

## Calidad del aire en zonas especialmente sensibles: entornos escolares y centros de salud

Campaña de ciencia ciudadana realizada entre noviembre 2024 y enero 2025

Calidad del aire en zonas especialmente sensibles: entornos escolares y centros de salud

Campaña de ciencia ciudadana realizada entre noviembre 2024 y enero 2025

Medición de NO<sub>2</sub> en 174 entornos educativos, centros de salud y espacios públicos de 14 núcleos urbanos de 9 provincias, de 6 comunidades autónomas:

Andalucía: Alcalá de Guadaira, Mairena del Alcor y El Viso del Alcor

Cantabria: Santander

Cataluña: Badalona, Barcelona, Olot (Girona), Sant Cugat del Vallès (Barcelona) y Vielha (Lleida)

Euskadi: Barakaldo, Bilbao, Donostia-San Sebastián

Madrid: Arganda

Navarra: Tudela

Ecologistas en Acción

Abril de 2025

Título: Calidad del aire en zonas especialmente sensibles: entornos escolares y centros de salud. Campaña de ciencia ciudadana realizada entre noviembre 2024 y enero 2025.

Medición de NO<sub>2</sub> en 174 entornos educativos, centros de salud y espacios públicos de 14 núcleos urbanos de 9 provincias, de 6 comunidades autónomas:

Autores: Francisco García Olmo, Garbiñe Angulo Tajadura, Edu Gutiérrez González, Jesús Díaz Rodríguez, Dídac Navarro, José Antonio Sánchez Raba, Luis Cuenca, Eduardo Navascués, Alberto García, Pedro Luis Mier Aras, Manu González Bargaña y Carmen Duce Díaz

Portada: Andrés Espinosa

Edita: Ecologistas en Acción

Publicado: abril de 2025

Este informe se puede consultar y descargar en:

[www.ecologistasenaccion.org/337866/contaminacion-del-aire-en-entornos-sensibles](http://www.ecologistasenaccion.org/337866/contaminacion-del-aire-en-entornos-sensibles)

Esta actividad recibe financiación del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. El presente informe se ha realizado en el marco de la campaña Clean Cities, de la que Ecologistas en Acción forma parte. También han colaborado en la campaña el Ayuntamiento de Barakaldo, el colegio Cervantes y su AMPA.



Ecologistas en Acción agradece la reproducción y divulgación de los contenidos de esta publicación siempre que se cite la fuente.

Esta publicación está bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 3.0 España de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/>

## RESUMEN EJECUTIVO

Respiramos unas 20.000 veces al día. Y no podemos evitarlo. Tampoco podemos, en general, elegir el aire que respiramos. Vivir en zonas con mala calidad del aire implica riesgos severos para la salud. Especialmente para las personas más vulnerables, como la infancia.

Ecologistas en Acción tiene una larga trayectoria de trabajo en la concienciación y demanda de mejoras en la calidad del aire. Desde el año 2005 publicamos un informe anual analizando los datos de las estaciones oficiales de medición de la contaminación, informe que se ha convertido en referente para la sociedad<sup>1</sup>. Desde 2016 también publicamos un informe especial sobre la contaminación por ozono, un contaminante que provoca daños severos a la salud en el corto plazo y que, lamentablemente, debido al cambio climático, es responsable cada verano de más picos de contaminación, en más lugares<sup>2</sup>.

El presente informe muestra los resultados de las campañas de ciencia ciudadana realizadas entre noviembre de 2024 y febrero de 2025, en 14 municipios de 6 Comunidades Autónomas. Ecologistas en Acción comenzó a realizar estas campañas de ciencia ciudadana para la medición del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en el año 2020. El dióxido de nitrógeno es un componente nocivo del aire que irrita las vías respiratorias provocando, entre otros, bronquitis aguda o crónica en función del tiempo y el grado de exposición. Su efecto sobre la salud de las personas, especialmente entre la población más vulnerable, incluso a niveles por debajo de los límites legales, está relacionado con el desarrollo de la reactividad bronquial, la disminución de la función pulmonar en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y el aumento del riesgo de infecciones respiratorias en la infancia. Por ello, hemos realizado cuatro campañas de ciencia ciudadana de medición y análisis del NO<sub>2</sub> en entornos escolares desde 2022, lo que nos ha permitido evaluar la situación de la calidad del aire en un total de 573 entornos educativos y espacios sensibles.

En el transcurso de nuestras campañas de estudio, se ha revisado la Directiva de Calidad del Aire. El Consejo de la UE aprobó finalmente la Directiva en octubre de 2024. Esta nueva normativa que los Estados miembro tienen dos años para transponer, implica, entre otros ajustes, que los valores límite para el NO<sub>2</sub> se reducen a la mitad: de los 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  actuales pasan a 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de media anual. Aunque es un gran avance para la salud, este nuevo valor límite, que debe cumplirse para 2030, aún es el doble de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (2021), que indican que no deberían superarse los 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de media anual de NO<sub>2</sub>. Más aún, las recomendaciones de la OMS se realizan sobre el análisis en sujetos estándar, que no siempre se corresponden con la población vulnerable. Los cerebros y pulmones de jóvenes en edad escolar (infancia y adolescencia) se están desarrollando, por lo que los contaminantes les afectan más. Además, en proporción a su tamaño y dada su actividad física, respiran muchas más veces al día que las personas adultas, por lo que su cuerpo, proporcionalmente, recibe más contaminantes. Se ha demostrado una relación negativa directa entre los niveles de contaminación y ruido y el desarrollo cognitivo en estas edades. Y puesto que pasan casi un 20 % de su tiempo semanal total en los centros educativos, éstos deben estar libres de contaminación y de ruido.

---

<sup>1</sup> <https://www.ecologistasenaccion.org/13106/informes-y-documentacion-de-interes/>

<sup>2</sup> <https://www.ecologistasenaccion.org/300387/> La contaminación por ozono, informe 2023.

## LOS LÍMITES LEGALES ANUALES DE CALIDAD DEL AIRE SON MUCHO MÁS ALTOS QUE LAS GUÍAS DE LA OMS:



Figura 1. Resumen comparativo entre los valores límite vigentes, los valores de la nueva directiva y las recomendaciones de la OMS para diferentes contaminantes atmosféricos. Elaboración propia, Ecologistas en Acción, 2024

Como podemos ver en la siguiente tabla (resumen de las campañas de ciencia ciudadana realizadas por Ecologistas en Acción hasta el momento) aún queda mucho por hacer en los entornos escolares, para que niños y niñas respiren aire saludable, y se respeten los límites legales vigentes en la actualidad.

campana	municipios	Número de entornos escolares analizados	Por encima de la actual normativa (>40 µg/m <sup>3</sup> )	Cumplen normativa actual pero no la nueva directiva de calidad del aire (>20 µg/m <sup>3</sup> )	Cumplen las recomendaciones de la OMS
<a href="#">Febrero 2022</a>	Burgos, León, Palencia, Ponferrada, Salamanca, Segovia, Valladolid, Zamora, Candeleda, Madrid	125	23	90	0
<a href="#">Febrero 2023</a>	Barcelona, Madrid, Granada, Murcia, Vigo y Xixón	160	58	81	1

<a href="#">Febrero 2024</a>	Sevilla, El Viso y Mairena del Alcor, Cartagena, Oviedo, Coruña, Basauri, Etxebarri y Galdakao	114	16	85	0
Noviembre 2024 a febrero 2025	Alcalá de Guadaira, Mairena y El Viso del Alcor (Sevilla), Santander, Badalona, Barcelona, Olot (Girona), Sant Cugat del Vallès (Barcelona) y Vielha (Lleida), Barakaldo, Bilbao, Donostia-San Sebastián, Arganda y Tudela	174	12	134	2
<b>Total</b>		<b>573</b>	<b>109</b>	<b>390</b>	<b>3</b>

Tabla 1. Resumen de campañas de ciencia ciudadana para la medición de NO<sub>2</sub> en entornos escolares realizadas por Ecologistas en Acción.

El presente informe analiza de forma más detallada los resultados de la campaña de medición realizada durante los meses de noviembre de 2024 y febrero de 2025. Se colocaron 269 captadores pasivos de NO<sub>2</sub> en los entornos de 174 centros educativos y espacios sensibles como centros de salud, parques y plazas públicas de Alcalá de Guadaira, Mairena del Alcor, El Viso del Alcor, Santander, Badalona, Barcelona, Olot (Girona), Sant Cugat del Vallès (Barcelona) y Vielha (Lleida), Barakaldo, Bilbao, Donostia-San Sebastián, Arganda y Tudela de Navarra. Y se analizaron también los entornos de siete centros de salud y espacios públicos.

Del total de entornos escolares analizados en estas cuatro campañas, destacamos que:

- Sólo 3 de los 573, es decir, un 0,52 % de ellos, estarían cumpliendo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud.
- 74 entornos escolares y espacios sensibles, es decir, el 13 % de los centros analizados en todas las campañas, estarían cumpliendo los límites de la nueva directiva.
- Dicho de otro modo, el 87 % de los entornos escolares y espacios sensibles analizados no cumplen los límites de la nueva directiva aprobada el año pasado.
- Y nos encontramos que casi en uno de cada cinco centros escolares no se cumplen la actual normativa vigente de < 40 µg/m<sup>3</sup>: en 109 centros escolares (el 19 %) del total de 573 analizados se respira un aire inaceptable en términos legales que, recordemos, cuadruplica el nivel máximo recomendado por la OMS.



Figura 2. Municipios en las que se han desarrollado las campañas de medición en 2023 y 2024

Para analizar los resultados de las mediciones, se han comparado con los datos promedio de NO<sub>2</sub> registrados durante esas fechas en las estaciones oficiales de contaminación de los municipios ¿localidades/municipios? analizados. Se colocaron captadores pasivos en las inmediaciones de las estaciones oficiales para poder obtener una medida de control y calibración de los sensores.

Los captadores pasivos utilizados son dispositivos de bajo coste que permiten realizar campañas de sensibilización ciudadana ante la cuestión de la contaminación del aire. Tanto la Agencia Europea del Medioambiente<sup>3</sup> como el Ministerio de Transición Ecológica reconocen el valor de estas campañas como herramientas para la concienciación<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Agencia Europea del Medioambiente, 2020. Campañas de ciencia ciudadana para la sensibilización pública en materia de calidad del aire.

<https://www.eea.europa.eu/highlights/citizen-science-on-air-quality>

<sup>4</sup> Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico, 2022. Guía para el desarrollo de proyectos ambientales en centros escolares Calidad del aire y contaminación acústica.

<https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/guia-desarrollo-proyectos-ambientales-centros-escolares.aspx>

Evidentemente, las mediciones realizadas con estos dosímetros no alcanzan la precisión de los datos que nos proporcionan las estaciones oficiales de calidad del aire de las instituciones competentes, pero sí nos sirven para tener una referencia aproximada sobre la calidad del aire que respiramos.

Las evidencias científicas son indiscutibles: casi un 10 % de las muertes anuales en nuestro país se atribuyen a causas relacionadas con la contaminación del aire. Además de los fallecimientos, la mala calidad del aire provoca enfermedades crónicas y problemas en el desarrollo. La contaminación afecta seriamente a la salud infantil<sup>5</sup>.

Los resultados de las mediciones, una vez procesados los datos y comparados con las referencias que nos dan las estaciones oficiales de medición de la contaminación, son preocupantes y requieren la toma de medidas urgentes.

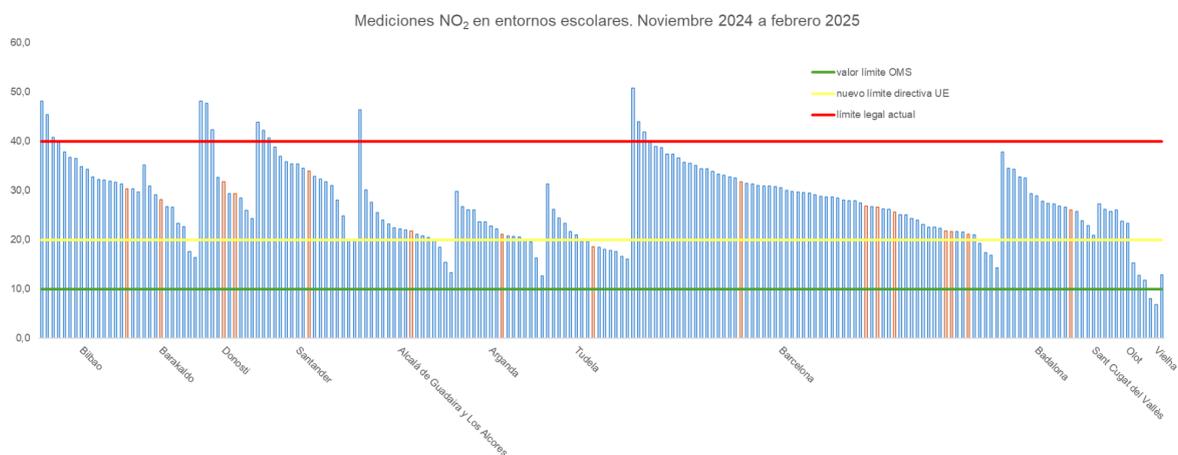


Figura 3. Gráfica resumen resultados de la campaña de medición

Solo dos escuelas, ambas en Olot, cumplen las recomendaciones de la OMS; en el resto de los entornos escolares analizados, esto es, en 172 centros escolares, la concentración de NO<sub>2</sub> supera los 10 µg/m<sup>3</sup>. Dicho de otra forma, **el 99 % de los entornos analizados están respirando un aire que no cumple con las recomendaciones de la OMS.**

Del total de los 174 entornos analizados, **solo 28, menos de uno de cada cinco, el 16 %, están por debajo de los 20 µg/m<sup>3</sup>**, el nuevo límite marcado por la revisión de la Directiva de Calidad del Aire.

Y aún hay que destacar las 12 de las 174 escuelas analizadas, el 7 %, que **están incluso por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup>, el límite legal actualmente vigente.**

Municipio	total	Más de 40 µg/m <sup>3</sup> (límite legal)	Más de 20 µg/m <sup>3</sup> (Nuevo Límite Legal UE)	Menos de 10 µg/m <sup>3</sup> (OMS)
-----------	-------	---	---	-------------------------------------

<sup>5</sup> ISGlobal, 2024. La exposición a la contaminación atmosférica en los dos primeros años de vida se asocia con peor capacidad de atención.  
<https://www.isglobal.org/en/-/contaminacion-aire-dos-primeros-anos-vida-peor-capacidad-atencion-ninos>

<b>Bilbao</b>	16	2	12,5 %	14	87,5 %	0
<b>Barakaldo</b>	9	0	0,0 %	7	77,8 %	0
<b>Donostia-San Sebastián</b>	9	3	33,3 %	6	100 %	0
<b>Santander</b>	15	2	13,3 %	14	93,3 %	0
<b>Alcalá de Guadaíra y Los Alcores</b>	17	1	5,9 %	12	70,6 %	0
<b>Arganda</b>	15	0	0,0 %	11	73,3 %	0
<b>Tudela</b>	14	0	0,00 %	6	42,9 %	0
<b>Barcelona</b>	53	4	7,55 %	49	92,5 %	0
<b>Badalona</b>	13	0	0,0 %	13	100,0 %	0
<b>Sant Cugat</b>	4	0	0,0 %	4	100,0 %	0
<b>Olot</b>	8	0	0,0 %	3	37,5 %	2
<b>Vielha</b>	1	0	0,0 %	0	0,0 %	0
<b>TOTAL</b>	<b>174</b>	<b>12</b>	<b>6,9 %</b>	<b>145</b>	<b>83,3 %</b>	<b>2</b>

Tabla 2. Resumen resultados de las mediciones en los entornos analizados

En el informe se detalla la situación de cada una de las localidades en las que se ha desarrollado la campaña. Las mediciones se han realizado con dosímetros Palmer, entre noviembre de 2024 y febrero de 2025. En tres de las localidades en las que se ha desarrollado la campaña, todos los entornos escolares analizados están por encima del límite que marca la nueva directiva de calidad del aire, aprobada en octubre de 2024. Este será el límite de NO<sub>2</sub> legal que deberán cumplir las ciudades en 2030. Aunque lo deseable es aspirar a respirar un aire que no supere los límites de contaminación que indica la Organización Mundial de la Salud. Algo de lo que aún estamos lejos, lamentablemente.

Numerosas organizaciones en toda Europa, y en el mundo, están desarrollando acciones para demandar un cambio en las ciudades, que permitan que los niños y niñas puedan llegar al colegio, y estar en él, respirando aire saludable. Ejemplos de ello son las calles escolares de Londres, reclamadas por Mums for Lungs<sup>6</sup>, las de Francia, impulsadas por

<sup>6</sup> Mums for lungs, activistas por las calles escolares en Londres.  
<https://www.mumsforlungs.org/our-campaigns/school-streets>

plataformas como La Rue est à Nous<sup>7</sup>, el movimiento Bike to School en Italia... y más cerca, la Revuelta Escolar<sup>8</sup> y los bicibuses impulsados, entre otras, por Eixample Respira en Barcelona, o el proyecto STARS en Zaragoza<sup>9</sup>.

Ecologistas en Acción forma parte de la campaña Clean Cities, una de cuyas prioridades es, precisamente, demandar entornos escolares sin humos ni ruidos. Estas acciones se articulan a través del proyecto *Streets For Kids*, Calles Abiertas para la Infancia<sup>10</sup>, mediante el que decenas de grupos locales y escuelas están demandando a los ayuntamientos medidas eficaces para reducir la contaminación atmosférica y acústica en los entornos escolares.



Figura 4. Cartel Streets for Kids, convocatoria mayo 2025

<sup>7</sup> Observatorio de calles escolares. <https://larueestanous.fr/observatoire-des-rues-aux-ecoles/>

<sup>8</sup> Revuelta Escolar, activistas por la movilidad sostenible y la autonomía infantil. <https://www.revueltaescolar.com/>

<sup>9</sup> <https://www.zaragoza.es/sede/portal/medioambiente/educacion-participacion/proyecto-stars/>

<sup>10</sup> <https://spain.cleancitiescampaign.org/streets-for-kids-primavera-2025/>

## 1 Salud y calidad del aire

La contaminación atmosférica es un problema mundial de gravedad. Así lo refleja la **Organización Mundial de la Salud (OMS) que cifra en 4,2 millones de muertes al año como resultado de la exposición a contaminantes atmosféricos en ambientes exteriores**<sup>11</sup>. En Europa, casi 300.000 personas mueren al año de forma prematura por causas directamente relacionadas con la contaminación del aire. De ellas, 1.200 son menores de 18 años<sup>12</sup>. Y en España, cada año debemos lamentar anualmente la muerte de más de 20.000 personas por este motivo. Las evidencias científicas son inapelables: la contaminación es una de las principales causas del asma infantil y retrasos en el desarrollo cognitivo de niños y niñas. Los y las escolares pasan casi un tercio de su tiempo en los colegios. Garantizar que el aire que respiran es saludable debe ser una prioridad para todas las autoridades.

En 2021, la OMS actualizó sus guías de calidad del aire<sup>13</sup>, en base a las nuevas evidencias científicas. Las guías publicadas en septiembre de 2021 rebajan de manera muy significativa los valores, considerados hasta ahora seguros, para todos los contaminantes atmosféricos. En el caso del NO<sub>2</sub>, la reducción es considerable: se pasa de 40 µg/m<sup>3</sup> a 10 µg/m<sup>3</sup> en el caso de la media anual.

Tras la revisión de la OMS, la Comisión Europea inició el proceso para actualizar la Directiva de Calidad del Aire, la norma marco bajo la cual se han desarrollado las leyes de calidad del aire de los Estados miembros. La Directiva vigente, aprobada en 2008, se ha quedado muy obsoleta. En octubre de 2022 la Comisión Europea presentó su propuesta de revisión: no llegaba a los límites indicados por la OMS, pero sí reducía a la mitad los valores límites de NO<sub>2</sub> y PM<sub>2,5</sub>, así como de otros contaminantes. El 23 de octubre de 2024, por fin, se publicó la nueva Directiva 2024/2881. Desde el momento de su publicación, los países de la UE tienen dos años para su transposición legislativa, por lo que a finales de 2026 todos los países deben tener actualizada su normativa sobre calidad del aire a la nueva Directiva, aplicando los nuevos límites legales, que entrarán en vigor como muy tarde en 2030. Esta fecha parece lejana pero, a la vista de los resultados obtenidos, que muestran niveles no admisibles de contaminación ambiental, no hay tiempo que perder para tomar medidas necesarias y urgentes que permitan llegar a 2030 cumpliendo con estos nuevos límites.

<b>Contaminantes atmosféricos. Valores límite</b>	<b>Vigente en abril 2025</b>	<b>Directiva europea 2024/2881 de 23</b>	<b>Límites recomendados OMS (2021)</b>
---	------------------------------	--	--

<sup>11</sup> Contaminación del aire y salud. OMS, octubre 2024.

[https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

<sup>12</sup> Contaminación atmosférica y salud infantil. Agencia Europea del Medioambiente. Septiembre 2023. <https://www.eea.europa.eu/es/highlights/los-niveles-de-contaminacion-atmosferica>

<sup>13</sup> Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire. Septiembre 2021.

<https://www.who.int/es/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>

		<b>de octubre de 2024, a ser aplicada antes del 2030</b>	
PM <sub>2,5</sub> (partículas finas)	20 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub> (partículas)	40 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>
Ozono (8h)	120 µg/m <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub> (dióxido de nitrógeno)	40 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>

Tabla 3. Comparativa de los valores límite vigentes (2024), recomendaciones de la OMS (2021) y de la nueva Directiva de Calidad del Aire (octubre 2024)

Los resultados de las campañas de medición de NO<sub>2</sub> realizadas por Ecologistas en Acción entre noviembre de 2024 y febrero de 2025, con dosímetros de bajo coste, son consistentes con los datos que reflejan las estaciones oficiales de contaminación: **sólo dos de los 174 entornos escolares analizados está por debajo de los 10 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> que la OMS considera como el límite máximo para la media anual.**

En zonas urbanas, el origen de la mayor parte del NO<sub>2</sub> proviene del tráfico rodado. La población vive expuesta al efecto de este y otros contaminantes (i.e. PM<sub>10</sub> y O<sub>3</sub>)<sup>14</sup>, y la contribución del tráfico a la polución en las ciudades es determinante. Por ello, los niveles más altos de NO<sub>2</sub> se alcanzan en las aglomeraciones urbanas y en sus zonas metropolitanas, así como en el entorno de las vías de comunicación con alta densidad de tráfico.

### 1.1 Efectos del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en la salud

El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) se produce espontáneamente al contacto con el aire del monóxido de nitrógeno, emitido por la quema de combustibles fósiles en el transporte, la industria y los edificios. El dióxido de nitrógeno es un oxidante fuerte y reacciona con agua para producir ácido nítrico y óxido nítrico.

El dióxido de nitrógeno tiene efectos perjudiciales directos sobre la salud y, además:

- es un gas de efecto invernadero que contribuye a la crisis climática

<sup>14</sup> "Health Aspects of Air Pollution" (2003), Chapter 7 Nitrogen dioxide, Section 7.2 <http://www.euro.who.int/document/e79097.pdf>

- tiene un papel crítico en la concentración de ozono en la troposfera, al actuar como precursor de la formación fotoquímica del ozono, tanto en atmósferas contaminadas como no contaminadas. El ozono troposférico tiene efectos muy dañinos sobre la salud a corto plazo.

Las emisiones de NO<sub>x</sub> (NO y NO<sub>2</sub>) tienen un impacto directo en la calidad del aire urbano y del entorno de la ciudad. Niveles elevados de NO<sub>x</sub>, además de influir en la formación de lluvia ácida y en la formación de ozono (contaminante secundario que se genera en la atmósfera por la reacción de NO<sub>2</sub> con otros precursores gaseosos orgánicos), perjudican la salud pública afectando especialmente al sistema respiratorio al dañar el tejido pulmonar, causando muertes prematuras y enfermedades crónicas.

El NO<sub>2</sub> afecta a los tramos más profundos de los pulmones, inhibiendo algunas funciones de los mismos, como la respuesta inmunológica, produciendo una merma de la resistencia a las infecciones, por lo que se ha relacionado con una mayor prevalencia de la COVID-19 en ciudades con elevada presencia de este contaminante. La infancia y las personas con asma son las más afectadas por exposición a concentraciones agudas de NO<sub>2</sub>. La exposición crónica a bajas concentraciones de NO<sub>2</sub> se ha asociado con un incremento en las enfermedades respiratorias crónicas, el envejecimiento prematuro del pulmón y con la disminución de su capacidad funcional.

