

Coronavirus e climatizzazione

Quando, come e perché accendere l'aria condizionata

di Livio Mazzarella



CON IL PATROCINIO DI



MEDIA PARTNER



Sommario

PREMESSA

**LE POSSIBILI VIE DI TRASMISSIONE
DEL VIRUS SARS-CoV-2** **P. 6**

L'UOMO DIFFONDE IL VIRUS **P. 9**

L'EFFICACIA DELLA VENTILAZIONE **P. 12**

**SFRUTTIAMO GLI IMPIANTI
DI CLIMATIZZAZIONE** **P. 15**

**I VANTAGGI DERIVANTI DALL'USO
DEI CLIMATIZZATORI** **P. 16**

DIREZIONE, REDAZIONE

Via Spadolini, 7 - 20141 Milano - Tel. 02.36630782 - Fax 02.72016740

RESPONSABILE DATI PERSONALI

QUINE S.r.l. - Via Spadolini, 7 - 20141 Milano

Tel. 02.864105 - Fax 02.72016740

L'Utente può esercitare i diritti riconosciuti agli artt. 15 e ss del reg. UE GDPR e sottoporre qualsiasi sua richiesta, domanda, commento, o contestazione in merito alla presente Informativa, o al modo in cui i propri dati personali sono trattati.

ISBN 978-88-31284-05-9



© 2020 Quine S.r.l - Tutti i diritti riservati



Coronavirus e climatizzazione

Premessa

di Livio Mazzarella

Prima di parlare di COVID-19 e impianti di climatizzazione, occorre chiarire alcuni concetti base fondamentali per comprendere la dinamica della propagazione del virus e quindi l'efficacia o meno di alcune azioni che si possono attuare per ridurre il rischio di infezione.

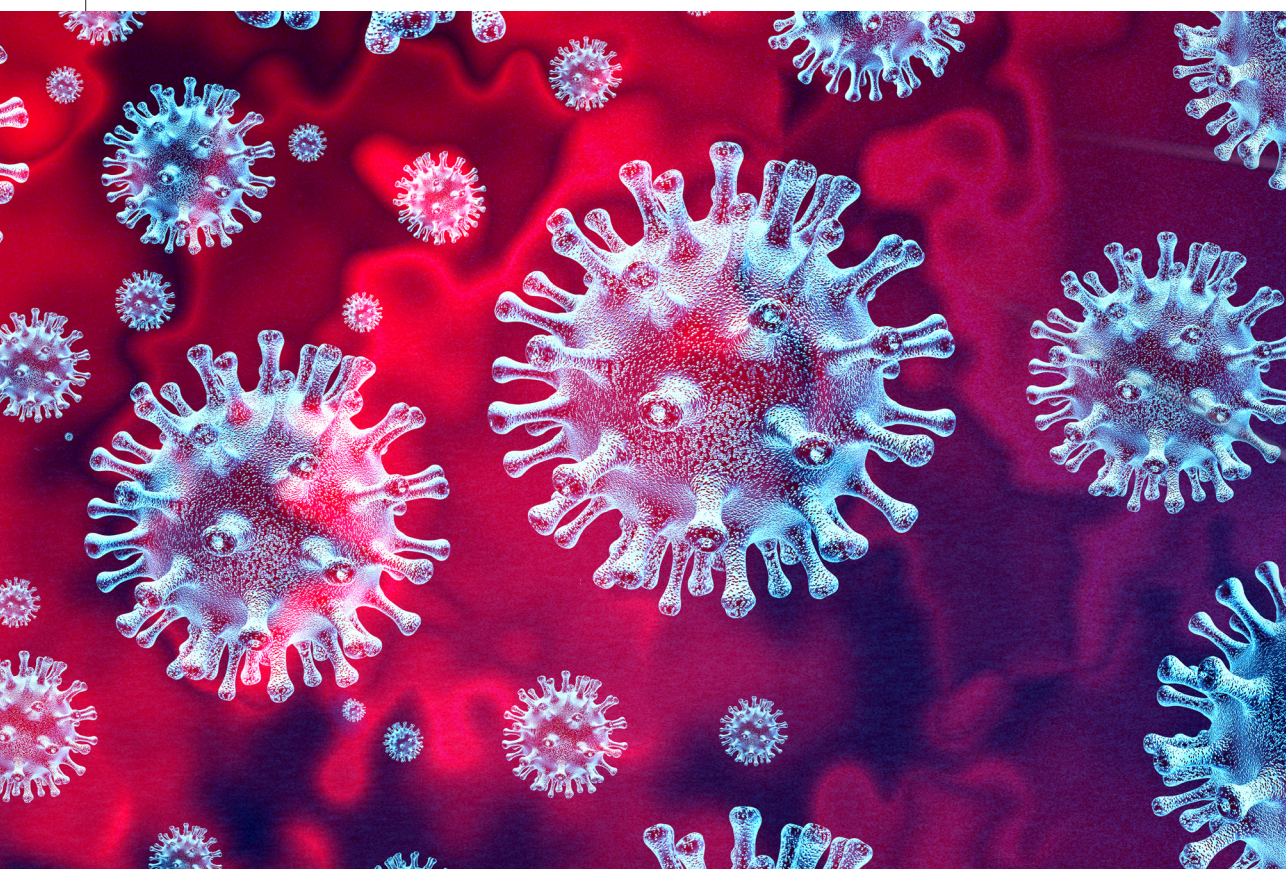
La prima cosa da dire è che il nuovo coronavirus SARS-CoV-2 è un virus fino a ieri sconosciuto, per cui si sa poco delle sue caratteristiche e quindi spesso non è possibile fornire delle risposte certe alle domande che ci poniamo.

