

# SISTEMA DE GESTIÓN DE EMISIONES EN LA FLOTA DE AUTOBUSES DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE TRANSPORTES DE MADRID.



Conde, J.<sup>1</sup>; López-Samaniego, E.<sup>2</sup>; Martínez, A.<sup>3</sup>; Miranda, F. J.<sup>2</sup>; Sánchez, A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ayuntamiento de Madrid, Área de Gobierno de Seguridad y Servicios a la Comunidad.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid.

<sup>3</sup> Empresa Municipal de Transportes de Madrid, S.A.

<sup>4</sup> Ayuntamiento de Madrid, Área de Medio Ambiente y Servicios a la Ciudadanía.



## INTRODUCCIÓN

El presente estudio se ha desarrollado a solicitud del Ayuntamiento de Madrid (Área de Gobierno de Seguridad y Servicios a la Comunidad y el Área de Medio Ambiente y Servicios a la Ciudadanía) ha contado con el apoyo de la Empresa Municipal de Transportes de Madrid, S.A., y se ha realizado por un equipo de la Universidad Autónoma de Madrid.

La base para el desarrollo de este Estudio, es la utilización de combustibles alternativos (biodiesel, gas natural comprimido) frente al combustible tradicional (gasóleo) en una flota cautiva constituida por autobuses urbanos pertenecientes a la flota de la Empresa Municipal de Transportes de Madrid. En ella se ha estudiado, en condiciones reales de trabajo, las posibles mejoras medioambientales en las emisiones de escape obtenidas con el empleo de dichos carburantes frente a un combustible tradicional, como es el gasóleo.

## METODOLOGÍA

Se han seleccionado cuatro vehículos representativos dentro de la flota de vehículos de la Empresa Municipal de Transportes de Madrid, que utilizaban los siguientes combustibles:

- Gasóleo (Figura 1)
- Biodiesel puro (B-100) (Figura 2)
- Biodiesel en una mezcla al 20% con gasóleo (B-20) (Figura 3)
- Gas Natural Comprimido (GNC) (Figura 4)

Todos los vehículos han realizado la ruta seleccionada, línea circular C1 (Figura 5), en condiciones normales de trabajo. Se han efectuado 7 recorridos para cada vehículo, contabilizándose un total de 5581 mediciones válidas.

Se han determinado: CO, NO, SO<sub>2</sub>, NOx e hidrocarburos totales. Estos compuestos se han identificado "in situ" mediante un analizador de gases modelo Dräger MSI Compact NT-D (Figura 7).

Para poder realizar este seguimiento se ha instalado la sonda en el escape de cada vehículo (Figura 6), situando en el interior del vehículo el analizador (Figura 7).

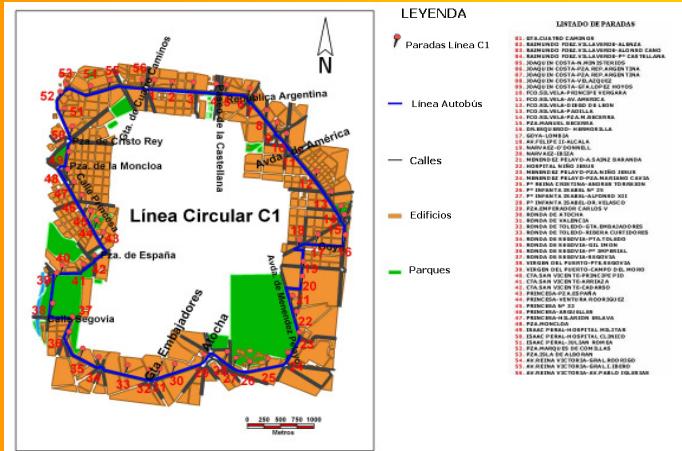


Figura 5. Ruta y paradas de la línea circular C1

## VARIACIONES EN LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS COMPUESTOS ANALIZADOS

La Figura 9 muestra la distribución espacial de las emisiones de NO a lo largo de la trayectoria seleccionada para cada uno de los vehículos estudiados. Se marcan los puntos donde se realizan las mediciones.