Los NO<sub>x</sub> tienen una especial relevancia en la formación del conocido *smog* fotoquímico. La palabra inglesa smog (de smoke: humo y fog: niebla) se utiliza para denominar la contaminación atmosférica que se produce en algunas ciudades por la mezcla de contaminantes de origen primario (NO<sub>x</sub> e hidrocarburos volátiles) con otros secundarios (ozono, peroxiacilo, radicales hidroxilo, etc.) que se forman por reacciones producidas al incidir la luz solar sobre los primeros. Las reacciones fotoquímicas que originan este fenómeno suceden cuando la mezcla de NO<sub>x</sub> e hidrocarburos volátiles reaccionan con el oxígeno atmosférico, inducido por la luz solar, en un complejo sistema de reacciones que acaba formando ozono.

Según los estudios del equipo de Cristina Linares y Julio Díaz, del Departamento de Epidemiología y Bioestadística del Instituto de Salud Carlos III, la mortalidad atribuible por la exposición a corto plazo al dióxido de nitrógeno, por causas naturales, respiratorias y circulatorias, ascendió en las capitales de provincia de España a una media de 7.000 muertes anuales<sup>15</sup>, entre los años 2000 a 2009. La mitad de dichos fallecimientos se habrían producido en un rango de exposición de entre 20 y 40 µg/m<sup>3</sup>, por debajo de la recomendación anual de la OMS vigente hasta septiembre de 2021, pero por encima de la

---

<sup>15</sup> Cristina Ortiz, Cristina Linares, Rocío Carmona, Julio Díaz, 2017: "Evaluation of short-term mortality attributable to particulate matter pollution in Spain". Environmental Pollution, 224: 541-551. Resumen disponible en: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116325611](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116325611)

- CSIC, 2012: Bases científico-técnicas para un Plan Nacional de Mejora de la Calidad del Aire. [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/CALIDAD%20AIRE%20\(alta\)\\_tcm30-187886.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/CALIDAD%20AIRE%20(alta)_tcm30-187886.pdf)
- Ministerio de Sanidad, 2019: Impacto sobre la salud de la calidad del aire en España. [https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/PLAN\\_AIRE\\_Medida\\_5\\_19\\_12\\_27.pdf](https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/PLAN_AIRE_Medida_5_19_12_27.pdf)

actual. Pequeñas reducciones en los niveles de este contaminante pueden ser determinantes para salvar vidas en el corto plazo.

Un estudio liderado por el Instituto de Salud Global de Barcelona (ISGlobal)<sup>16</sup>, publicado en enero de 2021, ha estimado las muertes que podrían evitarse si se mejorara la calidad del aire en cerca de 1.000 ciudades europeas.

ciudades	Muertes que podrían evitarse si se cumplen límites más estrictos		Nº total muertes que podrían evitarse si se cumplen los límites de la OMS
	PM <sub>2,5</sub>	NO <sub>2</sub>	
Alcalá de Guadaira (Sevilla)	26	10	36
Barcelona (área metropolitana)	2.215	1.554	3.769
Bilbao (área metropolitana)	428	279	707
Donostia-San Sebastián	109	54	163
Madrid (área metropolitana)	1.876	1.966	3.842
Santander	118	47	165
Sevilla (área metropolitana)	406	206	612

Tabla 4. Mortalidad estimada según los informes del Instituto de Salud Global en las ciudades participantes en la campaña de medición. Elaboración propia a partir de <https://isglobalranking.org/>

Los niveles actuales de contaminación atmosférica tienen una responsabilidad directa sobre el gasto médico y la Seguridad Social, implicando un importante porcentaje de visitas hospitalarias, necesidad de medicación y bajas laborales. El Banco Mundial cuantifica el coste económico de la mortalidad prematura y la pérdida de días de trabajo por la contaminación del aire ambiente y el aire en las viviendas en España en 50.382 millones de

<sup>16</sup> ISGlobal, 2021. Mortalidad prematura debida a contaminación atmosférica en Europa. Premature mortality due to air pollution in European cities: a health impact assessment. The Lancet. [www.isglobal.org/-/un-estudio-muestra-las-ciudades-europeas-con-mayor-mortalidad-relacionada-con-la-contaminacion-del-aire](http://www.isglobal.org/-/un-estudio-muestra-las-ciudades-europeas-con-mayor-mortalidad-relacionada-con-la-contaminacion-del-aire)

dólares en 2013, equivalente a 38.000 millones de euros, el 3,5 % del Producto Interior Bruto (PIB) en ese año<sup>17</sup>].

**Entre los grupos más sensibles a la contaminación atmosférica se encuentra la población infantil.** Su vulnerabilidad se explica debido a varios factores: elevada frecuencia respiratoria, mayor exposición mediante ejercicio y actividades enérgicas en el exterior, así como la inmadurez de sus pulmones y de su sistema inmunitario, siendo el NO<sub>2</sub> un activo inmunodepresor. Diversos estudios<sup>18</sup> muestran que los niños y niñas con síntomas asmáticos son más susceptibles a la contaminación atmosférica que la población infantil sana y que existe un aumento del riesgo a infecciones respiratorias, especialmente en los primeros años de edad.

Por este motivo, es especialmente relevante monitorizar las concentraciones de NO<sub>2</sub> en los entornos escolares, donde la población infantil y adolescente pasa buena parte de su vida.

## 1.2 Objetivos de la campaña de medición de NO<sub>2</sub> en entornos escolares

La campaña de ciencia ciudadana cuyos resultados se presentan en este informe se enmarca en el trabajo que desde hace casi 20 años desarrolla Ecologistas en Acción. En 2005 la organización publicó los primeros informes sobre calidad del aire, y desde entonces han sido muchas las acciones realizadas, tanto de ámbito local como regional y estatal, para reclamar acciones que garanticen la reducción de la contaminación y la mejora de la calidad del aire en las ciudades.

Desde el otoño de 2020, se han realizado campañas anuales de ciencia ciudadana con dosímetros tipo Palmer, para medir NO<sub>2</sub> en diferentes ciudades. La primera campaña se realizó en ocho ciudades de Castilla y León, con el objetivo de mostrar que las estaciones oficiales de medición de la contaminación no estaban situadas precisamente en las calles más contaminadas, algo que Ecologistas en Acción llevaba años denunciando<sup>19</sup>. Se muestra el ejemplo de Valladolid, pero lo mismo ocurre en Burgos, Palencia, León, Salamanca, Segovia y Zamora.

---

<sup>17</sup> Banco Mundial, 2016: The Cost of Air Pollution Strengthening the Economic Case for Action.

Disponible en:

<http://documentos.bancomundial.org/curated/es/781521473177013155/The-cost-of-air-pollution-strengthening-the-economic-case-for-action>

Resumen ejecutivo en castellano, disponible en:

<http://documents.worldbank.org/curated/es/6525114733396129313/Resumen-ejecutivo>

<sup>18</sup> Virginia Arroyo, Julio Díaz, Cristina Ortiz, Rocío Carmona, Marc Sáez, Cristina Linares, 2016: "Short term effect of air pollution, noise and heat waves on preterm births in Madrid (Spain)".

Environmental Research, 145: 162-168.

Resumen disponible en: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935115301626](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935115301626)

Contaminación atmosférica urbana e ingresos hospitalarios por asma y enfermedades respiratorias agudas en la ciudad de Murcia (España)

<https://www.analesdepediatria.org/es-contaminacion-atmosferica-urbana-e-ingresos-articulo-S1695403320300357>

<sup>19</sup> Ecologistas en Acción, 2021. Tráfico urbano y calidad del aire. Informe campaña de medición en 8 ciudades de Castilla y León.

<https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2021/01/informe-traffic-calidad-aire-cyl.pdf>

## CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA CIUDAD DE VALLADOLID (15-28/02/21)

Fuente: Ecologistas en Acción

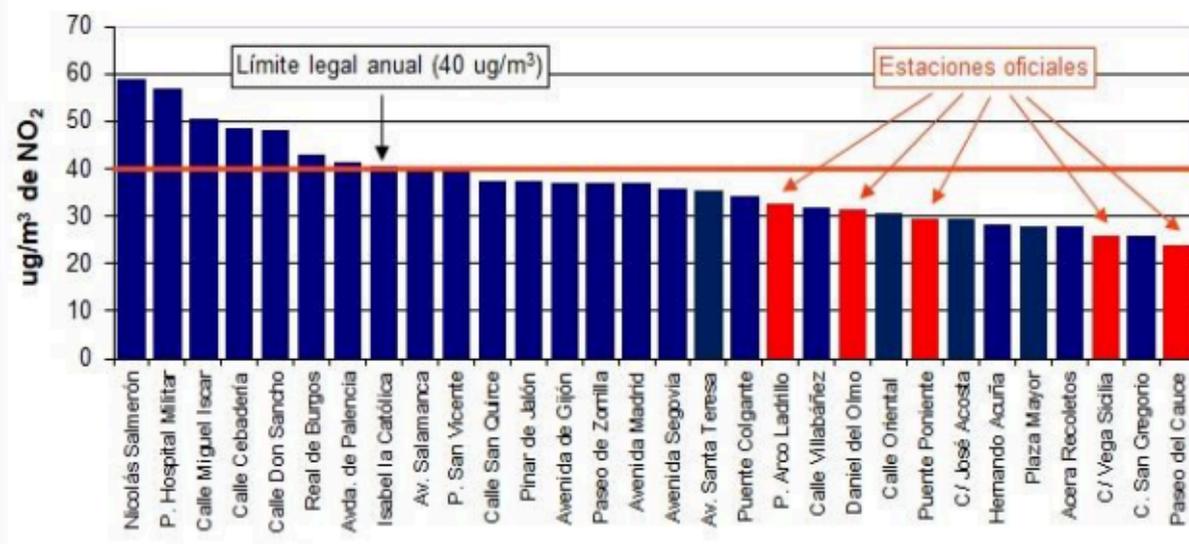


Figura 5. Resultados de la campaña de medición realizada por Ecologistas en Acción en febrero de 2021. Informe calidad del aire y tráfico urbano en Castilla y León. Ecologistas en Acción, 2021

Tras esta primera campaña, se realizó en los primeros meses de 2022 una nueva campaña de ciencia ciudadana, en las mismas ciudades de Castilla y León, y en 9 ubicaciones de Madrid, específicamente orientada a medir la contaminación en los entornos escolares<sup>20</sup>. Los resultados, que se presentaron el 5 de mayo de 2022, muestran que en los entornos de todos los centros educativos analizados se superan los 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de media, para el  $\text{NO}_2$ , límite que marca la OMS.

<sup>20</sup> Ecologistas en Acción, 2022. Calidad del aire en entornos educativos. Informe campaña de medición en entornos educativos de Castilla y León y Madrid. <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2022/05/informe-calidad-aire-entornos-educativos-CyL.pdf>

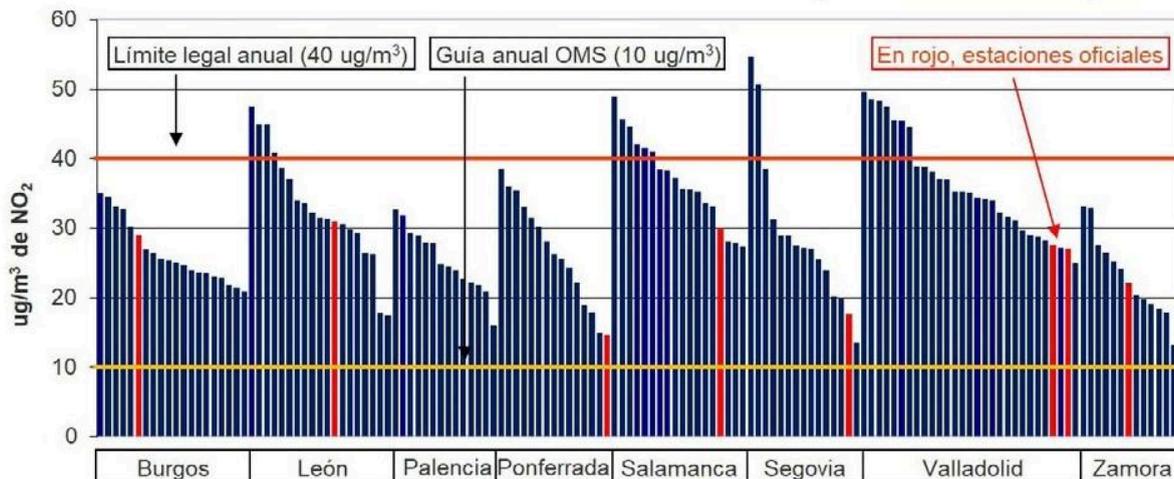


Figura 6. Gráfica resumen mediciones en la campaña realizada en enero de 2022. Informe calidad del aire en entornos educativos, Ecologistas en Acción, mayo de 2022

En el caso de Madrid, se realizó un ensayo piloto, solo en 9 centros, que arrojó unos datos muy preocupantes: todos ellos superaron los 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de media, por encima incluso de lo que marca la legislación vigente.

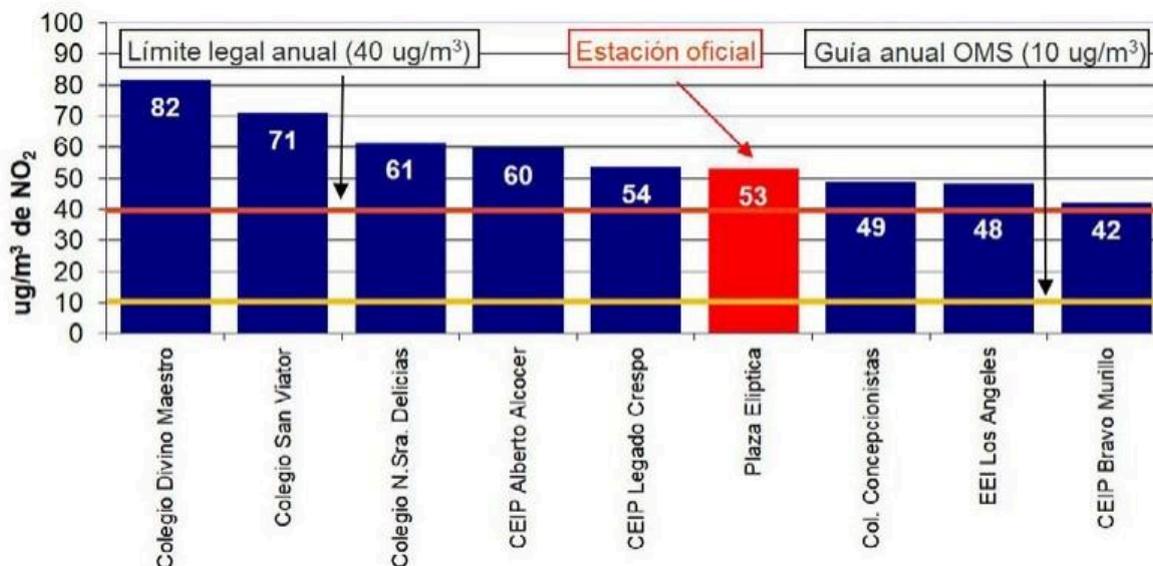


Figura 7. Gráfica resumen de las mediciones realizadas en Madrid en enero de 2022. Informe calidad del aire en entornos educativos, Ecologistas en Acción, mayo de 2022

La realización de esta campaña de medición dio pie a la realización de una campaña de sensibilización que se realizó durante todo el año 2022 en centros de secundaria en Burgos, Salamanca, Valladolid y Segovia, en la que se han desarrollado talleres dirigidos a alumnado de secundaria. En dichos talleres han participado más de 2.000 estudiantes. La

experiencia se recoge en un artículo publicado en la revista Ecologista en septiembre de 2022<sup>21</sup>.

Con estas bases, se decidió replicar la campaña de ciencia ciudadana en 2023 en otras ciudades, en colaboración con las federaciones de AMPAs y los movimientos vinculados a la Revuelta Escolar. Se decidió realizar las mediciones en Madrid, Barcelona, Vigo, Xixón, Granada y Murcia, todas ellas ciudades con problemas de calidad del aire y con grupos locales de activistas con una larga trayectoria de acción por una movilidad más sostenible, segura, saludable y menos contaminante.

Los resultados de la campaña de medición de 2023 se presentaron en el informe Malos humos en los entornos escolares, presentado en mayo de 2023<sup>22</sup>.

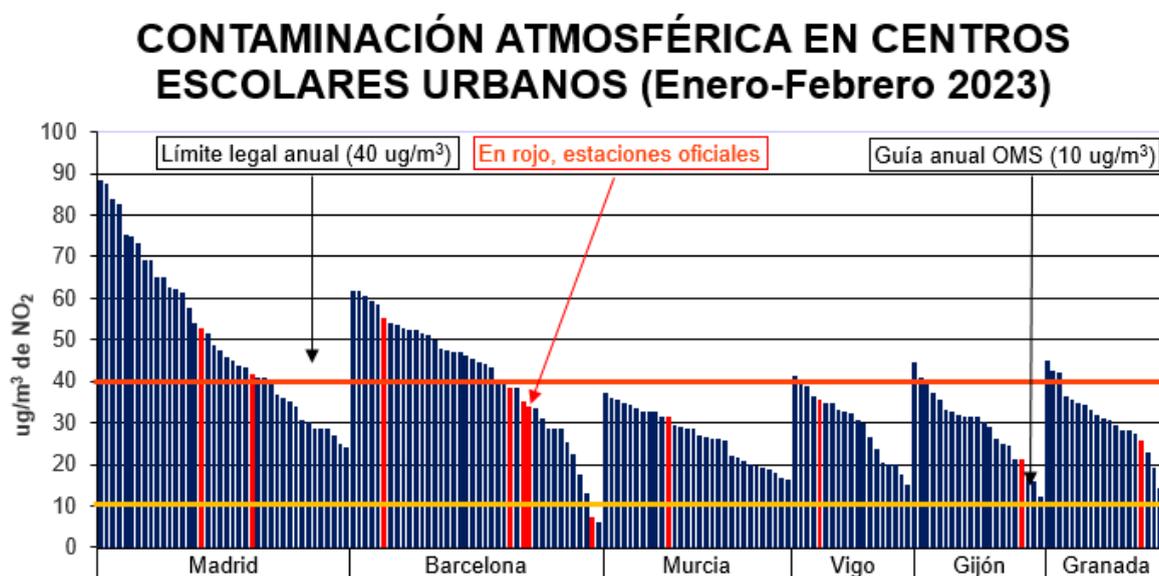


Figura 8. Resultados mediciones 2023

En noviembre de 2023 iniciamos otra campaña de ciencia ciudadana, en otras ciudades y municipios, para comprobar que los entornos escolares seguían respirando malos humos. Ninguna de las 114 escuelas analizadas en esa campaña cumplía con las recomendaciones de la OMS, y solo 11 de los 114 entornos escolares hubieran cumplido con el nuevo valor límite de la Directiva de Calidad del Aire. El informe completo se publicó en mayo de 2024, y disponible en la web de Ecologistas en Acción<sup>23</sup>.

<sup>21</sup> Ecologistas en Acción, 2022. De mayor quiero respirar aire limpio. Resumen campaña de sensibilización y formación en centros de secundaria de Castilla y León.

<https://www.ecologistasenaccion.org/210814/de-mayor-quiero-respirar-aire-limpio>

<sup>22</sup> Ecologistas en Acción, 2023. Malos humos en los entornos escolares.

<https://www.ecologistasenaccion.org/290770/malos-humos-en-los-entornos-escolares/>

<sup>23</sup> Informe 2024.

<https://www.ecologistasenaccion.org/316390/los-entornos-escolares-siguen-respirando-malos-humos/>

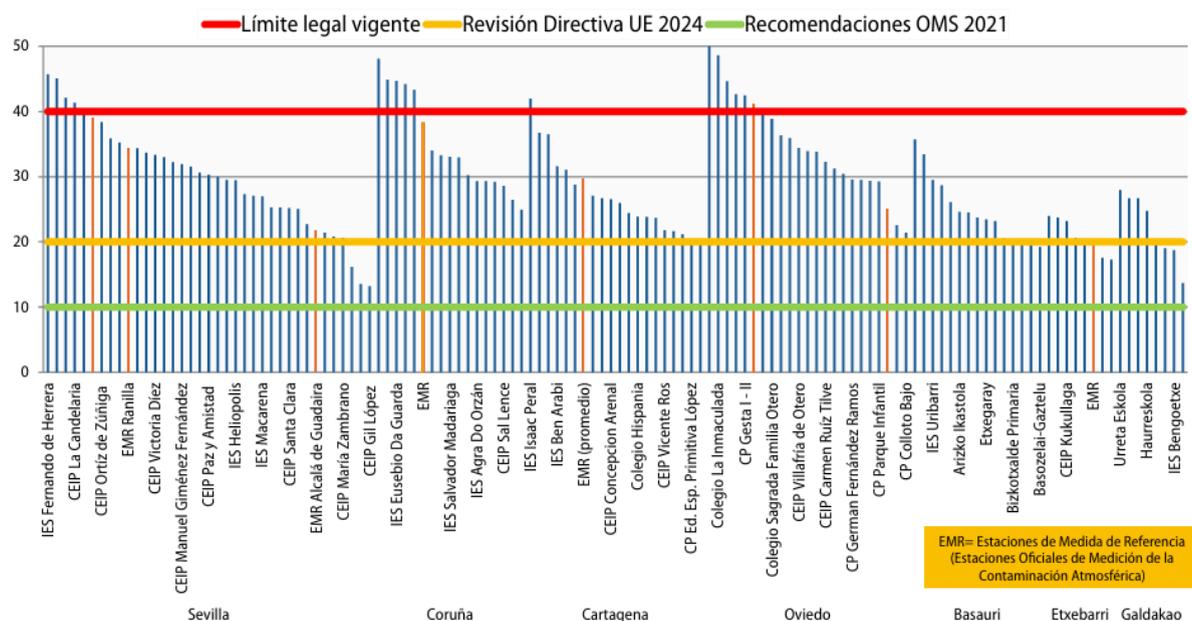


Figura 9. Resultados mediciones realizadas en noviembre 2023, publicadas en mayo 2024

A la vista de los resultados de las campañas anteriores, decidimos en otoño de 2024 realizar una nueva campaña de medición, esta vez también en localidades más pequeñas, y más diversas, para poder comparar. Además, esta vez también se han ampliado a entornos de centros de salud y espacios públicos (parques y plazas) con alta densidad de población sensible. El resultado es, de nuevo, que los entornos escolares y espacios sensibles están respirando un aire mucho más contaminado incluso de lo que marca la normativa.

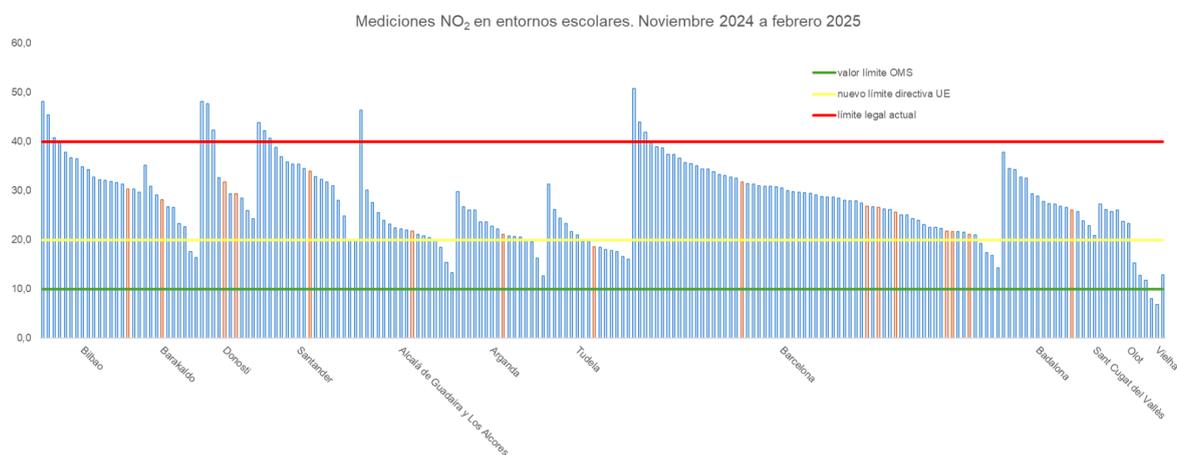


Figura 10. Resultados de las mediciones realizadas entre noviembre 2024 y febrero 2025, publicadas en este informe.

