

# *10*

Nota interregionale “Controllo parametri di ventilazione”

## Servizio Sanitario Nazionale



REGIONE  
TOSCANA



Prot. n° 27963/PRC

Bologna, 10 luglio 2000

**AL RESPONSABILE DEL DIPARTIMENTO DI  
PREVENZIONE AZIENDA USL 10 DI FIRENZE**

**AI RESPONSABILI DEI DIPARTIMENTI DI  
SANITÀ PUBBLICA AZIENDE USL DI  
BOLOGNA SUD, CITTÀ DI BOLOGNA**

**AL MINISTERO DEL LAVORO**

**AL RESPONSABILE DEL DIPARTIMENTO  
TECNOLOGIE DI SICUREZZA  
ISPESL**

**AL DIRETTORE DELLA DIREZIONE  
REGIONALE DEL LAVORO EMILIA-ROMAGNA**

**AL DIRETTORE DELLA DIREZIONE  
REGIONALE DEL LAVORO TOSCANA**

**AI RESPONSABILI DELLE  
ORGANIZZAZIONI SINDACALI  
FILLEA-CGIL, FILCA-CISL, FENEAL-UIL**

**A TAV S.p.A.**

**AD ITALFERR S.p.A.**

**A CONDOTTE S.p.A.**

**A CONSORZIO CAVET**

**A CONSORZIO NECSO**

**Oggetto: sistema di ventilazione di tipo premente: controllo dei parametri di  
ventilazione della galleria**

L'art. 30 del DPR 320/56 "Respirabilità dell'aria ambiente negli scavi" stabilisce che:  
*"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"*.

E' compito dell'impianto di ventilazione garantire un apporto di aria fresca nei cantieri  
di lavoro in sotterraneo in modo da raggiungere diversi scopi:

- mantenere il tasso di ossigeno quanto più possibile prossimo al 21 %;
- diluire gli inquinanti aerodispersi (gas, vapori, polveri) mantenendone la concentrazione ad un livello igienisticamente accettabile;
- agire sul microclima ossia sul complesso di parametri ambientali (temperatura ed umidità) che condizionano gli scambi termici soggetto – ambiente. Occorre infatti tenere presente che, oltre all'aumento della temperatura della roccia, per gradiente geotermico, vi è un apporto termico non indifferente dai motori delle macchine operatrici durante il loro funzionamento.

Inoltre, nelle gallerie a rischio di invasione di grisù, la ventilazione rappresenta l'unico intervento attivo di sicurezza in grado di mantenere la concentrazione di grisù sotto i livelli di pericolosità quando le invasioni, per le caratteristiche di flusso, risultano controllabili. In questi casi, la ventilazione, associata ad una serie di misure di sicurezza passive (adottate sulle macchine operatrici, sugli impianti e sulle apparecchiature, ecc.), permette di realizzare condizioni di lavoro sicuro anche in gallerie a rischio di invasione di un gas infiammabile ed esplosivo quale è il grisù.

In ragione di quanto esposto, risulta evidente che l'efficacia della ventilazione è legata principalmente alla portata di aria fresca immessa in sottoterraneo: pertanto gli impianti di ventilazione devono essere dotati di sistema di controllo dei valori della portata.

Nelle gallerie di costruzione della linea ferroviaria ad Alta Velocità (galleria a fondo cieco) viene utilizzato il sistema a ventilazione premente.

Questa soluzione impiantistica prevede il prelievo di aria all'esterno della galleria e, tramite il sistema di ventilatori, il suo invio al fronte mediante una tubazione in materiale deformabile. Man mano che il fronte avanza la tubazione viene allungata aggiungendo nuovi segmenti di tubo. Dopo aver lambito il fronte, l'aria viene sospinta verso l'imbocco attraversando il cavo della galleria che si comporta come una vera e propria tubazione di riflusso.

Le modalità realizzative del sistema di controllo dei parametri di ventilazione negli impianti di ventilazione di tipo premente sono indicate nel documento allegato che è stato elaborato nell'ambito dei Gruppi interregionali Alta Velocità, Igiene e Rischio metano, costituiti da operatori dei servizi di Sicurezza del lavoro delle Aziende USL, da operatori delle Regioni interessate, con la collaborazione dell'Istituto di Scienze minerarie della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna e del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze.

Si invitano i servizi in indirizzo a fare applicare i provvedimenti in parola e le imprese interessate a dare seguito alle presenti indicazioni.

Si allega: "Sistema di ventilazione di tipo premente: controllo dei parametri di ventilazione della galleria".