Proprio l'assenza di informazioni dettagliate e certe ci spinge ad adottare un principio di massima cautela, il cui acronimo è ALARA (As Low As Reasonably Achievable), cioè cercare di adottare quelle misure ragionevolmente attuabili che dovrebbero ridurre al minimo il rischio di infezione.

Biografia

Livio Mazzarella

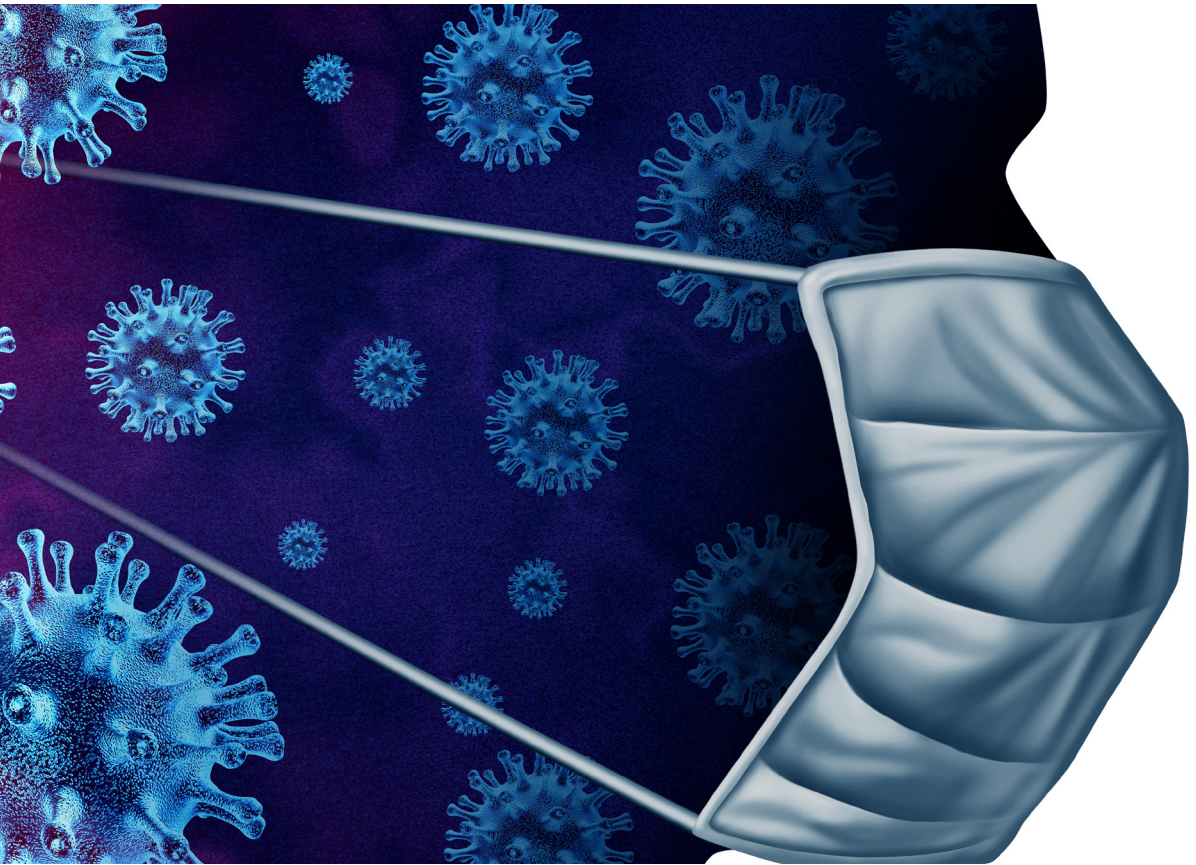
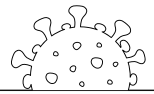
Laureato a Milano in Ingegneria Meccanica indirizzo Energetico, professore Ordinario di Fisica Tecnica, insegna al Politecnico di Milano nell'ambito termotecnico. È presidente del sottocomitato 5 del CTI. Socio AiCARR dal 1979, ha ricoperto la carica di consigliere e di membro della Giunta.



