e delle apparecchiature usate in galleria.
  - la seconda riguarda gli **effetti nocivi diretti sull'uomo**, il metano è infatti un gas farmacologicamente inerte, esso non porta ad una intossicazione propriamente detta, ma ad una ipossia cerebrale dovuta alla caratteristica dell'idrocarburo di sostituirsi con l'aria diminuendo di conseguenza l'ossigeno.
- Importanti sono gli **effetti secondari** dovuti all'eventuale combustione del metano che, oltre ai problemi termici e chimici, può determinare formazioni di elevate percentuali di anidride carbonica (asfittica) e di ossido di carbonio (altamente tossico).



# II Grisou

## ■ Altri GAS (Periodicamente Monitorati)

- Anidride Carbonica (CO<sub>2</sub>)
- Monossido di Carbonio (CO)
- Ossidi di Azoto (NO-NO<sub>2</sub>)
- Idrogeno Solforato (H<sub>2</sub>S)
- Anidride Solforica (SO<sub>2</sub>)



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Oltre al metano deve essere monitorata con sistemi, non deve essere trascurata la presenza di altri gas, che a differenza del metano non sono presenti in natura ma vengono prodotti da mezzi e macchinari all'opera.

I gas nocivi prodotti da lavorazione che vengono periodicamente monitorati sono essenzialmente:

- **Anidride Carbonica (CO<sub>2</sub>)** tracce di questo gas sono contenute normalmente nell'atmosfera (circa il 0,03%). Alla concentrazione del 2% il ricambio polmonare raddoppia con notevole sensazione d'affanno.
- **Monossido di Carbonio (CO)** è un gas venefico anche in piccole quantità, passa dai polmoni al sangue per osmosi impedendo la formazione dell'ossiemoglobina, fondamentale per il trasporto dell'ossigeno nel sangue (l'affinità del monossido di carbonio per l'emoglobina è 200 volte superiore a quella dell'ossigeno). La sintomatologia da intossicazione di CO è affaticamento, vertigini, sonnolenza, fino al coma.
- **Ossidi di Azoto (NO-NO<sub>2</sub>)** sono gas prodotti essenzialmente da motori diesel o dai fumi dell'esplosivo. A determinate concentrazioni possono provocare irritazioni alle mucose della gola e delle prime vie respiratorie. La loro azione non è immediata, ma possono causare pericolosi effetti ritardati.
- **Idrogeno Solforato (H<sub>2</sub>S)** gas nocivo con odore caratteristico.
- **Anidride Solforica (SO<sub>2</sub>)** questo gas può avere effetto nocivo sull'uomo ma non comporta pericoli di esplosione o di incendiabilità apprezzabili.

# Classificazione

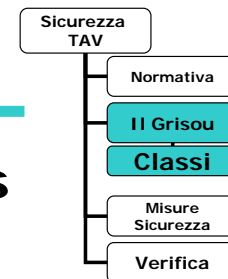
## ■ Dipende dal Tenore di Gas Metano

### ■ Strumenti:

- Analisi dei dati geologici
- Analisi dei dati storici
- Rilevamenti diretti sul campo durante le attività di scavo:
  - Può subire variazioni in corso d'opera (dinamica)

### ■ Comporta

- Misure Sicurezza Adeguate



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

L'importanza assoluta del GRISOU, si manifesta anche attraverso la Classificazione delle Gallerie.

Ogni Galleria della TAV è infatti classificata secondo la probabilità di presenza di questo gas.

I tratti interessati da lavori di perforazione richiedono una classificazione in **base al tenore di gas metano**, effettuata da personale qualificato, che tiene conto principalmente di alcuni fattori essenziali:

- **analisi dei dati geologici (rilevamenti effettuati prima degli scavi)**
- **analisi dei dati storici (es costruzione della Direttissima)**
- **rilevamenti diretti sul campo durante le attività di scavo**

Questi parametri consentono quindi di classificare a priori tutti i tratti in cui è previsto il passaggio della galleria.

Dobbiamo comunque considerare che una classificazione effettuata a priori, può essere modificata da successivi rilevamenti riscontrati in fase di avanzamento.

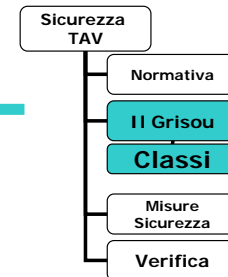
Possiamo quindi concludere che la denominazione delle gallerie è relativa al rischio di irruzione o di invasione delle stesse da parte del metano.

La classificazione della Galleria, **comporta Sistemi di Sicurezza adeguati alla classe stessa.**

# Classificazione

## ■ Classificazione Gallerie

- **Grisoutose**
  - Classe 2
- **Debolmente Grisoutose**
  - Classe 1c
- **Non Grisoutose**
  - Classe 1b
  - Classe 1a
  - Classe 1o
- **Gallerie con tratti di classe diversa**



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Le gallerie sono considerate **Grisoutose** e quindi di **Classe 2**, se l'analisi storica ed i dati attualmente disponibili indicano che esiste la probabilità di venute significative in corrispondenza di alcune strutture geologiche a grande scala (es. sinclinali, fasce di intensa fratturazione in corrispondenza delle zone di accavallamento tettonico)

Le gallerie sono considerate **Debolmente Grisoutose** e quindi **Classe 1c** se l'analisi storica ed i dati attualmente disponibili indicano che esiste possibilità di venute significative in corrispondenza di inclusi lapidei di forma e dimensioni molto varie e con distribuzione spaziale casuale ed imprevedibile.

Le Gallerie sono considerate di **Non Grisoutose** di **Classe 1b** se l'analisi geologica e strutturale indica che sussiste qualche possibilità di venute significative di gas in galleria, ma mancano indicazioni dirette sia dai dati storici, sia dalle indagini effettuate in fase di progetto e riscontri in corso d'opera.

Le Gallerie sono considerate di **Non Grisoutose** di **Classe 1a** se la possibilità di venute significative di gas in galleria appare remota sia per l'assenza di indizi sia per considerazioni geologiche e strutturali.

Le Gallerie sono considerate di **Non Grisoutose** e quindi di **CLASSE 1o**, se tutti i dati indicano l'assenza di venute significative di gas.

Alcune Gallerie, sono caratterizzate da **tratti con classi diverse**.

La classe della Galleria è indicata all'accesso di ogni Galleria, con un segnale a fondo blu e scritta bianca.

# Misure di Sicurezza

---

## ■ Misure di Sicurezza per Gallerie in Fase di Costruzione

- **Attive**
  - Monitoraggio Continuo
  - Monitoraggio Manuale
  - Ventilazione
- **Passive**
  - Eliminazione Innesco
    - Mezzi EeX

```

graph TD
    A[Sicurezza TAV] --- B[Normativa]
    A --- C[Il Grisou]
    A --- D[Misure Sicurezza]
    A --- E[Verifica]
    style D fill:#00b050,color:#fff
    
```

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

La particolare importanza, ai fini della sicurezza sul lavoro, determinata dalla possibile presenza di Grisou, ha obbligato le imprese ad adattare le proprie **misure di Sicurezza** al tenore di metano presente nei tratti di galleria interessati alle lavorazioni.

Il D. Lgs. 81/2008 detta le norme della sicurezza sul lavoro, estendendo le direttive anche a ciò che riguarda i lavori in sotterraneo.

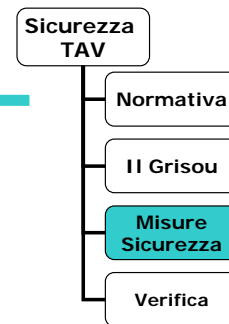
In base alla classificazione e quindi al rischio intrinseco, vengono adottate misure e procedure di sicurezza.

Le **misure di Sicurezza Attive**, riguardano il monitoraggio continuo e/o manuale del tenore di gas metano e altri gas; la ventilazione forzata all'interno delle Gallerie in fase di costruzione.

Le **misure di Sicurezza Passive**, riguardano l'eliminazione dell'innesco.

Queste misure di sicurezza, vengono applicate in ogni Galleria in base alla Classificazione della Stessa e sono misure di sicurezza ad integrazione di quelle presenti sul Piano di Sicurezza.

