

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
EMILIA-ROMAGNA  
Azienda Unità Sanitaria Locale di Bologna

Istituto delle Scienze Neurologiche  
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

### CORSO di FORMAZIONE

**Grandi Opere Infrastrutturali:** misure tecniche ed organizzative per la prevenzione e la tutela della salute  
dei lavoratori. L'esperienza delle Aziende USL e le proposte di Linee Guida Nazionali.

# La ventilazione in sotterraneo



Stefano Piredda

Az. USL di Bologna - UOC PSAL Montagna - [s.piredda@ausl.bologna.it](mailto:s.piredda@ausl.bologna.it)

20-21 ottobre 2016



AMBIENTE LAVORO



CONFERENZA DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME

---

## LINEE GUIDA

### SISTEMA DI VENTILAZIONE PREMENTE IN GALLERIA CONTROLLO DEI PARAMETRI DI VENTILAZIONE

***SETTEMBRE 2015***



# Obiettivi intervento

- Introduzione alla ventilazione in sotterraneo:
  - A cosa serve?
  - Sistemi di ventilazione
- Elementi da considerare nella progettazione
- La proposta di Linea Guida  
“Controllo dei parametri di ventilazione”
- Controlli in fase di esercizio

# A cosa serve?

**DPR 320/56**

**Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro  
in sotterraneo.**

## art. 30 Respirabilità dell'aria ambiente negli scavi

*L'aria ambiente* degli scavi sotterranei deve essere mantenuta **respirabile** e, quanto più possibile, **esente da inquinamenti mediante** sistemi o impianti di **ventilazione** atti ad **eliminare o a diluire** entro limiti di tollerabilità i gas, le polveri e i vapori pericolosi o nocivi



**IGIENE**

**SICUREZZA**



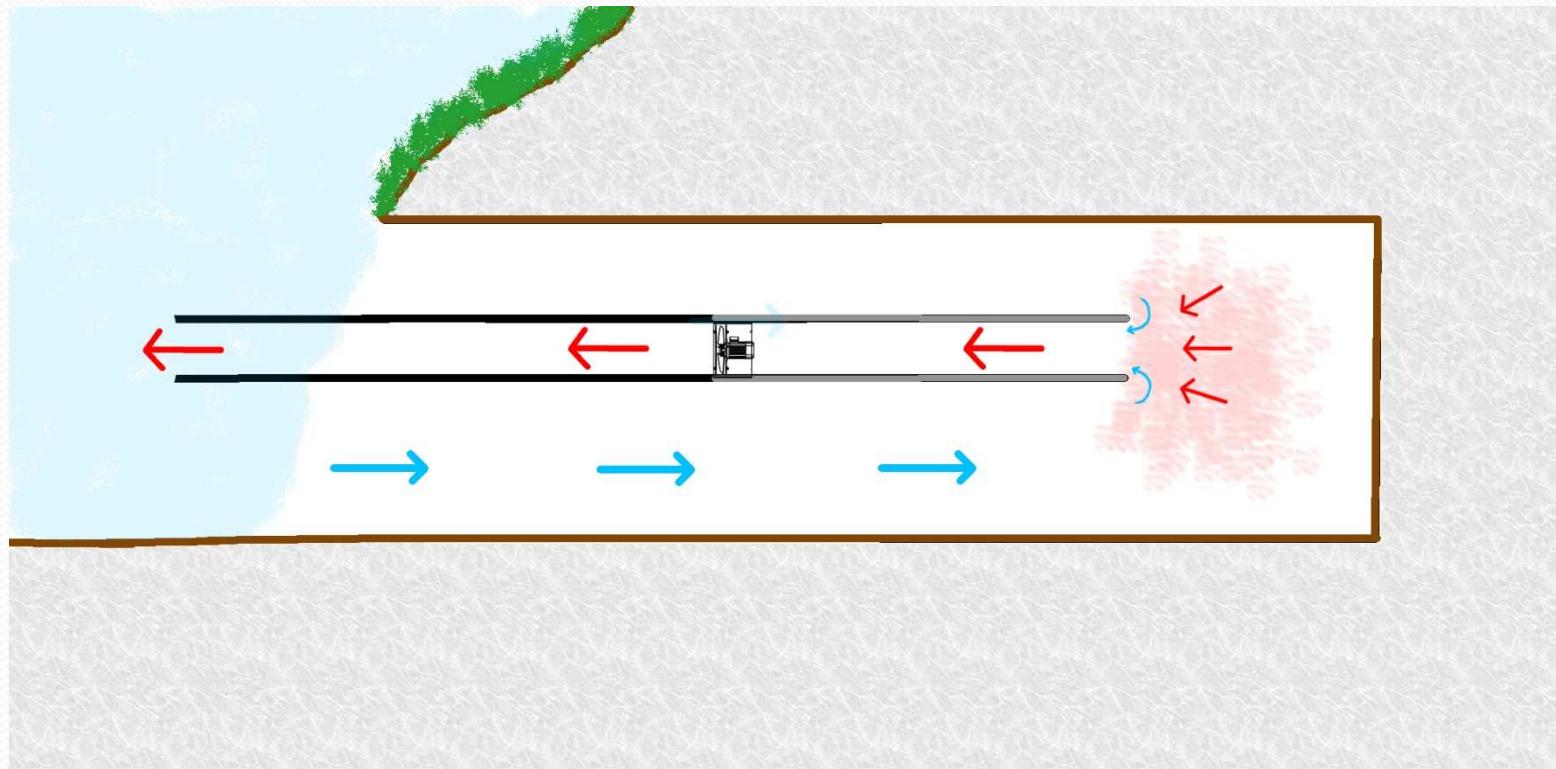
# A cosa serve?