Le possibili vie di trasmissione del virus SARS-CoV-2

Inanzitutto, il virus “vive” solo dentro l’organismo umano, dove si replica, e quando ne fuoriesce “sopravvive” per un periodo limitato che dipende fortemente dalle caratteristiche dell’ambiente in cui si viene a trovare.

Quindi, a differenza dei batteri, nessun altro essere animato o inanimato può essere fonte diretta di infezione. Tutto ciò che non è l’uomo può essere solo un eventuale mezzo di “trasporto” tra una persona infetta e una persona non infetta.



Quali sono allora i mezzi di trasporto che il virus può prendere per passare da una persona a un'altra?

L'Organizzazione Mondiale della Sanità, così come il nostro Istituto Superiore di Sanità, riconoscono per il virus SARS-CoV-2 due principali vie di trasmissione:

- 1. tramite goccioline di fluidi o particelle organiche**, emesse parlando, tossendo o starnutendo che raggiungono direttamente le mucose sensibili (bocca, naso, gola, occhi) di un'altra persona, e attraverso il contatto diretto delle nostre mani con materiale infetto (goccioline o particelle organiche emesse dal nostro apparato respiratorio e depositatesi su superfici varie, dalle nostre mani agli oggetti che tocchiamo e che ci circondano);
- 2. conseguente contatto delle mani infette con le mucose ricettive** (bocca, naso, occhi).

“Tutto ciò che non è l'uomo può essere solo un eventuale mezzo di 'trasporto' tra una persona infetta e una persona non infetta”

Le possibili vie di trasmissione

3. Una terza via di trasmissione, che viene considerata possibile ma di minor rischio, è la **via fecale-orale**.

Tale via di trasmissione è riconosciuta dall'OMS, anche se con solo riferimento alle strutture sanitarie con malati COVID-19 [1]. Nel documento [1] l'OMS indica come misura precauzionale di utilizzare lo sciacquone del servizio igienico solo dopo aver chiuso il coperchio. Inoltre, si suggerisce di evitare che i sifoni di eventuali scarichi a pavimento, in piatti doccia o in altri dispositivi sanitari restino senza acqua aggiungendone regolarmente (ogni 3 settimane a seconda del clima) in modo che la presenza dell'acqua contribuisca al corretto funzionamento. Questo per evitare che esalazioni provenienti dal sistema di scarico delle acque nere possano penetrare nei bagni attraverso gli scarichi.

Tornando al caso delle precauzioni relative alla terza via di trasmissione – chiusura del coperchio e sifoni dei servizi igienici funzionanti nel modo corretto – la motivazione è legata al fatto che durante l'attivazione dello sciacquone e l'espulsione lungo il sistema di scarico si forma aerosol, che, se le feci fossero infette, può con-

tenere una certa quantità di virus; di conseguenza, restando questo “attivo” per qualche ora, se l'aerosol prodotto viene inalato porta il virus a contatto con le mucose dell'apparato respiratorio del successivo fruitore del servizio.

PERCHÉ SI INDICANO TALI PRECAUZIONI?