# Misure di Sicurezza



## ■ Classe 2

### ■ 3 Soglie Allarme

#### ■ Attenzione

- da 0,3% a 0,7%

#### ■ Preallarme

- da 0,7% a 1%

#### ■ Allarme

- oltre 1%
- **Abbandono Galleria**

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

### Misure di sicurezza di classe 2

Per le gallerie di classe 2 in base al livello di gas, sono previste tre soglie di allarme come riportato nella seguente tabella:

#### Livello di gas (CH4)

0,30% - 0,69% Vol. (=6% LEL)

0,70% - 0,99% Vol. (=14% LEL)

Oltre 1,00% Vol. (=20% LEL)

#### Fasi

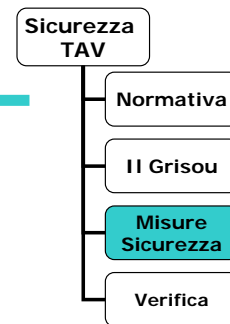
**Soglia Attenzione**

**Soglia Preallarme**

**Soglia Allarme**  
**(Abbandono galleria)**

A questa classe vengono assegnati tutti i tratti di galleria che secondo la ricostruzione geologica possono incontrare con probabilità gas metano, con caratteristiche di continuità o con frequenza tale da non farle ritenere eccezionali.

# Misure di Sicurezza



## ■ Classe 2

### ■ Misure di Sicurezza

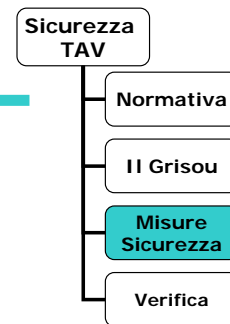
- Ventilazione
- Impianti e macchine operatrici in versione antideflagrante
- Monitoraggio fisso
- Monitoraggi periodici manuali
- Verifica dei sistemi di allarme
- Addestramento del personale
- Procedure di sicurezza

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Le **misure di sicurezza** richieste in questo caso sono le seguenti:

- ottimizzazione e controllo di tutti i parametri della **ventilazione**
- impianti e macchine operatrici in versione **antideflagrante**
- monitoraggio fisso** con registrazione degli andamenti di concentrazione dei gas
- monitoraggi periodici** con strumenti manuali ed ampolla
- verifica dei sistemi di allarme
- addestramento** del personale
- procedure di sicurezza**

# Misure di Sicurezza



## ■ Classe 1c

### ■ 2 Soglie Allarme

#### ■ Preallarme

- da 0,15% a 0,35%

#### ■ Allarme (oltre 0,35%)

- **Abbandono Galleria**

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Per le gallerie di tipo 1c, si propongono i due livelli di preallarme ed abbandono del sotterraneo definiti nella sottostante tabella.

#### **Livello di gas (CH4)**

0,15% Vol. (=3% LEL)

0,35% Vol. (=7% LEL)

#### **Fasi**

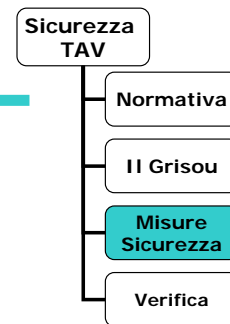
Preallarme

Allarme (*Abbandono della galleria*)

A questa classe vengono assegnati tutti i tratti di galleria in cui possono essere attese venute di gas casuali ma anche massive.

In questo caso se durante il corso degli scavi in fase di avanzamento si manifestano venute con caratteristiche di continuità o massive, potrà essere variata la classificazione in classe 2.

# Misure di Sicurezza



## ■ Classe 1c

### ■ Misure di Sicurezza

- Ventilazione
- Macchine operatrici impegnate al Fronte in versione antideflagrante
- Veicolo Antideflagrante al Fronte per Fuga
- Illuminazione Antideflagrante Galleria
- Comunicazione Interno-Esterno Antideflagrante
- Monitoraggio Fisso
- Monitoraggi periodici manuali
- Addestramento del personale
- Procedure di sicurezza

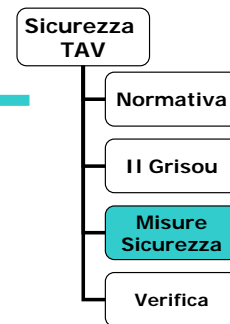
© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Le **misure di sicurezza** richieste in questo caso sono le seguenti:

- ottimizzazione e controllo di tutti i parametri di **ventilazione**
- sistema **antideflagrante** limitato alle macchine che operano al fronte nella fase di ricerca del gas ed automazione della linea elettrica, salvo sistema di ventilazione
- sistema di **illuminazione** di tipo antideflagrante per l'intera galleria
- presenza di **veicolo antideflagrante** per eventuale immediata evacuazione del fronte
- monitoraggio fisso** con registrazione degli andamenti di concentrazione dei gas
- monitoraggio manuale** periodico durante la fase di ricerca
- sistema di **comunicazione** interno-esterno in versione antideflagrante
- analisi dei dati ed elaborazione di un modello di immissione del gas e progetto di avanzamento
- addestramento** del personale
- procedure di sicurezza**



# Misure di Sicurezza



## ■ Classe 1b

### ■ Misure di Sicurezza

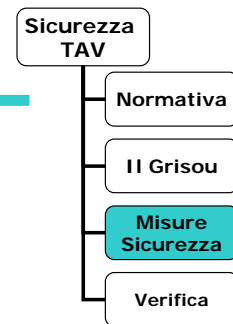
- Ventilazione
- Illuminazione di Sicurezza
- Comunicazione Interno-Esterno Antideflagrante
- Monitoraggio Fisso
- Monitoraggi periodici manuali
- Addestramento del personale
- Procedure di sicurezza

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

A questa classe appartengono le gallerie con modesto rischio di venute di gas; saranno quindi adottate le seguenti misure di sicurezza:

- ottimizzazione e controllo dei parametri di **ventilazione**
- monitoraggio fisso** con registrazione delle concentrazioni di gas
- integrazione con monitoraggio sistematico **manuale** ed ampolla
- illuminazione** di emergenza del tipo sicurezza per l'intera galleria
- analisi ed elaborazione dei dati di immissione dei gas e progetto di avanzamento.
- sistema di interruzione automatica e/o manuale della linea elettrica, ad eccezione dell'alimentazione della ventilazione
- sistema di **comunicazione** interno-esterno in versione antideflagrante
- addestramento del personale
- procedure di sicurezza

# Misure di Sicurezza



## ■ Classe 1a

### ■ Misure di Sicurezza

- Ventilazione
- Monitoraggi periodici manuali
- Addestramento del personale
- Procedure di sicurezza

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Le gallerie di questa classe sono definite a bassa probabilità di venute di gas; si ritengono quindi sufficienti le seguenti misure di sicurezza :

- ottimizzazione di tutti i parametri della **ventilazione**
- monitoraggio manuale** e prelievi con ampolla
- addestramento** del Personale
- procedure di Sicurezza**

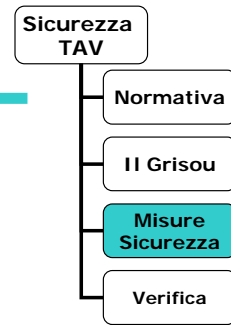
# Misure di Sicurezza

---

## ■ Classe 10

### ■ Misure di Sicurezza

#### ■ Procedure di sicurezza



---

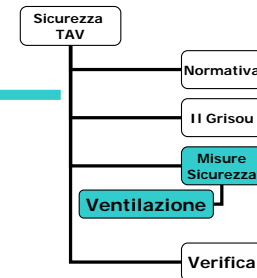
© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Per le gallerie in questa classe non è prevista alcuna integrazione ai **piani di sicurezza**, essendo considerate a minimo rischio di venute di gas.

## A) Ventilazione

### ■ Soffiante:

- Norme
  - DPR 547 e 320
- Spinge aria sana al Fronte di Scavo
- Diluisce i gas Tossici ed esplosivi



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

**La ventilazione** di una galleria in fase di costruzione deve garantire un'atmosfera nella quale i gas nocivi o comunque molesti, prodotti dal sottosuolo, dai motori e dagli esplosivi risultino **diluiti** in una tale massa d'aria da non presentare pericolo di intollerabilità per gli operatori. Infatti la difesa attiva dei gas naturali tossici, esplosivi e asfittici è basata esclusivamente sulla loro diluizione attraverso **l'immissione di aria sana**. Per evitare che l'aria inquinata sia riciclata e rimessa nella tubazione di mandata, il ventilatore principale e quello ausiliario devono essere piazzati a conveniente distanza dall'imbocco della galleria, in posizione laterale protetta (fuori asse). L'imbocco della finestra fotografato mostra le due condotte di ventilazione, che hanno lo scopo di portare aria sana sui due fronti uno verso Firenze ed uno verso Bologna, aprendosi a "T" nell'incrocio con la diretta. I sistemi di ventilazione devono essere costruiti a "regola d'arte", allo scopo di rispettare le norme e regolamenti precisati dalla Legislazione Italiana, principalmente nei D.P.R. 547 e 320 (rispettivamente Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro e Norme per la prevenzione degli infortuni nei lavori in sotterraneo):

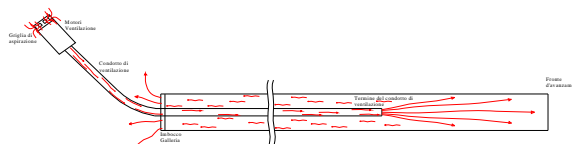
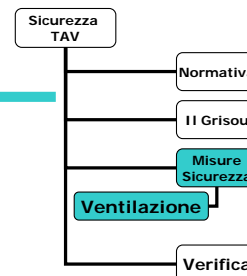
**D.P.R. 547 Art. 354** – Necessità di adeguata ventilazione nei lavori ove sia possibile il formarsi di concentrazioni pericolose di gas, con obbligo di controlli e misurazioni periodiche.