En las siguientes páginas, detallaremos los resultados por municipios, pero, antes de entrar en el capítulo específico de cada localidad, presentamos los resultados de las cuatro campañas realizadas hasta ahora:

<b>campaña</b>	<b>municipios</b>	<b>Número de entornos escolares analizados</b>	<b>Por encima de la actual normativa (&gt;40 µg/m³)</b>	<b>Cumplen normativa actual pero no la nueva directiva de calidad del aire (&gt;20 µg/m³)</b>	<b>Cumplen las recomendaciones de la OMS</b>
<a href="#">Febrero 2022</a>	Burgos, León, Palencia, Ponferrada, Salamanca, Segovia, Valladolid, Zamora, Candeleda, Madrid	125	23	90	0
<a href="#">Febrero 2023</a>	Barcelona, Madrid, Granada, Murcia, Vigo y Xixón	160	58	81	1
<a href="#">Febrero 2024</a>	Sevilla, El Viso y Mairena del Alcor, Cartagena, Oviedo, Coruña, Basauri, Etxebarri y Galdakao	114	16	85	0
Noviembre 2024 a febrero 2025	Alcalá de Guadaira, Mairena y El Viso del Alcor (Sevilla), Santander, Badalona, Barcelona, Olot (Girona), Sant Cugat del Vallès (Barcelona) y Vielha (Lleida), Barakaldo, Bilbao, Donostia-San Sebastián, Arganda y Tudela	174	12	134	2
<b>Total</b>		<b>573</b>	<b>109</b>	<b>390</b>	<b>3</b>

Tabla 1. Resumen de campañas de ciencia ciudadana para la medición de NO<sub>2</sub> en entornos escolares realizadas por Ecologistas en Acción.

Del total de entornos escolares analizados en estas cuatro campañas, destacamos que:

- sólo 3 de los 573, es decir, un 0,52 % de ellos, estarían cumpliendo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud
- 74 entornos escolares y espacios sensibles, es decir, el 13 % de los centros analizados en todas las campañas, estarían cumpliendo los límites de la nueva directiva.
- Dicho de otro modo, el 87 % de los entornos escolares y espacios sensibles analizados no cumplen los límites de la nueva directiva aprobada el año pasado.
- Y nos encontramos que casi uno de cada cinco centros escolares no cumple la actual normativa vigente de  $< 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ : en 109 centros escolares (el 19 %) del total de los analizados se respira un aire inaceptable en términos legales que, recordemos, cuadruplica el nivel máximo recomendado por la OMS.

Las experiencias de las campañas de ciencia ciudadana nos han servido para apoyar las acciones locales en las que reclamamos **políticas de movilidad sostenibles, saludables y seguras**, que lleven a una reducción del uso de vehículos a motor en el entorno de los centros educativos y espacios sensibles, creando entornos saludables y seguros que favorezcan la autonomía infantil.

Sobre esta cuestión de los entornos escolares específicamente, queremos recordar la Proposición No de Ley aprobada en marzo de 2022, en la Comisión de Seguridad Vial del Congreso de los Diputados, que insta a priorizar la movilidad activa peatonal y ciclista en el entorno escolar, creando corredores de acceso libres de coches, así como a **limitar el aparcamiento y el tráfico en las calles del entorno y, muy especialmente, en las inmediaciones de las entradas a los centros.**

No debemos olvidar tampoco que la Ley de Cambio Climático y Transición Energética determina la obligación legal de implantar **Zonas de Bajas Emisiones** en todas las ciudades de más de 50.000 habitantes y en los territorios insulares, así como en los municipios de más de 20.000 habitantes cuando se superen los valores límite de los contaminantes regulados en Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire **ANTES DE 2023**, así como el establecimiento de **criterios específicos para mejorar la calidad del aire alrededor de centros los escolares**, que se considerarán zonas de especial protección. El Real Decreto de Zonas de Bajas Emisiones, aprobado el 28 de diciembre de 2022, desarrolla aún más esta especial protección que debe garantizarse para los entornos escolares y espacios sensibles, como centros de salud.

*Artículo 4. Delimitación y diseño de las Zonas de Bajas Emisiones. (ZBE)*

*4.3 El diseño de ZBE podrá considerar zonas de especial sensibilidad destinadas a proteger a los sectores más vulnerables de la población, incluida la población infantil, de los impactos sobre la salud derivados de la circulación de vehículos motorizados por sus inmediaciones. El diseño de dichas zonas de especial sensibilidad incluirá requisitos y medidas de reducción de emisiones más exigentes que los que se establezcan en la zona principal. Se garantizará, para estos sectores de la población, el acceso a estas zonas y el uso seguro y saludable a las mismas. Estas zonas de especial sensibilidad se establecerán prioritariamente en las proximidades de equipamientos escolares, sanitarios, hospitalarios y de residencias de ancianos. Se velará porque estas zonas se integren en el proyecto de ZBE, aun cuando tengan carácter discontinuo con respecto a la ZBE principal*

*(Real Decreto 1052/2022, de 27 de diciembre, por el que se regulan las zonas de bajas emisiones)*

La obligación legal de que todas las ciudades de más de 50.000 habitantes implanten Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) eficaces ha demostrado que funciona cuando se realiza de forma planificada, además de reducir la circulación de vehículos contaminantes para mejorar la calidad del aire en zonas de especial vulnerabilidad, como centros educativos, sanitarios y residencias. No solamente hay evidencias científicas, motivaciones legales y demanda social. También **hay fondos destinados para la pacificación de los entornos escolares**. El Ministerio de Transportes, dentro de las subvenciones para la implantación de Zonas de Bajas Emisiones, ha adjudicado casi 24 millones de euros para la puesta en marcha de proyectos de entornos escolares seguros. Estos proyectos tienen que estar realizados entre 2024 y 2025. Ninguna de las ciudades analizadas en el presente informe, a pesar de tener niveles de contaminación que comprometen seriamente la salud de las personas, ha solicitado fondos en esa convocatoria para la mejora de los entornos escolares<sup>24</sup>.

Las ciudades de más de 50.000 habitantes, los territorios insulares y las ciudades de más de 20.000 con problemas de calidad del aire, deberían haber puesto en marcha Zonas de Bajas Emisiones, para reducir contaminación y emisiones de gases de efecto invernadero, **ANTES de 2023**. Sin embargo, a principios de 2025, solo 49 ciudades, de las 150 obligadas por ley, habían implantado ZBE a tal efecto dentro de este plazo.

Ante estos retrasos e incumplimientos de medidas para proteger la salud de las personas y de los ecosistemas, instituciones como el defensor del pueblo, tanto estatal como vasco, han elaborado una serie de recomendaciones. En 2024 se publicó la recomendación del Ararteko (el defensor del pueblo en Euskadi)<sup>25</sup>. La resolución del Ararteko insiste en que el derecho a la libre circulación no indica que esta circulación deba realizarse en coche y argumenta la necesidad de garantizar el derecho a la información y la participación en la puesta en marcha de Zonas de Bajas Emisiones y otras medidas para la mejora de la calidad del aire y la mitigación del cambio climático en las ciudades. En el ámbito estatal, la oficina del Defensor del Pueblo publicó en diciembre de 2024 un informe propio, y envió recomendaciones específicas a once municipios. Dicho informe considera injustificados los argumentos aportados por los ayuntamientos de más de 50.000 habitantes que aún no han implantado las Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) y que deberían haber entrado en funcionamiento el 1 de enero de 2023, tal y como establece la Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética. El Defensor del Pueblo insta a todos aquellos municipios obligados a establecer las ZBE<sup>26</sup>, cuyo objetivo es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero causantes del cambio climático y las emisiones de gases contaminantes perjudiciales para la salud, a hacerlo cuanto antes y a evitar más retrasos y dilaciones.

---

<sup>24</sup> Subvenciones del MITMA destinadas a ZBE.

[https://sede.mitma.gob.es/SEDE\\_ELECTRONICA/LANG\\_CASTELLANO/OFICINAS\\_SECTORIALES/SUB\\_PRTR/APOYO/](https://sede.mitma.gob.es/SEDE_ELECTRONICA/LANG_CASTELLANO/OFICINAS_SECTORIALES/SUB_PRTR/APOYO/)

<sup>25</sup> Resolución del Ararteko para la regulación de las ZBE en Euskadi.

<https://www.ararteko.eus/es/recomendacion-general-del-ararteko-12024-propuestas-para-la-regulacion-de-las-zonas-de-bajas-emisiones-en-euskadi>

<sup>26</sup> Recomendación del defensor del pueblo, diciembre de 2024.

<https://www.defensordelpueblo.es/noticias/envia-11-recomendaciones-33-ayuntamientos-extensibles-todos-los-mas-50-000-habitantes/>

A pesar de la reglamentación legal, de los cambios en la normativa que afecta a la calidad del aire, a pesar de los fondos europeos destinados a ello, y a pesar también de las recomendaciones de instituciones como el Defensor del Pueblo y el Ararteko, aún quedan un buen número de ciudades que no están actuando con la debida diligencia, a la hora de reducir emisiones. Algunas incluso, como Arganda, ni siquiera han empezado a elaborar el plan para poner en marcha la Zona de Bajas Emisiones. Otras, como Badalona, están retrasando su implementación. Barakaldo es un municipio que va tarde, pero tiene en marcha las medidas para poder tener un PMUS y ZBE en 2026. Y muchas otras han definido ZBE que no servirán para reducir emisiones, bien por su escasa extensión, bien por la gran cantidad de excepciones que hacen que, en la práctica, la reducción del tráfico sea irrisoria.

Por ejemplo, en el caso de Sevilla, si su área metropolitana cumpliera con las nuevas recomendaciones de la OMS sobre calidad del aire, se evitarían, cada año, más de 600 muertes prematuras. La corona metropolitana ocupa el puesto 92 en el ranking de las peores ciudades para vivir del referido estudio del Instituto de Salud Global de Barcelona (ISGlobal). En contraste, las medidas que se toman desde las administraciones públicas son ridículas: la ZBE, en funcionamiento desde abril de 2024, se ubica muy lejos del centro de la ciudad, apenas reduce espacio dedicado a los coches, ni prioriza los desplazamientos caminando o en bicicleta, dos medidas que garantizarían su efectividad. De hecho, sólo restringen el paso a ciertos vehículos que acceden a la Isla de la Cartuja. Los accesos no autorizados detectados son denunciados y sancionados, por lo que la implantación de esta medida es poco eficaz y, además, dada su mala implantación, transmite a la población la sensación de ineficiente, más allá del carácter sancionador y recaudatorio.



## 2 La campaña de medición

## 2.1 Metodología utilizada

La captación de contaminantes ambientales mediante el empleo de dispositivos pasivos es un sistema útil para la toma de muestras y posterior determinación analítica de una amplia variedad de sustancias de interés.

El procedimiento pasivo de captación de muestras tiene su fundamento en los fenómenos de difusión y permeación, por los cuales las moléculas de un gas, que están en constante movimiento, son capaces de penetrar y difundirse espontáneamente a través de la masa de otro gas hasta repartirse uniformemente en su seno, así como de atravesar una membrana sólida que le presente una determinada capacidad de permeación.

La determinación de la concentración de dióxido de nitrógeno en el aire ha sido realizada mediante captadores tipo “tubo”, también llamados tipo Palmes.



El dispositivo se destapa en el momento de colocarlo y se vuelve a tapar inmediatamente después del tiempo de exposición, que usualmente está entre 2 y 4 semanas. De esta forma se establece una relación entre el periodo de muestreo y la cantidad de masa del contaminante acumulada, de forma que se pueda calcular la concentración media. En nuestro caso los captadores han estado colocados durante 3 semanas durante el período de la campaña, que se ha desarrollado entre noviembre de 2024 y febrero de 2025.

Las ventajas de este tipo de dispositivos para la medición de contaminantes en el aire son:

1. No necesitan fuente de alimentación eléctrica, ni protección externa, por lo que pueden utilizarse en lugares donde no sirven otros métodos
2. Son fáciles de manejar, de colocar y de almacenar

3. Son divulgativos, se pueden usar dentro de la programación educativa de los centros escolares
4. Son fáciles de analizar
5. No necesitan calibración en terreno
6. Pueden utilizarse muchos dispositivos a la vez, en varios emplazamientos, permitiendo una gran cobertura
7. Son económicos

Algunos de los límites de estos medidores son:

1. Necesitan largos periodos de tiempo, dando concentraciones promedio
2. Puede haber errores derivados de las fluctuaciones en las concentraciones del contaminante en la atmósfera, y debido a las condiciones meteorológicas
3. Requieren analizarlos en laboratorio especializado, por lo que los resultados no son inmediatos
4. Son de un solo uso
5. Al colocarlos en espacio público, son susceptibles de sufrir daños y sustracciones
6. No miden “picos”: Se obtiene un dato que es el promedio del periodo de exposición. Este promedio no permite observar y monitorizar los momentos de mayor concentración del contaminante.

## 2.2 Diseño de la campaña

La campaña de muestreo de calidad del aire para este estudio se ha realizado en doce municipios de nueve provincias, seis comunidades autónomas: Alcalá de Guadaíra, Santander, Badalona, Barcelona, Olot (Girona), Sant Cugat del Vallès (Barcelona) y Vielha (Lleida), Barakaldo, Bilbao, Donostia-San Sebastián, Arganda y Tudela. En todas ellas se seleccionaron centros educativos representativos de diferentes barrios de la ciudad, y se colocaron captadores pasivos también en las inmediaciones de las estaciones oficiales de medición de la contaminación, para poder tener medidas comparadas de control y calibración. En total **se han colocado 269 captadores, en 200 ubicaciones: 174 entornos escolares y las inmediaciones de 21 estaciones de medición de la contaminación** (denominadas en los gráficos Estaciones Medidoras de Referencia, EMR)

Para la selección de los entornos escolares se utilizaron los mapas del ruido de cada ciudad, de forma que las ubicaciones elegidas se correspondieran con las zonas con niveles de ruido altos, medios y bajos, asumiendo una relación, en general bastante directa, entre altos niveles de ruido y altos niveles de contaminación atmosférica.

La colocación de todos los dosímetros ha corrido a cargo de personas voluntarias, miembros de Ecologistas en Acción u organizaciones afines, con las que se ha colaborado para la realización de la campaña. Previamente a la instalación de los dispositivos se organizaron dos sesiones formativas online, para explicar el protocolo de colocación, recogida, conservación y envío. Se ha tenido en cuenta el protocolo publicado por ISGlobal

en la web de la campaña Clean Cities, que detalla paso a paso cómo organizar una campaña de este tipo<sup>27</sup>.

Idealmente, la campaña debería haberse realizado de forma simultánea en todas las localidades. Sin embargo, al tener la oportunidad de ampliar las mediciones, gracias a la colaboración del Ayuntamiento de Barakaldo, decidimos ampliar el calendario de colocación de los tubos, para poder tener un mapa más amplio.

Los resultados de la campaña en Cataluña se presentaron ya, de forma específica, en diciembre de 2024. Se puede consultar el informe en la web<sup>28</sup>.

### **2.2.1 Ubicación de los dosímetros**

Para colocar los dosímetros se han procurado tener en cuenta los criterios de ubicación que marca la normativa vigente y las especificaciones del fabricante:

1. En calles representativas del tráfico en más de 100 metros de longitud
2. A más de 25 metros de los grandes cruces, y a menos de 10 metros de la acera.
3. Evitando obstáculos a la entrada de aire (árboles, edificios), lejos de fuentes de emisión.
4. A una altura de entre 1,5 y 4 metros del suelo. Casi todos se colocaron en farolas a unos 2,5-3 metros del suelo, sujetos mediante bridas de plástico para no dañar el mobiliario urbano.

### **2.3 Situación meteorológica durante la campaña**

La dispersión atmosférica de los contaminantes depende de las condiciones meteorológicas y de los parámetros y condiciones en que se produce la emisión del contaminante en la fuente (ubicación y altura de la fuente y la velocidad de salida y temperatura de los gases o partículas).

Las altas presiones suponen ausencia de movimientos verticales en la atmósfera y también de viento y precipitaciones. Dichas condiciones no facilitan la dispersión ni la deposición de los contaminantes y por tanto la calidad del aire empeora.

Los resúmenes publicados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) nos informan de la situación durante la campaña de muestreo. La mayor parte de los tubos se han colocado durante 3 semanas el mes de noviembre de 2024, y una pequeña parte se ha colocado durante 3 semanas en febrero de 2025.

Según los datos de AEMET, noviembre de 2024<sup>29</sup> ha sido el noviembre más cálido de la serie histórica, las temperaturas medias estuvieron en torno a 3 °C por encima de lo normal.

---

<sup>27</sup> Protocolo para la realización de campañas de ciencia ciudadana de medición de NO<sub>2</sub>  
<https://spain.cleancitiescampaign.org/protocolo-para-medir-la-calidad-del-aire-en-los-entornos-escolares/>

<sup>28</sup> Informe con los resultados de la campaña de medición realizada en Cataluña, diciembre 2024.  
[https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2024/12/Desembre\\_Informe-contaminacio-entorns-educatius-Catalunya-2024.pdf](https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2024/12/Desembre_Informe-contaminacio-entorns-educatius-Catalunya-2024.pdf)

<sup>29</sup> [https://www.aemet.es/es/noticias/2024/12/avance\\_climat\\_nov24](https://www.aemet.es/es/noticias/2024/12/avance_climat_nov24)

Las precipitaciones fueron escasas y tuvo un carácter muy seco, el segundo noviembre más seco del siglo XXI, tan solo el de 2004 fue más seco.

El mes de febrero de 2025<sup>30</sup> también fue un mes cálido, con temperaturas medias 1,5 °C por encima del promedio normal del mes. Febrero fue un mes seco, con precipitaciones que alcanzaron solo el 66 % de su valor promedio normal.

El laboratorio que ha realizado el análisis de los dispositivos ha tenido en cuenta la temperatura media en cada ciudad durante las tres semanas de la medición.

### 3 Resultados

Para el análisis de los datos obtenidos por los captadores, se ha realizado una calibración con los datos promedio de NO<sub>2</sub> de las estaciones oficiales de contaminación, así como de la estación de medición del Paseo de la Castellana, Madrid, en la que también se instalaron unos captadores pasivos, del mismo lote, los mismos días en los que se desplegaron los dosímetros en el resto de localidades. En cada una de las localidades analizadas se han instalado tríos de captadores pasivos en las estaciones oficiales de medición de calidad del aire. Para la calibración y análisis de los dosímetros, el laboratorio ha tomado como referencia los datos oficiales publicados de NO<sub>2</sub> por las estaciones oficiales durante los días en los que los captadores han estado expuestos.

El resultado de las mediciones se muestra de forma global en la siguiente gráfica.

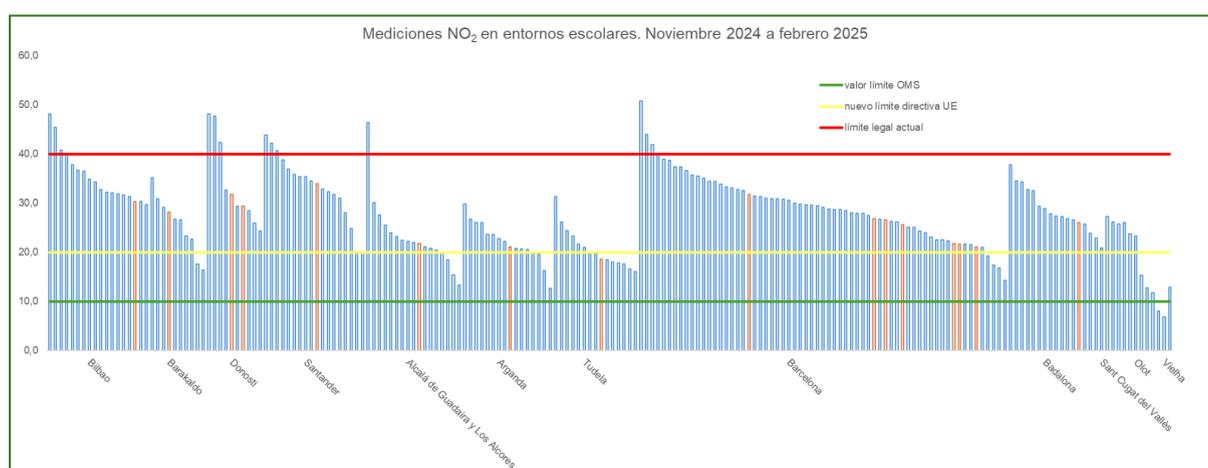


Figura 11. Gráfica resumen de los resultados de la campaña de medición en entornos escolares 2024-25. Elaboración propia

Solo dos escuelas, ambas en Olot, cumplen las recomendaciones de la OMS; en el resto de los entornos escolares analizados, esto es, en 174 escuelas, la concentración de NO<sub>2</sub> supera los 10 µg/m<sup>3</sup>. Dicho de otra forma, **el 99 % de los entornos analizados están respirando un aire que no cumple con las recomendaciones de la OMS.**

<sup>30</sup> [https://www.aemet.es/es/noticias/2025/03/resumen\\_feb25](https://www.aemet.es/es/noticias/2025/03/resumen_feb25)

Del total de los 174 entornos analizados, **solo 28, menos de uno de cada cinco, el 16 %, están por debajo de los 20 µg/m<sup>3</sup>**, el nuevo límite indicado en la revisión de la Directiva de Calidad del Aire.

Y aún hay que destacar las 12 de las 174 escuelas analizadas, el 7 %, que **están incluso por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup>, el límite legal actualmente vigente.**

Municipio	total	Más de 40 µg/m <sup>3</sup> (límite legal)		Más de 20 µg/m <sup>3</sup> (Nuevo Límite Legal UE)		Menos de 10 µg/m <sup>3</sup> (OMS)
Bilbao	16	2	12,5 %	14	87,5 %	0
Barakaldo	9	0	0,0 %	7	77,8 %	0
Donostia-San Sebastián	9	3	33,3 %	6	100 %	0
Santander	15	2	13,3 %	14	93,3 %	0
Alcalá de Guadaíra y Los Alcores	17	1	5,9 %	12	70,6 %	0
Arganda	15	0	0,0 %	11	73,3 %	0
Tudela	14	0	0,00 %	6	42,9 %	0
Barcelona	53	4	7,55 %	49	92,5 %	0
Badalona	13	0	0,0 %	13	100,0 %	0
Sant Cugat	4	0	0,0 %	4	100,0 %	0
Olot	8	0	0,0 %	3	37,5 %	2
Vielha	1	0	0,0 %	0	0,0 %	0
<b>TOTAL</b>	<b>174</b>	<b>12</b>	<b>6,9 %</b>	<b>145</b>	<b>83,3 %</b>	<b>2</b>

Tabla 2. Resumen resultados de las mediciones en los entornos analizados

### 3.1 Análisis por municipios

A continuación, se procede a analizar los datos por municipios, expresados con ayuda de gráficas de cada ciudad, donde se representan en azul los resultados de los dosímetros ubicados en entornos escolares, y en naranja los de las estaciones oficiales de medición de la calidad del aire. Se presentan también los mapas con las ubicaciones marcadas con un código de colores según el promedio de NO<sub>2</sub> del entorno escolar.

### 3.1.1 Bilbao

Los captadores de NO<sub>2</sub> fueron instalados y recogidos en dos períodos, una primera campaña entre el 4 y el 25 de noviembre de 2024, y la segunda campaña entre el 27 de noviembre de 2024 y el 18 de diciembre de 2024.

Se han instalado 23 captadores pasivos, incluyendo 6 que se han colocado en las inmediaciones de la estación oficial de medición de la contaminación de Mazarredo, con unas correlaciones entre tubos y valores de la estación oficial de 0.86 y 0.87 respectivamente. Se seleccionaron centros de educación primaria y secundaria ubicados tanto en vías con alta densidad de tráfico en entornos, como media y baja exposición a los contaminantes emitidos por los vehículos.

#### Valoración

Según los resultados de las mediciones, una vez procesados los datos:

- Todas las mediciones superan 10 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>, valores recomendados e indicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), a lo que se refiere sobre calidad del aire.
- Todos los centros analizados, los 16, están por encima de 20 µg/m<sup>3</sup>, el límite anual propuesto en la Directiva de Calidad del Aire aprobada en octubre de 2024, que entrará en vigor en 2030.
- 14 de los entornos escolares analizados, el 87,5 % están por encima de 30 µg/m<sup>3</sup>.
- Dos espacios educativos, el 12,5 % de los centros analizados, están por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup>, el límite legal actualmente vigente.

#### Conclusión

La presencia de NO<sub>2</sub>, en la atmósfera de La Villa, es suficientemente conocida y estas mediciones ayudan a corroborar estas impresiones y las evidencias que ya en 2017 situaban a la calle María Díaz de Haro como “la más contaminada de Bilbao”, puesto que en ella se encuentra una de las estaciones de medición de la red oficial.