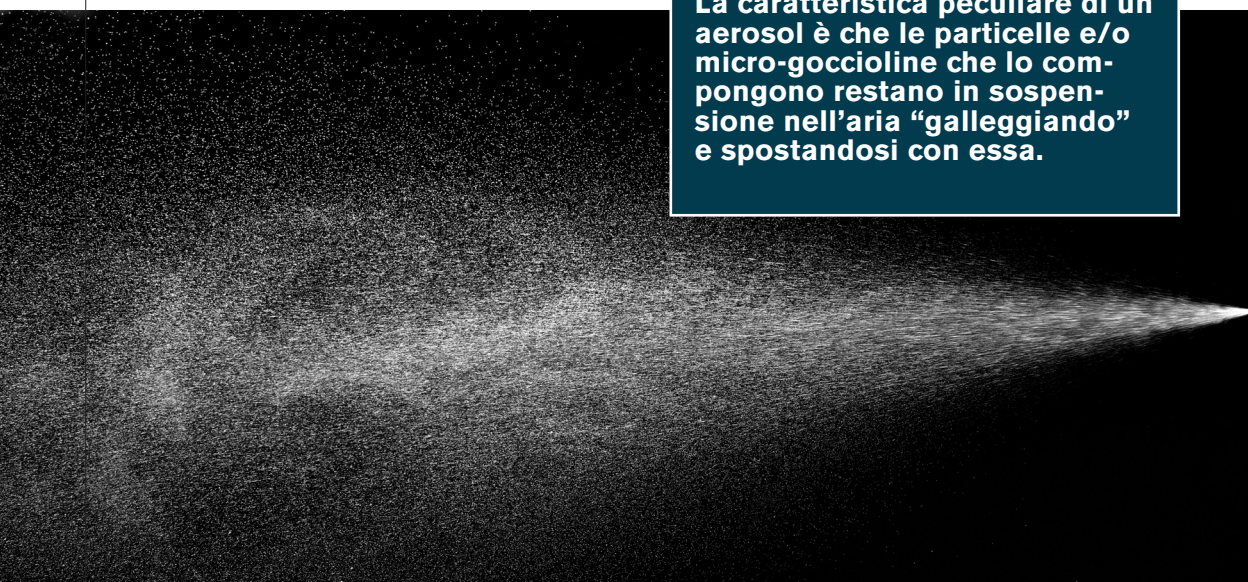
4. Per rispondere a questa domanda occorre introdurre la quarta possibile via di propagazione, quella per la formazione di **aerosol contenente cariche virali**.

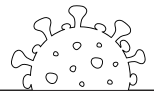
CHE COS'È L'AEROSOL?

Con il termine aerosol si intende la dispersione di micro-goccioline di liquido in aria o di micro particelle solide.

Le nuvole e la nebbia sono degli aerosol di acqua liquida in aria, così come le famose PM1, PM2.5 e PM10 sono aerosol di particolato solido in aria.

La caratteristica peculiare di un aerosol è che le particelle e/o micro-goccioline che lo compongono restano in sospensione nell'aria “galleggiando” e spostandosi con essa.





L'uomo diffonde il virus

Riesaminiamo con maggiore dettaglio come avviene la trasmissione dell'infezione. Una persona infetta, asintomatica, pre-sintomatica o sintomatica, possiede una certa **carica virale** (numero di particelle virali trasportate e rilasciate nell'ambiente da un individuo contagiato da un virus), che viene dispersa nell'ambiente con tosse e starnuti o semplicemente attraverso l'atto respiratorio

o il parlare o il cantare.

Quindi, il meccanismo primario è l'emissione attraverso l'apparato respiratorio di un certo numero di virus, che chiamiamo carica virale. Questi virus si trovano inglobati nelle goccioline di fluido o particolato organico trasportato all'esterno del nostro apparato respiratorio, se siamo infetti, dal semplice atto espiratorio o da eventi importanti come colpi di tosse e starnuti.