- O<sub>2</sub> concentrazione prossima al 21%
- Eliminazione o diluizione degli inquinanti aerodispersi o gas pericolosi
- Grisù
- Micro-clima (temperatura ed umidità)
- Incidenti automezzi per scarsa visibilità

# Sistemi di ventilazione

- Sistema di ventilazione di tipo aspirante
- Sistema di ventilazione di tipo premente
- Sistema di ventilazione di tipo misto

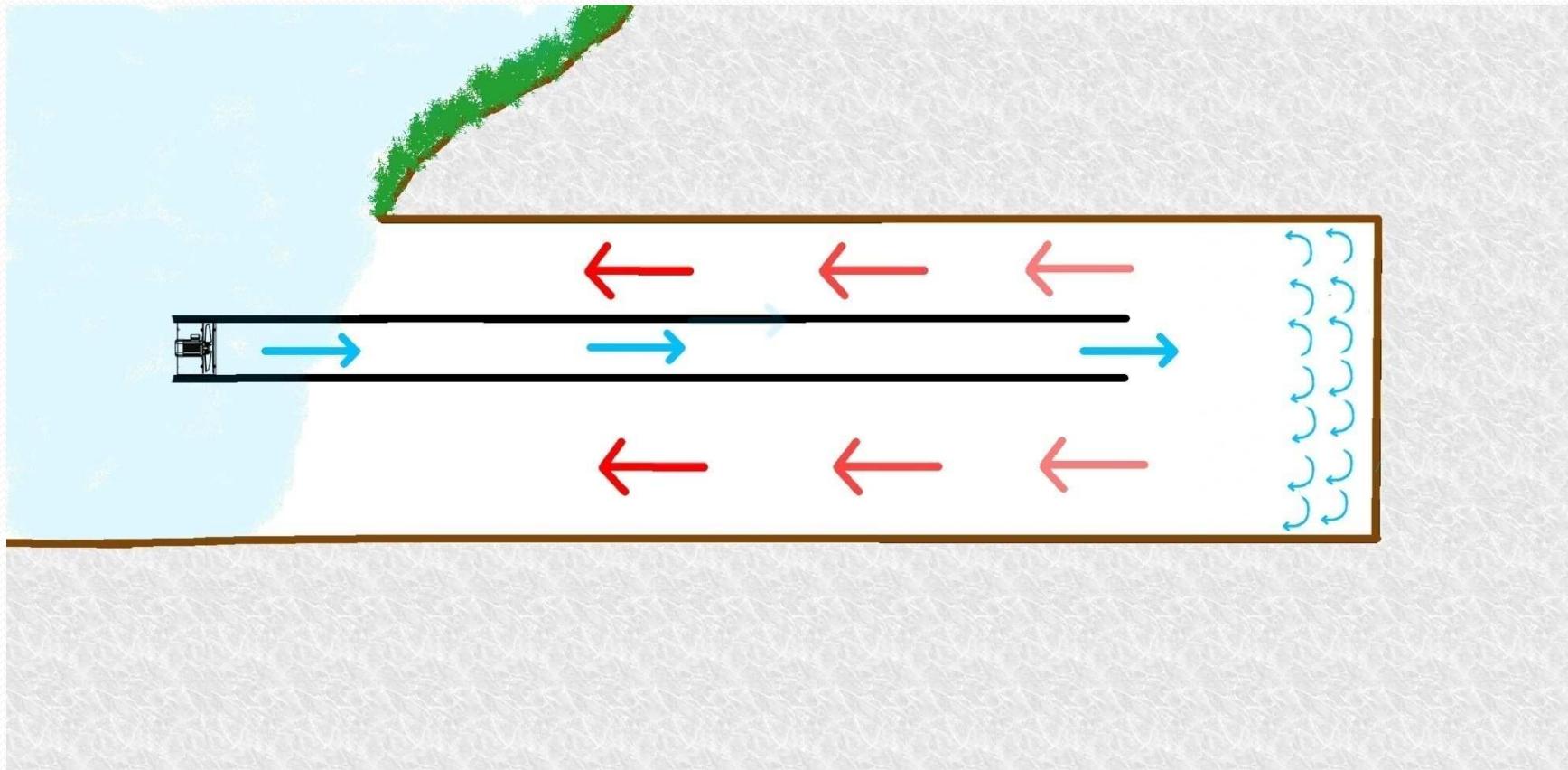
# Ventilazione aspirante



# Ventilazione aspirante

- Vantaggi
  - captazione inquinanti alla fonte
- Svantaggi
  - tubazione rigida a valle del ventilatore (costi/tempi di installazione e prolungamento);
  - In gallerie grisutose anche in caso di ventilatore in gruppo I categoria M2 si dovrebbe sezionare in caso di venute di grisù
  - Distanza ridotta tra sezione terminale e fronte di scavo (interferenza con lavorazioni o **scarsa efficacia**)

# Ventilazione premente





# Ventilazione premente

- Vantaggi
  - tubazione floscia: semplice installazione e prolungamento
  - motore esterno: la ventilazione può essere mantenuta anche in caso di venute massive di grisou
- Svantaggi
  - facili lacerazioni: controlli e manutenzioni frequenti
  - galleria come condotto di riflusso e quindi luogo di lavoro investito da aria inquinata