**D.P.R. 320 Art. 30** – Obbligo a fornire 3 mq di aria sana al minuto primo per ogni lavoratore presente in galleria. Art. 31 – La velocità dell'aria in galleria non deve essere pregiudizievole per la salute dell'operaio. Art. 32 – Ogni cantiere deve essere fornito di apparecchi idonei a svelare la presenza di gas nocivi. Art. 34 – L'eliminazione dei gas deve essere realizzata con ventilazione artificiale evitandone la diffusione attraverso lo scavo. Art. 35 – Macchinario e forza motrice di riserva. Art. 53 – Le polveri delle lavorazioni devono essere eliminate vicino ai punti dove si formano. Art. – 54 Spruzzare ed innaffiare con acqua la calotta, le pareti e la platea per impedire la diffusione delle polveri. Art. 60 – Gli automezzi circolanti in galleria devono avere il tubo di scappamento rivolto verso l'alto.

## A) Ventilazione

### ■ La Calibratura dipende

- Tipo e Numero di Mezzi Impiegati
- Numero di Operatori
- Distanza dal Fronte
- Rischio di Sacche di GAS
- Nicchie
- Ostacoli



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Tutti gli operatori del soccorso devono essere a conoscenza dei rischi derivanti dal mancato funzionamento dell'impianto di ventilazione. E' sconsigliato l'ingresso in galleria nel caso in cui si dovessero riscontrare danni all'impianto di areazione (come condotte divelte o interrotte). L'aria immessa in galleria è quella che si trova in atmosfera quindi è formata dal 78.04 % di azoto, il 20,93 % di ossigeno ed il 0.03 % di anidride carbonica, il restante 1% è composto da altri gas. **Il dimensionamento** delle condotte di ventilazione e la potenza, devono sottostare ad alcuni parametri che devono essere valutati ed elaborati.

Tra **questi evidenziamo il tipo dei mezzi impiegati, il loro numero e la quantità** degli operatori, che influiscono notevolmente sia sul consumo di ossigeno che sulla produzione di CO, CO<sub>2</sub> ed altri gas.

La calibratura dell'apparato di ventilazione, deve anche tener conto di **possibili venute di gas metano**, anche se questo concetto richiede parametri più complessi e non si limita al semplice bilancio di portata (sistema- gas), ma a numerose altre variabili (per esempio nicchie, volate ammassi sassosi...).

E' infatti difficile poter prevedere quando e in che misura si possa manifestare la formazione di gas.

In questo caso le concentrazioni più pericolose possono essere paradossalmente lontane dal fronte, la spiegazione di ciò è dovuta al fatto che al fronte vi sono concentrazioni elevate non infiammabili che diluite con aria sana in ingresso creano la miscela esplosiva lungo il tragitto del tunnel.

Lo schema rappresenta i flussi d'aria in un sistema di ventilazione.

I mezzi impiegati per le lavorazioni in galleria devono quindi sottostare a periodiche revisioni, che consentano un buon rendimento dei motori con una minore emissione di gas.

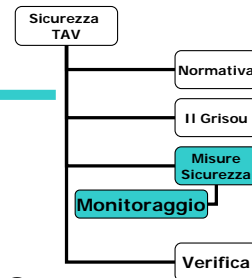
## B) Monitoraggio Gas

### ■ Definizione

- Registrare in tempo reale le variazioni del tenore di metano in Galleria

### ■ Tipo

- Fisso e Continuo
- Manuale e Periodico



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

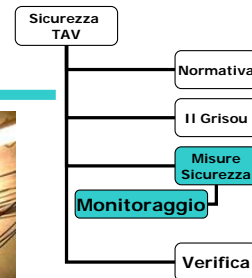
Il **monitoraggio** del gas metano nelle costruende gallerie dell'Alta Velocità, riveste un ruolo di notevole importanza per la sicurezza sul lavoro. A questo scopo è stato istituito un “ servizio di monitoraggio gas metano”, formato da un'equipe di persone qualificate che si occupano esclusivamente di questo. La legge prescrive valori di sicurezza e procedure di rilevazione, a cui gli operatori del servizio si devono attenere. Il sistema di monitoraggio previsto è articolato su due basi, la prima consente un **monitoraggio continuo**, tramite una sala di controllo posta all'esterno, la seconda invece consiste in un'azione di monitoraggio discontinua, eseguita in maniera completamente **manuale**, allo scopo di integrare i dati del monitoraggio continuo con misure mirate.

## B) Monitoraggio Gas

### ■ Fisso e Continuo

### ■ Dove

- Gallerie in Classe 2 1c
- Rilevazione
  - Carro Avanzamento
  - Centralina ogni 500 mt (classe 2)



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

La **misurazione continua** delle concentrazioni di Gas, viene effettuata su tutte le Gallerie di Classe **2 ed 1c**.

La misura continua delle concentrazioni del gas viene effettuata da una **centralina mobile** posizionata all'interno della galleria che segue il fronte di scavo e da Centraline poste ogni **500 metri** lungo la galleria stessa.

In base al modello di ventilazione adottato si è scelto di posizionare i trasduttori del monitoraggio continuo immediatamente dietro la fine del condotto di ventilazione verso l'imbocco della galleria; l'altezza dei trasduttori non deve essere necessariamente elevata, ma è possibile collocarli in mezzeria. Questa disposizione è utile sia ai fini dell'operatività del cantiere sia per evitare che trasduttori investiti direttamente dal getto d'aria rilevassero percentuali di gas inferiori a quella ambiente. La zona investigata dai sistemi di monitoraggio non è esclusivamente quella dietro il fronte, ma anche quella relativa al massiccio da scavare con misurazioni effettuate, sia in avanzamento, che in foro, con modalità da definire caso per caso.

E' opportuno ricordare che la venuta di metano è un evento imprevedibile e proprio l'impossibilità di calcolare l'entità del pericolo è il concetto basilare, sia per il monitoraggio che per la ventilazione.

La maggiore probabilità di massiccia irruzione di metano in galleria può verificarsi nel caso in cui un utensile perforatore raggiunga una sacca di gas.

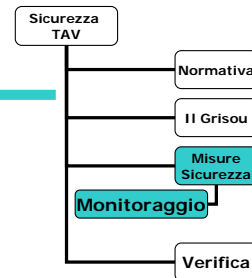
Siccome il metano contenuto nella sacca avrà una concentrazione superiore al 90 % ed una pressione superiore a quella atmosferica (mediamente tra i due e gli otto bar), si può considerare che tutto il foro di perforazione sia area "sicura" fino alla bocca d'uscita, per mancanza di comburente.

## B) Monitoraggio Gas

### ■ Fisso e Continuo

#### ■ Sistema

- Centraline Fisse
  - Trasduttori
- Sala di Controllo Esterno



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

La misura **Continua** delle concentrazioni del gas viene effettuata da una centralina posizionata all'interno della galleria in prossimità del fronte di scavo, dotata di:

- avvisatori acustici (sirena) e luminosi (fari spia di colore diverso)
- display per la lettura delle concentrazioni rilevate;
- centraline fisse**, anch'esse dotate di avvisatori acustici e luminosi e di un display posizionate ogni 500 metri lungo la Galleria Stessa.

I trasduttori di cui sono composti le Centraline Fisse, sono caratterizzati da:

- elevata selettività: a volte l'atmosfera monitorata può essere inquinata da gas di scarico degli automezzi impiegati o gas esplosivi.
- elevata sensibilità, un primo livello di soglia, per legge deve essere di 0,3%.
- elevata precisione: dovrebbe apprezzare variazioni di almeno 0,05%.
- basso tempo di risposta: la misura dovrebbe completarsi in qualche secondo.
- elevata affidabilità nel tempo.
- resistenza alle pressioni legate alla volata.

