



SCUOLA PROVINCIALE ANTINCENDI
PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



LINEA GUIDA
PER LA VENTILAZIONE IN INTERVENTI A
SUPPORTO DEL PERSONALE SANITARIO

versione
2020-05-07

Ventilazione in interventi a supporto del personale sanitario

PREMESSA

A seguito della promulgazione delle *Linee guida per la gestione dell'emergenza COVID-19 per i corpi vigili del fuoco permanente e volontari della Provincia Autonoma di Trento* protocollo n. 216439 del 20/04/2020ⁱ si è rende necessario dare delle indicazioni di massima su come effettuare l'idoneo ricambio d'aria degli ambienti dove vi è la presenza di pazienti affetti da Covid-19.

1. Importanza del ricambio d'aria

In ambienti dove hanno soggiornato pazienti affetti da Covid 19 è opportuno garantire un idoneo ricambio d'aria verso spazio aperto esterno mediante ventilazione.

È risaputo che la trasmissione del virus avviene quasi esclusivamente attraverso il contatto stretto con una persona malata o con un portatore sano del virus oppure dal contatto diretto di due persone: una già infetta e l'altra che lo diventa portando la propria mano a contatto con la bocca, il naso e gli occhi (favorendo così l'ingresso del virus nell'organismo).

Molto meno, invece, si sa del rischio di contagio in un ambiente chiuso. Uno starnuto libera nell'aria fino a 2 milioni di goccioline, un colpo di tosse all'incirca 1 milione e il solo parlare a voce alta quasi 3.000.

La diffusione dovuta alla persistenza nell'aria appare pertanto di cruciale importanza. Diversi studi hanno inoltre dimostrato che la trasmissione aerosolica può essere addirittura dominante all'interno delle abitazioni nelle epidemie influenzali. Da questa consapevolezza sono nate le indicazioni dell'Istituto Superiore di Sanità che puntano a garantire un buon ricambio d'aria in tutti gli ambienti semplicemente aprendo regolarmente le finestre.ⁱⁱ

In uno studio del 2019 sulla diffusione dell'influenza stagionale si evidenzia che: "I risultati suggeriscono che il miglioramento della ventilazione negli ambienti ad alta densità rappresentano una strategia importante e facilmente implementabile ad integrazione degli sforzi di vaccinazione per un controllo efficace della diffusione dell'influenza. Dato che non vi sono evidenze che un aumento della ventilazione abbia effetti collaterali negativi e che vi siano numerose malattie infettive trasmesse interamente o parzialmente tramite aerosol (ad esempio la Tuberculosis), i risultati qui forniti forniscono un ulteriore argomento a conferma delle raccomandazioni di salute pubblica per buona ventilazione".ⁱⁱⁱ

2. Obiettivi del ricambio dell'aria

La motivazione principale nell'effettuare il ricambio d'aria è quella di ridurre quanto più possibile la possibile carica virale in aria per consentire una permanenza più sicura alle squadre in intervento durante le operazioni di soccorso.

Inoltre, al termine dell'intervento in assistenza, è opportuno "bonificare" l'aria dell'ambiente contaminato ambiente.

Il Responsabile delle Operazioni di Soccorso (ROS) deve aver chiaro quale è l'obiettivo principale.

3. Come effettuare il ricambio dell'aria

Per prima cosa è importante ricordare che per accedere all'interno degli ambienti in presenza di persona con presunta o conclamata infezione da COVID-19 la dotazione di DPI minima deve essere:

- Camice impermeabile o tuta almeno categoria 3 tipo 5,
- Mascherine almeno FFP2 o con protezione equivalente,
- Occhiali protettivi o visiera abbassata,
- Guanti in lattice o nitrile (due paia).

Al fine di cambiare l'aria all'interno dei locali si possono mettere in campo diverse azioni e/o tecniche. Tutte quante differiscono per efficacia, praticabilità, impatto sugli occupanti e complessità dell'azione. Il processo decisionale di quale di queste azioni debba essere intrapresa deve necessariamente tenere in considerazione questi aspetti. Le azioni sottoelencate sono **disposte in ordine di priorità di scelta**:

- A. Ventilazione naturale a circuito chiuso e aperto;
- B. Ventilazione meccanica a depressione;
- C. Ventilazione meccanica a pressione positiva;
- D. Ventilazione idraulica.

A. Ventilazione naturale

La ventilazione naturale sfrutta gli scambi d'aria che si innescano naturalmente tra gli ambienti interni ed esterni, per differenze di temperatura e pressione. La ventilazione naturale può essere suddivisa in circuito chiuso e circuito aperto. Nel circuito chiuso il flusso d'aria interessa l'ambiente d'origine e l'esterno dell'edificio (ambiente contaminato → esterno). Nel circuito aperto vi è la necessità di collegare la zona contaminata con ambienti diversi con degli spazi comuni interni dell'edificio come atri, vano scale, etc. e successivamente l'esterno dell'edificio (vano scale → ambiente contaminato → esterno).

Solo in caso di comprovata inefficacia dell'azione di ventilazione in circuito chiuso adottare sistemi a circuito aperto.