  - sollevamento polveri sedimentate



# Ventilazione di tipo misto

- Utile in caso di utilizzo di esplosivi per l'avanzamento.  
La ventilazione premente assicura una completa mobilitazione dei fumi di esplosione dal fronte, la ventilazione aspirante riduce i tempi di fermo per rimozione fumi
- Fare attenzione a cortocircuiti d'aria (l'aria pulita immessa viene subito captata dal circuito aspirante senza coinvolgere le aree inquinate)
- Massima efficacia di lavaggio

# La progettazione

- Gara di appalto: sufficiente sezione di scavo, lunghezza delle tratte massime di avanzamento (pozzi, perforazioni, finestre di ventilazione)
- Raffreddamento
- Metodo di scavo (uno scavo a sezione parziale potrebbe non lasciare spazio sufficiente per la condotta di ventilazione)
- Gallerie a doppia canna con gallerie di connessione (bypass) - spillamenti
- Motori diesel (quantità di emissioni)
- Casi di incendio (portata d'aria e materiali)
- Rischio grisù
  - Garantire una velocità di riflusso (turbolenze) che eviti la formazione di layer (stratificazioni di metano dovute alla sua densità relativa)
  - Modello emissivo: valutare l'installazione di due condotte per garantire la diluizione anche nelle fasi di prolungamento della linea