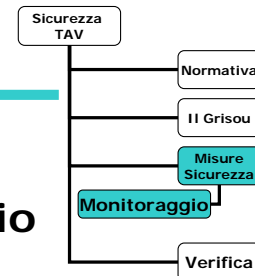
Queste centraline fisse, sono collegate ad una **Sala di Controllo Esterno**, che ha il compito di:

- registrare ed archiviare i dati rilevati
- gestire gli allarmi generali
- controllare la ventilazione (ricordando l'importanza basilare della ventilazione nella diluizione dei gas al fronte)



## B) Monitoraggio Gas

- **Manuale e Periodico**
- **Integrazione Monitoraggio Continuo**
- **Dove**
  - Gallerie in Classe 2; 1c; 1b; 1a; 10
- **Rilevazione**
  - Fronte di Scavo
  - A Foro
  - A Bocca di Foro
  - Nicchie
  - Smarino



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Il **monitoraggio Manuale** del gas metano, è un sistema ad **integrazione di quello continuo**.

Tale sistema infatti viene effettuato su **tutti i tipi di Galleria**, con variabili di tempo e modalità.

E' un sistema molto più flessibile, in grado di monitorare zone altrimenti scoperte dal monitoraggio continuo:

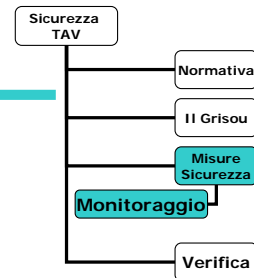
- **all'interno del Foro** di ricognizione effettuato dal perforatore Jumbo
- **in Prossimità del Foro**
- **nelle nicchie** (insenature delle gallerie in cui si possono presentare sacche di gas)
- **nello Smarino** (materiale di risulta delle lavorazioni), in cui si possono insediare piccole sacche di metano

## B) Monitoraggio Gas

### ■ Manuale e Periodico

#### ■ Sistema

- Esplosimetro
- Ampolla



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Il **Monitoraggio Manuale** avviene tramite:

•**esplosimetro**: strumento elettronico, una volta tarato, in grado di rilevare istantaneamente la presenza di gas.

•**ampolla** : sistema in grado di prelevare aria dalle zone destinate alla ricerca.

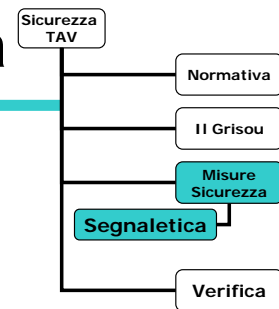
L'aria raccolta viene esaminata all'esterno della galleria con metodiche più precise, raffinate e soprattutto più selettive.

## C) Segnaletica di Sicurezza

### ■ Luminosi e Sonori

### ■ Cartelli di Sicurezza

- Avverte di un rischio
- Vieta comportamenti pericolosi
- Prescrive comportamenti per la sicurezza
- Fornisce indicazioni relative alle uscite di sicurezza
- Fornisce indicazioni in materia di prevenzione e sicurezza



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

La **segnaletica di Sicurezza**, deve fornire indicazioni o prescrizioni relative alla sicurezza e alla tutela della salute sul luogo di Lavoro.

Può essere di Tipo **luminoso e sonoro** (semafori e girevoli), oppure mediante **cartelli**.

Quando non è possibile evitare o limitare rischi, la segnaletica di Sicurezza deve:

- avvertire di un rischio
- vietare comportamenti pericolosi
- prescrivere comportamenti necessari per la sicurezza
- fornire indicazioni relative alle uscite di sicurezza
- fornire altre indicazioni in materia di prevenzione e sicurezza

## C) Segnaletica di Sicurezza

---

- **Luminosi e Sonori**
  - **Segnalano Allarme Generico**
    - Attuazione del Piano di Emergenza
  - **Segnalano Presenza di Gas**
    - Attenzione
    - Preallarme
    - Allarme
    - Fuga

Sicurezza TAV

- Normativa
- Il Grisou
- Misure Sicurezza
- Segnaletica
- Verifica

---

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

In tutte le gallerie in fase di costruzione sono previsti dispositivi di allarme che fanno parte integrante del complesso sistema di sicurezza.

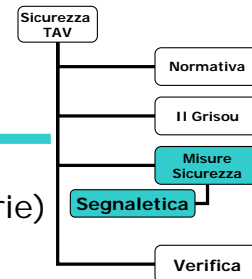
Esistono sostanzialmente 2 tipi di **Sistemi di Allarmi Luminosi e Sonori**:

1. Dedicato **all'allarme Generico**, per cui in concomitanza di un infortunio, malore, richiesta di aiuto generica , viene attivato il segnale e si attuano le procedure di sicurezza del caso, dettate dal Piano di Emergenza.
2. Dedicato alla **presenza di Gas Metano**, per cui in concomitanza di Rilevazione di Gas da parte del sistema di monitoraggio, viene attivato questo il segnale e si attuano le procedure di sicurezza del caso:
  - **Attenzione**
  - **Preallarme**
  - **Allarme**
  - **Fuga**

## C) Segnaletica di Sicurezza

### ■ Allarme Generico (tutte le Gallerie)

- Lampeggiante Arancione
- Sirena
- Attiva e Disattiva
  - Fronte di Scavo
  - Ogni 500 mt
  - Imbocco
- Visibile / Udibile
  - Fronte di Scavo
  - Ogni 500 mt
  - Imbocco



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

**L'allarme Generico** è un Segnale Acustico (sirena continua) e Luminoso (lampeggiante arancione) presente in **tutte le Classi di Galleria** (anche se con tipologia diversa), attivabile e disattivabile dal:

- fronte di Scavo
- ripetitori posti ogni 500 metri lungo la Galleria.

L'allarme generico suona ed è visibile al:

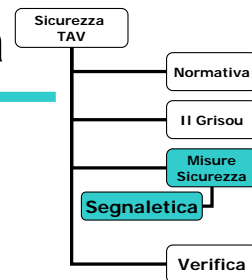
- fronte di Scavo
- ogni 500 metri
- imbocco

La risposta a questo tipo di allarme si concretizza in attuazione del Piano di Emergenza (vedi capitolo Emergenza TAV).

## C) Segnaletica di Sicurezza

### ■ Presenza di Gas (Classi 2, 1c)

- Semafori
- Segnale Acustico
- Attiva Tramite Sistema di Monitoraggio



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

In questo paragrafo verranno illustrati i sistemi **d'allarme legati alla presenza di metano**, la loro conoscenza è fondamentale per la sicurezza di noi operatori del soccorso sanitario. In base alla classificazione di ciascuna galleria, potremmo avere sistemi d'allarme adeguati alle circostanze. In generale i sistemi di allarme legati alla presenza di metano sono formati da segnalatori luminosi (**semafori**) e acustici (**sirene**). A seconda delle gallerie potremmo avere semafori a quattro o tre luci: Semafori a tre luci nelle Gallerie di classe 1c, semaforo a 4 luci nelle Classi 2. E' bene ricordare che il Segnale Sonoro di presenza GAS è diverso dal Segnale Acustico di pericolo generico. La presenza dei semafori è prevista in tutte le gallerie delle classi "1c", "2", non è prevista invece nelle gallerie di classe inferiore "1o", "1a" (ciò non toglie che in queste gallerie venga comunque effettuato ugualmente il monitoraggio del gas metano). Solitamente i semafori esterni vengono ubicati sulla destra dell'imbocco in posizione ben visibile; nelle gallerie di lunghezza notevole sono previsti semafori anche interni. I semafori interni sono posti ad una distanza di 500 metri l'uno dall'altro, sulla parete destra, così da permettere alle persone all'interno di venire a conoscenza delle concentrazioni di metano. Come si è detto, possiamo trovare diversi tipi segnalatori della presenza di gas metano:

- semaforo a 3 luci
- semaforo a 4 luci
- più semafori associati

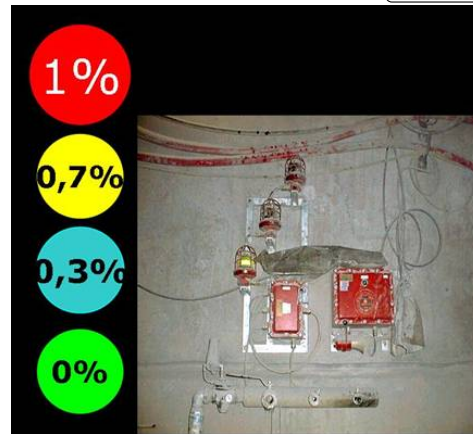
**Li vedremo in dettaglio nelle pagine successive.**

## C) Segnaletica di Sicurezza

### ■ Semafori nelle Gallerie Classe 2

#### ■ Dove

- Imbocco (sulla destra)
- Ogni 500 metri (Centralina di monitoraggio con segnalazione)
- Fronte di Scavo (Carro avanzamento)



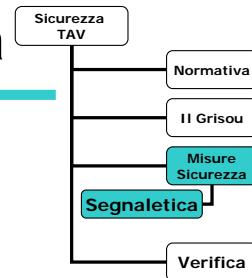
© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

In tutti i casi in cui un mezzo di soccorso deve entrare in galleria sia in emergenza che in esercitazione, deve **prendere visione dei semafori** posti all'esterno della galleria che sono solitamente sulla destra dell'imbocco. Nelle Gallerie di **Classe 2**, viene adottato come Segnale Luminoso di presenza GAS, il Semaforo a 4 Luci posizionato: All'imbocco della Galleria; Ogni 500 mt lungo la Galleria collegato ad una centralina di monitoraggio GAS; Al Fronte Di Scavo, collegato al sistema di Monitoraggio Mobile.