Nel caso si debba per cause di forza maggiore optare per una ventilazione naturale a circuito aperto preventivamente assicurarsi che il flusso d'aria si muova esclusivamente nel verso pulito → contaminato → esterno.

La durata della ventilazione va commisurata alla grandezza dei locali, alla temperatura esterna, la presenza di vento incidente e alla possibilità di creare un flusso d'aria.

Gli scambi d'aria tra ambienti interni ed esterni dipendono da alcuni principi fisici che determinano il movimento di masse d'aria.

Ventilazione indotta dal vento. Questo tipo di ventilazione è la più semplice ed è quella che si sfrutta mediante l'apertura di porte e finestre. Il vento che agisce su una parete provoca un incremento di pressione, creando un differenziale rispetto alla pressione che si determina sul lato interno della facciata. L'aria che viene trasportata dipende dalla pressione del vento, dalla sua velocità, dalla dimensione delle aperture e dal loro posizionamento. Il funzionamento sarà tanto più efficace tanto più il vento sarà perpendicolare alle aperture. La forma e le altezze delle aperture influenzerà i moti dell'aria all'interno dell'edificio.

Effetto camino. L'effetto camino è il fenomeno per cui una massa di aria più calda e meno densa – quindi leggera – tenda a salire e richiamare verso il basso aria più fredda. Maggiore è la differenza di temperatura, maggiore sarà la velocità del movimento di aria. Nel caso di un edificio, il fenomeno può dipendere dalla presenza di ambienti meno caldi e non soleggiati ai piani inferiori o da carichi termici localizzati; per funzionare inoltre dovrà essere presente un "condotto verticale" della giusta altezza (per esempio il vano scale). Per questi motivi lo sviluppo in altezza di un edificio ne favorisce il meccanismo.

Vantaggi:

- Semplice e rapida da mettere in pratica;
- Non necessita alcun materiale specifico;
- Molto efficace in caso di vento forte favorevole.

Svantaggi:

- Può andare nella direzione contraria rispetto a quanto auspicato dalla squadra d'intervento;
- Può richiedere molto tempo per completare l'operazione;
- Inapplicabile se il vento non soffia nella direzione giusta.

Indicazione operative

È importante che il ROS individui come sono disposte le aperture e riconosca le zone sopravento e sottovento, ovvero dove il flusso colpisce l'edificio e dove invece lo abbandona. Per questo aspetto la conoscenza del territorio diviene un punto di forza delle squadre in intervento. Conoscere la direzione dei venti dominanti sulla base della stagione e del momento della giornata consente di realizzare una valutazione rapida ed efficace non appena giunti in posto.

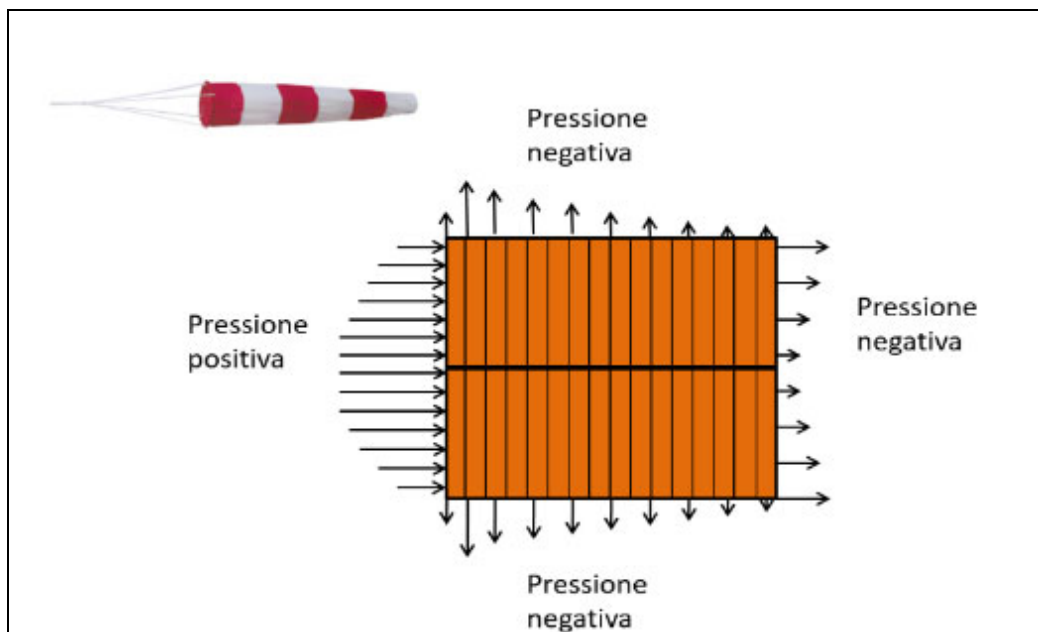


Figura 1 effetto del vento su di un edificio.^{iv}

Per informazione, la forza del vento si misura secondo una scala empirica detta “scala di Beaufort” suddivisa in 12 gradi (indicati col simbolo Bft) (vedi tabella 1 seguente).