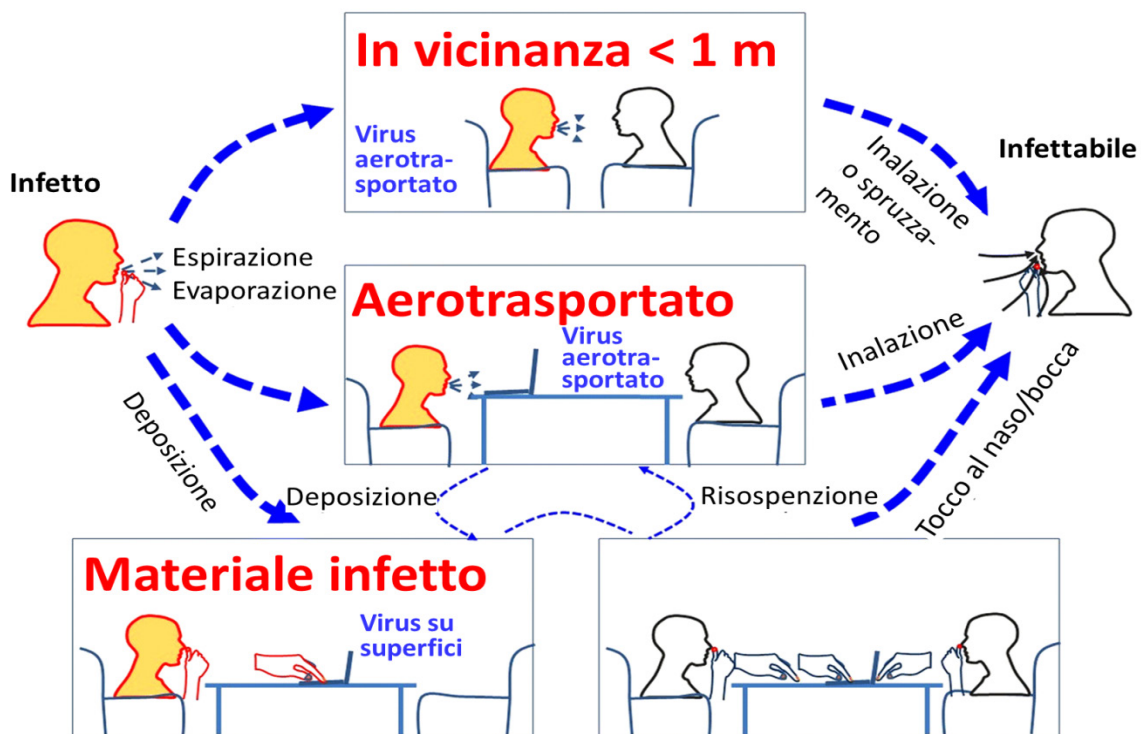


Figura 1: Varie possibili vie di trasmissione dell'infezione respiratoria tra un individuo infetto e un soggetto sensibile (adattata da [3])

PERCHÉ SI INDICANO TALI PRECAUZIONI?

Per rispondere occorre considerarne le dimensioni:

– Le **goccioline più grandi**, maggiori di 5 micrometri, e che quindi possono contenere una carica virale più alta, per effetto del loro peso tendono a ricadere velocemente su tutte le superfici che si trovano in un raggio di 1-2 metri ciò dipende dall'intensità del fenomeno di espulsione: una sequenza di forti colpi di tosse o starnuti contro un semplice sospiro. Queste goccioline sono la causa delle principali vie di trasmissione indicate dall'OMS, quella diretta, perché le persone che si trovano a una distanza inferiore a 1-2 metri da una persona infetta possono respirare direttamente tali goccioline

prima che abbiano il tempo di cadere sulle superfici limitrofe, e tramite contatto con le superfici contaminate dalla caduta di tali goccioline.

– Le **goccioline più piccole**, minori di 5 micrometri, e che quindi contengono una carica virale minore, costituiscono l'aerosol e possono rimanere sospese nell'aria per ore ed essere trasportate su lunghe distanze da eventuali flussi d'aria presenti nell'ambiente (maggiori di 2 metri), sia naturali sia generati meccanicamente da ventilatori, estrattori d'aria e impianti di climatizzazione. Tali microgoccioline sono in genere prodotte dall'evaporazione delle goccioline più grandi e possono contenere ancora il virus, che ha una dimensione variabile tra 0,06 e 0,16 micrometri.

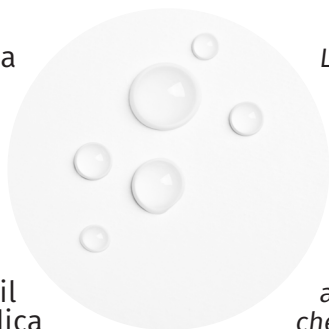


Recenti studi [2] mostrano come il **virus SARS-CoV-2 presente nell'aerosol riduce la propria carica virale dopo 3 ore** (la durata dell'esperimento) **a circa il 16% del valore iniziale.**

Nella Figura 1 sono illustrate sia le trasmissioni aeree a corto raggio (cioè conversazionali) che quelle a lungo raggio (oltre parecchi metri). La testa di colore arancione rappresenta la fonte infettiva, mentre quella di colore bianco un potenziale destinatario (il riquadro in basso a destra indica che entrambe le teste sono potenziali destinatari tramite l'autoinoculazione conseguente al toccare superfici contaminate e successivamente la bocca e/o il naso).

Il termine "espirazione" qui è indicativo sia dell'espirazione dovuta alla normale attività respiratoria che dei flussi d'aria dovuti a tosse e/o starnuti. Le goccioline trasportate dall'aria possono

quindi depositarsi su superfici dove possono essere toccate e trasportate sulle mani portando a ulteriori percorsi di trasmissione di autoinoculazione.



La via di trasmissione dell'infezione per via aerosol è solo indirettamente riconosciuta dall'OMS, che la ritiene significativa solo in presenza di attività mediche su pazienti infetti che producono aerosol (intubazione tracheale, ventilazione non invasiva, tracheotomia, rianimazione cardiopolmonare, ventilazione manuale prima dell'intubazione e broncoscopia) [4]. In presenza di tali attività l'OMS richiede che, per la protezione degli operatori sanitari, vi sia una ventilazione dell'ambiente, se in ventilazione naturale di 160 L/s/paziente, se in ventilazione forzata di 12 ricambi/ora con controllo della direzione del flusso d'aria.



