



## **PARERE SU AREAZIONE AULE DURANTE LE LEZIONI**

Firenze, 23.1.2021

Ing. Giovanni Corsi  
Ordine Ingegneri Firenze n.2401

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'G. Corsi', written over a light blue background.

## PREMESSA

Nell'ambito del contratto di RSPP con vari Istituti Scolastici in questa stagione è ripetutamente emerso la difficoltà a mantenere le finestre aperte per periodi di tempo più meno prolungati, con contestazioni in genere dei genitori in contrapposizione a docenti, alcuni dei quali mantengono le finestre aperte anche per tutto il tempo della lezione.

Sulla areazione delle aule e/o degli ambienti di lavoro le indicazioni normative sono di areare gli ambienti, rimandando nei fatti la valutazione dell'efficacia (e quindi nei tempi) al Datore di Lavoro e nella fattispecie al Dirigente Scolastico. E' peraltro evidente che durante la stagione invernale l'apertura delle finestre nelle aule può generare criticità, tanto da trovare anche su web una lunga serie di informazioni e discussioni.

A tal proposito, il Comitato Tecnico Scientifico specifica che non è vero che nel corso dell'attività didattica è necessario lasciare le finestre aperte per tutta la durata delle lezioni. Le indicazioni del Comitato Tecnico Scientifico, riportate nel [verbale n.100 del Comitato Tecnico Scientifico del 12 agosto 2020](#), si limitano a evidenziare la necessità di assicurare l'aerazione dei locali in cui si svolgono le lezioni, avendo cura di garantire periodici e frequenti ricambi d'aria, cui si provvederà contemperando l'esigenza di costante aerazione dell'ambiente didattico con il diritto degli allievi a svolgere le attività didattiche in condizioni ambientali confortevoli. Il termine costante areazione può generare ambiguità interpretative.

Appare comunque evidente che il ricambio dell'aria è fondamentale per abbassare il rischio contagio.

In genere è condiviso che i luoghi più critici sono gli ambienti chiusi di dimensioni ridotte e con limitata ventilazione, soprattutto con un tempo di permanenza. A tal proposito è intervenuto il ministero dell'Istruzione con una [Faq](#), fornendo indicazioni specifiche per il settore scolastico, tra cui sanificazione periodica delle suppellettili e degli arredi, uso della mascherina, costante areazione dei locali e igiene delle mani degli alunni e del personale nel corso della giornata di attività, e appunto perfino la possibilità di portare i cappotti in classe.

Dunque possiamo affermare che l'apertura delle finestre si può considerare come una valida protezione collettiva e quindi addirittura prioritaria. In altre parole il ricambio dell'aria è molto importante: laddove c'è ricambio d'aria c'è minore probabilità di diffusione dell'infezione da Covid-19.

In questo scenario senza una soluzione predefinita quale può essere la corretta strategia da utilizzare?

## **VALUTAZIONE TECNICA SULLA AERAZIONE DEGLI AMBIENTI**

Premesso che non abbiamo un valore di soglia della concentrazione del virus tale per cui si possa ritenere l'ambiente al sicuro, la presente nota vuole essere solo una indicazione di massima rimandando poi l'applicazione ad una valutazione condivisa del DS e del Docente. Si ricorda inoltre che in questa ipotesi si considera inoltre un contesto di soggetti sani e senza patologie tali da dover garantire la salubrità assoluta dell'ambiente.

Ricordiamo anche alcune diverse condizioni che modificano il flusso dell'aria:

- 1) Una sola apertura, sul lato sopravvento, non produce ventilazione.
- 2) Due aperture uguali consentono una migliore ventilazione.
- 3) Aperture decentrate generano vortici interni.
- 4) Aperture asimmetriche su pareti opposte generano una grande ventilazione, con conseguente raffrescamento.

Ai nostri fini di indagine qualitativa il calcolo teorico è svolto ipotizzando 1 sola finestra aperta in posizione ottimale e quindi come ventilazione a lato singolo con aperture su un'unica parete. Il flusso d'aria reale che si crea è discontinuo, e strettamente legato alle variazioni di velocità e direzione dei venti.

La portata d'aria è decisamente ridotta in presenza di apertura singola, in caso di più aperture, la portata aumenta o per effetto camino (aperture ad altezza diversa e/o differente temperatura tra aria interna ed esterna) o per flusso dovuto a vento semi-passante (se le aperture sono alla stessa altezza) come di solito nelle aule con più finestre.

Mancando una formula riconosciuta (nei regolamenti edilizi viene dato un valore di apertura in mq) ai fini del calcolo utilizziamo le formule di bibliografia classica.

### *1. vapore d'acqua emesso*

Il vapore emesso in g/h per ogni occupante è 50 gr/ora, al cui interno può essere presente il virus del COVID-19.

### *2. quantità d'aria in scambio naturale con la finestra*

La quantità di aria  $W$  [m<sup>3</sup>] fluente da una finestra in un periodo  $t$  (secondi) può essere valutata dalla seguente espressione:

$A_r$  = area finestra [m<sup>2</sup>]

$D_q$  = differenza di temperatura tra aria interna ed esterna [K]/25

$T$  = secondi

$W$  = quantità d'aria in scambio naturale con la finestra in mc/ora =  
 $4382(0,425A_r - 0,1126A_r^2 + 0,0172 A_r^3) * (0,383 \cdot T + 0,027T^2 + 0,0038T^3) \cdot (3,712D_q - 5,275D_q^2 + 2,562D_q^3)$

<b>Ar (mq)</b>	<b>Dq (gradi K)</b>	<b>T (min)</b>	<b>W (mc)</b>
2	25	10	148
3	25	10	200
4	25	10	276
2	20	10	134
3	20	10	182
4	20	10	250
2	15	10	130
3	15	10	177
4	15	10	243
2	10	10	120
3	10	10	160
4	10	10	222
0,3	10	10	26
1	10	15	80

### 3. Valutazione

In una aula (h=3m) ipotizziamo la presenza di massimo 30 ragazzi oltre 1 docente per un totale di 31 occupanti

Volume minimo con il distanziamento per gli studenti (1mx1mx3m) = 9 mc

Volume minimo per il docente=48 mc

Volume teorico aula minimo= 1,1\* (volume studenti+volume docente)= 350 mc

Vapore emesso g/h (ogni occupante 50 gr/ora)=1550 g/ora

Massa molare acqua=18,016g/mol

$n=1550/18= 86$

$V=n*22,414=>2$  mc (a 20°K, press. 1 Bar)

Il valore assicurato per 10 minuti anche con finestra socchiusa per 10 minuti (in rosso) è oltre 10 volte il valore di vapore acque emesso. Il margine può essere ritenuto sufficiente.

Va però anche considerato un ulteriore fattore di rischio: la condensa che potrebbe essere contagiosa. La quantità massima di vapore d'acqua a 20° senza condensa è 14,7 gr/mc, densità oltre la quale si forma la rugiada (da evitare) e dopo un'ora la % umidità relativa origine antropica =  $1550/5145=30\%$ . Quindi dopo 2 ore senza areazione considerato una umidità naturale di almeno il 30% si ottiene il rischio di rugiada: questo obbliga ad una ripetuta areazione delle aule, anche se non costante.

### CONCLUSIONE

Le condizioni minime per assicurare un ricambio d'aria nelle aule sono a finestre anche socchiusa ma per almeno 10 minuti ogni ora.