**Regione Emilia Romagna**  
**Assessorato alla Sanità**  
**Servizio Prevenzione collettiva**  
**PAOLO TORI**

**Regione Toscana**  
**Dipartimento del Diritto alla salute**  
**e delle Politiche di solidarietà'**  
**Area Servizi di Prevenzione**  
**BRUNO CRAVEDI**

## **Sistema di ventilazione di tipo premente: controllo dei parametri di ventilazione della galleria**

### **Premessa**

Nella realizzazione di scavi in sotterraneo, il mantenimento di una qualità accettabile dell'aria è legato al corretto dimensionamento dell'impianto di ventilazione nonché alla sua realizzazione e conduzione.

I sistemi di ventilazione possono essere i più svariati. L'aria può essere distribuita attraverso condotti, pozzi, gallerie d'areazione, ecc. La ventilazione di una galleria a fondo cieco (ovvero di una galleria in fase di realizzazione) è realizzata mediante un circuito costituito da due tratti in serie percorsi dall'aria senza soluzione di continuità. Il primo tratto dall'imbocco al fronte, il secondo dal fronte all'imbocco. L'aria è forzata da uno o più ventilatori a percorrere il circuito ("ventilazione forzata").

I sistemi di ventilazione forzata possono essere:

- di tipo aspirante;
- di tipo premente;
- misti o combinati.

Nella ventilazione aspirante si ha l'allontanamento dal fronte dell'aria esausta all'interno di una tubazione. La depressione prodotta dal ventilatore aspirante posto in prossimità del fronte richiama l'aria salubre dall'esterno. Con questo sistema, l'aria percorre la galleria, arriva al fronte parzialmente inquinata, lo lambisce e viene quindi richiamata all'interno della tubazione attraverso la quale verrà rilasciata all'esterno. Il fronte che avanza deve essere costantemente seguito dall'aspiratore.

Nella ventilazione premente (o soffiante) il fronte è lambito da aria forzata proveniente direttamente dall'esterno attraverso una tubazione che termina in prossimità del fronte stesso. In riflusso (dal fronte all'imbocco) l'aria diluisce la concentrazione degli inquinanti aerodispersi e li trasporta verso l'esterno.

Nella ventilazione mista si uniscono i due sistemi sopra descritti. In tale caso occorre evitare i corti circuiti di aria contaminata assicurando una sufficiente sovrapposizione dei condotti di aspirazione e di mandata.

L'applicazione di un sistema rispetto ad un altro dipende dal metodo di realizzazione dell'opera e dalle condizioni locali.

Con ogni tipo di sistema, la portata d'aria deve essere dimensionata in modo tale che in tutta la galleria la concentrazione dei gas e delle polveri non pregiudichi la qualità dell'aria, sia in termini di igiene (concentrazione di inquinanti, umidità e temperatura) sia in termini di sicurezza (tenore di ossigeno, concentrazione di grisù).

La ventilazione è condizionata dalle caratteristiche idrauliche del circuito di ventilazione, costituito da galleria e condotto, ed in particolare dai valori delle resistenze

ripartite e concentrate, dalla pressione, dalla portata, dalla distanza della sezione terminale del tubo dal fronte di scavo in rapporto al diametro della galleria.

È compito del progettista, al fine di garantire condizioni ottimali di igiene del lavoro e di sicurezza, dimensionare l'impianto di ventilazione in funzione delle scelte tecniche di avanzamento del fronte, delle geometrie di cantiere, delle potenziali sorgenti di inquinanti nocivi o pericolosi. Ne deriva che il progetto deve esplicitare sia i criteri seguiti per il dimensionamento sia le norme di buona tecnica prese a riferimento.

Una volta verificata, in cantiere, la corretta realizzazione del progetto occorre, tramite indagini ambientali, valutare l'efficacia, nel suo complesso, del sistema adottato.

In particolare, per garantire il permanere di adeguate condizioni di igiene in sotterraneo e, nel caso di gallerie grisutose, di sicurezza del lavoro è necessario eseguire il controllo periodico dei parametri di ventilazione.

Il progetto di ventilazione deve quindi essere anche corredato di procedure gestionali riferite sia alle condizioni normali di esercizio, sia alle situazioni carenti rispetto a quelle di progetto, sia alle interruzioni della ventilazione.

### **Sistema di ventilazione premente**

Nei sistemi di ventilazione "premente" il getto d'aria, uscendo dalla tubazione, si allarga e rallenta miscelandosi all'aria presente in galleria. Nella zona del fronte si creano turbolenze fino ad una certa distanza oltre alla quale il movimento dell'aria scende a piccoli valori.

Grazie a questa miscelazione si garantisce la diluizione dell'aria inquinata e la sua asportazione.

I principali parametri che permettono di caratterizzare la ventilazione premente devono essere riferiti al flusso in mandata (velocità dell'aria all'inizio ed all'uscita del tubo di ventilazione, portata e pressione) ed al sistema di riflusso (velocità di riflusso, portata, concentrazione degli inquinanti).

