

**M-44****Exposición a bioaerosoles en ambientes interiores. Ventilación y filtración de aire****Manuel Ruiz de Adana Santiago**Departamento de Q.F. y Termodinámica Aplicada. Universidad de Córdoba  
*manuel.ruiz@uco.es***INTRODUCCIÓN**

Desde que en diciembre de 2019 la Comisión Municipal de Salud y Sanidad de Wuhan informase de 27 casos de neumonía de etiología desconocida hasta el día de hoy, hemos aprendido y reorganizado nuestro conocimiento científico<sup>1</sup> acerca de las formas de transmisión y prevención del coronavirus SARS-CoV-2.

En este periodo, gran parte del conocimiento existente de otros patógenos similares transmitidos por vía aérea ha sido investigado y revisado en numerosos trabajos científicos multidisciplinares sobre los modos de transmisión y prevención por vía aérea. La comunidad científica ha propuesto un nuevo paradigma<sup>2</sup> en el que la vía aérea de transmisión por aerosoles constituye una de las vías de transmisión prevalentes para este virus que coincide con las vías de transmisión de otros patógenos similares ya conocidos transmitidos por vía aérea<sup>3</sup>.

Distintos organismos internacionales<sup>4,5,6</sup> y nacionales<sup>7,8,9</sup> han realizado recomendaciones para adecuar los sistemas de climatización de los edificios a los nuevos requerimientos para realizar el control por vía aérea de los aerosoles. Junto con otras medidas de protección, como ocupación, distancia, mascarilla y otras, la reducción de la exposición a bioaerosoles mediante ventilación y filtración de aire contribuyen de forma notable a generar ambientes interiores seguros y saludables<sup>10</sup>. A continuación, se presenta brevemente una panorámica del estado normativo actual, que permite el interior de los edificios sean espacios seguros desde el punto de vista de la exposición a bioaerosoles y a otros contaminantes.

**CONSIDERACIONES SOBRE LA NORMATIVA EXISTENTE**

En España la normativa de ventilación de edificios residenciales está recogida en el documento básico denominado Salubridad HS3 Calidad del aire interior<sup>11</sup> del Código Técnico de la Edificación<sup>12</sup>. El documento HS3 establece una solución de ventilación híbrida, basada en una mezcla de ventilación natural y extracción mecánica. La entrada de aire de forma natural se establece por zonas de la vivienda como cuartos de estar, dormitorios y

salones, mientras que la extracción mecánica del aire de ventilación de la vivienda se establece por aseos y cocina. Dada la casuística en las condiciones de operación de los sistemas de extracción por aseos y cocina, muchas veces de forma discontinua, existen serias dudas del cumplimiento de las tasas de ventilación establecidas en esta normativa a lo largo del tiempo.

Sería deseable desplegar campañas de estudios de CAI en campo de distintas tipologías de edificios residenciales, que permitan identificar las tasas reales de ventilación que se alcanzan en edificios de tipo residencial, que se hayan diseñado de acuerdo con esta norma. Estos resultados pueden servir de referencia para valorar si la exigencia normativa permite garantizar las condiciones de ventilación requeridas para garantizar una adecuada CAI en viviendas de forma continuada a lo largo de todo el año.

Aunque el documento HS3 establece el control de ejecución en obra, no se prescriben pruebas finales tal y como se recoge en la sección 6.3 relativo al control de obra terminada. Se establecen inspecciones a lo largo del periodo de vida útil del edificio residencial en la sección 7 en lo que se refiere a conductos, aberturas, extractores, filtros y sistemas de control, aunque no se precisa el control de las tasas de ventilación exigidas en la norma HS3.

En el caso de edificios no residenciales, el conocido como Reglamento de Instalaciones Térmica en Edificios, RITE<sup>13</sup>, establece las tasas de ventilación para edificios no residenciales. Las recomendaciones realizadas en pandemia<sup>7,8,9</sup> de 12,5 litros por segundo y persona coinciden con la categoría IDA2 de buena CAI. Por tanto, la exigencia establecida en la categoría IDA2 es consistente con los requerimientos establecidos para alcanzar un ambiente interior seguro.