Scala Beaufort	Velocità (Km/h)	Descrizione	Condizioni ambientali
0	0-1	Calma	Il fumo ascende verticalmente;
1	1-5	Bava di vento	Il vento devia il fumo;
2	6-11	Brezza leggera	Le foglie si muovono;
3	12-19	Brezza	Foglie e rametti costantemente agitati;
4	20-28	Brezza vivace	Il vento solleva polvere, foglie secche, i rami sono agitati;
5	29-38	Brezza tesa	Oscillano gli arbusti con foglie;
6	39-49	Vento fresco	Grandi rami agitati, sibili tra i fili telegrafici;
7	50-61	Vento forte	Interi alberi agitati, difficoltà a camminare contro vento;
8	62-74	Burrasca moderata	Il vento spezza i rami.

Tabella 1 Scala di Beaufort

Nelle sottostanti immagini vi sono delle indicazioni di massima del tempo necessario per un ricambio d'aria completo prendendo in esame alcune variabili come il periodo dell'anno e la tipologia di apertura che è possibile realizzare.^v

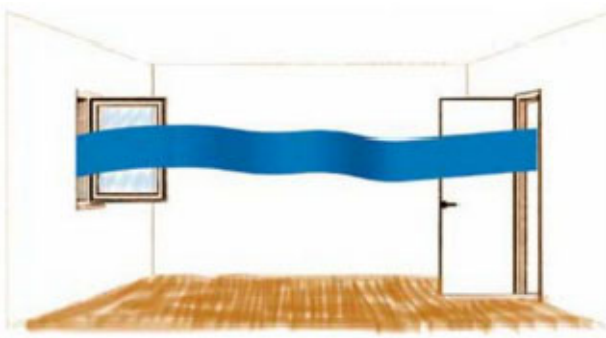


Figura 2 apertura a battente con corrente d'aria. Inverno 2-4 minuti. Estate 12-20 minuti.

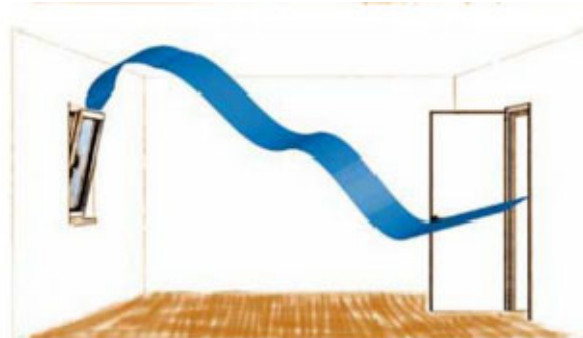


Figura 3 Apertura a ribalta con corrente d'aria. Inverno 4-6 minuti. Estate 25-30 minuti.

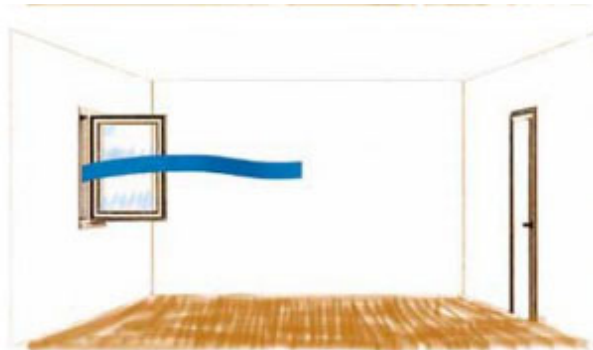


Figura 4 Apertura a battente senza corrente d'aria. Inverno 4-6 minuti. Estate 25-30 minuti

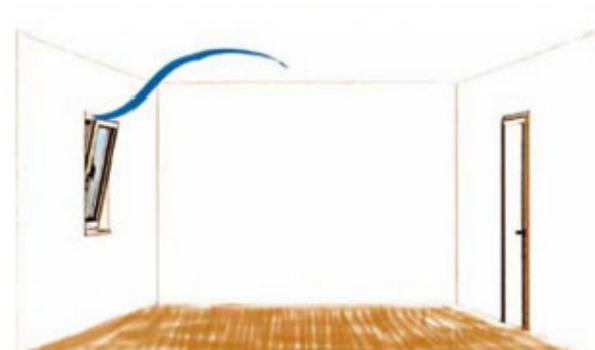


Figura 5. Apertura a ribalta senza corrente d'aria 30-75 minuti. Estate 3-6 ore.

