

## Introducción

Los sistemas de climatización instalados en autobuses y autocares presentan unas características de funcionamiento concretas que están condicionadas por las características constructivas de los vehículos, dado que debe haber una integración entre el sistema de climatización y el propio vehículo que permita garantizar el nivel de confort de los pasajeros y conductores, a la vez que la funcionalidad del propio vehículo.

Los sistemas de climatización de autobuses y autocares, están diseñados para trabajar con presiones disponibles de aire en el entorno de 200Pa y caudales de aire interior en el entorno de los 6.000m<sup>3</sup>/h, conseguidos a partir mezcla de aire de recirculación y aire exterior, y con filtros de aire acordes a estas presiones y caudales. Además, es posible incorporar elementos que contribuyen a mejorar la calidad y la salubridad del aire en el interior de la cabina de pasajeros, ayudando a prevenir la transmisión de patógenos entre los pasajeros.

## Características preventivas de los sistemas de climatización de autobuses y autocares en la transmisión de infecciones

El principal vehículo de transmisiones infecciosas son los bioaerosoles (pueden definirse como componentes vivos y no vivos, como hongos, polen, alérgenos, bacterias y virus en suspensión en el aire).

Atendiendo a ello, la calidad de aire interior es una de las claves para prevenir la transmisión de patógenos entre los pasajeros. Pero no sólo ello, sino que también los flujos de aire en el interior del vehículo son importantes a la hora de evitar la contaminación cruzada entre personas que se encuentran en el interior del vehículo. Para ello se analizarán opciones posibles en una u otra línea:

### Calidad de aire interior

- La calidad de aire interior se ve afectada por el nivel de ocupación de personas. El ratio de aire exterior recomendado en las normativas es de 4,17 l/s por cada persona, lo cual indica una renovación de 825 m<sup>3</sup>/h para un vehículo con 55 pasajeros en el interior. Deberá por tanto garantizarse este caudal de aire exterior en todo momento, que supone una renovación de aire de 16,5 veces por hora, lo que a su vez supone una renovación completa del aire interior cada 3,6 minutos. Sin embargo los valores medidos en distintos vehículos mejoran este caudal de aire y suelen rondar los 1.000m<sup>3</sup>/h de renovación, lo que significa que el aire interior se renueva cada 3 minutos. Estos valores pueden incluso aumentarse en el caso de que las trampillas que permiten la entrada de aire fresco estén permanentemente abiertas. Aunque dependen del tipo de sistema de aire acondicionado utilizado, la trampilla de renovación completamente abierta, permitiría introducir caudales de renovación en una horquilla que oscilaría entre los 2.000m<sup>3</sup>/h y los 4.800 m<sup>3</sup>/h, que garantizaría que el aire interior se renovase completamente entre 90 y 37 segundos.
- Como se comentaba en la introducción se puede complementar el sistema de climatización con la instalación en el vehículo de sistemas de eliminación de patógenos basados en generadores de iones, que ha demostrado ser un mecanismo eficiente para la desactivación de diversas tipologías de

virus (1) y por tanto, permitirá reducir la presencia de patógenos de forma notable mientras en vehículo se encuentra en operación. La incorporación de este tipo de dispositivos se puede efectuar sin grandes dificultades con independencia de la longitud del vehículo y del sistema de climatización que incorporan, aunque sí es necesario garantizar un caudal de aire mínimo en la zona donde se ubique el dispositivo.

(1) Referencia: Marie Hagbom, Johan Nordgren, Rolf Nyborn, Kjell-Olof Hedlund, Hans Wigzell y Lennart Svensson. "Ionizing air affects influenza virus infectivity and prevents airborne transmission" Scientific Reports S:11431 DOI: 10.1038/srep 11431 [www.nature.com/scientificreports](http://www.nature.com/scientificreports)

### Flujo de aire en el habitáculo

Los equipos de climatización toman aire exterior y lo impulsan al interior a través de los conductos de aire acondicionado que se sitúan encima del pasajero. Este aire exterior introducido debe remplazar al aire en el interior del vehículo, para lo cual la misma cantidad de aire interior debe salir del vehículo, habitualmente por unos conductos situados en el suelo, produciéndose a tal efecto un flujo de aire vertical de arriba hacia abajo. La velocidad de esta corriente de aire vertical, cuando las boquillas de aire acondicionado sobre los pasajeros están abiertas, puede oscilar entre 0,5m/s y 3m/s, lo que facilita el arrastre de los bioaerosoles, dificultando de esta manera el contagio cruzado entre pasajeros.

Adicionalmente, las boquillas de aire que se utilizan en estos vehículos suelen tener un diseño que permite que se forme una "burbuja o campana" con velocidades bajas (boquillas cerradas) alrededor del pasajero que le aísla del entorno, creando una barrera a los bioaerosoles generados alrededor.

### Conclusiones

La utilización de los sistemas de climatización instalados en autobuses y autocares contribuyen a prevenir la transmisión de infecciones a través de bioaerosoles, dado que:

- 1º. Cuentan con sistemas de renovación de aire que garantizan renovaciones completas del aire interior entre 3 y 6 minutos, pudiéndose incrementar esta renovación en caso de mantener las compuertas de renovación completamente abiertas.
- 2º. Con boquillas abiertas existe un flujo de aire vertical de arriba hacia abajo a una velocidad tal que dificulta el contagio cruzado entre pasajeros
- 3º. Con boquillas cerradas, el diseño de las boquillas genera un efecto "burbuja" o "campana" alrededor del pasajero que crea una barrera a los bioaerosoles generados alrededor de la misma.

Además, se pueden incorporar con facilidad medidas adicionales de poco impacto que reducirían aún más la posibilidad de transmisión de infecciones, como son los dispositivos de ionización del aire para tratar el aire interior con el vehículo en operación y los pasajeros en el interior.

## CLIMATE CONCEPT