L'efficacia della ventilazione

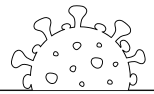
Nel caso in cui l'inquinante sia un virus, come il SARS-CoV-2, presente nell'aerosol, la sua concentrazione (numero di particelle per unità di volume) è espressa in termini di carica virale (numero di virus per unità di volume).

L'introduzione di aria esterna, priva di virus, in un ambiente in cui ci sia una sorgente di cariche virali, in questo caso il paziente infetto, comporta la **diluizione della carica virale** media nell'ambiente. Maggiore è la quantità d'aria esterna

che viene introdotta, pulita rispetto al virus, maggiore è la diluizione di carica virale che si ottiene. È altresì evidente che, se è sempre attiva la sorgente, non si potrà mai annullare del tutto la carica virale media dell'ambiente ma la si potrà comunque diminuire di molto e, in particolare, sotto la soglia minima per cui, se inalata da un soggetto sano, questo non contragga l'infezione.

Il problema maggiore è che a oggi nessuno sa con certezza quale sia questo **valore di soglia**, cioè quale sia la dose infettiva (numero medio





“Maggiore è la quantità d’aria esterna che viene introdotta, pulita rispetto al virus, maggiore è la diluizione di carica virale che si ottiene”

CI VENGONO IN AIUTO LE MASCHERINE

Esiste un’altra possibile linea di intervento per limitare la possibile propagazione per via area del virus (sia goccioline che aerosol), che è quella di intervenire direttamente sulla sorgente: l’uso delle mascherine chirurgiche.

L’obiettivo di tali mascherine non è quello di impedirci di inalare il virus se presente nell’aria (condizione invece necessaria per gli operatori sanitari che lavorano a contatto con i malati di COVID-19), ma di evitare che il soggetto infetto ma asintomatico presente nell’ambiente condiviso diffonda goccioline e aerosol nell’aria.

Da qui l’esigenza di indossare mascherine quando non si è in grado di mantenere nell’ambiente chiuso una ventilazione tale da minimizzare in modo significativo il rischio di infezione. È facile comprendere come la massima condizione di sicurezza possibile sia quindi ventilazione più mascherine, tanto più necessaria da applicare quanto più non si conosce la dose infettiva per il SARS-CoV-2.

di particelle virali necessarie per scatenare l’infezione in una persona), il che rende impossibile determinare con certezza quale deve essere la quantità di aria di ventilazione che occorre introdurre in un dato ambiente per garantire condizioni di sicurezza rispetto alla possibilità di infezione.

Da qui l’applicazione dell’**ALARA principle**, introdotto in precedenza: si cerca di attuare la massima ventilazione possibile e compatibile con lo stato del sistema edificio-impianto esistente per ridurre al minimo la possibilità di contrarre l’infezione SE sono presenti nell’ambiente considerato una o più sorgenti di infezione.

È importante ricordare e sottolineare che se non c’è un infetto, sintomatico o asintomatico, il problema della trasmissione per via aerosol non si pone; ma mentre è relativamente semplice individuare una persona sintomatica e impedirne l’accesso a spazi comuni condivisi con altre persone, è, a oggi, impossibile individuare all’accesso, e quindi in tempo reale, un soggetto asintomatico infettivo.

Quindi, ancora una volta nell’assenza di certezze, è bene fare ricorso all’ALARA principle, creando nell’ambiente condiviso la condizione di massima sicurezza compatibile con tutte le altre esigenze, dal comfort al risparmio energetico, ventilando il più possibile.





Sfruttiamo gli impianti di climatizzazione

Adesso è possibile comprendere come gli impianti di climatizzazione degli edifici non rappresentino di per sé una minaccia, come qualcuno ha paventato, ma in tanti casi un'opportunità per migliorare le condizioni di sicurezza, ovviamente se ben gestiti e mantenuti.

Come abbiamo visto un modo per ridurre il rischio di contagio è la **ventilazione degli ambienti** condivisi da più soggetti, che consente di diluire l'eventuale carica virale prodotta dal soggetto infetto. Tale ventilazione può essere attuata aprendo le finestre (aerazione) o tramite sistemi meccanici (ventilazione meccanica).

Nel caso dell'apertura delle finestre, non siamo in grado di garantire il risultato, perché non riusciamo a controllare la quantità di aria in ingresso né a controllarne il percorso all'interno dell'ambiente. Per questo motivo **è meglio ventilare utilizzando**

un impianto di ventilazione o un impianto di climatizzazione dotato di ventilazione e, in questo secondo caso, se possibile, aumentare le portate di aria esterna, cioè la quantità di aria che l'impianto preleva dall'esterno e poi immette nell'ambiente chiuso.