# Controllo dei parametri di ventilazione

La proposta di Linea Guida prende in considerazione il sistema di ventilazione premente

- Misura della portata nel circuito premente
- Registrazione dei valori di portata nel circuito premente
- Misura della prevalenza nel circuito premente
- Misure puntuali della velocità di riflusso in galleria

# Misura della portata nel circuito premente



- Misurata a valle dei ventilatori e in prossimità della sezione terminale (perdite di portata lungo la tubazione – soddisfacente una perdita  $\leq 6\div 7\%$  per km di tubazione in servizio)
- Verifica : posizione sensore secondo indicazioni fabbricante (di norma lontano da turbolenze restrizioni, curve , ventilatore)
- Spillamenti (opportuno misurare portata a monte spillamento)

# Registrazione dei valori di portata nel circuito premente

- Sistema di registrazione automatico e continuo dei dati visibile a display da postazione esterna alla galleria
- Permette di verificare il buon funzionamento del sistema
- In gallerie grisutose, in correlazione con la concentrazione di grisù rilevata permette di seguire l'evoluzione del fenomeno di emissione, determinare la quantità di grisù emessa e costituisce un elemento fondamentale del sistema di gestione della sicurezza nelle gallerie grisutose in tema di riconoscimento del modello di emissione e delle correlate misure di sicurezza.

## Misura della prevalenza nel circuito premente

- eseguita nella tubazione premente a valle dei ventilatori
- Il sistema di misura della prevalenza deve essere collegato con un sistema di registrazione automatico e continuo dei dati visibile a display in una postazione esterna alla galleria.

# Misure puntuale della velocità di riflusso in galleria

- Devono essere effettuate misure puntuale della velocità di riflusso in galleria con periodicità definita.
- Queste misure devono essere effettuate con strumentazione manuale al fine di verificare l'efficacia della ventilazione che si instaura nelle postazioni di lavoro ed i valori letti devono essere riportati in apposito registro.
- La portata in riflusso determina diversi profili di velocità in galleria in funzione della geometria dello scavo, delle restrizioni costituite da attrezzature ed ostacoli presenti. Le misure di velocità puntuale eseguite permettono di verificare che siano rispettati i livelli minimi di ventilazione di progetto.
- Il confronto tra questi valori e le misure di concentrazione di inquinanti significativi permettono di verificare la validità del sistema ventilante installato e forniscono indicazioni sulle eventuali misure da adottare per mantenere l'aria in galleria in adeguate condizioni di salubrità.

# Velocità/portata dell'aria

- DPR 320/56
  - Art. 30 Ad ogni lavoratore deve essere assicurato un minimo di 3 metri cubi di aria fresca al minuto primo
  - Art. 31 La velocità dell'aria di ventilazione ai posti di lavoro deve essere tale che, in rapporto alla temperatura dell'aria stessa, non risulti pregiudizievole per la salute del lavoratore.
- DPR 128/58 (miniere)
  - Art. 261  
La velocità della corrente d'aria, calcolata come media nella sezione più ristretta della via percorsa, non deve superare i 6 m/sec ...omissis... la velocità minima delle correnti di aria non deve essere inferiore a 10 cm/sec (0,1 m/s)
- D.Lgs 81/08 Allegato IV punto 1.9.1. Aerazione dei luoghi di lavoro chiusi  
Nei luoghi di lavoro chiusi, è necessario far sì che tenendo conto dei metodi di lavoro e degli sforzi fisici ai quali sono sottoposti i lavoratori, essi dispongano di aria salubre in quantità sufficiente anche ottenuta con impianti di areazione.

**LA VELOCITÀ MINIMA E LA VELOCITÀ MASSIMA GARANTITA SONO  
QUINDI QUELLE INDICATE DAL PROGETTISTA E IN CASO DI GALLERIE  
GRISUTOSE DAL TECNICO SPECIALISTA/RESPONSABILE DEL  
MONITORAGGIO (VEDI LINEA GUIDA GRISÙ)**



# Ventilatore e forza motrice di riserva

- DPR 320/556

## *Art. 35. Macchinario e forza motrice di riserva.*

Nei casi in cui la ventilazione artificiale sia attuata mediante un solo ventilatore, deve essere tenuto nel cantiere, in condizioni di essere immediatamente utilizzato, un secondo ventilatore di riserva.