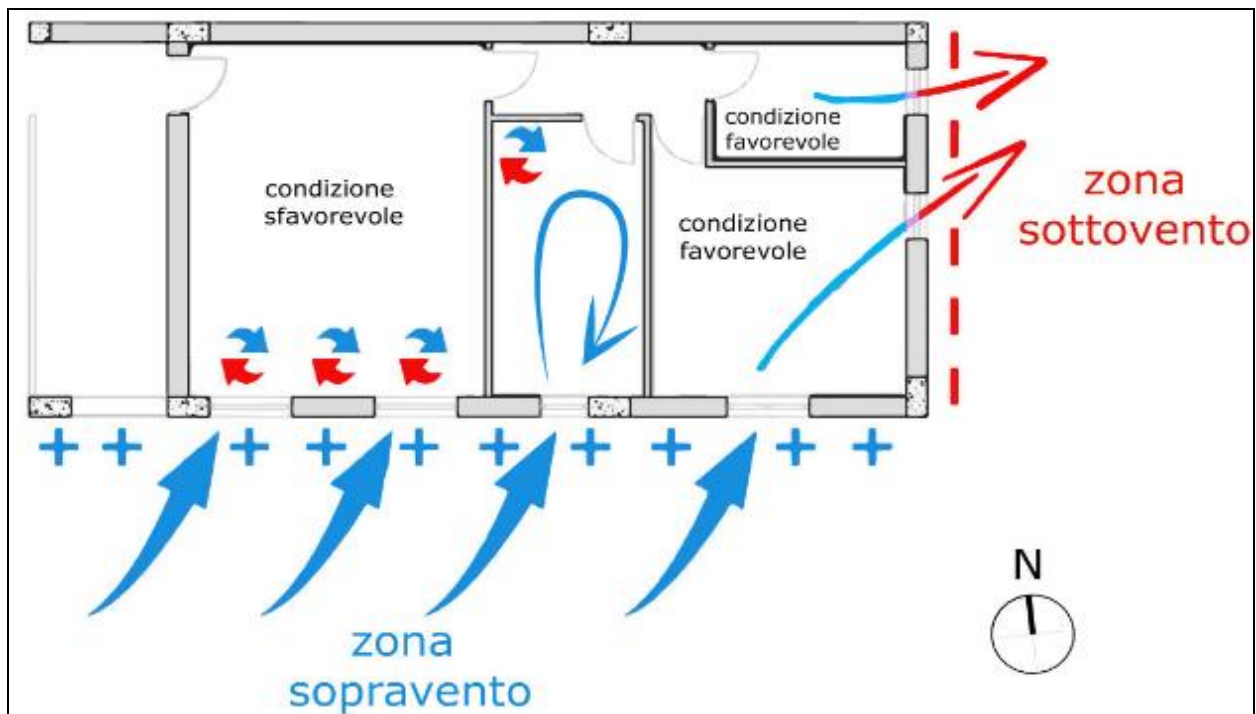


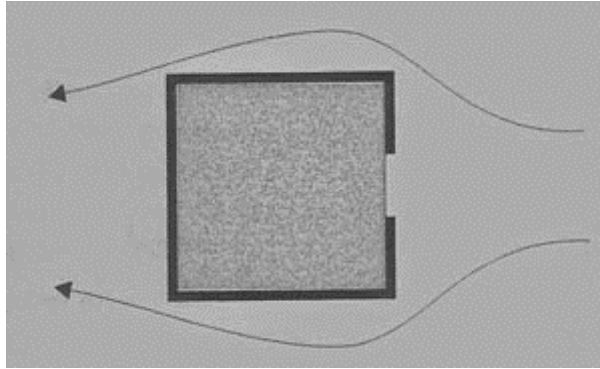
Figura 6 aperture sopra o sottovento^{vi}

Da quanto sopra si evince che una ventilazione per essere efficace e quindi ridurre al minimo il tempo di permanenza nei locali del personale, deve necessariamente prevedere un differenziale di pressione che favorisca il flusso d'aria da un punto di prelievo (zona a pressione più elevata) a uno di scarico (zona a pressione inferiore).

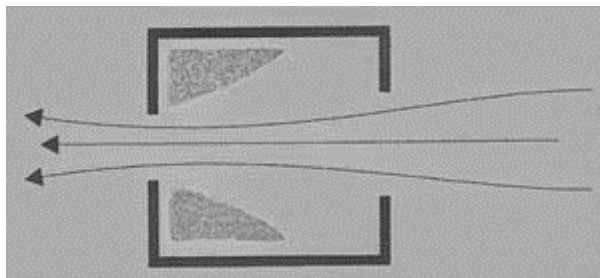
Normalmente conviene aprire almeno due aperture in muri perpendicolari fra essi o su pareti localizzate su lati opposti dell'appartamento: ciò aiuterà l'innescare del flusso di ventilazione.

Nel caso non sia possibile aprire delle finestre su lati diversi dell'edificio è consigliabile differenziare la dimensione delle aperture tra loro, per esempio una porta assieme ad una finestra. Infatti, il vento è comunque caratterizzato da una componente turbolenta, quindi agisce in maniera non uniforme su di esse e ciò, assieme alla differente superficie di spinta, innesca la ventilazione, seppure moderata rispetto al caso di aperture su pareti differenti.

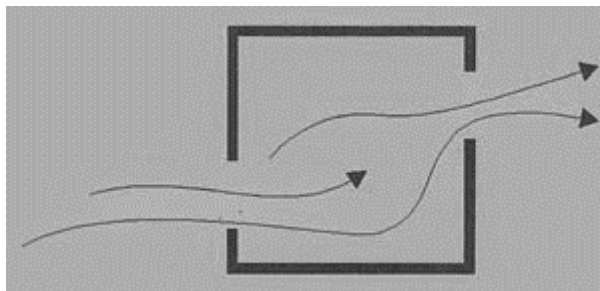
Si evidenzia come la disposizione e la grandezza delle aperture siano molto importanti per il ricambio dell'aria. Per una corretta ventilazione degli ambienti interni bisogna valutare bene la disposizione delle aperture apertura di entrata e uscita dell'aria, come si evince dalla figura 7 sottostante: ^{vii}



Una sola apertura posta sul lato sopravvento genera una ventilazione scarsa o nulla all'interno dell'ambiente.