En este ejercicio vemos como las calles Alameda de Recalde, Kontxa y Autonomía pasan a un primer plano gracias a las mediciones realizadas, ya que no disponíamos hasta ahora de datos oficiales sobre contaminación en estos entornos escolares.

Así, en las escuelas de Kontxa que siguen manteniendo 3 carriles de circulación frente a su fachada principal, más que se cuadruplican (45,4 µg/m<sup>3</sup>) los límites de la OMS. En la zona “amabilizada” y, sin tráfico del entorno de este colegio, calle Fernández del Campo, la medición aun cuando baja 15 puntos (32,1 µg/m<sup>3</sup>) es evidente que recoge el impacto del alto nivel de tráfico por la proximidad a la calle Gral. Concha. Situaciones similares de mediciones por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup> se dan en los colegios situados en la Alameda de Recalde y calle Autonomía, vías de entrada y salida del centro de la urbe, arterias con doble sentido y dos carriles por sentido, auténticas autovías urbanas.

Otro de los objetivos de esta campaña es valorar si las estaciones de medición de referencia son representativas o no. En este caso podemos ver en la gráfica como la estación de referencia muestra los valores más bajos de la gráfica por lo que no se puede considerar representativa de la calidad del aire en los entornos escolares analizados.

Municipio	escuelas y centros salud	Más de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)		entre 30 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		entre 20 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		entre 10 y 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Menos de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)	
		2	12,5%	13	81,3%	1	6,3%	0	0,0%	0	0%
<b>Bilbao</b>	16	2	12,5%	13	81,3%	1	6,3%	0	0,0%	0	0%

Tabla 7. Resumen mediciones en entornos escolares de Bilbao

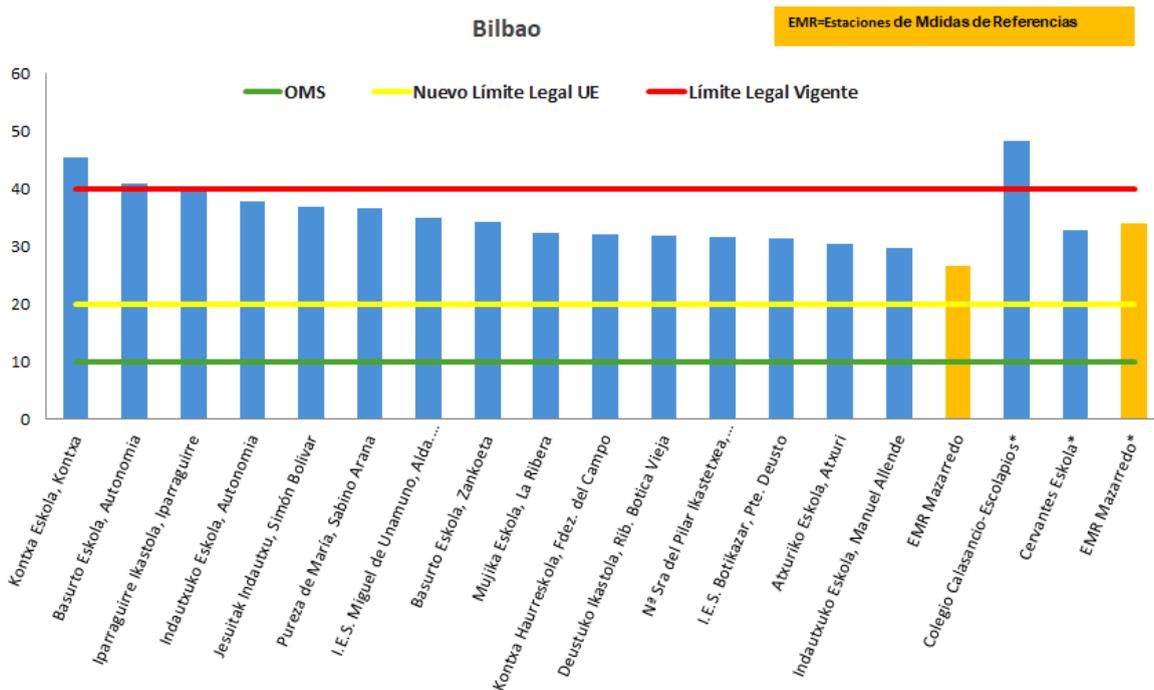


Figura 12. Gráfica resumen Bilbao (concentración de NO<sub>2</sub> en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

En el mapa se pueden observar las medidas realizadas en los espacios educativos, con un código de colores para indicar el rango de los valores de NO<sub>2</sub> medidos: verde por debajo de los valores de la OMS, amarillo entre 10 y 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de NO<sub>2</sub> (por encima de los valores de la OMS, pero por debajo de la Directiva), naranja entre 20 y 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , rojo entre 30 y 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y morado por encima de los 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  que marca la legislación vigente.

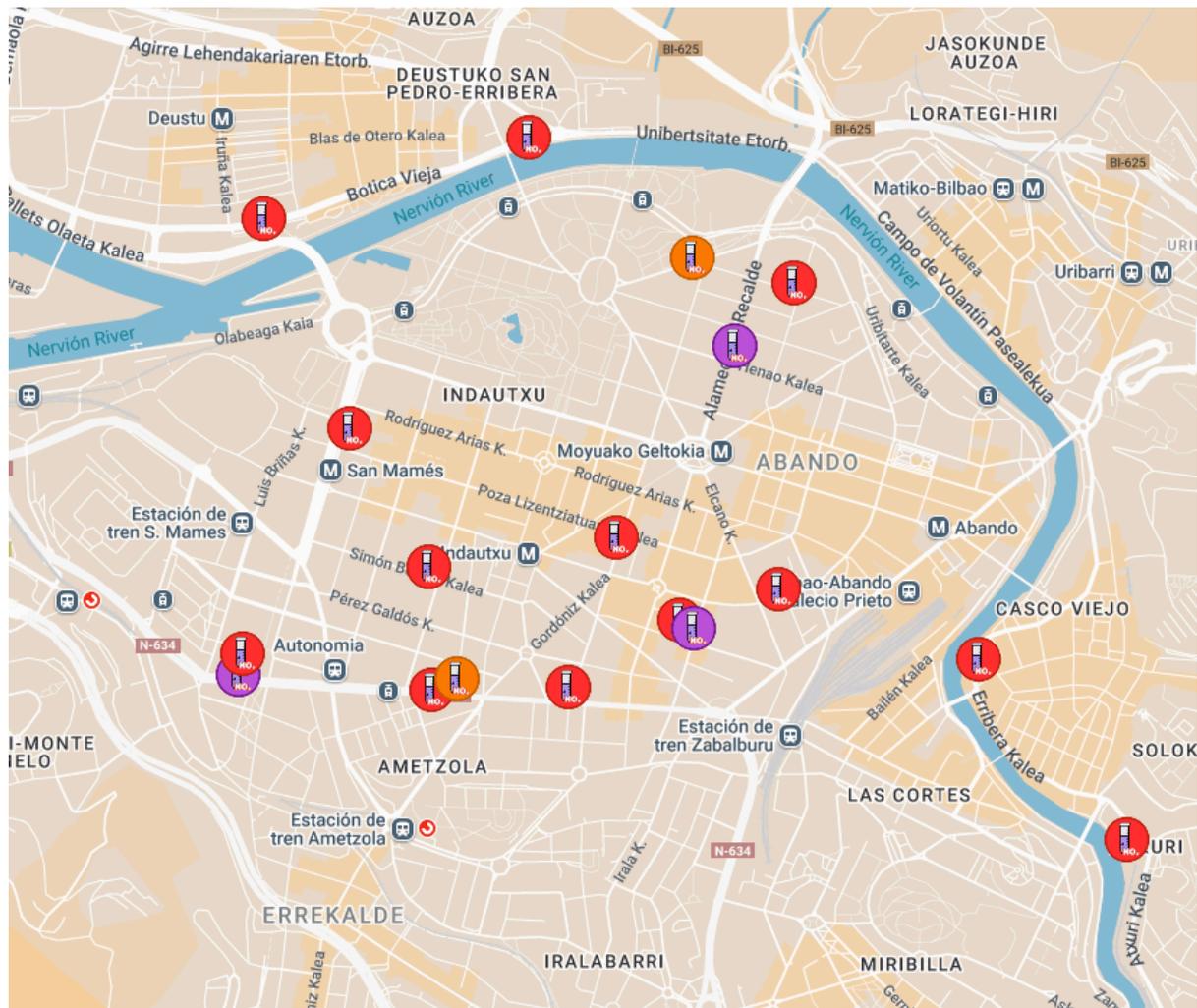


Figura 13. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Bilbao

### Movilidad en Bilbao, entornos escolares y Zona de Baja Emisiones

La campaña cubrió centros ubicados tanto en la denominada zona de bajas emisiones como fuera de la misma, encontrándonos que no es tan relevante estar incluido en la zona (Kontxa y Escolapios), como fuera (Basurto), a efectos de la mayor o menor afección al NO<sub>2</sub>.

Tal como se indica en el preámbulo de la Ordenanza que regula la ZBE bilbaína: “aproximadamente el 80 % del NO<sub>2</sub> y el 35 % de las PM existentes en la atmósfera son producto del tráfico circulante y, por lo tanto, las zonas con mayor contaminación atmosférica son aquellas con una intensidad media diaria de vehículos mayor”. En este sentido, estar próximo a vías con altos niveles de tráfico, implica en todos los casos, altos niveles de NO<sub>2</sub>. Esta es la hipótesis de partida, y los datos lo confirman.

Parece evidente, por tanto, que respirar aire limpio, tanto en el camino escolar al centro, como en los recreos al aire libre o, incluso en el interior de los centros, exige suprimir el tráfico de todos los entornos escolares. Es un problema de Salud Pública que exige medidas drásticas, sin más dilación y, acordes con la grave situación y la afección a uno de los colectivos más vulnerables.

### **3.1.2 Barakaldo**

Los captadores de NO<sub>2</sub> fueron instalados y recogidos en dos campañas: la primera entre el 27 de noviembre y el 18 de diciembre de 2024 y la segunda entre el 15 de enero y el 5 de febrero de 2025.

Se colocaron también dosímetros en las inmediaciones de la estación oficial de medición de la contaminación de Barakaldo.

En este ejercicio de ciencia ciudadana y con la colaboración del Ayuntamiento de Barakaldo, participaron 4 escuelas del municipio: Juan Ramón Jiménez, Munoa, Alazne y Mukusuluba. Se seleccionaron tanto puntos del entorno de los centros escolares como otros centros escolares próximos a los participantes. En este informe reflejamos en las gráficas los datos referidos a las puertas de los centros escolares y en las conclusiones aportamos información sobre otras zonas medidas.

#### **Valoración**

Según los resultados de las mediciones, una vez procesados los datos:

- Todas las mediciones superan 10 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>, valores recomendados e indicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), a lo que se refiere sobre calidad del aire.
- Siete de los centros analizados, el 78 %, están por encima de 20 µg/m<sup>3</sup>, el límite anual propuesto en la Directiva de Calidad del Aire aprobada en octubre de 2024, que entrará en vigor en 2030. Dicho de otra forma, solo el 22 % de los centros estaría cumpliendo con los valores límite indicados en la nueva Directiva.
- Dos de los entornos escolares analizados, el 22 % están por encima de 30 µg/m<sup>3</sup>.
- Ninguno de los centros analizados está por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup>, el límite legal actualmente vigente.

#### **Conclusión**

Barakaldo es un municipio rodeado de vías de tráfico de alta densidad con muchas vías urbanas también con mucha presencia de tráfico. Tiene un hospital de referencia (Cruces) en toda la región y un centro de exhibiciones y exposiciones que atrae a muchas personas al municipio.

En los centros analizados hemos podido observar cómo determinadas zonas con menor tráfico y mayor cantidad de vegetación las mediciones son inferiores a aquellos centros educativos que se encuentran muy próximos a vías muy concurridas por tráfico de vehículos, especialmente en la zona de Cruces.

Muchos de las puertas de los centros analizados están situados en calles donde ya se aprecia cierto calmado del tráfico, por lo que parece muy interesante evaluar alternativas para esas zonas de forma que cumplan los objetivos de zonas de cero tráfico en los entornos escolares.

Municipio	escuelas y centros salud	Más de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)		entre 30 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		entre 20 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		entre 10 y 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Menos de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)	
Barakaldo	9	0	0,0%	2	22,2%	5	55,6%	2	22,2%	0	0%

Tabla 8. Resumen mediciones en entornos escolares de Barakaldo

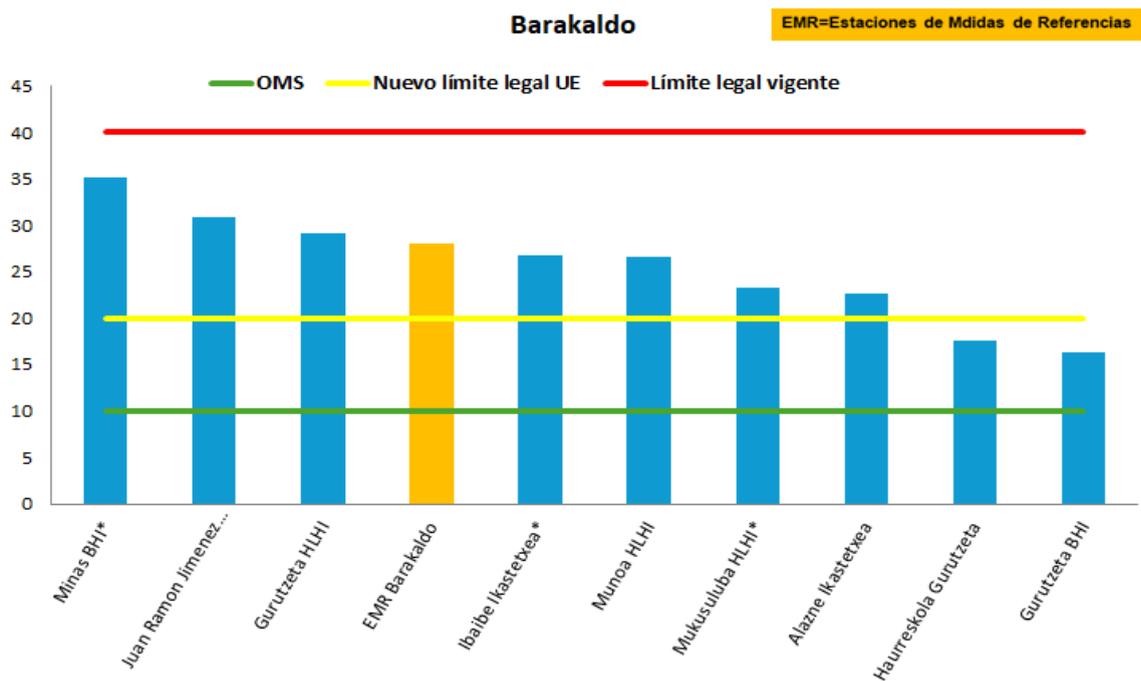


Figura 14. Gráfica resumen Barakaldo (concentración de NO<sub>2</sub> en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

En el mapa se pueden observar las medidas realizadas en los espacios educativos, con un código de colores para indicar el rango de los valores de NO<sub>2</sub> medidos: verde por debajo de los valores de la OMS, amarillo entre 10 y 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de NO<sub>2</sub> (por encima de los valores de la OMS, pero por debajo de la Directiva), naranja entre 20 y 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , rojo entre 30 y 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y morado por encima de los 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  que marca la legislación vigente.

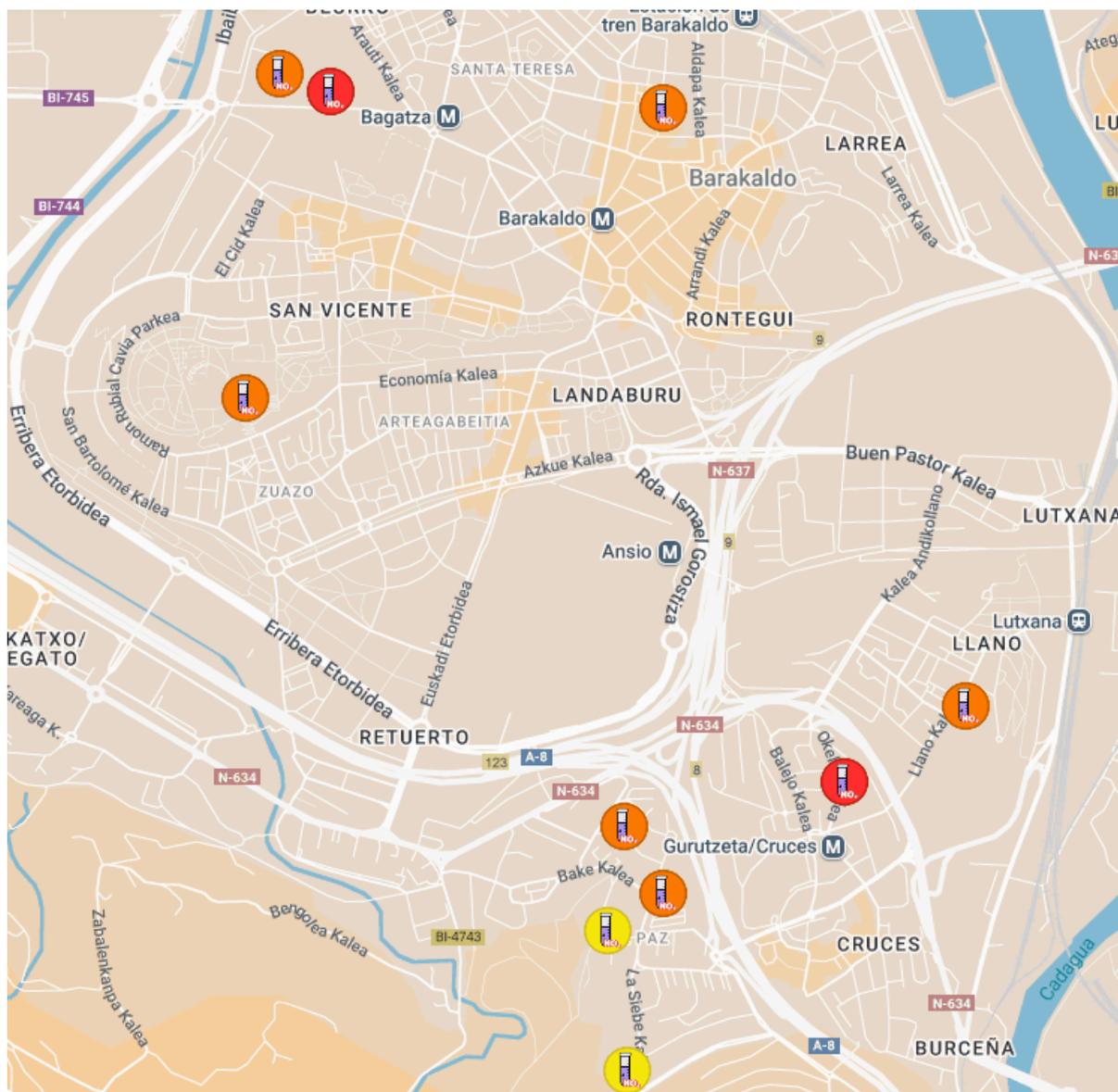


Figura 15. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Barakaldo

### Movilidad en Barakaldo, entornos escolares y Zona de Baja Emisiones

Barakaldo es uno de los municipios que aún no ha implementado la obligatoria Zona de Bajas Emisiones. Actualmente el ayuntamiento tiene en marcha la elaboración del Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) que incluye la Zona de Bajas emisiones (ZBE) y la última fecha estimada es que estará aprobado para el primer trimestre de 2026. Tras acumular tanto atraso en la implementación de estos planes, parece que el municipio está tomando las medidas necesarias para desarrollar estos planes requeridos por ley y muy necesarios ante los datos medidos.

En el ejercicio hecho junto con el alumnado de los cuatro centros educativos que han participado también se han medido otras zonas de los barrios donde están los centros. Destacamos cómo en la zona inmediatamente cercana al hospital de Cruces y sobre la autovía A-8 los datos medidos se sitúan por encima de los  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Este dato es muy

preocupante dado el entorno de equipamiento sensible que supone no solo los centros escolares sino también el centro hospitalario.

Por parte del alumnado participante hay bastante consenso en promover calles de convivencia en las puertas de los centros reduciendo el tráfico en algunos casos sólo a la entrada y salida de garajes y la petición de carriles bici y el fomento de la movilidad activa como claves para conseguir entornos escolares con mejor calidad del aire.

### 3.1.3 Donostia-San Sebastián

Los captadores de NO<sub>2</sub> fueron instalados y recogidos entre el 15 de enero y el 5 de febrero de 2025, en 9 entornos escolares de Donosti.

Se han instalado 12 captadores pasivos, incluyendo 3 que se han colocado en las inmediaciones de la estación oficial de medición de la contaminación. Dado el tamaño del municipio y el limitado número de tubos disponibles, hemos optado por analizar una zona concreta (Ategorrieta) donde se concentran varios centros educativos y próximas a una de las arterias de tráfico de la ciudad. En este entorno se seleccionaron centros de educación primaria y secundaria, así como la Estación de Medición Oficial de referencia también ubicada en el entorno de Ategorrieta.

#### Valoración

Según los resultados de las mediciones, una vez procesados los datos:

- Todas las mediciones superan 10 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>, valores recomendados e indicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), a lo que se refiere sobre calidad del aire.
- Todos los centros analizados, los nueve, están por encima de 20 µg/m<sup>3</sup>, el límite anual propuesto en la Directiva de Calidad del Aire aprobada en octubre de 2024, que entrará en vigor en 2030.
- Cinco de los entornos escolares analizados, el 56 % están por encima de 30 µg/m<sup>3</sup>.
- **Tres espacios educativos, un tercio de los centros analizados, están por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup>, el límite legal actualmente vigente.**

#### Conclusión

Destacamos que el ejercicio ha resultado muy importante para dar a conocer la situación en este entorno que actualmente está fuera de la ZBE y que carece de sensores de medición aparte de la Estación Oficial que está situada en la zona y que arroja valores en la parte baja de las mediciones por lo que consideramos que su ubicación y datos no está siendo representativo de la calidad del aire en la zona. Al estar la estación de control de la calidad del aire en una zona ajardinada y a un lado del tráfico es posible que esto esté influyendo en los valores que mide esta estación.

La zona objeto de estudio está claramente dominada por el tráfico rodado de vehículos a motor, no sólo en cuanto a contaminación acústica sino como se puede apreciar por los valores obtenidos, también por la contaminación del aire provocada por dicho tráfico.

Es importante también exponer que la Avenida de Ategorrieta, así como su continuación por la Avenida de Alcalde José Elozegi disponen de radares de velocidad, radares informativos y zonas con velocidad limitada a 30 km/h, 40 km/h y 50 km/h, siendo frecuente observar cómo estas velocidades máximas no son respetadas, aparte del “caos” que supone tener tres límites de velocidad distintos en un tramo de aproximadamente 1,4 km de distancia.



Tener tres centros educativos con niveles de NO<sub>2</sub> por encima de **40 µg/m<sup>3</sup>** es un motivo para repensar y actuar con urgencia en esta zona.