Deve inoltre essere sempre disponibile una fonte di forza motrice di riserva per l'azionamento dei ventilatori, indipendente da quella normalmente utilizzata.

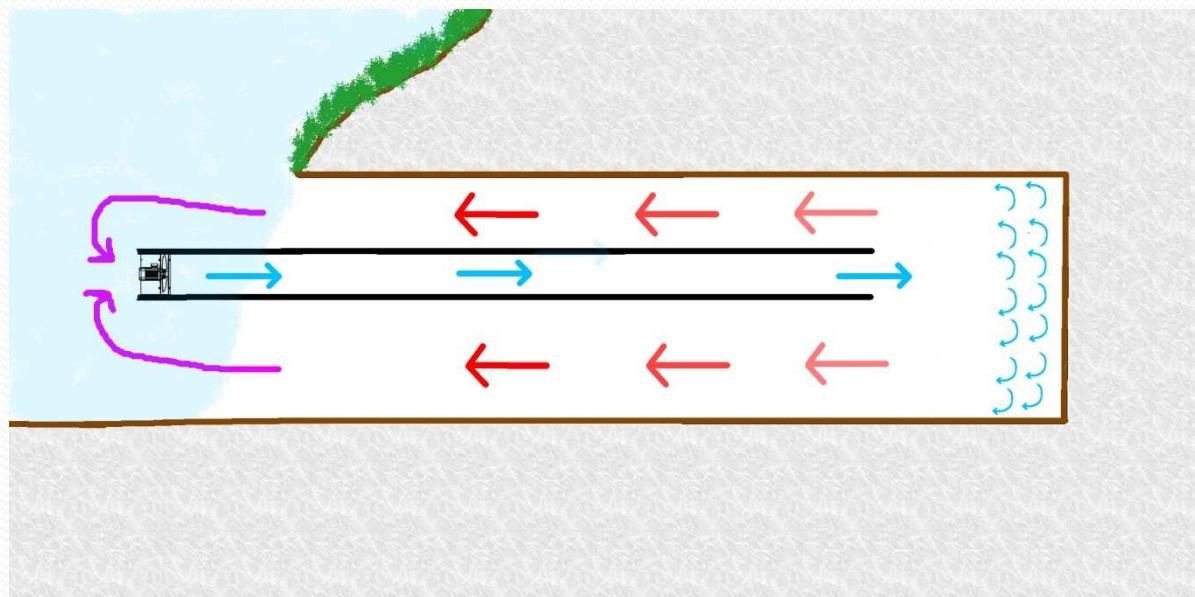


# Controlli in cantiere

- In fase di prima installazione
- In fase di esercizio

# Controlli in fase di prima installazione

- Posizione sezione di captazione aria all'esterno rispetto all'imbocco (Cortocircuitazione)