Quest'ultima affermazione è legata al fatto che, per economizzare sui consumi energetici, di norma l'aria condizionata immessa negli ambienti è costituita da una miscela di aria esterna e di aria "ricircolata".

L'**aria ricircolata** è l'aria ripresa dall'ambiente interno, fatta passare attraverso un filtro, e reimpressa nella macchina che tratta l'aria (UTA, unità trattamento aria), dove viene miscelata con l'aria esterna, raffreddandola (se siamo in estate) o riscaldandola (se siamo in inverno) e riducendo così la necessità di potenza termica che l'impianto deve fornire per portarla alle condizioni desiderate.

I vantaggi derivanti dall'uso dei climatizzatori

In sintesi, l'impianto di climatizzazione, che fa anche ventilazione, immettendo aria esterna contribuisce a ridurre il rischio di contagio tramite diluizione. Non tutti gli impianti di climatizzazione (cioè che controllano temperatura e umidità dell'ambiente interno) sono dotati della funzione di ventilazione. Tali impianti rientrano nella categoria degli impianti a tutta aria o aria primaria e terminali locali (ventilconvettori, travi fredde, pavimenti radianti, etc.).

Il vantaggio della ventilazione meccanica, sia essa dedicata, o inclusa nell'impianto di climatizzazione è la possibilità di filtrare l'aria esterna immessa in ambiente, cioè di depurarla da polveri, particolato in sospensione, pollini, etc., cosa ovviamente non possibile con la semplice apertura delle finestre, e di poter fornire a ogni ambiente in ogni momento, indipendentemente dalle condizioni climatiche esterne, la quantità l'aria esterna desiderata.

Queste tipologie di impianto sono quelle solitamente impiegate per la climatizzazione dei grandi spazi comuni, come per esempio i super-

mercati, in quanto nella loro progettazione si richiede sempre di provvedere un'aria di ventilazione (cioè l'introduzione di una certa quantità di aria esterna). Il consiglio che si può dare per ridurre il rischio di infezione in tali contesti è quello di far operare tali impianti con la maggior quantità di aria esterna possibile compatibile con le caratteristiche dell'impianto stesso (vedasi raccomandazioni AiCARR [5], eventualmente eliminando il ricircolo dell'aria interna (potenzialmente infetta, se sono presenti una o più sorgenti di infezione).

MA COSA SI FA SE L'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE NON È DOTATO DELLA FUNZIONE DI VENTILAZIONE?

In tal caso vuol dire che il sistema lavora, se ad aria, con un ricircolo interno totale: aspira l'aria dall'ambiente interno, la raffredda o la riscalda, e la reimmette nello stesso ambiente.

Questa è la modalità caratteristica di tutti i sistemi di condizionamento detti split, dei ventilconvettori, siano essi ad armadietto, a soffitto o canalizzati. Ma anche i corpi scaldanti degli impianti di riscaldamento e i



pavimenti radianti operano in realtà allo stesso modo, con proporzioni diverse, ma anche essi generano un ricircolo dell'aria all'interno dell'ambiente in cui si trovano per moti naturali indotti dalle differenze di temperatura.

SE L'IMPIANTO CONSIDERATO SERVE PIÙ AMBIENTI

Se ho in un ambiente, per esempio un ufficio singolo, una persona infetta che tossisce ripetutamente, questa produce aerosol infetto che può essere aspirato dall'impianto, fatto passare attraverso il filtro di ripresa, miscelato con l'aria ripresa dagli altri uffici e reimmessa in tutti gli ambienti. Per chi si trova in un altro ufficio servito dallo stesso impianto il rischio è minore in quanto, quest'ultimo è esteso a tutte le persone presenti nell'intera zona servita dagli impianti. In questo caso, se non si vuole spegnere l'impianto per non introdurre altre possibili fonti di rischio per la salute (per esempio temperature troppo elevate per cardiopatici, etc.), vi sono due

“L'impianto di climatizzazione, che fa anche ventilazione, immettendo aria esterna contribuisce a ridurre il rischio di contagio tramite diluizione”

possibilità: far funzionare gli impianti tenendo le finestre parzialmente aperte (in modo da consentire una qualche diluizione della potenziale carica virale sotto soglia di rischio infezione), agire sulla potenziale sorgente imponendo l'uso delle mascherine a tutti gli occupanti anche quando si trovano da soli nei loro uffici.