Municipio	escuelas y centros salud	Más de 40 µg/m <sup>3</sup> (límite legal)		entre 30 y 40 µg/m <sup>3</sup>		entre 20 y 30 µg/m <sup>3</sup>		entre 10 y 20 µg/m <sup>3</sup>		Menos de 10 µg/m <sup>3</sup> (OMS)	
		Count	Percentage	Count	Percentage	Count	Percentage	Count	Percentage	Count	Percentage
Donosti	9	3	33,3%	2	22,2%	4	44,4%	0	0,0%	0	0%

Tabla 9. Resumen mediciones en entornos escolares de Donostia-San Sebastián

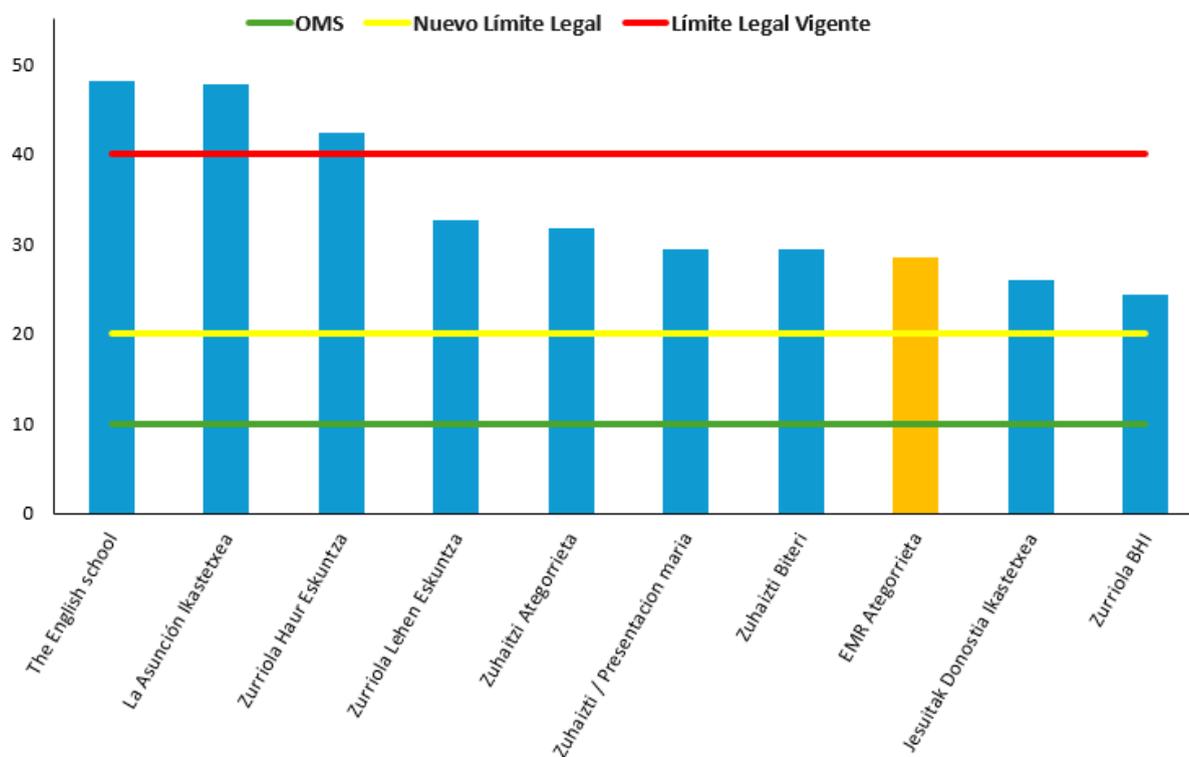


Figura 16. Gráfica resumen Donostia-San Sebastián (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

En el mapa se pueden observar las medidas realizadas en los espacios educativos, con un código de colores para indicar el rango de los valores de NO<sub>2</sub> medidos: verde por debajo de los valores de la OMS, amarillo entre 10 y 20 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> (por encima de los valores de la OMS, pero por debajo de la Directiva), naranja entre 20 y 30 µg/m<sup>3</sup>, rojo entre 30 y 40 µg/m<sup>3</sup> y morado por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup> que marca la legislación vigente.



Figura 17. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Donosti

### Movilidad en Donostia-San Sebastián, entornos escolares y Zona de Baja Emisiones

El diagnóstico del Plan de Acción de la Movilidad Escolar que elaboró el Departamento de Movilidad en 2023, entre sus conclusiones, recoge algunas cuestiones que consideramos de interés resaltar:

- El modo peatonal es el mayoritario en el reparto modal, y los modos activos (a pie y en bici) suponen el 54 %.
- Desde la perspectiva de la sostenibilidad, si a los modos más activos le sumamos el transporte público, obtenemos que el 80 % de los trayectos se hace en modos sostenibles (a pie, en bici o en transporte colectivo).
- Existe una relación directa entre la cercanía al centro de estudios y elección del modo de transporte. Así se pone de manifiesto que los centros escolares públicos que dan servicio al alumnado del barrio, tienen un impacto positivo sobre la movilidad del entorno. A partir de un umbral de 20 minutos los desplazamientos a pie decrecen considerablemente, apareciendo los modos motorizados.
- Es por ello que los modos motorizados tienen una mayor presencia en el caso de la enseñanza concertada (dato relacionado con la cercanía al centro de estudios).

- En el caso de los desplazamientos a pie, más del 70 % se realizan en compañía de iguales, siendo menores los itinerarios que se realizan con tutela de personas adultas.

La movilidad escolar es la más pendular de todas, por lo que crea picos de mucha afluencia en momentos muy concretos. En algunos casos, el espacio público próximo, por lo general funcional, no está preparado para el número de vehículos que recibe en horas punta, y tampoco es deseable que lo esté. Este hecho es especialmente visible en los centros más grandes, los que reciben alumnado de menor edad y en la red concertada (el alumnado de la red pública tiende a ser de proximidad, mientras que la red concertada atrae alumnado geográficamente más disperso, lo que incentiva el uso del coche).

El ámbito analizado es uno de los tres lugares donde están identificados los mayores problemas derivados del uso del coche en relación a la movilidad escolar

Ategorrieta-Ulía: Calzada Vieja de Ategorrieta-calle Atarizar (cluster escolar Jesuitak Donostia Ikastetxea, Zuhaziti Ategorrieta y Zurriola Ikastola), a los que nosotros añadimos los centros de La Asunción y The English School situados en la continuidad de la Avda. de Ategorrieta con la Avda de Alcalde José Elozegi y que presenta alta presencia de tráfico motorizado y es precisamente donde se han dado los mayores índices de presencia de NO<sub>2</sub> en las muestras analizadas.

La implantación de la Zona de Bajas Emisiones en Donostia-San Sebastián creemos que está siendo una oportunidad perdida para la reducción del uso del vehículo individual motorizado y la mejora de la calidad del aire en la ciudad. Creemos que es necesario revisar esta situación.

Hay que recordar que el Plan de Acción Klima DSS 2050, aprobado por el Gobierno municipal reconoce que la renovación de la flota vehicular de la ciudad tendría una gran importancia en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, pero que no será suficiente para alcanzar el objetivo comprometido de disminución del 40 por ciento de dichas emisiones en 2030 respecto a 2007 y que ahora se queda corto respecto a los objetivos establecidos con la firma del Pacto Verde Europeo. En el Plan de Acción Klima DSS 2050 se reconoce que “existe una brecha de reducción de emisiones que hay que cubrir con un cambio modal intenso”.

Además, el proyecto de ZBE de la ciudad considera que algo semejante ocurre con la disminución de la contaminación atmosférica derivada de la sustitución progresiva del parque vehicular y, en especial, de los vehículos más contaminantes y se viene a decir que “también en este caso existe una brecha entre los objetivos de calidad del aire y lo que se puede obtener con el proceso de la renovación tecnológica; una brecha que de nuevo hay que salvar recurriendo al cambio modal, tal y como se deduce de las estimaciones que el propio Proyecto de ZBE identifica.

Hay que señalar que, según el proyecto de ZBE existente, la reducción inicial de desplazamiento en vehículos motorizados procedentes del resto del municipio sólo alcanzará un 11,3 %. Esto sin tener en cuenta el extenso régimen de autorizaciones excepcionales que el proyecto recoge. Es decir, si se consideran el cúmulo de vehículos

“excepcionados” que van a poder seguir circulando durante un largo periodo de tiempo, esta reducción será mucho menor de la inicialmente estimada, ya de por sí muy reducida.

Por todo ello y teniendo en cuenta los datos que se han obtenido en esta zona del barrio de Gros, creemos que es necesario que el perímetro inicial de ZBE se amplíe a los barrios de Amara, Gros, espacio que junto con el Centro concentra en su conjunto el mayor número de desplazamientos motorizados, así como estacionamientos y mayor actividad comercial.

Y si tenemos en cuenta los objetivos de calidad del aire que para 2030 nos plantea la normativa europea, creemos que la ZBE de la ciudad no debe limitarse territorialmente con la implantación de una sola ZBE.

Según las propias declaraciones del Gobierno Municipal, el estudio encargado en 2021 para elaborar Plan Climático de Calidad de Aire (PCCE) debía considerar “una serie de zonas de bajas emisiones”. Desde este punto de vista, el Proyecto de ZBE debería asumir un horizonte territorial más amplio. Es decir, delimitar en esta primera Fase de implantación de la ZBE un perímetro concreto, pero contemplando la posibilidad de implementar ZBE en otras zonas y barrios de la ciudad en un horizonte en el que en 2030 todo el ámbito urbano de la ciudad tenga las restricciones de tráfico debidamente uniformadas con la herramienta regulatoria que posibilita el RD 1052/2022. Es decir, que el conjunto de la ciudad estuviese ordenado como si fuera una ZBE.

### 3.1.4 Santander

Los captadores de NO<sub>2</sub> fueron instalados en noviembre de 2024 y recogidos en diciembre de 2024, en 15 entornos escolares en la ciudad de Santander.

Se han instalado 20 captadores pasivos, incluyendo dos que se han colocado en las inmediaciones de la estación oficial de medición de la contaminación de la estación de autobuses. Se seleccionaron centros de educación primaria y secundaria ubicados tanto en vías con alta densidad de tráfico en entornos, como media y baja exposición a los contaminantes emitidos por los vehículos.

### Valoración

Según los resultados de las mediciones, una vez procesados los datos:

- Todas las mediciones superan 10 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>, valores recomendados e indicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), a lo que se refiere sobre calidad del aire.
- 14 de los centros analizados, el 93 %, están por encima de 20 µg/m<sup>3</sup>, el límite anual propuesto en la Directiva de Calidad del Aire aprobada en octubre de 2024, que entrará en vigor en 2030.
- De ellos, 11 centros, el 73 % del total, están por encima de 30 µg/m<sup>3</sup>.



- Dos ubicaciones, el 13,3 % de los centros analizados, estarían por encima de los 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el límite legal actualmente vigente. Estas ubicaciones son el IES Alberto Pico y el CEIP Ramón Pelayo.

## Conclusión

Elegimos dos centros de control (IES Villajunco y CEIP Gerardo Diego), que presumíamos que tendrían bajas emisiones ya que están en entornos con poco tráfico y mucho arbolado cerca. Las mediciones corroboraron esa hipótesis: ambos fueron los que menos emisiones recibieron, aunque por encima de las recomendaciones de la OMS. Los centros educativos con resultados más altos era previsible que lo fueran, ya que están situados en zonas con mucho tráfico. Las mediciones evidencian la relación directa entre las variables del tráfico y las zonas de arbolado con los niveles medidos de  $\text{NO}_2$ . Cuando se habla de CEIP Magallanes o CEIP Antonio Mendoza, los más cercanos a los sensores, se puede entender que las elevadas tasas obtenidas son las mismas que los centros que comparten el mismo entorno: CEIP Antonio Mendoza, Cisneros, Magallanes y de alguna manera el CC Cumbres. Los resultados que nos han proporcionado los dosímetros nos indican que los centros que están en una calle de sentido descendente tienen menos contaminación que las que tienen tráfico ascendente. Desde Ecologistas en Acción Cantabria vamos a incidir entre las comunidades educativas (alumnado, profesorado, otros profesionales de los centros, familias y resto de vecinas y vecinos) en la necesidad de pacificar los entornos escolares. Habrá que elegir: ¡o coches o salud! Santander se sitúa en el furgón de cola de las ciudades analizadas en el estado español. Eso debe hacer que nos movilizemos las asociaciones ecologistas, las asociaciones de vecinas y vecinos, comerciantes, asociaciones de familias y comunidad educativa en su conjunto y que hagamos reflexionar a las autoridades para que adopten medidas urgentes.

Municipio	escuelas y centros salud	Más de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)		entre 30 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		entre 20 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		entre 10 y 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Menos de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)	
		2	13,3%	9	60,0%	3	20,0%	1	6,7%	0	0%
Santander	15	2	13,3%	9	60,0%	3	20,0%	1	6,7%	0	0%

Tabla 10. Resumen mediciones en entornos escolares de Santander

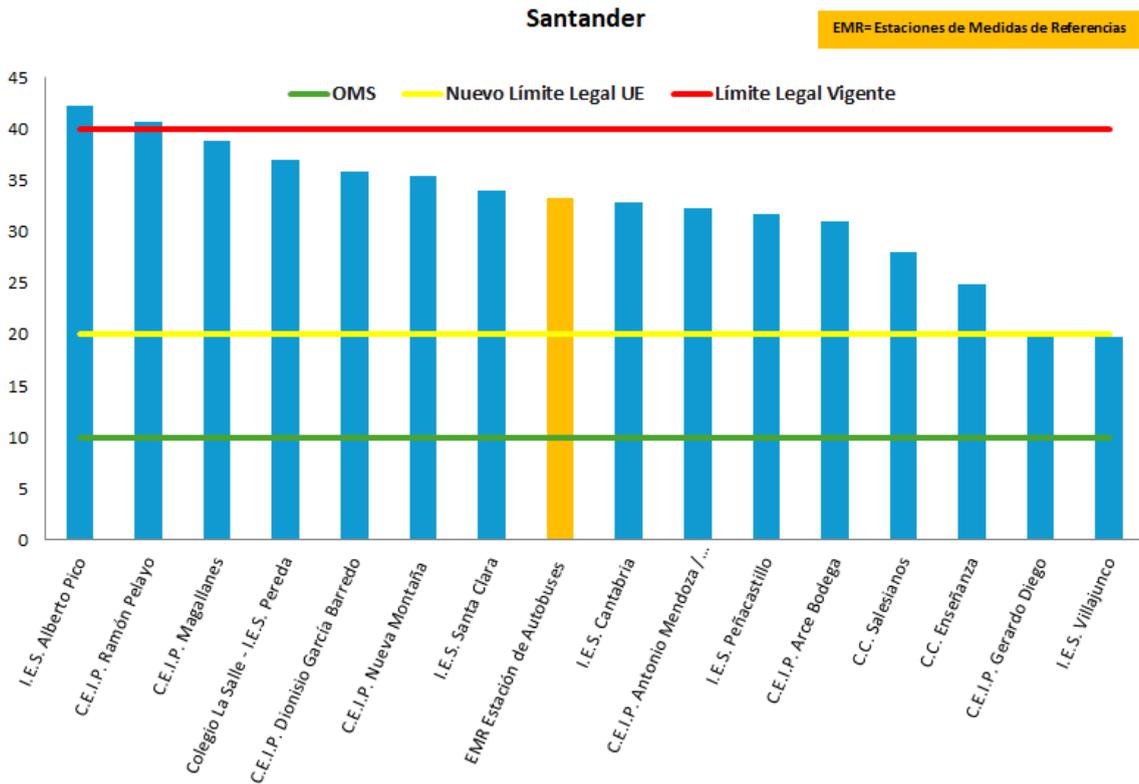


Figura 18. Gráfica resumen Santander (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

En el mapa se pueden observar las medidas realizadas en los espacios educativos, con un código de colores para indicar el rango de los valores de NO<sub>2</sub> medidos: verde por debajo de los valores de la OMS, amarillo entre 10 y 20 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> (por encima de los valores de la OMS, pero por debajo de la Directiva), naranja entre 20 y 30 µg/m<sup>3</sup>, rojo entre 30 y 40 µg/m<sup>3</sup> y morado por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup> que marca la legislación vigente.

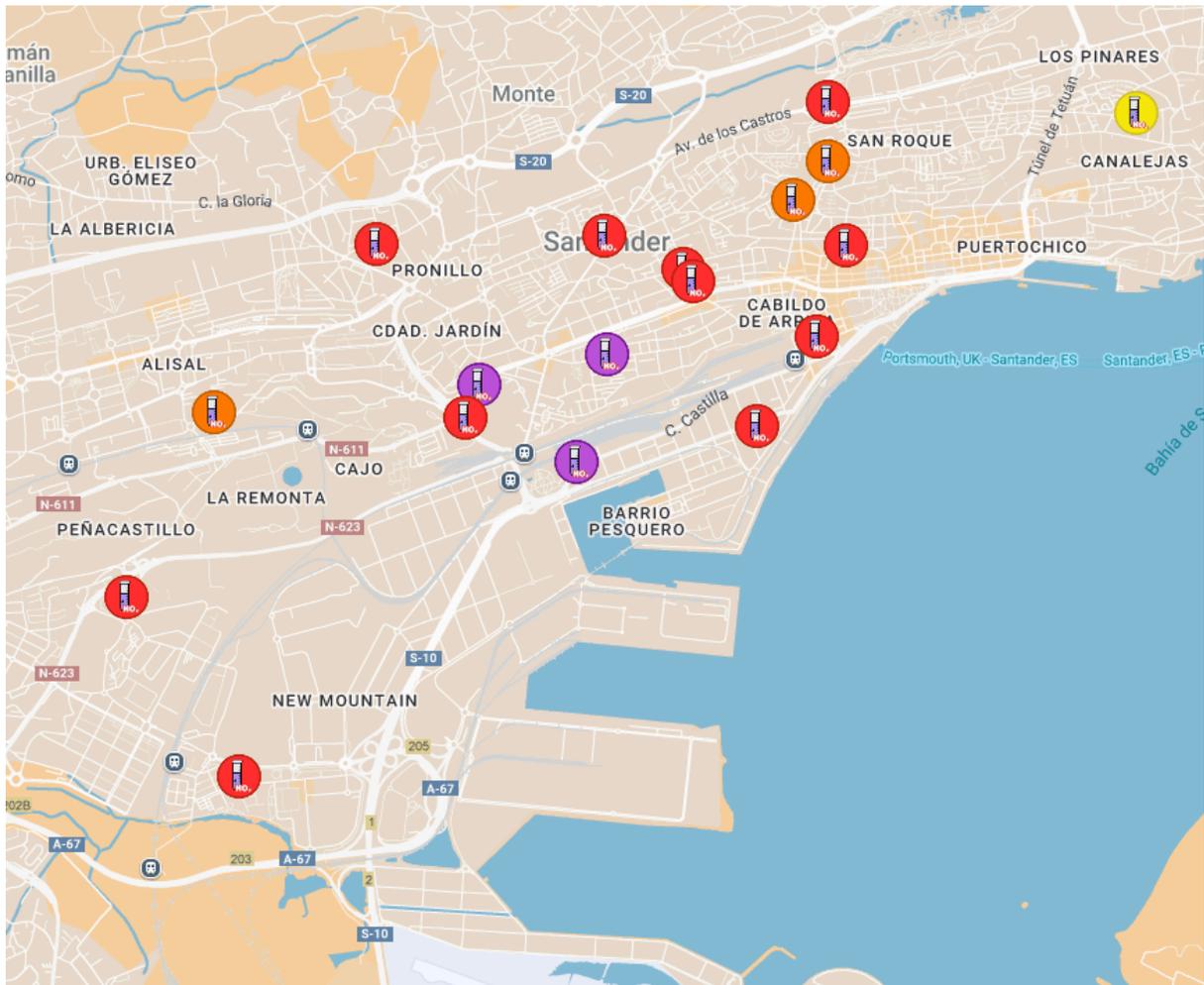


Figura 19. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Santander

### Movilidad en Santander, entornos escolares y Zona de Baja Emisiones

En los entornos de los centros educativos de Santander no existen ni ZBE (los fondos europeos destinados a implantar la ZBE se han empleado en otros temas), ni calles peatonales, ni pacificación del tráfico. Los carriles bici son insuficientes, peligrosos y mal diseñados (más pensados en usos recreativos y turísticos que en desplazamientos ordinarios). Y la vegetación y zonas arboladas tampoco existen en los entornos escolares o son muy escasas. Sobre todo, en los centros concertados el caos de tráfico a las entradas y salidas es brutal, en complicidad con la inacción municipal. El coche y la moto son los dueños de las calles.

#### 3.1.5 Alcalá de Guadaíra y Los Alcores (Sevilla)

El estudio se ha llevado a cabo en la zona conocida como Los Alcores en el área metropolitana de Sevilla en los municipios de Alcalá de Guadaíra, El Viso del Alcor y Mairena del Alcor. Los captadores para la medición del NO<sub>2</sub> fueron instalados el 10 de noviembre y recogidos el 1 de diciembre de 2024 en los entornos de 11 centros educativos, tres centros de salud y en dos espacios públicos de los municipios mencionados en la provincia de Sevilla.

Se han instalado 18 captadores pasivos, incluyendo 2 que se han colocado en las inmediaciones de la estación oficial de medición de la contaminación de Alcalá de Guadaíra. En este municipio, se seleccionaron entornos de centros de educación primaria y secundaria ubicados tanto en vías con alta densidad de tráfico, de elevada polución, como zonas de media y baja exposición a los contaminantes emitidos por los vehículos. También se procedió a ubicar dosímetros en las cercanías de espacios públicos, como plazas y parques. En los municipios del Viso del Alcor y Mairena del Alcor se ubicaron en zonas sensibles con alta densidad de público y sensibles a la contaminación como son los centros de salud y zonas de aglomeración de personas en parques y plazas públicas. Además, para verificar y calibrar los resultados, también se instalaron dispositivos junto a la estación oficial de referencias de la Red de Calidad del Aire de la Junta de Andalucía ubicada en Alcalá de Guadaíra. Quedando la instalación de dispositivos de la siguiente manera:

- 11 Centros educativos en Alcalá de Guadaíra.
- 3 Centros de salud, dos en Mairena de Alcor y uno en el Viso del Alcor.
- 1 en un parque público en Mairena de Alcor.
- 1 en una plaza pública en el Viso del Alcor.

## Valoración

Alcalá de Guadaíra tiene dos estaciones oficiales, una de ellas se encuentra lejos de las zonas de emisión de gases (calles principales) y la otra está en funcionamiento hace poco. Según los resultados de las mediciones, una vez procesados los datos, destacamos que:

- Todas las mediciones superan 10 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>, valor recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en lo que a calidad del aire se refiere.
- El 82 % de los espacios analizados, 14, están por encima de 20 µg/m<sup>3</sup>, el límite anual propuesto en la Directiva de Calidad del Aire aprobada en octubre de 2024. Esto significa que la mayoría de los centros educativos en el municipio de Alcalá de Guadaíra, a excepción de dos centros analizados, están por encima de 20 µg/m<sup>3</sup>, que es el límite anual propuesto por la Comisión Europea de la nueva Directiva que entrará en vigor a partir del 2027.
- En lo referente a los centros de salud, uno de ellos supera los 20 µg/m<sup>3</sup>, el límite anual propuesto por la Directiva de Calidad del Aire en Mairena del Alcor.
- Dos de los entornos analizados, el 12 %, están por encima de 30 µg/m<sup>3</sup>.
- Respecto a los espacios públicos, el sensor instalado en la plaza pública “La Recovera” en el Viso del Alcor **sobrepasa el límite legal actualmente vigente** de 40 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>. En el otro espacio público, “El Paseo” ubicado en el municipio de

Mairena de Alcor, también se supera el límite anual propuesto por la nueva Directiva de Calidad del Aire ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) por lo que se deberá adecuar en poco tiempo.

## Conclusión

Estos datos reflejan una mala calidad del aire en los entornos educativos y espacios públicos de Los Alcores. Los datos son preocupantes y mucho peores que los recogidos en la anterior campaña en los municipios de El Viso y Mairena del Alcor. En la mayoría de entornos donde la población es más sensible a la contaminación, como son espacios educativos, centros de salud y zonas de esparcimiento de la ciudadanía como parques y plazas públicas, están por encima del nuevo límite legal que recoge la directiva de calidad del aire. En Alcalá de Guadaíra, un municipio con alrededor de 77.000 habitantes, se está perdiendo la oportunidad de promover sistemas de movilidad alternativa al tráfico motorizado como el transporte público, la bicicleta y el tránsito peatonal en zonas urbanas seguras y saludables con el fin de reducir la contaminación.

Actualmente, no existen medidas para pacificar el tráfico en los centros educativos analizados. Estos datos son más que preocupantes y se debe trabajar en este sentido. Los índices y el mapa de la calidad del aire demuestran, además, la incidencia clara de la cementera. Los efectos de la cementera de Alcalá sobre la calidad atmosférica se recogen puntualmente en la estación oficial y han mostrado que es el principal agente contaminante (PMs). No obstante, en el entorno urbano, especialmente, en los espacios analizados, la expansión del tráfico rodado en las dos últimas décadas ha llevado a un considerable aumento en la contaminación atmosférica que afecta directamente al aire que se respira a pie de calle. En los municipios analizados de la provincia de Sevilla deben tomarse medidas para reducir de forma rápida y ambiciosa las emisiones de contaminantes atmosféricos y de ruidos porque afectan a la salud de las personas. Los ayuntamientos de estos municipios tienen las competencias, la responsabilidad y la obligación de procurar entornos saludables y seguros.

El elevado uso del vehículo privado junto con el deficiente funcionamiento de los autobuses interurbanos (Alcalá-Sevilla) y el esperado tranvía, que parece que nunca será una realidad, así como con unos inexistentes carriles bici dan como resultado un horizonte desesperanzador. A esto se le unen los escasos avances de las Delegaciones Municipales implicadas. Como producto final obtenemos un suspenso en movilidad y sostenibilidad.