In questa configurazione si nota come nelle zone d'angolo permangano accumuli non rimossi di aria viziata.



Due aperture asimmetriche su pareti opposte generano una migliore distribuzione dell'aria.

Figura 7. Influenza della disposizione delle finestre

Volendo invece sfruttare i moti ascensionali favoriti dall'**effetto camino** è importante tenere in considerazione che al fine di innescare una corrente d'aria è necessario creare due aperture. Il rapporto teorico tra la superficie dell'apertura di spinta (ingresso) e la superficie dell'apertura di uscita deve essere compresa tra 2 e 1 (vedi Figura 8).

Esempio: per un'apertura di ingresso di 2 mq (porta classica), l'uscita deve avere una superficie di circa 1 mq (una finestra).

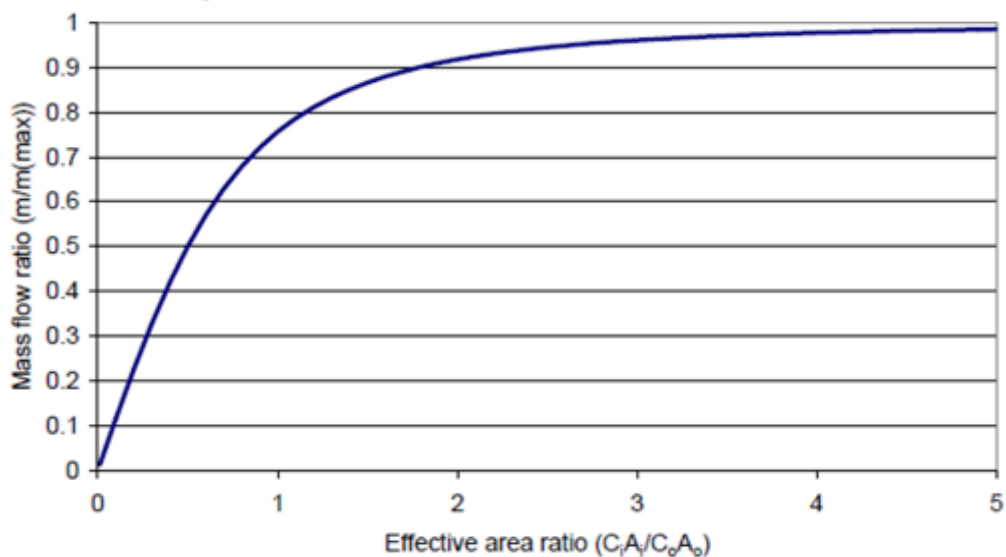


Figura 8 Efficienza di ventilazione in funzione del rapporto teorico tra la superficie dell'apertura di spinta (ingresso) e la superficie dell'apertura di uscita (Karel Lambert)

B. Ventilazione meccanica a depressione

I vigili del fuoco hanno competenze e capacità tecniche per innescare un flusso d'aria qualora non possa essere garantita la ventilazione naturale a causa dalle condizioni meteo o del layout dell'edificio. La Ventilazione meccanica o forzata consiste nell'impiego di un mezzo meccanico di ventilazione.

La ventilazione meccanica a depressione consiste nel porre il locale dove si vuole effettuare il ricambio d'aria ad una pressione inferiore rispetto al punto di scarico. La si realizza aspirando l'aria presente all'interno dei locali e rigettandola all'esterno.

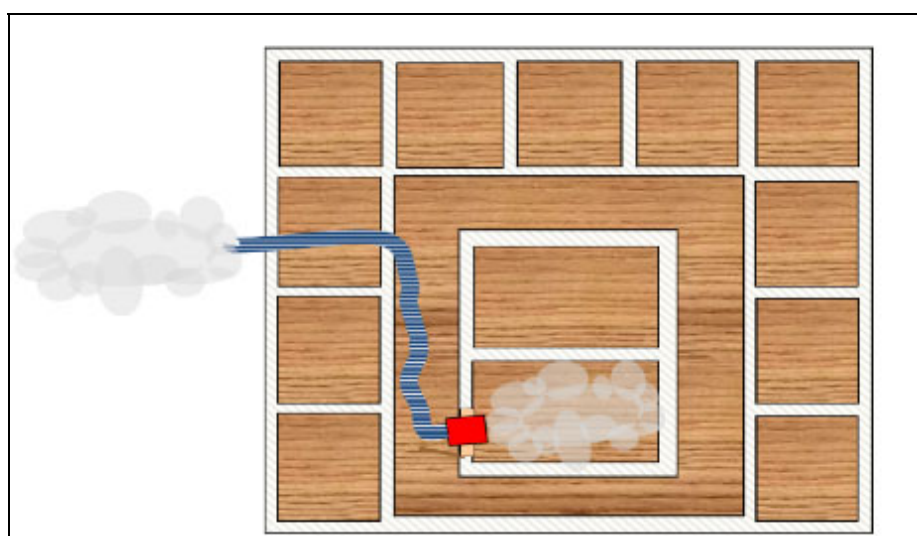


Figura 9 ventilazione per depressione

Vantaggi:

- Il percorso del flusso d'aria è certo e prestabilito;
- Può essere modulata in funzione delle necessità dell'intervento;

Svantaggi:

- L'attrezzatura necessaria è ingombrante. Prima di metterla in atto si deve necessariamente considerare l'impatto sulla situazione;
- L'attrezzatura non è molto diffusa.