#### Semafori a quattro luci:

- la luce verde indica un tenore di metano dello 0 % vol. che corrisponde **all'assenza di metano** con sistema di monitoraggio in funzione.
- la luce blu indica un tenore di metano dello 0,3 % in vol. **soglia di attenzione.**
- la luce gialla indica un tenore di metano dello 0,7 % in vol. **soglia di preallarme.**
- la luce rossa indica un tenore di metano dell' 1% in vol. **soglia di allarme.** La luce verde lampeggiante indica un **mal funzionamento** del sistema di monitoraggio. La segnalazione verde, è presente solo sul semaforo dell'imbocco ma non nei gruppi di segnalazione posti lungo l'asse della galleria. La segnalazione verde resta accesa anche con il blu, mentre è spenta con allarme giallo o rosso. La normativa di settore art. 79 del DPR 320/56 stabilisce l'evacuazione del sotterraneo se la concentrazione di metano superi l'1% in volume (corrispondente ad 1/5 del limite inferiore di esplosività). Sotto del Semaforo, è posto un cartello che indica a quale soglia corrisponde il singolo colore. Nelle gallerie di classe 2 sono presenti sistemi visivi e sonori in configurazione antideflagrante; sul carro di avanzamento oltre ai vari apparecchi è posta una centralina di monitoraggio mobile che segue l'avanzamento del fronte; nelle gallerie grisoutuose la centralina di monitoraggio del metano è munita di sistemi d'allarme e di un sensore.

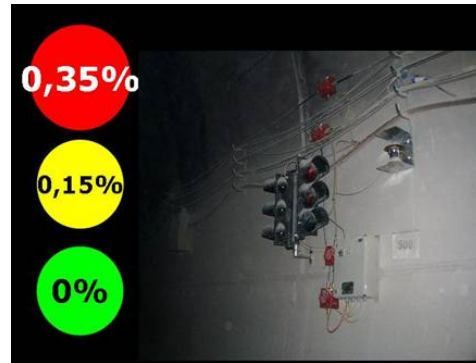
## C) Segnaletica di Sicurezza



### ■ Semafori nelle Gallerie Classe 1c

#### ■ Dove

- Imbocco  
(sulla destra)
- Ogni 500 metri  
(Ripetitore senza centralina)
- Fronte di Scavo  
(Carro avanzamento)



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Nelle Gallerie di **Classe 1c**, viene adottato come Segnale Luminoso di presenza GAS, il Semaforo a 3 Luci posizionato: All'imbocco della Galleria; Ogni 500 metri lungo la Galleria (sono presenti semplici ripetitori di Segnale senza centralina di Monitoraggio); Al fronte di scavo, collegato al sistema di Monitoraggio Mobile.

#### Semafori a tre luci:

Sono del tutto simili a quelli stradali sia come dimensioni, che come composizione (in basso luce verde, al centro luce gialla, sopra luce rossa); chiaramente il significato è diverso.

- la luce verde indica un tenore di metano dello 0 % vol.
- la luce gialla indica un tenore di metano dello 0,15 % vol.
- la luce rossa indica un tenore di metano dello 0,35 % vol.

La differenza sostanziale tra questi semafori con quelli a 4 luci è data dalla differente taratura delle soglie d'allarme. Questo tipo di semaforo è infatti impiegato nelle gallerie di classe 1c, in cui i mezzi e l'illuminazione sono in configurazione ordinaria, per questo motivo i livelli d'allarme sono inferiori rispetto alle gallerie di classe 2 in cui sono già previste misure antideflagranti e quindi margini di sicurezza maggiori. La normativa di settore art. 79 del DPR 320/56 stabilisce l'evacuazione del sottoterraneo qualora la concentrazione del metano superi lo 0,35% in volume. Solitamente al di sotto del Semaforo, è posto un cartello segnaletico che indica a quale soglia corrisponde il singolo colore.



## C) Segnaletica di Sicurezza

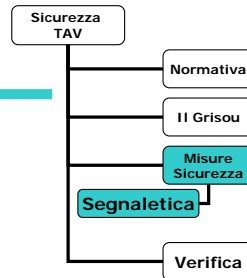
### ■ Casi Particolari

#### ■ Due Semafori

- 1 Direzione Firenze
- 1 Direzione Bologna

#### ■ Spento o Luce Verde Lampeggiante

- Avaria
- Da Considerare come Rosso



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

### Presenza di due semafori

E' possibile trovare all'imbocco della finestra e lungo la stessa, la presenza contemporanea di due semafori.

Questo avviene quando la finestra è giunta a livello della diretta (galleria di scavo) e si diparte nelle due direzioni di Bologna e Firenze.

Il semaforo di destra indicherà la percentuale di metano presente nel tratto indicato, lo stesso sarà per il semaforo di sinistra.

Potrebbe quindi accadere di avere due semafori di colore diverso se le percentuali di metano nei 2 segmenti della diretta sono discostanti.

### Casi particolari:

Esistono altre due variabili che possono essere comuni a tutti gli impianti di segnalazione semaforici:

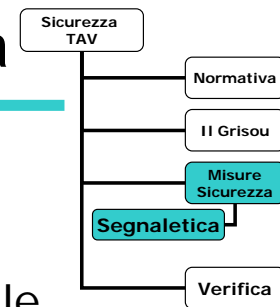
• **semaforo con luce verde lampeggiante** indica un avaria nel sistema di monitoraggio; deve essere considerato come semaforo rosso fino all'arrivo del monitoraggio gas.

• **semaforo spento** non è legato a nessun fattore specifico (manutenzione o altro); deve essere considerato come semaforo rosso fino all'arrivo del monitoraggio gas.

## C) Segnaletica di Sicurezza

### ■ Cartelli di Sicurezza

- Immediatamente comprensibile
- Visibile
- Dimensionata e posizionata correttamente
- Adeguata ed aggiornata al rischio da segnalare



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Secondo quanto previsto dal Dls n 493 del 14 agosto 1996, i **cartelli di Sicurezza**, devono contenere pittogrammi il più possibile semplici con omissioni dei particolari di difficile comprensione.

I cartelli devono essere di materiale resistente agli urti ed ai fattori ambientali.

Dimensioni e proprietà colorimetriche e fotometriche dei cartelli devono garantire visibilità e comprensione.

I cartelli vanno posizionati:

- tenendo conto di eventuali ostacoli alla visuale
- ad altezza e posizione appropriata rispetto all'angolo di visuale
- all'ingresso della zona interessata in caso di rischio generico
- nelle immediate vicinanze di un rischio specifico

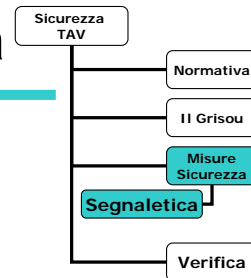
## C) Segnaletica di Sicurezza

### ■ Cartelli di Sicurezza

- All'ingresso di ogni cantiere
- Indica i DPI da utilizzare
- Indica i rischi presenti



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV



Questa immagine mostra la **cartellonistica di sicurezza** di un cantiere TAV. Illustra quali sono i rischi connessi alle attività lavorative e quali sono i DPI da indossare per chi entra in cantiere. Solitamente non prestiamo attenzione a questi cartelli che li ritroviamo in tutti i cantieri. Il nostro obiettivo è quello di sensibilizzare gli operatori del soccorso sul tema sicurezza visto che i rischi a cui è sottoposto un lavoratore sono gli stessi di chi presta soccorso. La segnaletica di sicurezza deve essere conforme ai requisiti specifici previsti per legge.

La segnaletica di sicurezza deve essere utilizzata solo per trasmettere il messaggio o l'informazione.

La segnaletica può essere di tipo permanente o occasionale.


**Permanente** – segnalazione costituita da cartelli, che si riferisce a un divieto, avvertimento, a un obbligo e ad identificare i mezzi di salvataggio o di pronto soccorso.