La ventilación en edificios no residenciales se realiza de forma alternativa considerando el incremento de la concentración de CO<sub>2</sub> interior sobre la concentración de CO<sub>2</sub> en el exterior del edificio. Aunque la medida de CO<sub>2</sub> es un indicador de la tasa de ventilación, esta medida no siempre correlaciona de forma directa con la concentración de aerosoles en el aire según indican estudios científicos<sup>14,15</sup> y recientes posicionamientos de organismos internacionales<sup>16</sup>.

El RITE debe actualizarse en el apartado de ventilación con las tasas de ventilación establecidas en la reciente norma UNE-EN 16798-1:2020<sup>17</sup>, cuyo anexo I debería desarrollarse en el ámbito nacional, como ya se ha hecho en otros países europeos.

En el apartado de filtración de aire para edificios no residenciales, el RITE establece exigencias teniendo en cuenta la calidad de aire exterior (ODA) existente en el exterior del edificio y la calidad de aire interior (IDA) que se requiere en su interior. Esta exigencia del RITE debería también actualizarse y armonizarse a los requerimientos de filtración establecidos en la norma UNE-EN 16798-3<sup>18</sup> que establece los niveles de filtración en función de la calidad de aire exterior (ODA) y de la calidad de aire suministrado al edificio (SUP). En 2021, la OMS<sup>19</sup> ha publicado nuevas recomendaciones que introducen niveles más restrictivos en las concentraciones de partículas media anual PM<sub>2.5</sub> inferior a 5 µg/m<sup>3</sup> y PM<sub>10</sub> inferior a 15 µg/m<sup>3</sup>. Este cambio supondrá un cambio en las categorías de calidad de aire exterior (ODA) y aumentará la exigencia en los niveles de filtración de aire.

Los sistemas de filtración de aire autónomos o localizados han sido una de las soluciones más efectivas para reducir la concentración de bioaerosoles en ambientes interiores mal ventilados. La regulación normativa de este tipo de equipos basados en filtros HEPA H13 o H14 según la norma UNE-EN1822:2020<sup>20</sup> debería considerarse como ya se ha indicado en informes previos<sup>21</sup>.

El RITE establece la obligación de realizar una revisión anual de la calidad ambiental del edificio de acuerdo con la norma UNE 171330-2:2014<sup>22</sup>. Esta norma introduce una metodología para la realización de la inspección de Calidad Ambiental Interior que se puede aplicar a cualquier tipología de edificio, excepto a los hospitales en cuyo caso se aplica la norma UNE 171340:2020<sup>23</sup>.

En el contexto normativo y de actuación desde las administraciones, sería deseable fomentar en edificios residenciales y no residenciales las revisiones de CAI y desarrollar campañas de sensibilización en calidad de aire interior y contribuya a generar ambientes interiores seguros.

## AGRADECIMIENTOS

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Proyecto I+D+i BIORISK RTI2018-094703-B-I00, "Bioaerosoles en entornos hospitalarios. Control y evaluación del riesgo de infección". Proyecto está cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