C. Ventilazione meccanica a pressione positiva

Consiste nell'inviare dell'aria all'interno di un volume. Si parla di messa in "sovrappressione", da cui è stato preso il nome di Ventilazione per Pressione Positiva. Quest'aria può essere soffiata direttamente nel locale o dalla porta di ingresso dell'immobile.

Vista la particolarità della ventilazione per la bonifica di ambienti in interventi a supporto del personale sanitario (non si è in presenza di un incendio) non è possibile utilizzare ventilatori a motore a scoppio. Il monossido di carbonio prodotto dalla combustione del motore verrebbe in parte trascinato dal flusso d'aria andando a pervadere tutti gli ambienti attraversati dal flusso d'aria. Inoltre, anche il rumore generato potrebbe arrecare disturbo al paziente e alle persone coinvolte nelle operazioni.

È consigliabile pertanto l'utilizzo di ventilatori elettrici. Essendo i ventilatori elettrici tendenzialmente meno prestanti di quelli a combustione interna è ipotizzabile utilizzarne due in serie, per il rilancio del flusso d'aria.

Vantaggi:

- Può essere modulata in funzione delle necessità dell'intervento;
- Può contrastare un vento debole.

Svantaggi:

- Se si mette in sovra pressione un ambiente prima dell'apertura di scarico, l'aria presente nel locale potrebbe fluire in zone che invece si vorrebbero mantenere isolate;
- Necessità della giusta attrezzatura (ventilatore, gruppo elettrogeno, prolunghe a meno di non avere in dotazione ventilatori a batteria);
- Necessita di personale formato. Tutti gli operatori devono agire in maniera coordinata.

Al contrario della ventilazione naturale, ora il rapporto teorico tra la superficie dell'apertura di spinta (ingresso) e la superficie dell'apertura di uscita si inverte: il rapporto ottimale è di 1:2 (l'entrata è inferiore all'uscita). Questa aiuta a ridurre i tempi di permanenza in posto con conseguente riduzione del disagio agli occupanti (area ingresso minore di area uscita).

Esempio: per un'apertura di ingresso di 2 mq (porta classica), l'uscita deve avere una superficie compresa tra 3 mq e 4 mq (come ad es. 3 o 4 finestre).

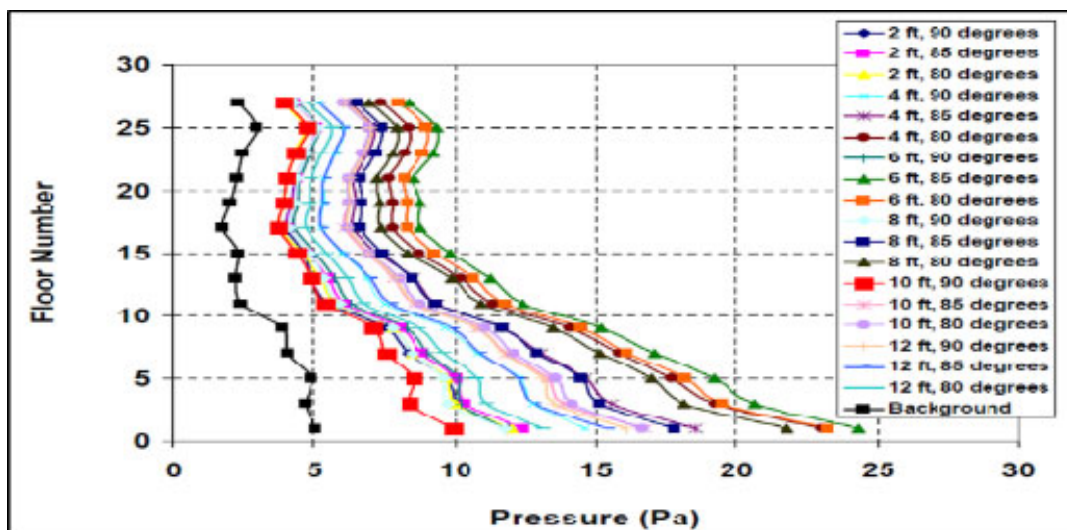


Figura 10 Pressurizzazione di un vanoscala di 28 piani data da un motoventilatore di 0,5 m di diametro. Studio effettuato dal NIST^{viii}

Nella Figura 10 vengono comparati diversi parametri riferiti allo stesso ventilatore. Le variabili sono riferite alla distanza dall'entrata (1ft è poco più di 30cm) e l'angolo della ventola rispetto al terreno. Da quanto evidenziato sopra si evince che posizionando il ventilatore ad una distanza di circa 1,8 metri (6 piedi) con un angolo di 85° si ottiene la pressurizzazione maggiore (linea verde con triangoli).