Si se indaga un poco, se descubre por ejemplo que tanto en la implantación de las Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) como en el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) todo se ha reducido a cumplimentar sendas encuestas online. La participación ciudadana en estos temas de movilidad es absolutamente nula. El conocimiento de los ciudadanos se ha limitado hasta ahora a las noticias esporádicas que difunden los medios de comunicación; como, por ejemplo, cuando se publicó que en el pleno municipal del pasado mes de diciembre se aprobaron las ordenanzas para las zonas de bajas emisiones.

Municipio	escuelas y centros salud	Más de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)	entre $30$ y $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	entre $20$ y $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	entre $10$ y $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Menos de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)
-----------	--------------------------	---	--	--	--	--

<b>Alcalá de Guadaíra y Los Alcores</b>	17	1	5,9%	1	5,9%	12	70,6%	3	17,6%	0	0%
---	----	---	------	---	------	----	-------	---	-------	---	----

Tabla 11. Resumen mediciones en entornos escolares y de salud de Alcalá de Guadaíra, El Viso y Mairena del Alcor

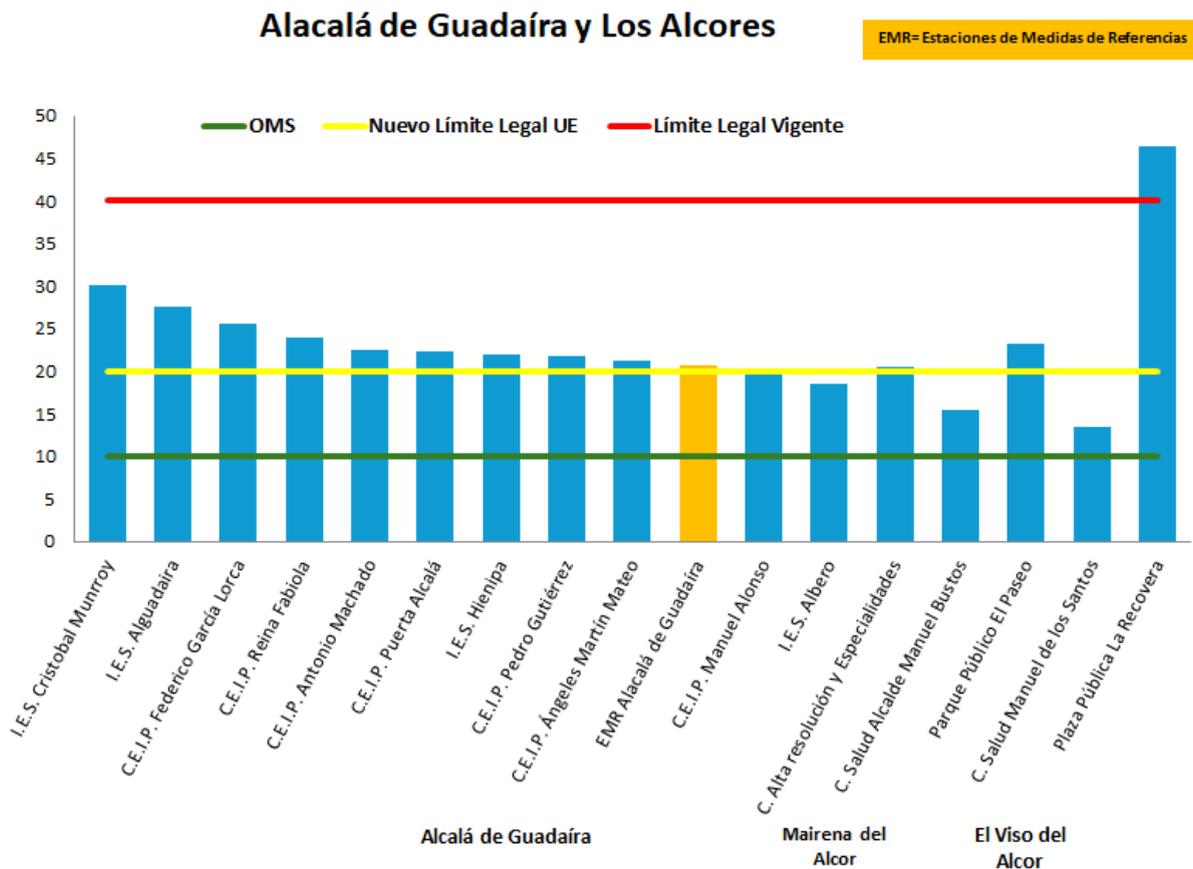


Figura 20. Gráfica resumen Alcalá de Guadaíra y Los Alcores (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

En el mapa se pueden observar las medidas realizadas en los espacios educativos, con un código de colores para indicar el rango de los valores de NO<sub>2</sub> medidos: verde por debajo de los valores de la OMS, amarillo entre 10 y 20 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> (por encima de los valores de la OMS, pero por debajo de la Directiva), naranja entre 20 y 30 µg/m<sup>3</sup>, rojo entre 30 y 40 µg/m<sup>3</sup> y morado por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup> que marca la legislación vigente.

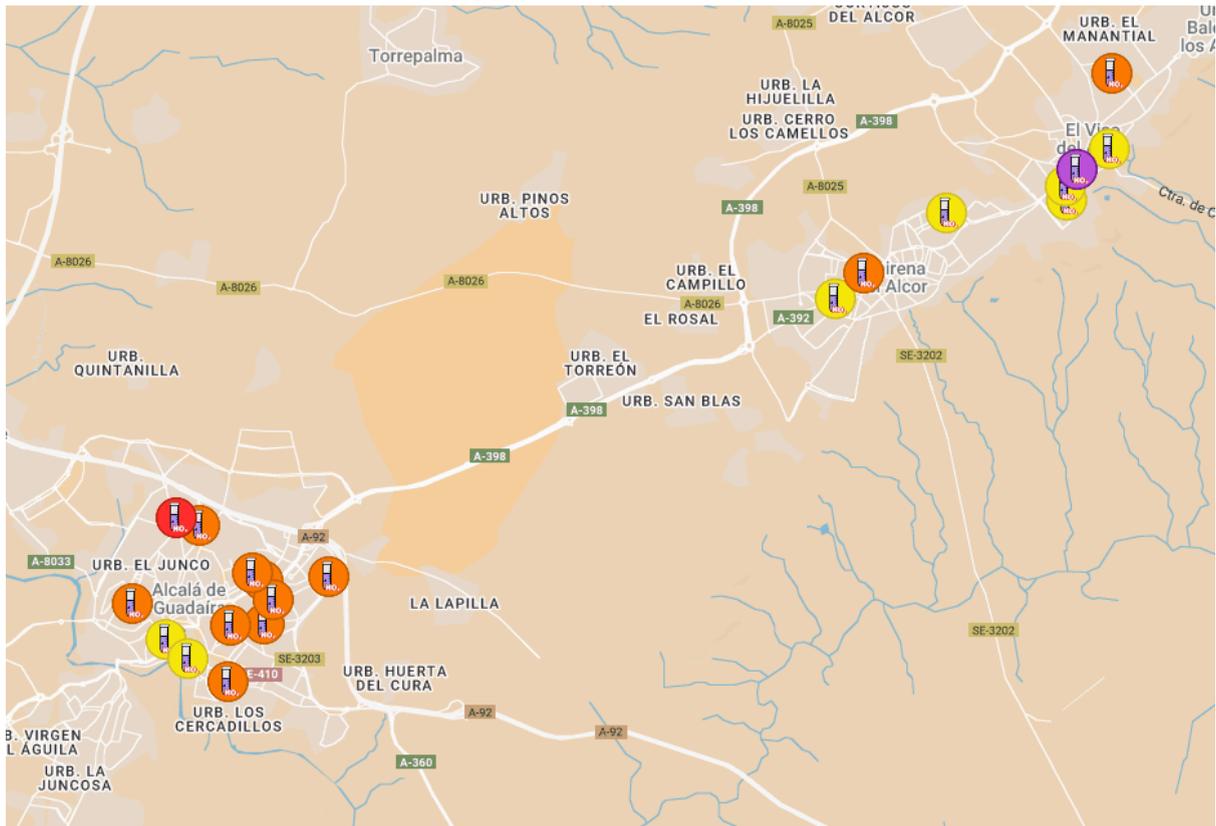


Figura 21. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Alcalá de Guadaíra, El Viso y Mairena del Alcor

### 3.1.6 Arganda (Madrid)

Los captadores de NO<sub>2</sub> fueron instalados y recogidos en noviembre de 2024, con una segunda campaña en febrero de 2025, en 15 entornos escolares de Arganda (Madrid).

Se han instalado 18 captadores pasivos, incluyendo 3 que se han colocado en las inmediaciones de la estación oficial de medición de la contaminación situada junto al punto limpio de Arganda. Se seleccionaron centros de educación primaria y secundaria ubicados tanto en vías con alta densidad de tráfico en entornos, como media y baja exposición a los contaminantes emitidos por los vehículos.

### Valoración

Según los resultados de las mediciones, una vez procesados los datos:

- Todas las mediciones superan 10 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>, valores recomendados e indicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), a lo que se refiere sobre calidad del aire.
- 11 de los 15 centros analizados, el 73 %, están por encima de 20 µg/m<sup>3</sup>, el límite anual propuesto en la Directiva de Calidad del Aire aprobada en octubre de 2024, que entrará en vigor en 2030.

- Ninguno de los entornos escolares analizados está por encima de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ni, por tanto, tampoco por encima de los  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , el límite legal actualmente vigente.

### Conclusión

Como se ha comentado previamente, Arganda no cuenta con una ZBE implantada ni con ninguna política de cuidado de la calidad del aire de la ciudad. Los datos muestran claramente cómo son necesarias tomar acciones para mejorar la salud de la ciudadanía, aportar al frenado de emisiones de gases de efecto invernadero y desplazar al coche particular como eje de la pirámide de la movilidad dentro de la ciudad.

Municipio	escuelas y centros salud	Más de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)		entre $30$ y $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$		entre $20$ y $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$		entre $10$ y $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$		Menos de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)	
		0	0,0%	0	0,0%	11	73,3%	4	26,7%	0	0%
Arganda	15	0	0,0%	0	0,0%	11	73,3%	4	26,7%	0	0%

Tabla 12. Resumen mediciones en entornos escolares de Arganda

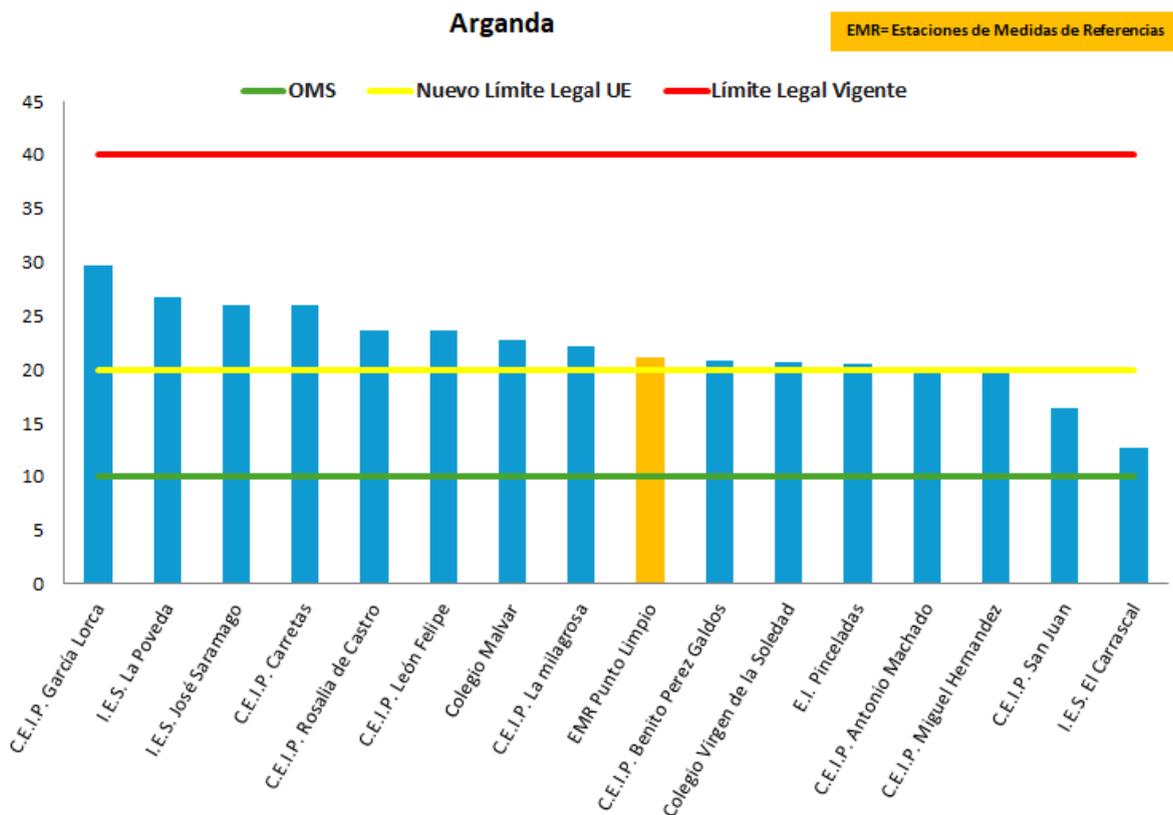


Figura 22. Gráfica resumen Arganda (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

En el mapa se pueden observar las medidas realizadas en los espacios educativos, con un código de colores para indicar el rango de los valores de NO<sub>2</sub> medidos: verde por debajo de los valores de la OMS, amarillo entre  $10$  y  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de NO<sub>2</sub> (por encima de los valores de la

OMS, pero por debajo de la Directiva), naranja entre 20 y 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , rojo entre 30 y 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y morado por encima de los 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  que marca la legislación vigente.

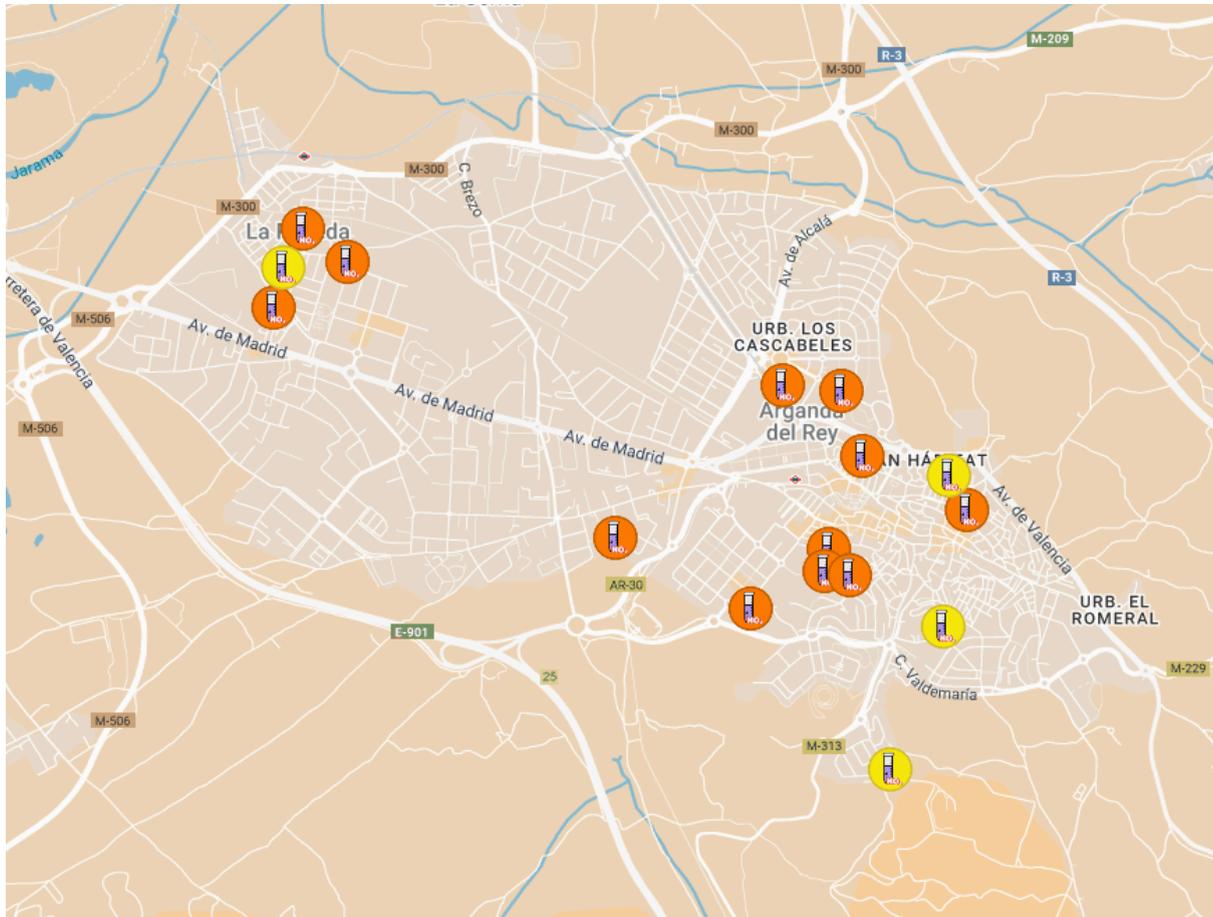


Figura 23. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Arganda

### **Movilidad en Arganda, entornos escolares y Zona de Baja Emisiones**

Desde el ayuntamiento es clara la apuesta por la movilidad en coche particular en detrimento del transporte público, que no solo no se facilita si no que, además, se precariza año a año. Desde el ayuntamiento utilizaron la orografía de la ciudad como excusa para no haber implantado las ZBE aun sabiendo que está obligado por ley. En horario de entrada y salida de los centros escolares es muy habitual ver dobles filas de coches dejando o recogiendo a las escolares en la misma puerta, atascos, obstaculizaciones de la movilidad.

La movilidad a pie, en bicicleta u otras opciones es ínfima y el entorno, urbanismo actual no contribuyen, sirva este informe para alertar de la necesidad de actuar pronto y atacar el problema sin atajos ni excusas.

El implante de Zonas de Bajas Emisiones en Arganda traerá un beneficio, no solo para la salud y para la lucha contra el cambio climático, si no también para la movilidad y la calidad de vida en nuestra ciudad.

### 3.1.7 Tudela de Navarra

Los captadores de NO<sub>2</sub> fueron instalados y recogidos en noviembre de 2024, con una segunda campaña en febrero de 2025, en 14 entornos escolares de Tudela.

Se han instalado 17 captadores pasivos, incluyendo 3 que se han colocado en las inmediaciones de la estación oficial de medición de la contaminación de Tudela. Se seleccionaron centros de educación primaria y secundaria ubicados tanto en vías con alta densidad de tráfico en entornos, como media y baja exposición a los contaminantes emitidos por los vehículos.

#### Valoración

Según los resultados de las mediciones, una vez procesados los datos:

- Todas las mediciones superan 10 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>, valores recomendados e indicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), a lo que se refiere sobre calidad del aire.
- 6 de los entornos analizados, el 43 %, están por encima de 20 µg/m<sup>3</sup>, el límite anual propuesto en la Directiva de Calidad del Aire aprobada en octubre de 2024, que entrará en vigor en 2030.
- Uno de los entornos escolares analizados, el colegio de La Anunciata, en la avenida del Barrio, está por encima de 30 µg/m<sup>3</sup>.
- Ninguno de los centros analizados, estaría por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup>, el límite legal actualmente vigente.

Municipio	escuelas y centros salud	Más de 40 µg/m <sup>3</sup> (límite legal)		entre 30 y 40 µg/m <sup>3</sup>		entre 20 y 30 µg/m <sup>3</sup>		entre 10 y 20 µg/m <sup>3</sup>		Menos de 10 µg/m <sup>3</sup> (OMS)	
Tudela	14	0	0,0%	1	7,1%	5	35,7%	8	57,1%	0	0%

Tabla 13. Resumen mediciones en entornos escolares de Tudela

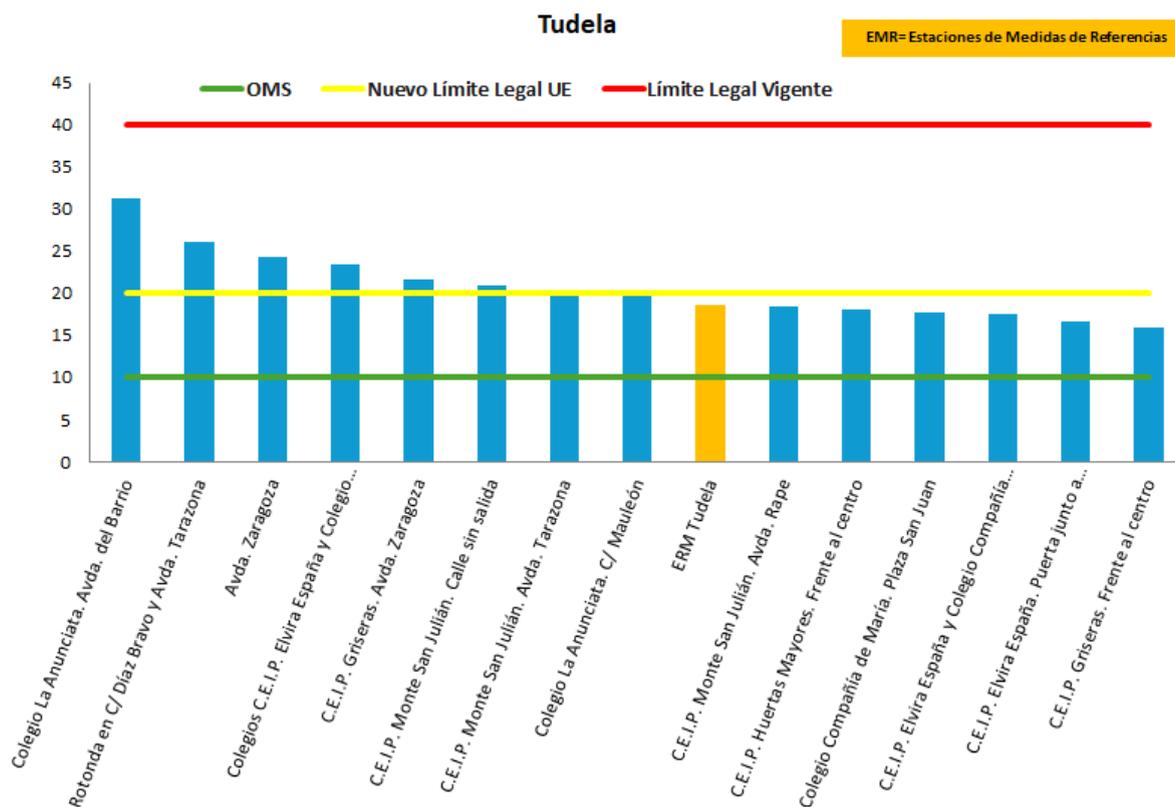


Figura 24. Gráfica resumen Tudela (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

En el mapa se pueden observar las medidas realizadas en los espacios educativos, con un código de colores para indicar el rango de los valores de NO<sub>2</sub> medidos: verde por debajo de los valores de la OMS, amarillo entre 10 y 20 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> (por encima de los valores de la OMS, pero por debajo de la Directiva), naranja entre 20 y 30 µg/m<sup>3</sup>, rojo entre 30 y 40 µg/m<sup>3</sup> y morado por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup> que marca la legislación vigente.