## REFERENCIAS

- Vargas Marcos F, Ruiz de Adana M, Marín Rodríguez I, Moreno Grau S. Transmisión del SARS-CoV-2 por gotas respiratorias, objetos contaminados y aerosoles (vía aérea). [citado 5 de marzo de 2022] Disponible en: [https://www.msbs.gob.es/gl/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/COVID19\\_Aerosoles.pdf](https://www.msbs.gob.es/gl/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/COVID19_Aerosoles.pdf).
- Morawska L, Milton DK. It Is Time to Address Airborne Transmission of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Clin Infect Dis.* 2020;71(9):2311-3.
- Bourouiba L. Turbulent Gas Clouds and Respiratory Pathogen Emissions. *Jama.* 2020;323(18):1837-8.
- CDC. Scientific Brief: SARS-CoV-2 and Potential Airborne Transmission. [citado 5 de marzo de 2022] Disponible en: [https://www.msbs.gob.es/gl/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/COVID19\\_Aerosoles.pdf](https://www.msbs.gob.es/gl/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/COVID19_Aerosoles.pdf).
- ECDC. Heating, ventilation and air conditioning systems in the context of COVID-19. [citado 5 de marzo de 2022] Disponible en: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/heating-ventilation-air-conditioning-systems-covid-19>.
- WHO. Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions Scientific Brief 9 July 2020. COVID-19: Infection prevention and control / WASH [10 de junio 2020]. [citado 5 de marzo de 2022] Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>.
- Ministerio de Sanidad. Recomendaciones de operación y mantenimiento de sistemas de climatización y ventilación de edificios para prevención de propagación de SARS-CoV-2. [citado 5 de marzo de 2022] Disponible en: [https://www.msbs.gob.es/gl/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Recomendaciones\\_de\\_operacion\\_y\\_mantenimiento.pdf](https://www.msbs.gob.es/gl/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Recomendaciones_de_operacion_y_mantenimiento.pdf).
- Ministerio de Sanidad. Evaluación del riesgo de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medias de prevención y recomendaciones. [citado 5 de marzo de 2022] Disponible en: [https://www.msbs.gob.es/gl/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/COVID19\\_Aerosoles.pdf](https://www.msbs.gob.es/gl/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/COVID19_Aerosoles.pdf).
- ATECYR DTIE 2.07. Las instalaciones de climatización, SARS-CoV-2 y la calidad de aire. [citado 5 de marzo de 2022] Disponible en: <https://www.atecyr.org/publicaciones/es/dtie/114-dtie-207-las-instalaciones-de-climatizacion-sars-cov-2-y-calidad-de-aire.html>.
- Morawska L, et al. How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? *Environ Int.* 2020; 142:105832.
- R.D. 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico DB-HE 2019. Salubridad HS3 Calidad del aire interior.
- R.D. 314/2006, de 17 de marzo. Código Técnico de la Edificación, 2006. Documento CTE. Documento básico HE Ahorro de Energía. HE2 Condiciones de las instalaciones térmicas.
- RITE. R.D. 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Rudnick, SN and Milton, DK. Risk of indoor airborne infection transmission estimated from carbon dioxide concentration. *Indoor Air.* 2003; 13: 237-245.
- Peng Z and Jimenez JL. Exhaled CO<sub>2</sub> as a COVID-19 Infection Risk Proxy for Different Indoor Environments and Activities. *Environ. Sci. Technol. Lett.* 2021; 8: 392-7.

16. ASHRAE Position Document on Indoor Carbon Dioxide, 2022. [citado 5 de marzo de 2022] Disponible en: [https://www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/pd\\_indoorcarbondioxide\\_2022.pdf](https://www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/pd_indoorcarbondioxide_2022.pdf).
17. UNE-EN 16798-1:2020. Eficiencia energética de los edificios. Ventilación de los edificios. Parte 1.
18. UNE-EN 16798-3:2018. Eficiencia energética de los edificios. Ventilación de los edificios. Parte 3: Para edificios no residenciales.
19. World Health Organization. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. [citado 5 de marzo de 2022] Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.
20. UNE-EN 1822-1:2020. Filtros absolutos (EPA, HEPA y ULPA). Parte 1: Clasificación, principios generales del ensayo y marcado.
21. Ruiz de Adana M, Jiménez JL, Minguillón MC, Ballestres J, Querol X. Informe del GTM: equipos autónomos para la limpieza del aire y sensores para el control de la transmisión de SARS-CoV-2. Ministerio de Ciencia e Innovación. [citado 5 de marzo de 2022] Disponible en: [https://www.ciencia.gob.es/dam/jcr:18dfae91-8677-4613-ac62-fa84d69e0230/Informe\\_sobre\\_purificacion\\_de\\_aire.pdf](https://www.ciencia.gob.es/dam/jcr:18dfae91-8677-4613-ac62-fa84d69e0230/Informe_sobre_purificacion_de_aire.pdf).
22. UNE 171330-2:2014. Calidad ambiental en interiores. Parte 2: Procedimientos de inspección de calidad ambiental interior.
23. UNE 171340:2020. Validación y cualificación de salas de ambiente controlado en hospitales.