Un altro dato che è ricavabile è che la sovrappressione che si riesce a creare è molto leggera: al 5° piano nelle condizioni migliori vi sono 18 Pascal. Essendo 1 Pascal pari a un centomillesimo di bar, una pressione bassissima, 18 Pa equivalgono a circa un cinquemillesimo della pressione atmosferica a livello del mare.

D. Ventilazione idraulica

NOTA. Questa ventilazione è da usare con estrema cautela e solo qualora sia assolutamente impossibile ventilare il locale in maniera naturale o forzata! Bisogna infatti tenere in considerazione che questa tecnica seppur molto efficace è alquanto invasiva in un ambiente non interessato da un incendio.

La ventilazione idraulica si esegue sfruttando l'effetto Venturi creato da una lancia aperta. Il principio di funzionamento sfrutta l'effetto di trascinamento dell'aria indotta dal passaggio dell'acqua in uscita da una lancia a getto variabile (lancia DMR).

Per ridurre il disagio ed i possibili danni da acqua (gocciolamento e perdite localizzate da raccordi) se possibile optare di far salire la mandata dall'esterno dell'edificio.



Figura 11 Recupero di una mandata dall'esterno^{ix}

Vantaggi:

- Non richiede dotazioni specifiche essendo sufficiente disporre di una semplice lancia DMR;
- Riesce a contrastare un vento contrario fino ad un valore di 4 / 5 sulla scala di Beaufort;
- Estremamente efficace in termini di spostamento di volumi d'aria.

Svantaggi:

- Potenziali danni da acqua;
- Gelo in inverno;
- Mette l'operatore direttamente all'interno del flusso d'aria potenzialmente contaminato;

Come realizzare una ventilazione idraulica^x:

- Individuare una finestra dalla quale si possa gettare acqua verso l'esterno;
- Posizionarsi ad una distanza compresa tra 1 e 2 metri di fronte alla finestra spostandosi di circa un metro di lato;
- Accovacciarsi a terra. Accovacciandosi a terra e mettendosi leggermente di lato si evita di essere all'interno del flusso d'aria. Questo riduce le possibili perdite di carico e ancor più importante evita di porre l'operatore dove è potenzialmente maggiore la contaminazione;
- Aprire la lancia a getto pieno e settare la portata a circa 150-300 lpm;
- Gradualmente aprire il cono del getto facendo attenzione che la rosa rimanga all'interno dell'intelaiatura della finestra. Prestare attenzione al fatto che l'acqua deve uscire tutta all'esterno. È preferibile ridurre l'efficacia avvicinandosi al margine della finestra e stringendo il cono piuttosto che creare ulteriori problemi agli occupanti bagnando il pavimento o peggio danni da acqua.

Quest'operazione può essere realizzata sia con la MP che con L'AP. In caso di alta pressione la portata potrà essere inferiore a quanto indicato sopra.

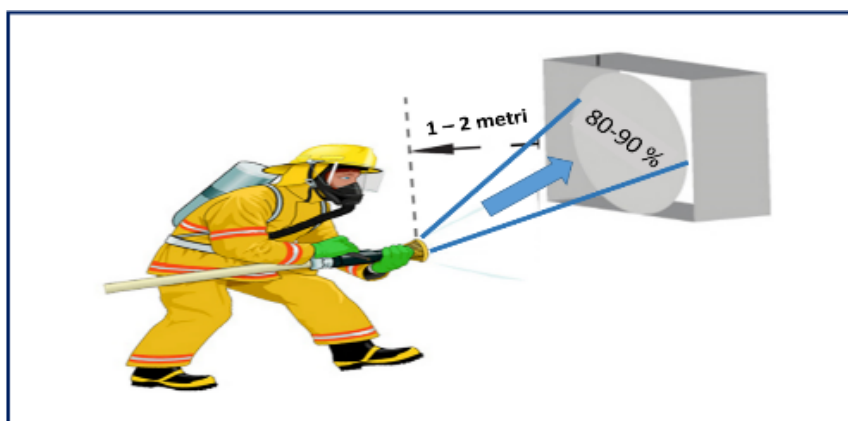


Figura 12 ventilazione idraulica

4. Considerazioni su impianti di ventilazione centralizzati degli edifici

In riferimento all'utilità dell'attivazione di sistemi di condizionamento o di ricambio dell'aria le informazioni sono al momento contrastanti. Vi sono ricerche che evidenziano come in almeno un caso il virus si sia diffuso grazie al flusso d'aria propagato da un impianto centralizzato di condizionamento. Altri invece suggeriscono di aumentare il tempo e la velocità di utilizzo di sistemi meccanici per il ricambio dell'aria. Alla luce di quanto riscontrato sembra di poter affermare che gli impianti centralizzati sono utili nell'ottica di incrementare il ricambio dell'aria a scopo preventivo mentre sussistono dei dubbi in caso di certa o sospetta presenza di contaminazione.