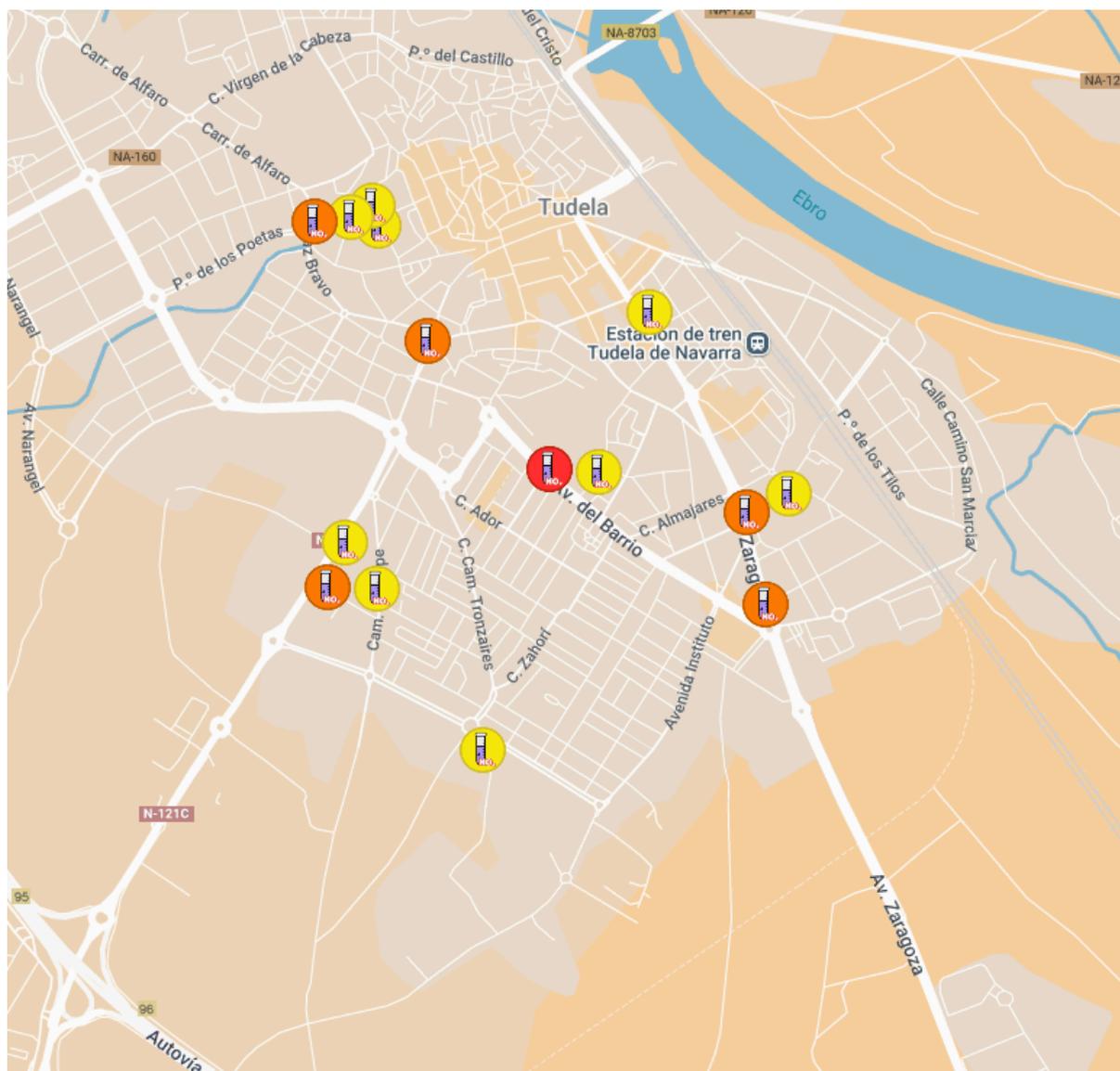


Figura 25. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Tudela

### Movilidad en Tudela, entornos escolares y Zona de Baja Emisiones

Tudela tiene 38.000 habitantes y según el último Informe de Policía Local 25.484 vehículos, de los cuales 17.376 son coches y 4.190 motos y ciclomotores. Según los datos del estudio previo que se hizo para el PMUS la mitad de los desplazamientos en Tudela se realizan en coche.

Estos datos ponen de relieve el elevado número de vehículos en Tudela y su utilización, dejando como minoritarios los desplazamientos sostenibles. Lo que se traduce en un elevado tráfico en los entornos escolares a las horas de entrada y salida, que se suman al importante tráfico rodado que se da en las calles principales. Así queda recogido en los resultados del presente estudio, con superaciones del nuevo límite legal establecido por la UE en las calles principales de todos los entornos educativos. El resto de dosímetros

situados en calles con menor tráfico de los entornos escolares no superan este límite legal de la UE por muy poco, pero superan por mucho las recomendaciones de la OMS.

Para realizar este estudio se colocaron 15 tubos Palmer en los entornos escolares, en alguna zona con intenso tráfico motorizado y junto a la estación de medición urbana de la calidad del aire, dependiente de Gobierno de Navarra, Tudela II. Los peores resultados en los entornos escolares se han recogido en el Colegio Anunciata en la Avenida del Barrio, con una superación muy amplia de los valores que ha fijado la UE. En la C/ Mauleón también se colocó otro medidor que no supera por unas décimas este valor de la UE, y sí supera por mucho las recomendaciones de la OMS. Respecto al C.E.I.P. Griseras hay superación del límite que marca la UE en el medidor de la Avda. Zaragoza, y en el situado frente al centro se supera la recomendación de la OMS. En el C.E.I.P. Monte San Julián hay superación del límite legal que marca la UE en el medidor colocado en la calle sin salida, que comparte acceso con la guardería municipal. El medidor colocado en la Avda. de Tarazona no supera este límite por unas décimas, y junto al medidor de la Avda. del Rape superan por mucho la recomendación de la OMS. También se colocó un medidor en el C.E.I.P. Huertas Mayores, frente al centro, cuyo resultado supera ampliamente las recomendaciones de la OMS. En los entornos escolares del C.E.I.P. Elvira España y Colegio Compañía de María se colocaron tubos en las calles Díaz Bravo, Gayarre, Plaza de San Juan y en la salida junto al parque de calistenia. Las mediciones en la C/ Díaz Bravo superan los límites que marca la UE, mientras que las tomadas en las zonas interiores no alcanzan este límite por unas décimas, superando ampliamente las recomendaciones de la OMS. La medición realizada en la rotonda de C/ Díaz Bravo y Avda. Tarazona, junto con la llevada a cabo en la zona baja de la Avda. de Zaragoza, arrojan también unos malos resultados, puesto que se superan los límites de la UE.

La estación de Tudela II no es representativa de la calidad del aire de la ciudad, al situarse por debajo de la media de las mediciones realizadas. A la vista de los datos, se hace necesario reubicar la estación urbana de medición de la calidad del aire en Tudela, ya que, además, la propia ley de calidad del aire estatal exige que las estaciones vayan cambiando de zona.

Urge aumentar los desplazamientos sostenibles, reduciendo el uso del vehículo privado. El Ayuntamiento de Tudela debe acometer un plan de amabilización de la ciudad, que haga de los entornos escolares espacios seguros, sin contaminantes y ruido. Así lo venimos reclamando desde hace años, sin éxito. A su vez, la Ley Foral de Cambio Climático establece que ciudades de más de 25.000 habitantes deben contar con Zonas de Bajas Emisiones. Lamentablemente esta ley no ha sido desarrollada reglamentariamente, lo que deja sin efecto su contenido. Seguimos reclamando, también, que Tudela cuente con esas ZBE.

### **3.1.8 Barcelona<sup>31</sup>**

---

<sup>31</sup> El análisis detallado de la campaña realizada en los municipios catalanes se publicó en diciembre de 2024:

[https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2024/12/Desembre\\_Informe-contaminacio-entorns-educatius-Catalunya-2024.pdf](https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2024/12/Desembre_Informe-contaminacio-entorns-educatius-Catalunya-2024.pdf)

Los captadores de NO<sub>2</sub> fueron instalados y recogidos en noviembre de 2024, con una segunda campaña en febrero de 2025, en 53 entornos escolares de Barcelona.

Se han instalado 65 captadores pasivos, incluyendo 12 que se han colocado en las inmediaciones de las estaciones oficiales de medición de la contaminación Barcelona: Avinguda de Roma, Jardins de Can Mantega, calle Lope de Vega y Plaça de Gal·la Placidia. Se seleccionaron centros de educación primaria y secundaria ubicados tanto en vías con alta densidad de tráfico en entornos, como media y baja exposición a los contaminantes emitidos por los vehículos.

## Valoración

Según los resultados de las mediciones, una vez procesados los datos:

- Todas las mediciones superan 10 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>, valores recomendados e indicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), a lo que se refiere sobre calidad del aire.
- 49 de los 53 centros analizados, el 92 %, están por encima de 20 µg/m<sup>3</sup>, el límite anual propuesto en la Directiva de Calidad del Aire aprobada en octubre de 2024, que entrará en vigor en 2030.
- 23 de los entornos escolares analizados, el 43 % están por encima de 30 µg/m<sup>3</sup>.
- Cuatro espacios educativos, el 7,5 % de los centros analizados, estarían por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup>, el límite legal actualmente vigente. Tres de ellos en el Eixample Dreta y uno en Sarrià-Sant Gervasi. Uno de estos cuatro, la Escola de la Concepció, llega a superar los 50 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>

## Conclusión

Los quince entornos escolares más contaminados se encuentran en el Eixample Esquerra, Horta-Guinardó, Sant Martí y Sants-Montjuïc.

La mayoría de estas escuelas se encuentran emplazadas en vías principales que son autopistas urbanas o zonas circundantes a éstas. Se trata de calles como Aragón, Gran Vía de las Corts Catalanas, Valencia, Rosellón, Provenza, General Mitre, Paseo Maragall, Roger de Flor, Mallorca, Cerdeña, Avenida Paral·lel o Avenida Diagonal.

Por otra parte, sólo hay cuatro centros que no superan la nueva directiva de calidad del aire, aunque sí superan los umbrales de la OMS. Estos se encuentran en Horta-Guinardó, Sarrià-Sant Gervasi y Les Corts. Todas ellas se encuentran en espacios con baja densidad de edificaciones, cercanos a espacios verdes y en zonas con poca frecuencia de tráfico rodado.

Ninguna de las estaciones oficiales de medida se encuentra ubicada en una localización donde se superen los 40 µg/m<sup>3</sup> ni tampoco está entre las ubicaciones donde mayor contaminación se ha encontrado durante la campaña de mediciones. De hecho, se han encontrado varios valores en centros en algunos distritos muy por encima de los valores de sus estaciones oficiales correspondientes. Esto es indicativo de la baja representatividad que muestran los emplazamientos de estas estaciones oficiales, que no ilustran la realidad de los distritos en los que están emplazadas.

Se ha evaluado si los valores medidos se corresponden con los valores que ofrecen las estaciones oficiales para calibrar los resultados. El valor mensual de las cuatro estaciones oficiales analizadas se corresponde con los valores de su media anual del año 2023 con una diferencia máxima de  $\pm 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y con los de su período correspondiente en el año 2024 con una diferencia máxima de  $\pm 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Por tanto, consideramos que la diferencia entre las estaciones es despreciable, corroborando así la fiabilidad de los datos recogidos a través de los tubos pasivos.

Municipio	escuelas y centros salud	Más de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)		entre 30 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		entre 20 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		entre 10 y 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Menos de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)	
		4	7,5%	19	35,8%	26	49,1%	4	7,5%	0	0%
Barcelona	53	4	7,5%	19	35,8%	26	49,1%	4	7,5%	0	0%

Tabla 14. Resumen mediciones en entornos escolares de Barcelona



Figura 26. Gráfica resumen Barcelona (concentración de  $\text{NO}_2$  en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

En el mapa se pueden observar las medidas realizadas en los espacios educativos, con un código de colores para indicar el rango de los valores de  $\text{NO}_2$  medidos: verde por debajo de los valores de la OMS, amarillo entre 10 y 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{NO}_2$  (por encima de los valores de la OMS, pero por debajo de la Directiva), naranja entre 20 y 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , rojo entre 30 y 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y morado por encima de los 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  que marca la legislación vigente.

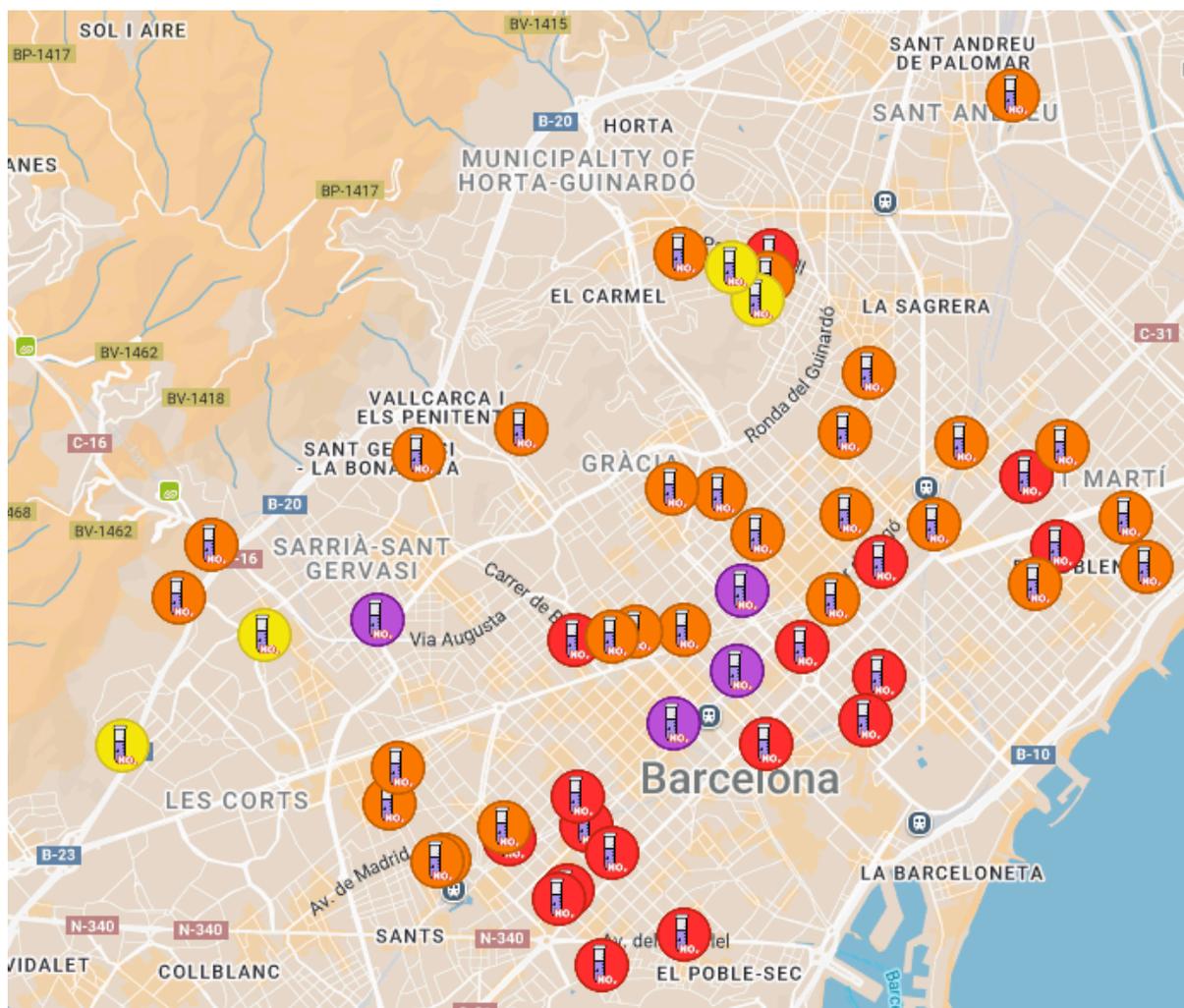


Figura 27. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Barcelona

Es necesario promover sistemas de movilidad como el tráfico peatonal, la bicicleta y el transporte público que restrinjan el tráfico motorizado urbano para disminuir la contaminación que se deriva. La obligación legal de que todas las ciudades de más de 50.000 habitantes implanten las Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) para reducir la circulación de vehículos contaminantes es una oportunidad de mejora de la calidad del aire y la vida ciudadana a aprovechar, y que debería plantearse a municipios más pequeños dado que éstos también tienen niveles de contaminación perjudicial. El Real Decreto de ZBE, aprobado en diciembre de 2022, recoge de forma específica la posibilidad y necesidad de proteger de manera especial los entornos especialmente vulnerables, como los colegios.

De manera particular, para preservar la salud infantil y conseguir entornos educativos saludables y seguros deben implementarse una serie de medidas dirigidas a reducir la contaminación en las vías perimetrales en los centros escolares: pacificar el 100% de los entornos escolares, restringiendo el tráfico motorizado en torno a las escuelas; limitar la velocidad de circulación a 20 km/h; controlar y monitorizar los niveles de contaminación atmosférica y acústica en los centros; crear caminos escolares y carriles bici practicables y seguros para las familias, que promuevan la movilidad activa; priorizar el transporte público, compartido, en bicicleta y peatonal; limitar el aparcamiento y el tráfico en las calles del entorno y destinarlos a espacio público verde o espacios de juego; naturalizar los entornos

escolares para mejorar la calidad ambiental, fomentar el contacto con la naturaleza y la actividad física al aire libre y mitigar el efecto manzana de calor y beneficiarse de los efectos positivos para la salud; y así como hacer cumplir la normativa vigente penalizando la doble fila en la puerta de las escuelas. Algunas de estas medidas se recogen en el [Decálogo por unos entornos escolares seguros](#) y saludables de la Sociedad Catalana de Pediatría y en el [manifiesto de la Revuelta escolar](#).

Medidas como el programa Protegemos las Escuelas del Ayuntamiento de Barcelona, son medidas fundamentales para llegar al objetivo de conseguir guarderías e institutos libres de contaminación e inseguridades. Desgraciadamente, desde 2022 no se ha vuelto a convocar la mesa de seguimiento del programa y queda congelado a la espera de que el actual gobierno de la ciudad actúe tal y como se ha comprometido en el pleno municipal.

Todo ello sin olvidar una de las medidas de la Proposición No de Ley aprobada por la Comisión sobre Seguridad Vial del Congreso de los Diputados el 9 de marzo de 2022, que insta a los ayuntamientos y administraciones públicas a priorizar la proximidad al centro escolar como criterio básico del área escolar, en beneficio de la infancia y de toda la comunidad, revirtiendo la implantación de “zona única” motorizados diarios.

### **3.1.9 Badalona<sup>32</sup>**

Los captadores de NO<sub>2</sub> fueron instalados y recogidos en noviembre de 2024 en 13 entornos escolares de Badalona.

Se han instalado 16 captadores pasivos, incluyendo 3 que se han colocado en las inmediaciones de la estación oficial de medición de la contaminación de Badalona, en la Plaça dels Països Catalans. Se seleccionaron centros de educación primaria y secundaria ubicados tanto en vías con alta densidad de tráfico en entornos, como media y baja exposición a los contaminantes emitidos por los vehículos.

#### **Valoración**

Según los resultados de las mediciones, una vez procesados los datos:

- Todas las mediciones superan 10 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>, valores recomendados e indicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), a lo que se refiere sobre calidad del aire.
- Todos los centros analizados, los 13, están por encima de 20 µg/m<sup>3</sup>, el límite anual propuesto en la Directiva de Calidad del Aire aprobada en octubre de 2024, que entrará en vigor en 2030.
- 5 de los entornos escolares analizados, el 38,5 % están por encima de 30 µg/m<sup>3</sup>.
- Ninguno de los centros analizados está por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup>, el límite legal actualmente vigente.

---

<sup>32</sup> El análisis detallado de la campaña realizada en los municipios catalanes se publicó en diciembre de 2024:

[https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2024/12/Desembre\\_Informe-contaminacio-e-ntorns-educatiu-Catalunya-2024.pdf](https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2024/12/Desembre_Informe-contaminacio-e-ntorns-educatiu-Catalunya-2024.pdf)

## Conclusión

De media, la concentración de dióxido de nitrógeno es similar a la de Barcelona e incluso superior. El 100 % de los centros supera los valores de la nueva directiva y de la OMS. Algunos de los centros, sobre todo los ubicados en los barrios de Sant Roc y la Salut, se acercan mucho al límite de los valores legales actuales, que son el doble de los que indica la nueva directiva. Aunque alguna escuela de los barrios del Gorg y del Centre, también tiene valores elevados, parece que los efectos de la contaminación son mayores en los barrios de Badalona con menor nivel de renta y mayor situación de vulnerabilidad, debido a la proximidad con las conexiones con Barcelona. Los centros con mayores niveles de contaminación se encuentran en torno a la C-31 y la Avenida de Marqués de Mont-Roig, que son vías de entrada a la capital.

El hecho de que las medidas a más del 70 % de los centros hayan dado valores por encima de los recogidos con los captadores pasivos en la estación oficial, y algunos de ellos estén muy por encima, es indicativo de que la ubicación de la estación no es representativa del conjunto de la ciudad.

Municipio	escuelas y centros salud	Más de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)		entre 30 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		entre 20 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		entre 10 y 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Menos de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)	
Badalona	13	0	0,0%	5	38,5%	8	61,5%	0	0,0%	0	0%

Tabla 15. Resumen mediciones en entornos escolares de Badalona

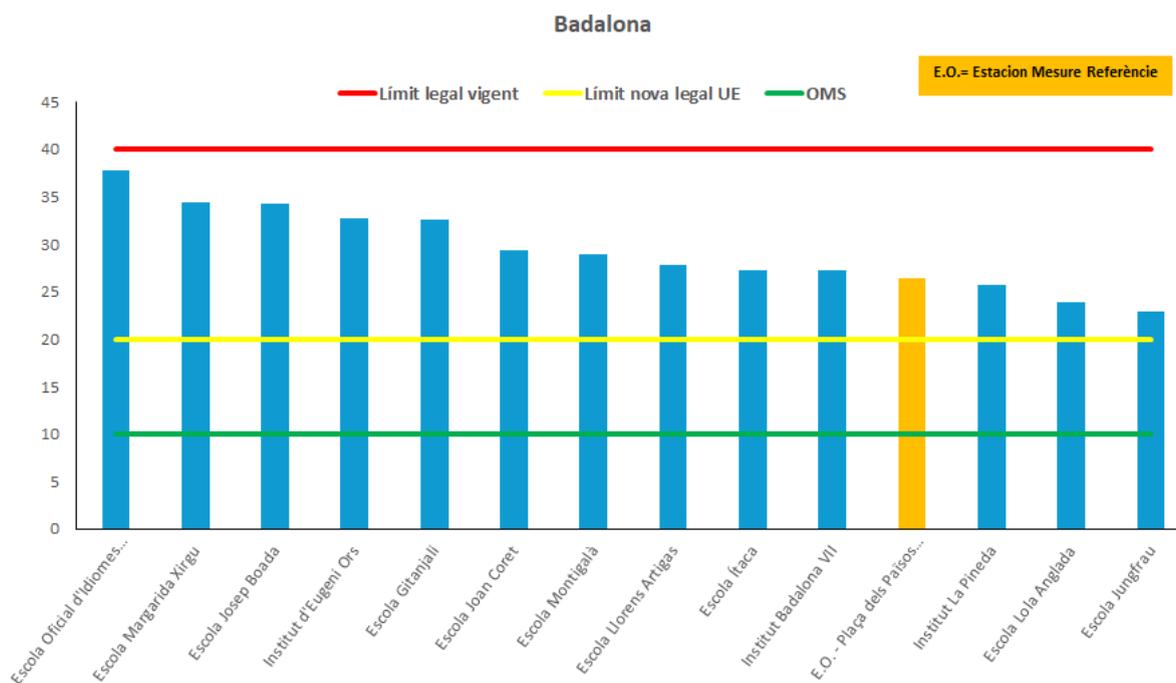


Figura 28. Gráfica resumen Badalona (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

En el mapa se pueden observar las medidas realizadas en los espacios educativos, con un código de colores para indicar el rango de los valores de NO<sub>2</sub> medidos: verde por debajo de los valores de la OMS, amarillo entre 10 y 20 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> (por encima de los valores de la OMS, pero por debajo de la Directiva), naranja entre 20 y 30 µg/m<sup>3</sup>, rojo entre 30 y 40 µg/m<sup>3</sup> y morado por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup> que marca la legislación vigente.

