

RENOVACIÓ DE L'AIRE A LES AULES

Objectiu:

Aquest document pretén donar indicacions al problema de com ventilar una aula per tal de renovar el seu aire i reduir al màxim les possibilitats de contagi de la COVID-19 o altres malalties que es transmetin per aerosols. El context és el d'una escola en què no hi ha cap sistema de ventilació automàtica i qualsevol renovació de l'aire només es pot fer obrint portes i finestres.

Indicacions generals:

L'objectiu a què s'ha d'intentar arribar és a tenir un valor de l'ACH ("air changes per hour") entre 5 i 6 [1]. Recordem que l'ACH es defineix com el ritme amb el que l'aire d'una habitació és reemplaçat per aire exterior.

En el cas que ens ocupa, en què només podem fer servir ventilació natural, la idea general és mantenir obertes les finestres i portes el màxim de temps possible. I l'òptim és que les finestres/portes obertes estiguin una enfront de l'altre o fent angle, tal com s'indica en la Figura 1.

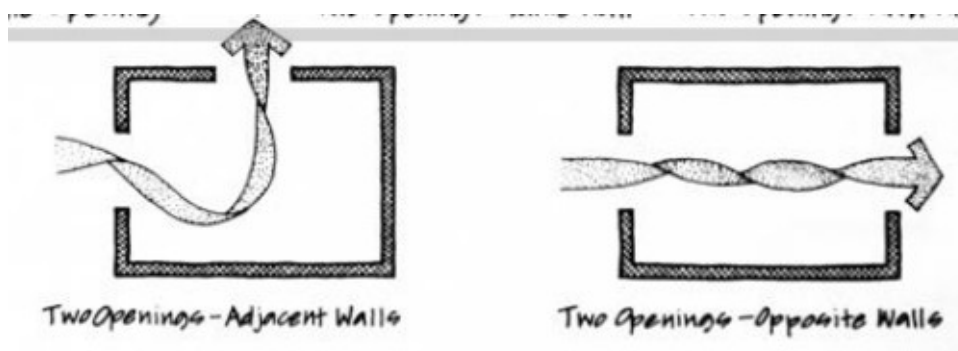


Figura 1. Distribució òptima de les portes/finestres obertes per maximitzar la renovació.

En situacions climatològiques que impossibilitin tenir sempre obert, s'estima que la millor manera d'actuar és [2]:

- **Ventilar cada 15 o 20 minuts durant un període de 5 minuts a la tardor i la primavera o durant 3 minuts a l'hivern.**

Control del nivell de renovació de l'aire:

La manera més senzilla i econòmica de saber si el ritme al que es reemplaça l'aire d'una habitació és adequat, és utilitzant un sensor o monitor de diòxid de carboni (CO₂). El procediment és relativament senzill i només ens cal saber el volum de l'habitació que volem mesurar. De manera esquemàtica, els passos a seguir serien els següents:

- (1) Mesurar el volum de l'habitació.

(2) Mesurar la concentració de CO₂ a l'exterior durant 5 minuts. Ens proporcionarà la concentració de fons d'aquest gas i serà el valor respecte del qual compararem les mesures. L'anomenarem B.

(3) Estimem la generació de CO₂ deguda a les persones que hi ha a l'habitació, que anomenarem G. Aquesta dada es mesura en cfm i en funció de l'edat tenim diversos valors típics:

- nens de 6 a 11 anys: 0.0066 cfm
- adolescents: 0.0087 cfm
- professors (30-40 anys): 0.013 cfm

D'aquesta manera en una classe típica de primària amb la ràtio reduïda a 15 i una professora, estaríem parlant d'una generació de CO₂ igual a:

$$G = 15 \cdot 0.0066 + 1 \cdot 0.013 = 0.112 \text{ cfm}$$

(4) Estimem el flux volumètric d'aire exterior que volem que entri, que anomenarem F. Aquest flux el calculem a partir de l'ACH desitjat i el volum de la nostra habitació V (en m³), de la següent manera:

$$F = V \cdot 35.31 \cdot \text{ACH} / 60$$

(5) Amb totes aquestes dades podem trobar la concentració de CO₂ estacionària en la nostra habitació, que anomenarem C_e:

$$C_e = \frac{G + F \cdot B \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{\frac{F}{1 \cdot 10^{-6}}}$$

(6) Un cop sabem C_e, podem fer la mesura de la concentració de CO₂ que tenim en la nostra habitació (C_{real}) i comparar-la amb aquesta concentració estacionària. Assumint que l'ACH que volem tenir és 5, aleshores podem tenir les següents tres situacions:

- i. C_{real} > C_e → voldrà dir que la nostra ACH és inferior a 5
- ii. C_{real} = C_e → voldrà dir que la nostra ACH és igual a 5
- iii. C_{real} < C_e → voldrà dir que la nostra ACH és superior a 5

Per tant, seguint aquest procediment podríem saber de forma ràpida i només mesurant la concentració de CO₂ si la ventilació que tenim és adequada o no.

Observacions:

A) Per poder fer les mesures comentades en el punt anterior és necessari disposar d'un monitor de CO₂. Dues opcions disponibles en el mercat són:

a) <https://aranet4.com/>

b) https://www.amazon.es/KKmoon-Detector-recargable-port%C3%A1til-almacenamiento/dp/B07ZVRYPCZ/ref=sr_1_3_sspa?_mk_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crid=2X9CRANG9TNDH&dchild=1&keywords=co2+medidor&qid=1602173662&prefix=co2%2Caps%2C195&sr=8-3-

[spons&psc=1&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzUVMwUVYyRUdFMEEY2JmVuY3J5cHRlZElkPUEwOTUyMTg2RTdJMEVDTVdaTERYJmVuY3J5cHRlZEFkSWQ9QTA1MDI5NjkzRURBR1IUMlZSMUMmd2lkZ2V0TmFtZT1zcF9hdGYmYWN0aW9uPWNsaWNRUmVkaXJlY3QmZG9Ob3Rmb2dDbGljaz10cnVl](https://www.arduino.cc/en/Reference/Serial)

Com a alternativa, es poden adquirir kits basats en arduino amb sensors de CO₂, fer les connexions pertinents i escriure el software de control. Hi ha molts exemples que es poden usar directament de manera que la feina sigui mínima, com per exemple:

<https://twitter.com/i/status/1304031019499126784>

I si no, es pot plantejar com a projecte pels infants més grans de l'escola.

B) L'alternativa a la ventilació natural és usar purificadors d'aire portàtils amb filtres HEPA. Això permetria tenir les finestres i portes obertes i mantenir l'aire lliure d'aerosols. El problema és que són més cars i els filtres s'han d'anar renovant constantment.

C) La manera explicada de mesurar la concentració estacionària de CO₂ s'ha de prendre com un mètode aproximat en el sentit que no es consideren molts detalls que poden canviar els resultats. Per tant s'ha de prendre simplement com un indicador qualitatiu de la situació a l'aula.

D) Hi ha molta informació sobre la transmissió per aerosols en el següent enllaç:
<https://tinyurl.com/FAQ-aerosols>

Referències:

[1] <https://schools.forhealth.org/ventilation-guide/>

[2] <https://www.kmk.org/presse/pressearchiv/mitteilung/kmk-expertengespraech-lueften-in-schulraeumen-richtiges-und-regelmaessiges-lueften-bleibt-a-und-o-bunde.html>