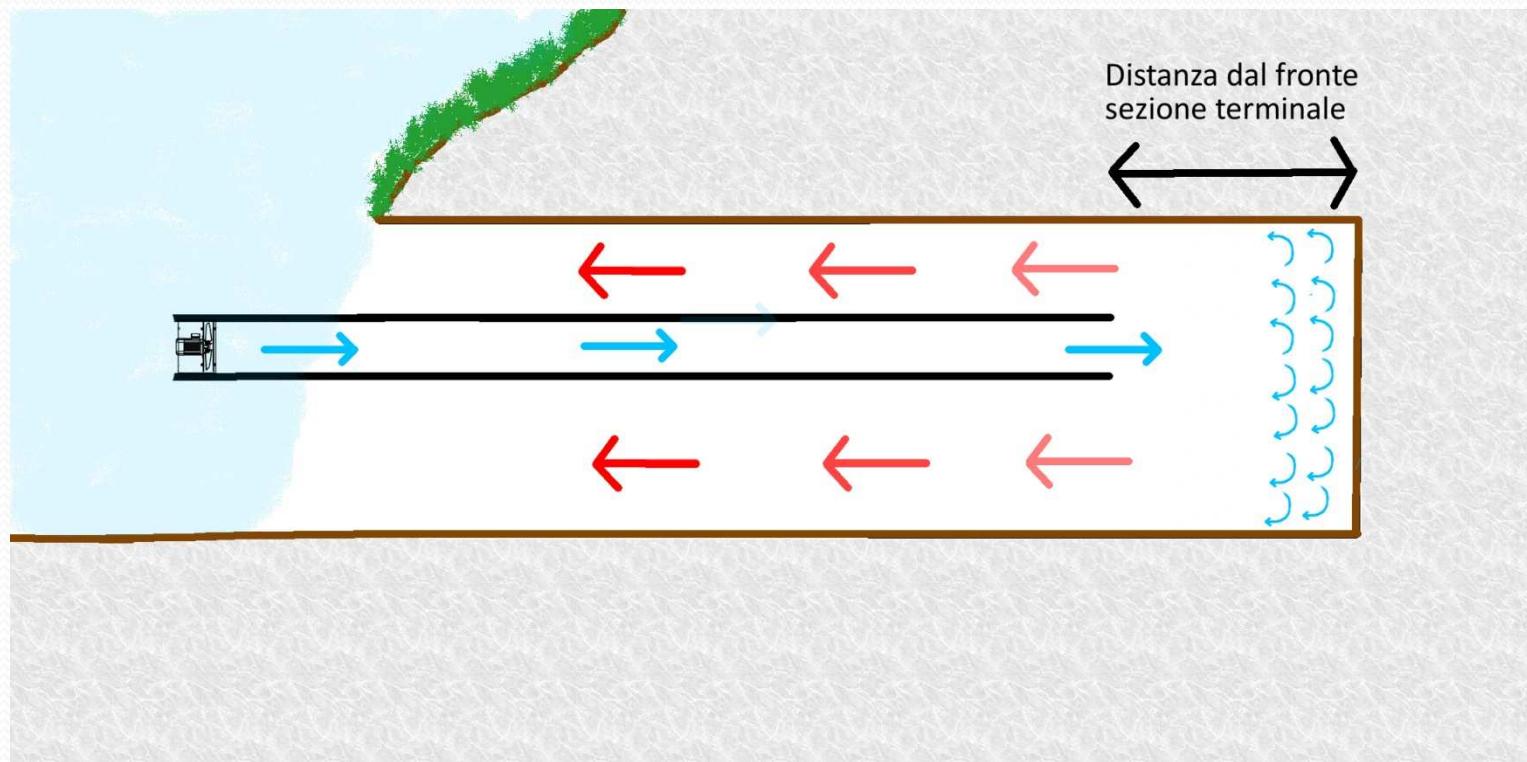
# Controlli in fase di prima installazione

- Cortocircuitazione: prova con fumogeni



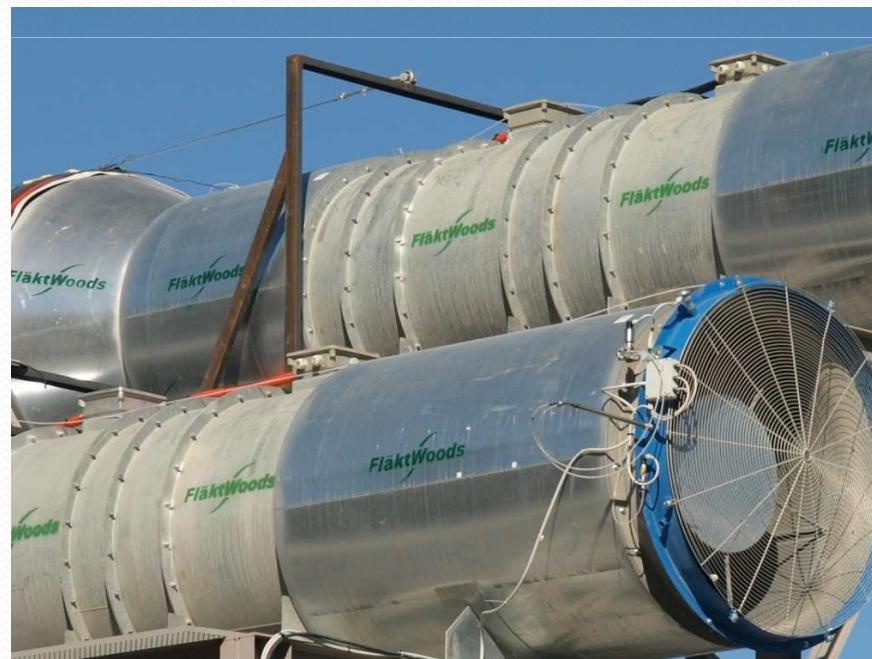
# Controlli in fase di prima installazione