**Occasionale** – esempi di tipi di segnalazione: la segnaletica di pericoli, la chiamata di persone per un'azione specifica e lo sgombero urgente delle persone devono essere fatti in modo occasionale e tenuto conto del principio dell'intercambiabilità e complementarietà, per mezzo di segnali luminosi acustici o di comunicazioni verbali.


La guida delle persone che effettuano manovre implicanti un rischio o un pericolo deve essere fatta in modo occasionale per mezzo di segnali gestuali o comunicazioni verbali.

## C) Segnaletica di Sicurezza


### ■ Antincendio




LANCIA  
ANTINCENDIO




SCALA





ESTINTO-  
RE




TELEFONO  
PER GLI  
INTERVENTI  
ANTINCENDIO









DIREZIONE DA SEGUIRE

Sicurezza TAV

- Normativa
- Il Grisou
- Misure Sicurezza
- Segnaletica
- Verifica

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

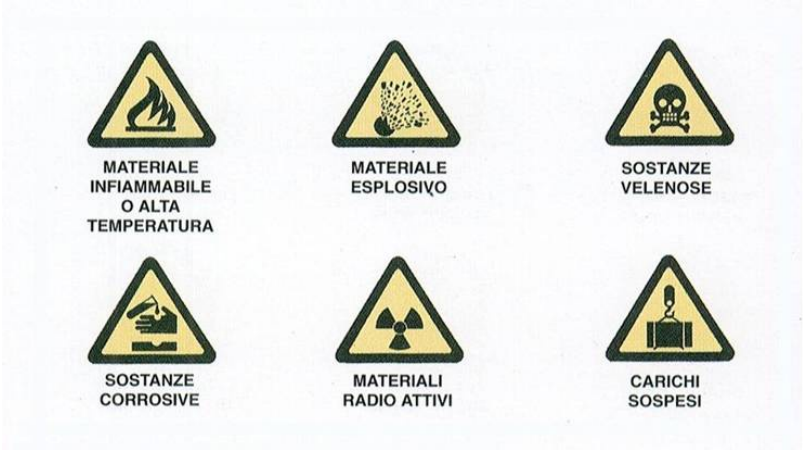
Le **attrezzature antincendio** devono essere identificate mediante apposita colorazione e tramite un cartello indicante la loro ubicazione.

I cartelli devono essere di forma quadrata o rettangolare con scritta bianca su fondo rosso.

La direzione da seguire sono cartelli da aggiungere ai primi ed indicano la direzione da seguire per raggiungere gli strumenti per la lotta agli incendi.

## C) Segnaletica di Sicurezza

### ■ Avvertimento



Sicurezza TAV

- Normativa
- Il Grisou
- Misure Sicurezza
- Segnaletica**
- Verifica

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Il cartello di forma triangolare, **avverte di un rischio o pericolo.**

E' composto da Pittogramma nero su fondo giallo, con bordo nero (il giallo deve coprire almeno il 50% della superficie del cartello).

Sono da ricordare i segnali gestuali, utili per operare in sicurezza quando si deve intendere a distanza notevole o in ambienti rumorosi .

La comunicazione di ostacoli e situazioni pericolose ( soglie , passaggi , sporgenze ) si effettua mediante l'applicazione di bande oblique alternate nei colori giallo/nero o rosso/bianco.

## C) Segnaletica di Sicurezza

Sicurezza TAV

- Normativa
- Il Grisou
- Misure Sicurezza
- Segnaletica
- Verifica

### ■ Obbligo



PROTEZIONE  
OBBLIGATORIA  
PER GLI OCCHI



CASCO  
DI PROTEZIONE  
OBBLIGATORIO



PROTEZIONE  
OBBLIGATORIA  
DELL'UDITO



PROTEZIONE  
OBBLIGATORIA  
DELLE VIE AEREE



CALZATURE  
DI SICUREZZA  
OBBLIGATORIE



GUANTI  
DI PROTEZIONE  
OBBLIGATORI

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Il segnale azzurro, significa **prescrizione**, cioè impone un comportamento o azione specifica.

E' di forma rotonda con pittogramma bianco su fondo azzurro (l'azzurro deve colpire almeno il 50% della superficie del cartello).

**Prescrive determinati comportamenti e quali DPI utilizzare.**

## C) Segnaletica di Sicurezza

### ■ Divieto



Sicurezza TAV

- Normativa
- Il Grisou
- Misure Sicurezza
- Segnaletica
- Verifica

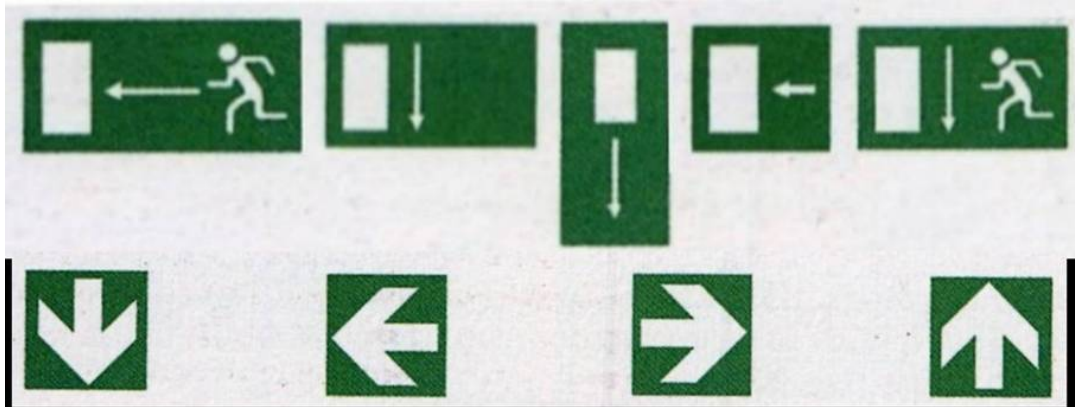
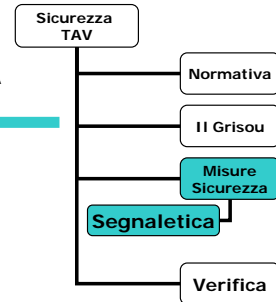
© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Questi segnali, **vietano** un comportamento, dal quale potrebbe risultare un pericolo.

Sono di forma rotonda con pittogramma nero su fondo bianco, bordo e banda verso il basso da sinistra a destra lungo il simbolo con una inclinazione di 45° rossi (il rosso deve coprire almeno il 35% della superficie del cartello).

## C) Segnaletica di Sicurezza

### ■ Salvataggio



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Sono di forma Quadrata o rettangolare.

Hanno un pittogramma bianco su fondo verde (il verde deve coprire almeno il 50% della superficie del cartello)

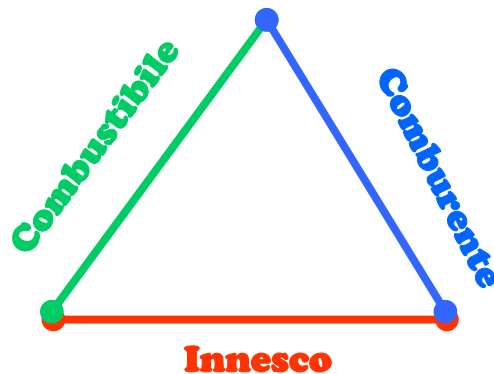
Fornisce informazioni relative **alle uscite di sicurezza o ai mezzi di soccorso o salvataggio.**



## D) Eliminazione Innesco

### ■ Il Triangolo della Combustione

- Combustibile
  - Metano
  - Range d'esplosività
- Comburente
  - Ossigeno
- Innesco