I vantaggi derivanti dall'uso dei climatizzatori

SE L'IMPIANTO CONSIDERATO SERVE UN UNICO AMBIENTE

Nel caso in cui l'impianto ricircoli l'aria nello stesso ambiente, non vi è alcun problema nel momento in cui l'ambiente è occupato da una sola persona, ovvero se parliamo di residenze dallo stesso nucleo familiare che condivide tutto, e si ricade parzialmente nel caso precedente quando questo è invece un open space occupato contemporaneamente da più persone. In questo secondo caso, possiamo figurare **più scenari**:

- 1. spengo l'impianto ma tengo le finestre chiuse** (è solo questione di tempo, il rischio di infezione è legato al prodotto carica infettiva per tempo di esposizione a tale carica);
- 2. spengo l'impianto e tengo le finestre aperte** (a parte della perdita del

controllo climatico, nessuno mi garantisce che se il soggetto infetto si trova vicino alla finestra il flusso d'aria entrate non trasporti sufficiente carica virale al soggetto che si trova subito a valle di tale flusso infettandolo);

3. tengo l'impianto in funzione senza aprire le finestre (riduco la probabilità di rischio per chi trova seduto vicino al soggetto infetto accrescendola per coloro che si trovano più distanti, a causa del miscelamento su tutto il volume, ma potrei avere un valore della carica virale media più basso della dose infettiva);

4. tengo in funzione l'impianto aprendo parzialmente le finestre (vale quanto detto in precedenza con una maggiore riduzione della carica virale media e un maggior comfort ambientale); ultimo scenario, tengo in funzione l'impianto, spalanco le finestre per 10 minuti ogni 2 ore e faccio





tenere a tutti le mascherine chirurgiche (il più efficiente dal punto di vista energetico, del comfort e della probabilità di infezione).

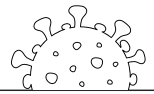
Potete comprendere adesso quanto sia difficile e complesso poter dare risposte certe e pianificare azioni di prevenzione valide per tutti, in ogni tipologia di utilizzo degli spazi chiusi a uso comune, quando non si sa ancora con certezza quale sia il valore della dose infettiva per il virus SARS-CoV-2, qual è la carica virale emessa da un infetto a seguito di uno specifico episodio (semplice respirazione, parlato, cantato, colpo di tosse, starnuto), qual è la durata o la ripetizione dell'evento, dove si trova il soggetto infetto nello spazio chiuso rispetto agli altri, com'è esattamente fatto l'impianto di climatizzazione rispetto a quanto descritto nei progetti (se disponibili), qual è il suo grado di manutenzione, e così via.

La conclusione evidente è che, in tale condizione di incertezza, è sicuramente meglio utilizzare i nostri impianti operando come consigliato dagli esperti [5], piuttosto che spegnerli e magari

sottoporci a altri rischi, indossare sempre le mascherine quando ci troviamo in spazi pubblici chiusi in cui non siano garantiti ricambi d'aria con aria esterna tali da ridurre al minimo il rischio di infezione.

NOTA

Non è vero che se siamo all'esterno non c'è alcun rischio: se chiacchiero con un soggetto asintomatico positivo, entrambi senza mascherina e a un metro di distanza l'uno dall'altro, e questo improvvisamente tossisce senza interporre la mano davanti la bocca, il rischio che io prenda l'infezione è non trascurabile (respiro sia goccioline che aerosol contenenti il virus), se poi prendo l'infezione o no dipenderà dai miei geni e dalla famosa dose infettiva, che ancora nessuno conosce con certezza.



Riferimenti

[1] WHO (2020), *Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus. Interim guidance*, 23 April 2020, World Health Organization (Organizzazione Mondiale della Sanità).

[2] van Doremalen N., Morris D.H., Holbrook M.G., Gamble A., Williamson B.N., Tamin A., Harcourt J.L., Thornburg N.J., Geber S.I., Lloyd-Smith J.O., se Wit E., Munster V.J. (2020), *Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1*, *N Engl J Med* 2020; 382:1564-1567, DOI: 10.1056/NEJMc2004973.

[3] Tellier, R., Li, Y., Cowling, B.J. et al. (2019), *Recognition of aerosol transmission of infectious agents: a commentary*, *BMC Infect Dis* 19, 101 <https://doi.org/10.1186/s12879-019-3707-y>

[4] WHO (2020), *Infection prevention and control during health care when COVID-19 is suspected. Interim guidance*, 19 march 2020, World Health Organization (Organizzazione Mondiale della Sanità).

[5] AiCARR (2020), *Prontuario sul ruolo degli impianti di climatizzazione invernale ed estiva nella riduzione della diffusione della COVID-19* http://www.aicarr.org/Documents/Normativa/COVID19/200411_Prontuario_AiCARR_Ruolo_impianti_HVAC.pdf

ISBN 978-88-31284-05-9