- Controllo corrispondenza progetto su distanza sezione terminale dal fronte



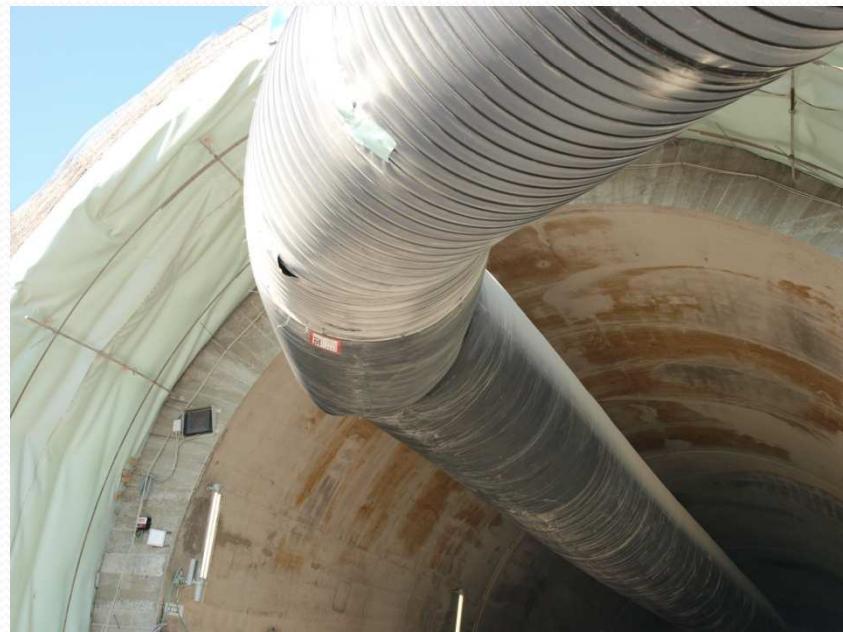
# Controlli in fase di prima installazione

- Installazione sensori (posizione: istruzioni del costruttore) e funzionamento del sistema di registrazione dati



# Controlli in fase di prima installazione

- Restringimenti, curve (perdite di carico, necessario installare curve rigide)



# Controlli in fase di esercizio

- Controlli nel box di registrazione:
  - Portata ingresso, portata uscita e prevalenza (primo indicatore di efficienza condotto di ventilazione o malfunzionamento/errata installazione dei sensori)
  - Valore portata in uscita
  - Funzionamento registrazione dati
  - Rapportini di cantiere collegati a dati anomali di registrazione (prolungamento linea, lavorazioni particolari, guasti)
- Controlli in galleria:
  - Misura velocità di riflusso (anemometro):
    - A potenza massima  $v \geq 0,5$  m/s (grisù)
    - Zone di ristagno o a ventilazione impedita,
  - Controllo integrità tubazione floscia e restringimenti/curve (perdite di carico concentrate)
  - Distanza sezione terminale dal fronte

# Lacerazioni

Esame visivo e uditivo della tubazione floscia per la ricerca di perdite dovute a lacerazioni della tubazione stessa





# Grazie per l'attenzione

Stefano Piredda

[s.piredda@ausl.bologna.it](mailto:s.piredda@ausl.bologna.it)