El aumento de todas las emisiones (CO, NO, SO<sub>2</sub>, NOx e hidrocarburos totales) tiene relación con **sobrecargas** producidas:

- número de pasajeros transportados
- funcionamiento del compresor para el aire acondicionado
- variación en la movilidad causada por el tráfico
- topografía de la ruta
- pilotaje del conductor



Figura 1. Autobús de Gasóleo

Figura 2. Autobús de Biodiesel puro (B-100)

Figura 3. Autobús de Biodiesel mezclado con gasóleo (B-20)

Figura 4. Autobús de Gas Natural Comprimido



Figura 6. Detalles colocación sonda en los vehículos con motor diesel o Gas Natural Comprimido

Figura 7. Analizador de Gases

## COMPARACIÓN DE LAS EMISIÓNES GASEOSAS ENTRE COMBUSTIBLES

La Figura 8 muestra como los dos vehículos que utilizan biodiesel (B-100 y B-20), presentan disminuciones en las emisiones de CO respecto al gasóleo, mientras que las emisiones del vehículo que utiliza GNC, experimenta un fuerte incremento respecto al resto de los vehículos.

Para los NO y NOx, los vehículos con biodiesel (B-100 y B-20) presentan comportamientos dispares, el vehículo con B-100 posee ligeras mejoras respecto al vehículo con combustible tradicional (gasóleo), el vehículo con B-20 produce ligeros incrementos en éstas. El vehículo con GNC presenta la mayor disminución respecto al resto.

El único vehículo que ha emitido SO<sub>2</sub> es el provisto de motor a GNC, posiblemente por la presencia de impurezas de azufre en el Gas.

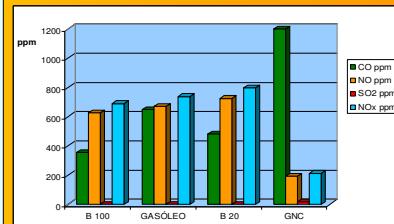


Figura 8. Comparación de las emisiones (CO, NO, SO<sub>2</sub> y NOx) entre los combustibles empleados en el estudio

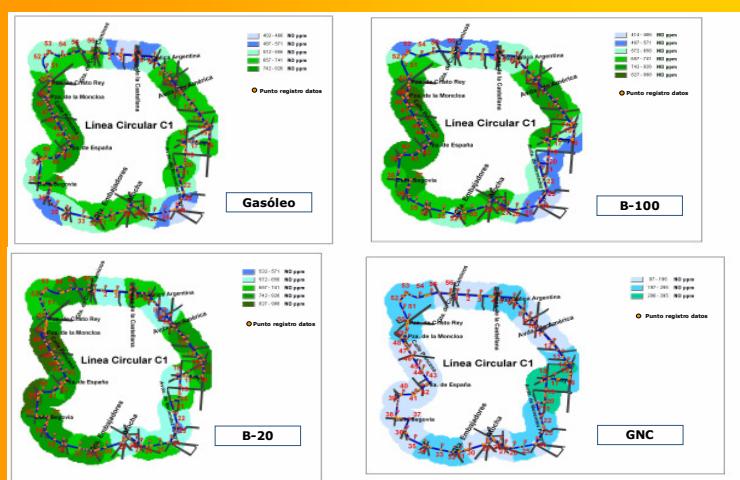


Figura 9. Distribución espacial de la media de los valores emitidos de NO en los vehículos estudiados

## CONCLUSIONES

• Resulta viable analizar las emisiones en condiciones reales de funcionamiento de los vehículos

• Las **mejoras** obtenidas frente al gasóleo se recogen en la tabla:

Combustible	%CO	%NO	%HC
B-100	↓ 45%	↓ 7%	↑ 4%
B-20	↓ 26%	↑ 8%	↓ 44%
GNC	↑ 87%	↓ 71%	↓ 48%

Estos resultados reflejan una **mejora medioambiental generalizada** en las emisiones de los combustibles alternativos frente al gasóleo.

• La distribución espacial de las emisiones Figura 9 muestra que la utilización de combustibles alternativos permite la disminución de las mismas.

• Los vehículos que utilizan biodiesel ofrecen una solución inmediata sobre los que funcionan con gasóleo, sin un gran coste económico y técnico en el cambio, siendo por tanto estos vehículos los más recomendables.

• Para la **gestión sostenible** de la flota de vehículos urbanos es importante conocer la distribución espacial de las emisiones en las rutas, seleccionando los vehículos con mejor comportamiento en las zonas con mayor **sobrecarga**, contribuyendo con ello a mejorar la calidad del aire de las grandes ciudades.