In generale le misure dei parametri nella tubazione d'adduzione sono di più facile esecuzione ed esiste un'ampia bibliografia sul comportamento di un fluido in una tubazione di sezione circolare. Per conoscere il profilo della velocità nella sezione del tubo occorre determinare il regime di flusso. E' poi possibile correlare la velocità assiale con la velocità media del condotto. Diagrammi sperimentali permettono infine di correlare le misure di velocità con la portata della tubazione.

Maggiori difficoltà ed incertezze esistono nel valutare i parametri di riflusso; in generale non si tratta di problemi legati alla misura ma alla rappresentatività dei valori misurati in relazione all'ambiente in cui si effettuano le misure. Infatti la sezione del cavo ha un profilo che muta, da progressiva a progressiva, in relazione alle tecniche di scavo (diverso grado di avanzamento del rivestimento definitivo), alla presenza di numerosi ostacoli fissi (carro di impermeabilizzazione, cassaforma del getto definitivo, murette, arco rovescio) e mobili (automezzi in sosta o circolanti). Tale variabilità delle condizioni locali si traduce in una variabilità della distribuzione e dell'importanza locale delle resistenze concentrate con conseguente formazione di turbolenze del moto dell'aria e di zone di stagnazione.

In ragione di quanto sopra esposto il controllo dei parametri di ventilazione deve essere effettuato mediante la misura del valore di portata nel condotto premente, in quanto, nelle ipotesi di applicabilità dell'equazione di continuità e di moto in regime stazionario, è possibile determinare da tale misura la portata di riflusso.

Occorre inoltre misurare la prevalenza che è un indice dell'efficienza del sistema.

A seguire si riportano i parametri da misurare ritenuti indispensabili per una corretta gestione del circuito in tutte le gallerie indipendentemente dalla classe assegnata in relazione al rischio grisù.

L'impiantistica e gli strumenti di misura e di registrazione devono avere caratteristiche congruenti con i requisiti di sicurezza richiesti dalla classificazione della galleria in relazione al rischio grisù.

### **1) Misura della portata d'aria**

Deve essere eseguita nella tubazione premente, almeno, in due punti: immediatamente a valle dei ventilatori ed in prossimità della sezione terminale del condotto. I valori di portata misurati devono essere costantemente rilevabili (ad esempio tramite un display, ecc.) presso il quadro di comando del sistema di ventilazione.

La differenza dei valori misurati, in assenza di spillamenti programmati, è un indice delle perdite accidentali di portata dovute alla mancanza di tenuta o a rotture della tubazione. La conoscenza di tali valori permette di eseguire con tempestività gli interventi di manutenzione.

Qualora siano effettuati spillamenti (ad esempio per la ventilazione del cassero per il getto del rivestimento definitivo) è opportuno misurare la portata anche a monte dello spillamento.

### **2) Registrazione dei valori di portata**

Il sistema di misura della portata in mandata sopra descritto deve essere collegato con un sistema di registrazione automatica e continua dei dati.

La registrazione dei valori di portata costituisce un elemento qualificante della corretta gestione della ventilazione.

Nelle gallerie grisutose o sospettate di essere a rischio d'invasione di grisù (classi 2, 1c e 1b), il sistema di registrazione dei valori di portata, consente la gestione della ventilazione e permette di correlare, in caso di invasione di grisù, la concentrazione di gas ambientale con la portata d'aria immessa. In dette gallerie, infatti, è installato un sistema per il monitoraggio continuo del gas dotato di registrazione dei dati per seguire l'evoluzione del fenomeno di emissione grisutosa. Registrando anche la portata è possibile correlare l'emissione all'azione di diluizione del sistema di ventilazione e quindi determinare la quantità di grisù emessa. Questo dato costituisce un elemento fondamentale del sistema di gestione delle gallerie grisutose (modello di emissione e misure di sicurezza correlate).

### **3) Misura della prevalenza**

Deve essere eseguita nella tubazione premente immediatamente a valle dei ventilatori.

### **4) Registrazione dei valori di prevalenza**

Il sistema di misura della prevalenza sopra descritto deve essere collegato con un sistema di registrazione automatica dei dati.

### **5) Misure puntuali della velocità di riflusso in galleria**

Tenendo conto che uno stesso valore di portata può determinare diversi profili di velocità in galleria in funzione della geometria dello scavo e degli ostacoli presenti, occorre integrare il controllo della portata con misure puntuali della velocità di riflusso in galleria. Dette misure devono essere effettuate con strumentazione manuale al fine di verificare l'efficacia della ventilazione che si instaura effettivamente nelle postazioni di lavoro e devono essere riportati in apposito registro.