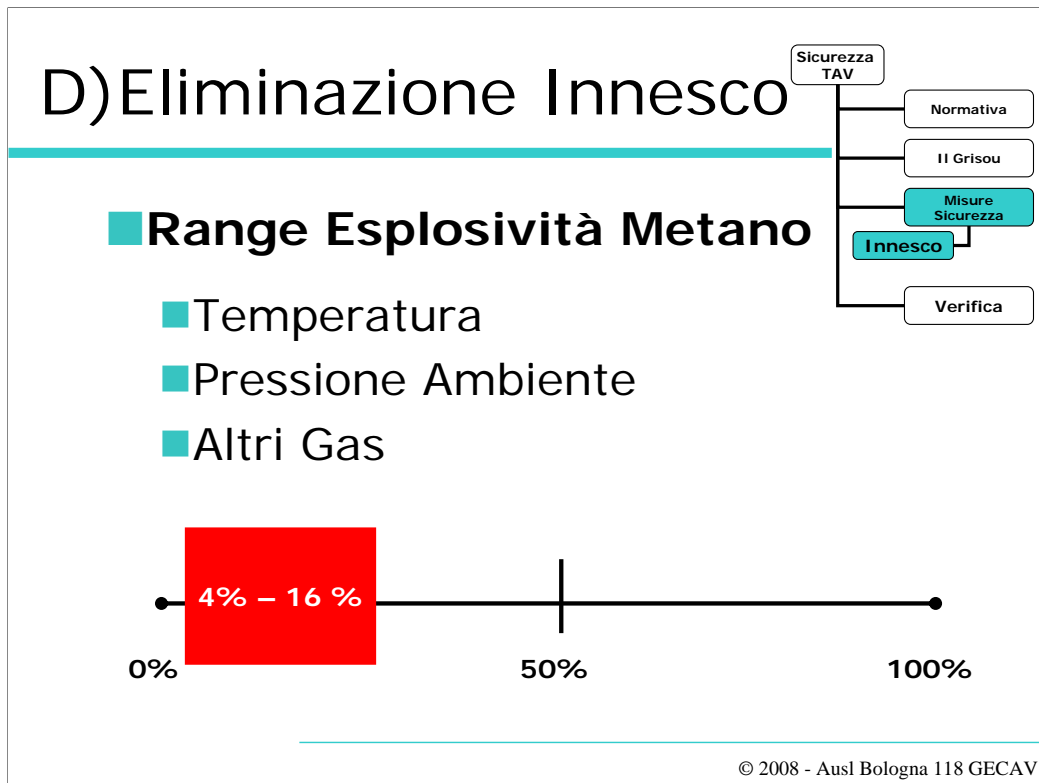


© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Alcune gallerie della tratta Alta Velocità sono classificate a rischio grisou, devono quindi sottostare a procedure di sicurezza che evitino il pericolo d'esplosione. Esistono provvedimenti di stretta pertinenza dei costruttori come il monitoraggio e la ventilazione, ma ne esistono altri che interessano più da vicino gli operatori del soccorso che devono intervenire in galleria. La conoscenza di alcuni elementari fattori fisici dovrebbe essere recepita da tutti gli operatori del soccorso, che sono coinvolti negli interventi in galleria. I fattori che possono provocare un incendio sono essenzialmente tre:

- **combustibile** – rappresentato dal Metano
- **comburente** – rappresentato dall'Ossigeno
- **innesco** – fonte di Calore o Scintilla

I 3 fattori sopra esposti devono essere presenti tutti e nelle giuste proporzioni per provocare l'incendio. Una sproporzione o l'assenza di un lato del triangolo, infatti impedisce l'incendio. Ai fini della sicurezza sono pertanto ipotizzabili quattro condizioni : 1) Assenza di metano. 2) Metano con aria in concentrazione inferiore al limite di esplosività (4% in vol. di CH<sub>4</sub>): in questo caso la miscela è infiammabile, ma non in grado di sostenere la combustione. 3) Metano con aria in concentrazione entro i limiti di esplosività (tra il 4% ed il 16%): in questo caso la miscela risulta infiammabile con combustione che si autosostiene (deflagrazione), o detonante. 4) Metano con aria in concentrazione superiore al limite di esplosività (16% in vol. di CH<sub>4</sub>): in questo caso la miscela non è infiammabile, ma rimane elevato il rischio ai bordi della miscela grisutuosa.



**Il range di esplosività del metano** è quello compreso tra il 4 ed il 16% in volume. Una percentuale di metano inferiore al 4% può provocare accensione ma non combustione per mancanza dell'autosostentamento, dovuto all'insufficienza di combustibile.

Poiché il Comburente, rappresentato dall'ossigeno, percentuali superiori al 16% di metano creano una diminuzione di O<sub>2</sub> tale da non poter creare l'accensione.

Dobbiamo comunque evidenziare come l'influenza della **temperatura** della miscela in ambiente, può allargare il campo di infiammabilità, diminuendo il limite inferiore ed aumentando quello superiore.

In via del tutto generale possiamo dire che, all'aumentare della temperatura della miscela il campo d'infiammabilità si allarga fino a raggiungere limiti di autoinnesco.

Anche la variazione della **pressione ambiente** può modificare i limiti d'infiammabilità, che tendono a restringersi in caso di diminuzione della pressione e ad ampliarsi in caso di aumento.

I limiti di esplosione del grisou, possono essere influenzati anche dalla **presenza di altri gas**, (Argon, CO<sub>2</sub>, cloruri di sodio e potassio ...), anche se il legame tra ossigeno e metano è quello più stretto.

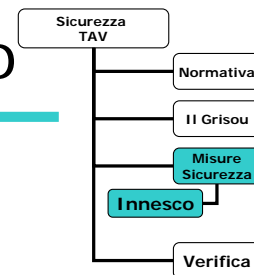
Viste le numerosi variabili possiamo concludere che in condizioni standard di temperatura e pressione nell'ambiente ( 4-16 %), la temperatura d'innesco è di circa 600°C.

## D) Eliminazione Innesco

### ■ Cause Innesco

- Contatto Fiamma Libera
- Contatto Scariche Elettriche
- Contatto Superfici Calde
- Contatto Scintille

### ■ Zona Avanzamento



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Le **cause più comuni d'innesco** del grisou sono:

- contatto con fiamma libera
- contatto con scariche elettriche
- contatto con superfici calde
- contatto con scintille

Ovvero:

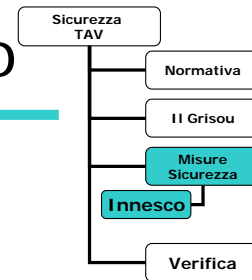
- uso di esplosivi
- incendi
- mezzi meccanici con motori termici
- motori elettrici
- urti di utensili contro la roccia
- urti di utensili tra loro
- metalli ad alta temperatura

Un'altra osservazione importante è relativa alla localizzazione dei volumi di metano, che è atteso con maggiore probabilità nella **zona di fronte durante la fase di avanzamento**, anche perché il tratto rivestito con archi rovesci, ha una bassa permeabilità tanto da escludere immissioni allarmanti nel tratto rivestito.

## D) Eliminazione Innesco

### ■ Eliminazione Innesco Classe 2

- Dotazione Mezzi Eex
  - Lavorazioni
  - Soccorso
- Impianti Eex
  - Illuminazione
  - Media Tensione
  - Monitoraggio Gas
  - Comunicazione Telefonica



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Per limitare i rischi d'innesco del metano presente in galleria, le lavorazioni ordinarie sono eseguite con **mezzi e metodiche antideflagranti**.

Per quanto riguarda le gallerie classificate "2" vengono adottati sistemi di illuminazione antideflagranti per tutto il tratto della gallerie.

Gli impianti elettrici antideflagranti, sono costruiti tenendo conto di tutte le sicurezze imposte dalle norme europee ed italiane che li abilitano ad essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive in gallerie.

Parliamo quindi di impianti di media tensione, di illuminazione, di azionamento pompe acqua, di monitoraggio gas, di comunicazione telefonica.

Le macchine sono quindi trasformate in mezzi antideflagranti.

La costruzione antideflagrante dei componenti crea il sistema passivo di protezione, in quanto tutti questi apparati sono costruiti in maniera tale da garantire il non innesco della miscela esplosiva.

Il GECAV è provvisto di ambulanze trasformate in antideflagrante: l'impiego di questi mezzi deve essere subordinato ad una approfondita conoscenza tecnica e di guida, fondamentale per un ottimale impiego.

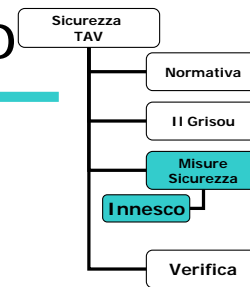
Il decreto ministeriale del 26 febbraio 1991, n. 255 "regolamento concernente modificazioni alla normativa sul riconoscimento di efficacia di motori termici di tipo antideflagrante, prevista dal D.M. 19 maggio 1988, n.259" definisce le norme di manutenzione e costruzione dei mezzi.

Il telefono, infine è un dispositivo indispensabile per le comunicazioni con l'esterno, non è possibile comunicare con cellulari e radio (che non possono neppure essere introdotti nelle gallerie grisutose). Per questo motivo, il telefono deve essere di tipo antideflagrante.

## D) Eliminazione Innesco

### ■ Eliminazione Innesco Classe 1c

- Dotazione Mezzi Eex
  - Lavorazioni **SOLO Avanzamento**
  - Soccorso (Semaforo Giallo-Rosso)
- Impianti Eex
  - Illuminazione (**ultimi 300 metri**)
  - Comunicazione Telefonica



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

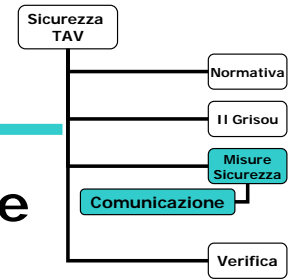
Per limitare i rischi d'innesco del metano presente in galleria, le lavorazioni di **Avanzamento** sono eseguite con **mezzi e metodiche antideflagranti**.