In caso di intervento se vi è la certezza che l'impianto non stia operando in modalità ricircolo può essere una risorsa la sua attivazione, quando possibile.

Nel caso di intervento presso edifici pubblici quali Ospedali o RSA, qualora sia possibile, è opportuno contattare il gestore della struttura per sincerarsi di come è gestito l'impianto. Normalmente però in queste strutture la gestione dell'ambiente interno ottempera già alle indicazioni inerenti le procedure anticontagio.

Si informa infine che, trattandosi di un argomento molto specifico e complesso, è stato istituito un Tavolo tecnico-sanitario sui "sistemi di ventilazione e climatizzazione" fra vari Dipartimenti della P.A.T., APSS, Università e Ordini professionali, i cui obiettivi sono lo studio della correlazione tra il funzionamento degli impianti di ventilazione/climatizzazione e il virus SARS-CoV2 e la redazione delle conseguenti raccomandazioni gestionali.

5. Considerazioni finali

In caso di interventi in supporto al personale sanitario in ambienti con sospetta o certa presenza di occupanti contaminati procedere ad effettuare un ricambio d'aria degli ambienti stessi. Se le condizioni lo consentono, procedere contestualmente alle operazioni di soccorso ad arieggiare i locali. Al termine delle operazioni di soccorso provvedere a completare il ricambio d'aria degli ambienti coinvolti.

Compatibilmente con la situazione contingente, privilegiare la ventilazione naturale a circuito chiuso. Nel caso non fosse efficace, passare alla ventilazione naturale a circuito aperto. In caso di accertata inefficacia anche di quest'ultima passare alle altre tecniche seguendo la sequenza descritta al punto 3.

Durante le normali operazioni di ventilazione in caso d'incendio, la validità della ventilazione è facilmente quantificabile dalla quantità di fumo in uscita dai locali e dall'incremento di visibilità all'interno di degli stessi. Nelle operazioni che sono proprie di questo documento, non essendovi fumo visibile, è molto più difficile capire se si è efficaci o meno. Può essere d'aiuto posizionare dei piccoli pezzi di nastro da transennamento (Il nastro bianco e rosso) sugli stipiti delle porte o delle finestre per avere un indicatore visivo dell'effettivo passaggio d'aria. Maggiore è il loro movimento maggiore sarà il flusso d'aria.

Il differenziale di pressione raggiungibile è limitato ad alcuni Pascal. È quindi importante mantenere i passaggi d'aria sgombri da possibili ostacoli. Il personale all'interno deve evitare di posizionarsi al centro delle porte. Bisogna tenere in considerazione che l'aria, come tutti i fluidi, è soggetta a perdite di carico in funzione della portata e della velocità del flusso. In aggiunta vi è l'aggravante che oltre alla perdita di pressione vi è anche dispersione di volume d'aria.

Se si vuole creare un flusso d'aria con un ventilatore in un vano scale per arieggiare un appartamento è importante accertarsi che tutte le aperture del vano scale (eccetto quella dove è posizionato il ventilatore e la porta del locale da ventilare) siano chiuse. Come ordine di grandezza, si tenga presente che l'aria prodotta da un ventilatore impiega all'incirca 10-15 secondi per salire di un piano.

Prestare particolare attenzione alla pulizia dei ventilatori. Bisogna utilizzare apparecchi puliti al fine di non disperdere residui della combustione all'interno di ambienti "puliti". Al termine delle operazioni pulire le apparecchiature che sono state interessate da flussi d'aria potenzialmente contaminata (aspira fumo e ventilatori posti a rilancio all'interno).

SCUOLA PROVINCIALE ANTINCENDI DELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
CON LA COLLABORAZIONE DI LUCA PARISI DEL CORPO PERMANENTE DEI VVF DI TRENTO

ⁱ Linee guida per la gestione dell'emergenza covid-19 per i corpi dei vigili del fuoco permanente e volontari della provincia autonoma di Trento

ⁱⁱ <https://www.fondazioneveronesi.it/>

ⁱⁱⁱ Assessing the Dynamics and Control of Droplet- and Aerosol-Transmitted Influenza Using an Indoor Positioning System

<https://www.nature.com/articles/s41598-020-62682-9>

^{iv} Stefan Svensson, Fire Ventilation SRSA Sweden;

^v IBN – Institut Für Baubiologie+Ökologie Neubeuern, <https://www.maco.eu/it-IT/Maico>;

^{vi} https://www.unpassaggioperbiotopia.org/aspetti-ambientali/disposizione-delle-aperture/?doing_wp_cron=1587644971.0228080749511718750000

^{vii} <http://salvatoredepascalis.blogspot.com/2015/01/disposizione-delle-aperture-negli.html>

^{viii} <https://www.nist.gov/el/fire-research-division-73300/firegov-fire-service/positive-pressure-ventilation>

^{ix} <https://fireengineering.brightcovegallery.com/detail/videos/engine-company-operations/video/5712939680001/extending-a-hoseline-up-exterior-of-a-building?autoStart=true#gref>

^x https://www.youtube.com/watch?v=pMMHT3_80qk