Per quanto riguarda le gallerie classificate "1c" viene utilizzata una illuminazione ordinaria per tutto il tratto, esclusi gli ultimi 300 metri che sono in configurazione antideflagrante. Una recente normativa è esplicita nel vietare l'accesso in sotterraneo dei mezzi aventi motori termici alimentati a benzina e destinati ad essere utilizzati nei lavori sotterranei. Il blocco del rotolamento dei pneumatici, il surriscaldamento del sistema frenante, ecc.. possono essere causa d'incendio, rischio accentuato dal contributo della benzina. La norma ha quindi lo scopo di rimuovere questa fonte di pericolo, prediligendo motori alimentati da gasolio, essendo questo un carburante dotato di una minore infiammabilità. Queste norme valgono per la gestione delle condizioni ordinarie di costruzione delle gallerie: i mezzi di soccorso hanno una valenza diversa e quindi possono avere differenti indicazioni, che devono comunque sottostare a precise misure di sicurezza. Il D. Lgs. 626 agli art. 12 e 15, obbliga il datore di lavoro a stabilire i necessari rapporti con i servizi pubblici esterni competenti in materia di pronto soccorso tenendo conto dell'attività e dell'unità produttiva. In caso di semaforo Giallo o Rosso l'accesso alle Gallerie in Classe 1c è consentita solo ai Mezzi di Soccorso in Configurazione Antideflagrante. Come si è detto, anche il telefono, dispositivo indispensabile per le comunicazioni con l'esterno (non è possibile comunicare con cellulari e radio) deve essere di tipo Antideflagrante.

## E) Comunicazione

### ■ Sistema di Comunicazione con l'Esterno

- Gallerie Classe 2
  - Al fronte
  - Cabina Salvataggio
  - Ogni 500 metri



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Considerando l'importanza assoluta della **comunicazione via cavo** all'interno delle Gallerie in fase di Costruzione (i cellulari e radio non ricevono il segnale), è indispensabile posizionare impianti telefonici:

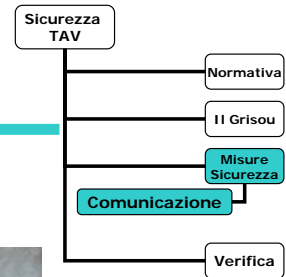
- **al fronte** (sul carro avanzamento)
- all'interno della **Cabina di Salvataggio** (posta a non oltre 200 metri dal fronte di scavo)
- **ogni 500 metri** lungo la galleria.

Quello in figura è un impianto telefonico di tipo Antideflagrante utilizzato nelle gallerie di Classe 2 ed 1c.

## E) Comunicazione

### ■ Sistema di Comunicazione con Esterno

- Gallerie 1c, 1b, 10
  - Al fronte
  - Cabina Salvataggio
  - Ogni 500 metri



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Queste immagini, servono per sensibilizzare gli operatori rispetto ad un grosso problema.

La **comunicazione** dall'interno all'esterno della Galleria è garantita solo dalla **Telefonia Fissa**.

Questi Apparecchi sono presenti:

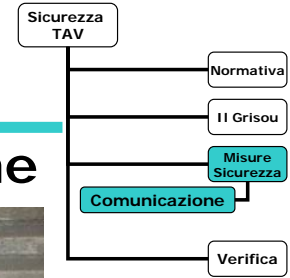
- **al Fronte** (Sul Carro di Avanzamento)
- all'interno della **Cabina di Salvataggio** (posta a non oltre 200 metri dal fronte di scavo)
- ogni **500 metri** lungo la Galleria

Il problema è che ogni Galleria presenta un proprio tipo di apparecchio e modalità di comunicazione con l'esterno, questo ovviamente complica notevolmente le comunicazioni con l'esterno da parte del personale operante in Galleria (sia operai che soccorritori).

## E) Comunicazione

### ■ Sistema di Comunicazione con Esterno

- Gallerie 1c, 1b, 10
  - Al fronte
  - Cabina Salvataggio
  - Ogni 500 metri



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV



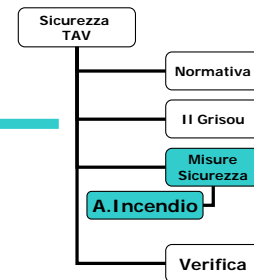
## F) Antincendio

- **Divieto  
Accesso mezzi  
a Benzina**

- **Estintori a  
bordo Mezzi**

- **I drante**

- Fronte di Scavo
- Ogni 500 metri



© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

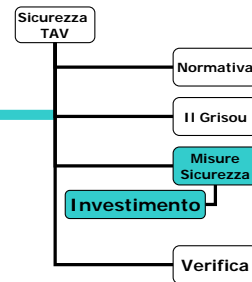
**Rischio di Incendio:** Divieto di accesso ai mezzi alimentati a benzina, estintori portatili a bordo dei mezzi, rete idrica antincendio per contrastare il rischio di Incendio.

Ricordiamo che all'interno di ogni Galleria in fase di Costruzione, è presente un **idrante** in prossimità del **fronte di Scavo** ed un idrante **ogni 500 metri** lungo tutta la galleria, è **vietato l'accesso dei mezzi alimentati a benzina** ed ogni mezzo deve essere dotato di adeguati **estintori** portatili a bordo.

## F) Investimento Mezzi

- **Indumenti Alta Visibilità**

- **Dispositivi Ottici ed acustici di segnalazione**

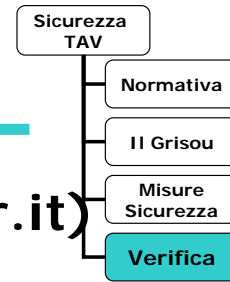


© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

**Rischio di Investimento da parte di Mezzi:** Indumenti ad **alta Visibilità**, **dispositivi ottici ed acustici di segnalazione** per ridurre il rischio di investimento, che è uno dei maggiori in Galleria.

# Verifica

## ■ Monitor ([www.infomonitor.it](http://www.infomonitor.it))



- Modalità
  - Data Base collegato fra diversi Archivi
- Conoscenza Malattie Professionali
- Conoscenza Dinamiche Infortunio
- Verifica Efficacia Servizi a tutela Lavoratori
- Comunicare le informazioni ai diversi soggetti

© 2008 - Ausl Bologna 118 GECAV

Si tratta di un sistema integrato in quanto si basa sulla produzione di informazione da parte di tutti i soggetti sociali impegnati nella realizzazione della tratta. Oltre *ai servizi di prevenzione*, anche le *imprese impegnate nella costruzione della tratta* rappresentano una fonte di informazione essenziale per le finalità dell'Osservatorio, specialmente per quanto riguarda le notizie sull'attività svolta dalle maestranze (ore lavorate per le diverse tipologie di lavoro, nei diversi cantieri e campi base). La collaborazione tra le imprese e i servizi delle Aziende Sanitarie ha permesso di costruire un sistema che tende a valorizzare, mediante la loro contestualizzazione e interconnessione le informazioni prodotte nell'ambito di attività istituzionalmente condotte. Lo strumento realizzato, consente *a partire dal 1998* di: **Monitorare e descrivere l'avanzamento dell'opera**, le condizioni di lavoro e dell'ambiente in cui si trovano ad operare i *lavoratori* appartenenti a **15 imprese impegnate nelle opere di scavo** (circa 3000 al 30/06/2001 per un totale di circa 10 milioni di ore lavorate nel periodo 1998-2001) e gli *“eventi infortunistici”* connessi alla realizzazione dei lavori in termini di dinamica, gravità e frequenza, le *attività svolte dai Servizi* di prevenzione delle 2 Aziende Sanitarie, con circa 30 operatori/anno impegnati nel verificare che siano rispettate le norme vigenti in materia di sicurezza dei lavoratori, e gli interventi attuati sull'ambiente, sulle macchine e sull'organizzazione del lavoro per garantire condizioni di sicurezza e salubrità ambientali. **Analizzare e valutare** le azioni di prevenzione ed i fattori determinanti degli infortuni. Realizzare quindi una “mappa predittiva” che possa cioè fornire le informazioni utili a migliorare le attività soprattutto per la prevenzione degli infortuni, in “tempi utili”, cioè durante lo svolgimento dell'opera. Si è predisposto a tal fine un archivio relazionale a cui si sono tolti tutti gli elementi che potessero portare alla identificazione di persone ed aziende **Comunicare** le informazioni ai diversi *soggetti coinvolti: le regioni, le imprese, i comuni, le organizzazioni sindacali, i lavoratori, le associazioni di categoria*. Al momento vengono prodotti *report periodici semestrali*.