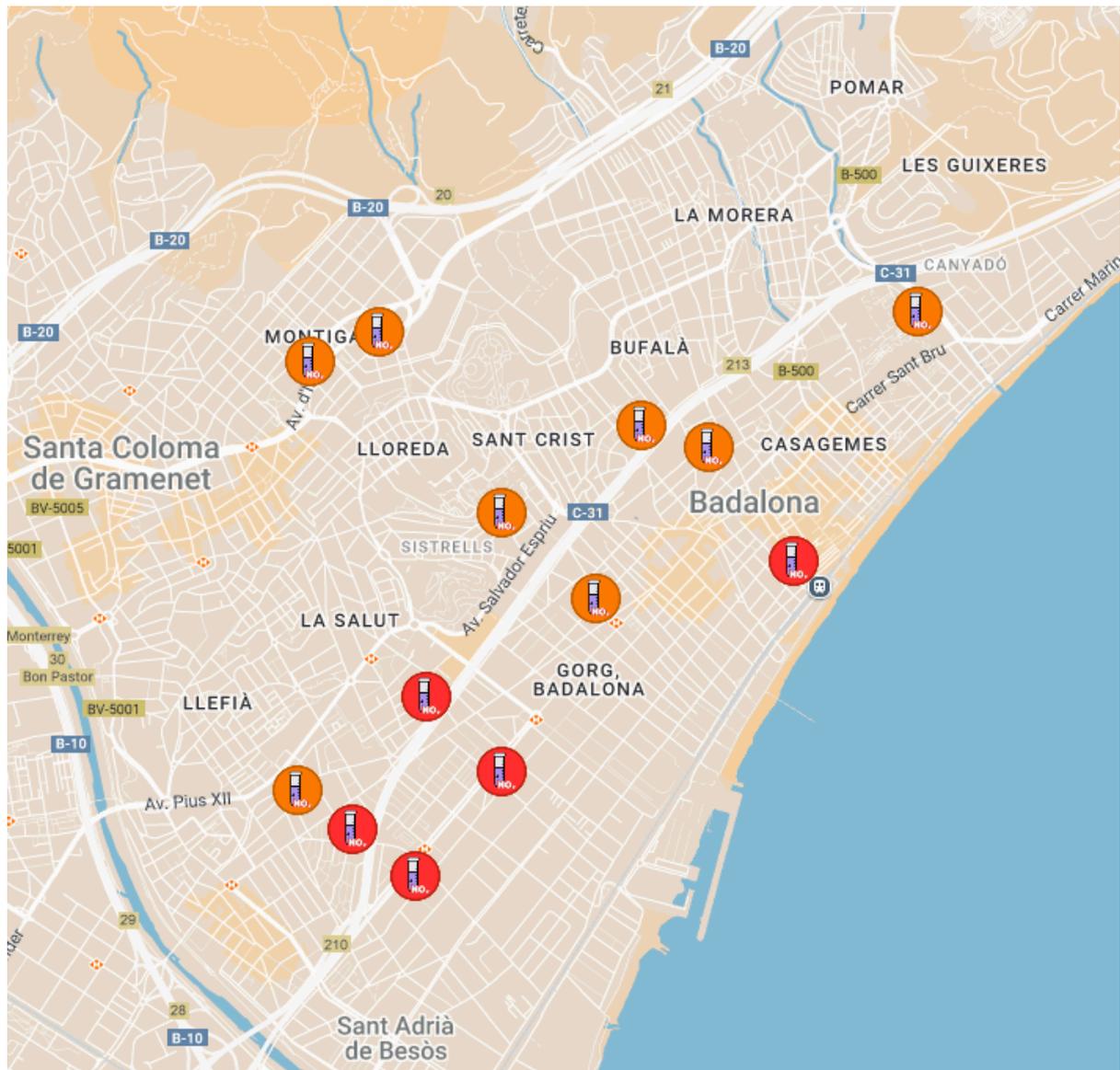


Figura 29. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Badalona

### Movilidad en Badalona, entornos escolares y Zona de Baja Emisiones

El ayuntamiento de Badalona, a pesar de tener ya aprobada su zona de bajas emisiones, ha decidido extender el plazo de información hasta enero de 2027, por lo que hasta entonces

no se aplicarán sanciones lo que, en la práctica, hará completamente inefectiva la ZBE. Esto supone que no va a haber ningún instrumento para conseguir la necesaria reducción de emisiones, tanto de gases contaminantes como de gases de efecto invernadero.

### 3.1.10 Sant Cugat del Vallès<sup>33</sup>

Los captadores de NO<sub>2</sub> fueron instalados y recogidos en noviembre de 2024, en cuatro entornos escolares de Sant Cugat del Vallès.

#### Valoración

Según los resultados de las mediciones, una vez procesados los datos:

- Todas las mediciones superan 10 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>, valores recomendados e indicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), a lo que se refiere sobre calidad del aire.
- Todos los centros analizados, los cuatro, están por encima de 20 µg/m<sup>3</sup>, el límite anual propuesto en la Directiva de Calidad del Aire aprobada en octubre de 2024, que entrará en vigor en 2030.
- Ninguno de los cuatro centros analizados, están por encima de los 30 µg/m<sup>3</sup>, y, por tanto, tampoco por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup>, el límite legal actualmente vigente.

#### Conclusión

Todas las escuelas analizadas presentan valores similares y se encuentran en zonas donde existe presencia de tráfico de forma continuada.

Municipio	escuelas y centros salud	Más de 40 µg/m <sup>3</sup> (límite legal)		entre 30 y 40 µg/m <sup>3</sup>		entre 20 y 30 µg/m <sup>3</sup>		entre 10 y 20 µg/m <sup>3</sup>		Menos de 10 µg/m <sup>3</sup> (OMS)	
		0	0,0%	0	0,0%	4	100,0%	0	0,0%	0	0%
Sant Cugat	4	0	0,0%	0	0,0%	4	100,0%	0	0,0%	0	0%

Tabla 16. Resumen mediciones en entornos escolares de Sant Cugat del Vallès

<sup>33</sup> El análisis detallado de la campaña realizada en los municipios catalanes se publicó en diciembre de 2024:

[https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2024/12/Desembre\\_Informe-contaminacio-entorns-educatius-Catalunya-2024.pdf](https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2024/12/Desembre_Informe-contaminacio-entorns-educatius-Catalunya-2024.pdf)

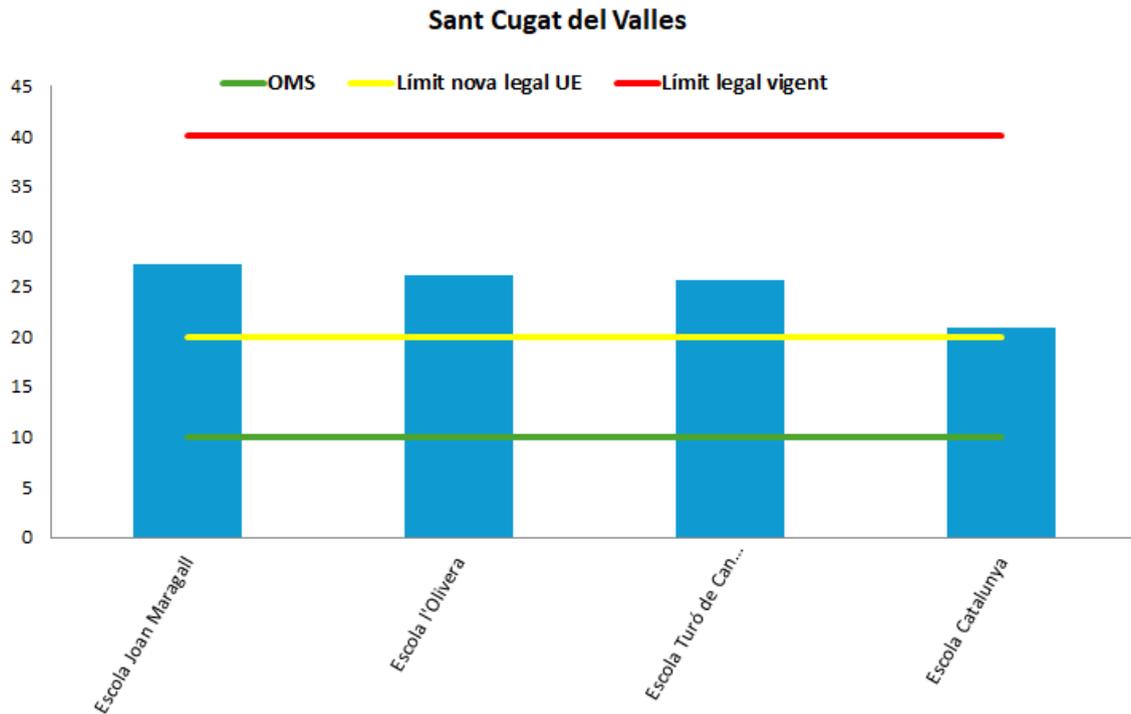


Figura 30. Gráfica resumen Sant Cugat del Vallès (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

En el mapa se pueden observar las medidas realizadas en los espacios educativos, con un código de colores para indicar el rango de los valores de NO<sub>2</sub> medidos: verde por debajo de los valores de la OMS, amarillo entre 10 y 20 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> (por encima de los valores de la OMS, pero por debajo de la Directiva), naranja entre 20 y 30 µg/m<sup>3</sup>, rojo entre 30 y 40 µg/m<sup>3</sup> y morado por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup> que marca la legislación vigente.

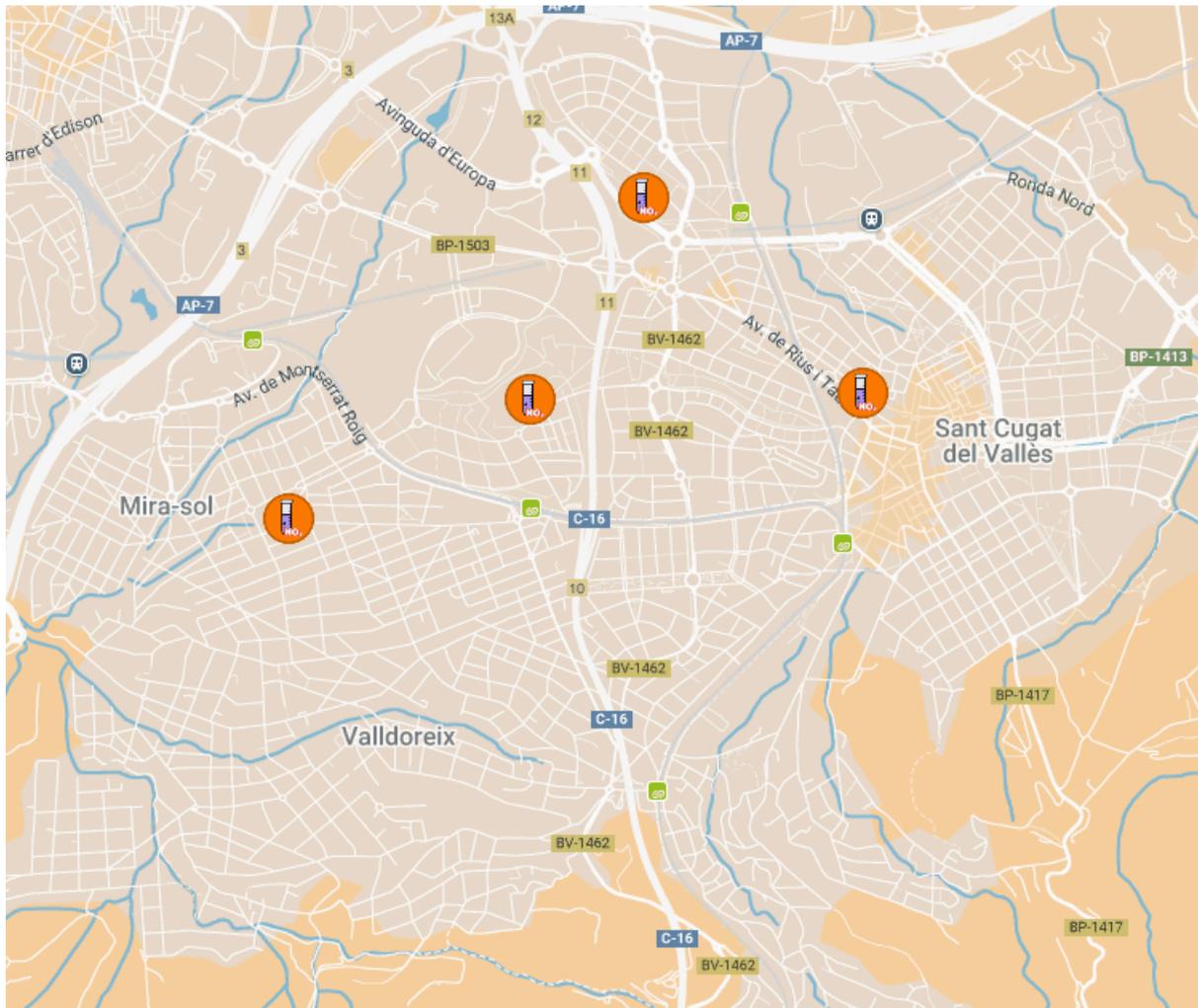


Figura 31. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Sant Cugat del Vallès

### 3.1.11 Olot (Girona)<sup>34</sup>

Los captadores de NO<sub>2</sub> fueron instalados y recogidos en noviembre de 2024 en 8 entornos escolares de Olot. Se seleccionaron centros de educación primaria y secundaria ubicados tanto en vías con alta densidad de tráfico en entornos, como media y baja exposición a los contaminantes emitidos por los vehículos.

#### Valoración

Según los resultados de las mediciones, una vez procesados los datos:

- Seis de los ocho entornos escolares analizados superan 10 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>, valores recomendados e indicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), a lo que se refiere sobre calidad del aire.

<sup>34</sup> El análisis detallado de la campaña realizada en los municipios catalanes se publicó en diciembre de 2024:

[https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2024/12/Desembre\\_Informe-contaminacio-entorns-educatius-Catalunya-2024.pdf](https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2024/12/Desembre_Informe-contaminacio-entorns-educatius-Catalunya-2024.pdf)

- Tres de los ocho los centros analizados, el 37,5 %, están por encima de 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el límite anual propuesto en la Directiva de Calidad del Aire aprobada en octubre de 2024, que entrará en vigor en 2030.
- Ninguno de los cuatro centros analizados, están por encima de los 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , y, por tanto, tampoco por encima de los 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el límite legal actualmente vigente.

### Conclusión

En este municipio la proximidad a vías con alta incidencia del tráfico rodado determina en qué centros encontramos mayor o menor nivel de contaminación, puesto que incluso algunos centros aislados del núcleo urbano y ubicados en entornos naturales, sufren niveles por encima de lo que dictamina la nueva directiva. Los centros cercanos a espacios naturales, con baja densidad de edificios y sin vías principales cercanas, son los que mejores resultados muestran.

Municipio	escuelas y centros salud	Más de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)		entre 30 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		entre 20 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		entre 10 y 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Menos de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)	
Olot	8	0	0,0%	0	0,0%	3	37,5%	3	37,5%	2	25%

Tabla 17. Resumen mediciones en entornos escolares de Olot

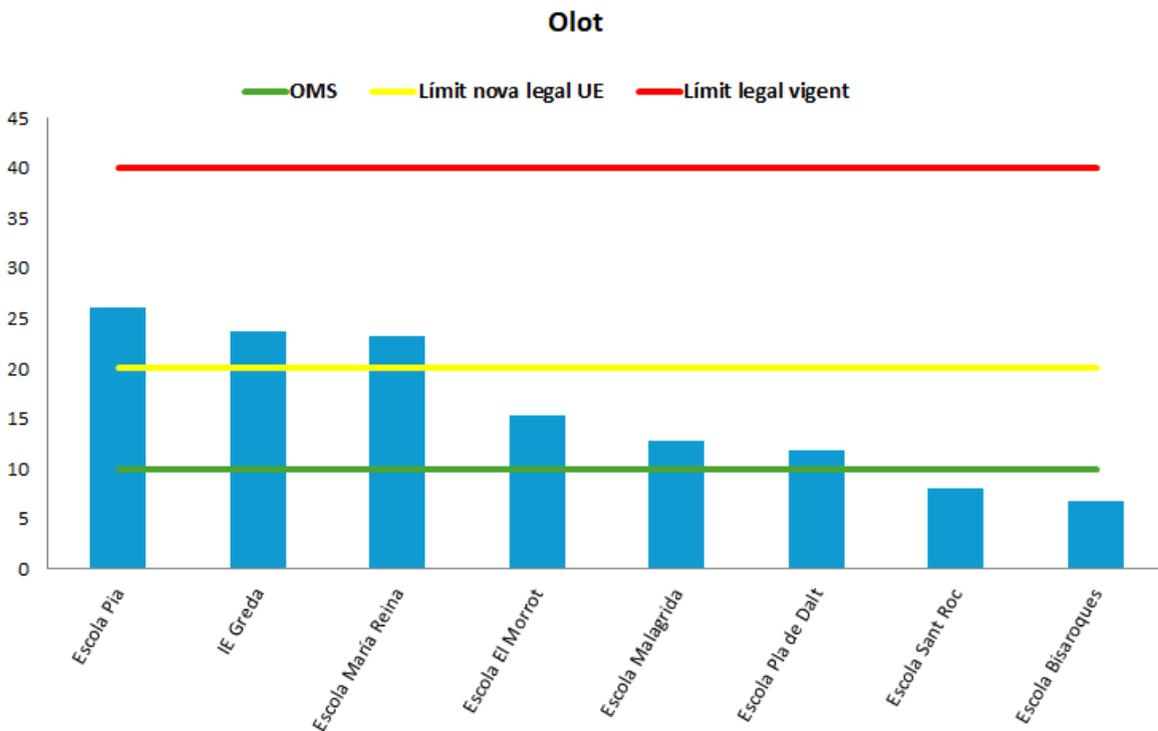


Figura 32. Gráfica resumen Olot (concentración de NO<sub>2</sub> en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

En el mapa se pueden observar las medidas realizadas en los espacios educativos, con un código de colores para indicar el rango de los valores de NO<sub>2</sub> medidos: verde por debajo de los valores de la OMS, amarillo entre 10 y 20 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> (por encima de los valores de la OMS, pero por debajo de la Directiva), naranja entre 20 y 30 µg/m<sup>3</sup>, rojo entre 30 y 40 µg/m<sup>3</sup> y morado por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup> que marca la legislación vigente.

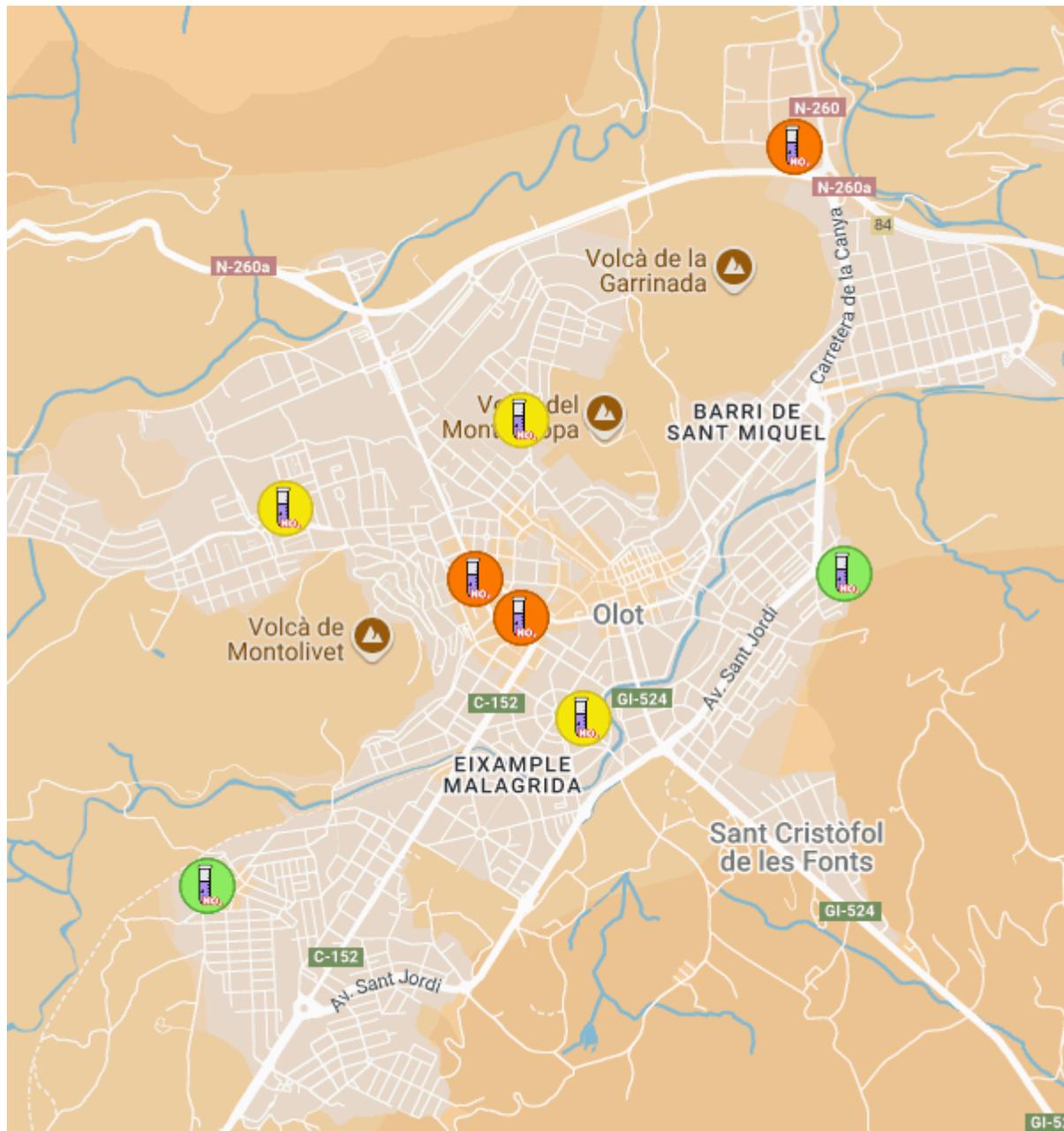


Figura 33. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Olot

### 3.1.12 Vielha (Lleida)<sup>35</sup>

Se colocó un captador en un entorno escolar de Vielha, provincia de Lleida, para poder comparar con otras localidades.

#### Valoración

Una vez procesados los datos, vemos que el captador pasivo colocado en la Escola Publica Garona-Institut d'Aran nos da un promedio de 12,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{NO}_2$ , con lo que estaría ya cumpliendo el valor límite de la nueva Directiva de calidad del aire.

#### Conclusión

El resultado está por encima de las recomendaciones de la OMS. Aunque este municipio se encuentra emplazado en un entorno natural en medio del Pirineo, el tráfico rodado de las carreteras C-28 y N-230 producen un exceso de contaminación incluso en este paraje.

Municipio	escuelas y centros salud	Más de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)		entre 30 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		entre 20 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		entre 10 y 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Menos de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)	
Vielha	1	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	100,0%	0	0%

Tabla 18. Resumen mediciones en entornos escolares de Vielha

<sup>35</sup> El análisis detallado de la campaña realizada en los municipios catalanes se publicó en diciembre de 2024:

[https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2024/12/Desembre\\_Informe-contaminacio-entorns-educatius-Catalunya-2024.pdf](https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2024/12/Desembre_Informe-contaminacio-entorns-educatius-Catalunya-2024.pdf)

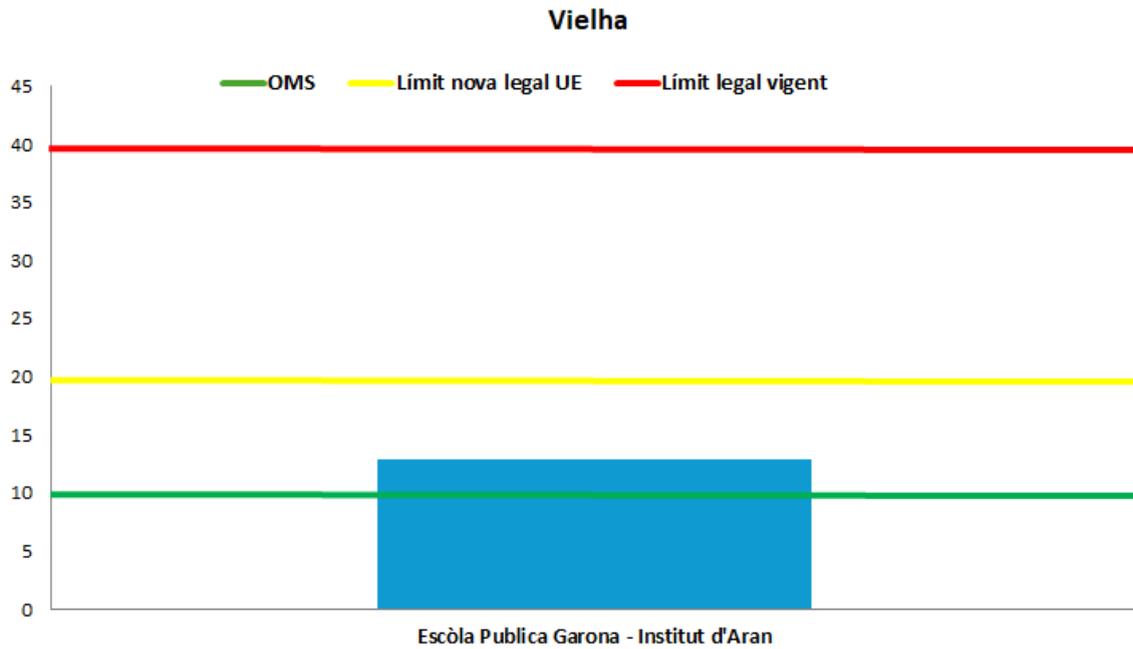


Figura 34. Gráfica resumen Vielha (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

En el mapa se muestra la medición realizada, el color amarillo indica entre 10 y 20 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> (por encima de los valores de la OMS, pero por debajo de la Directiva).

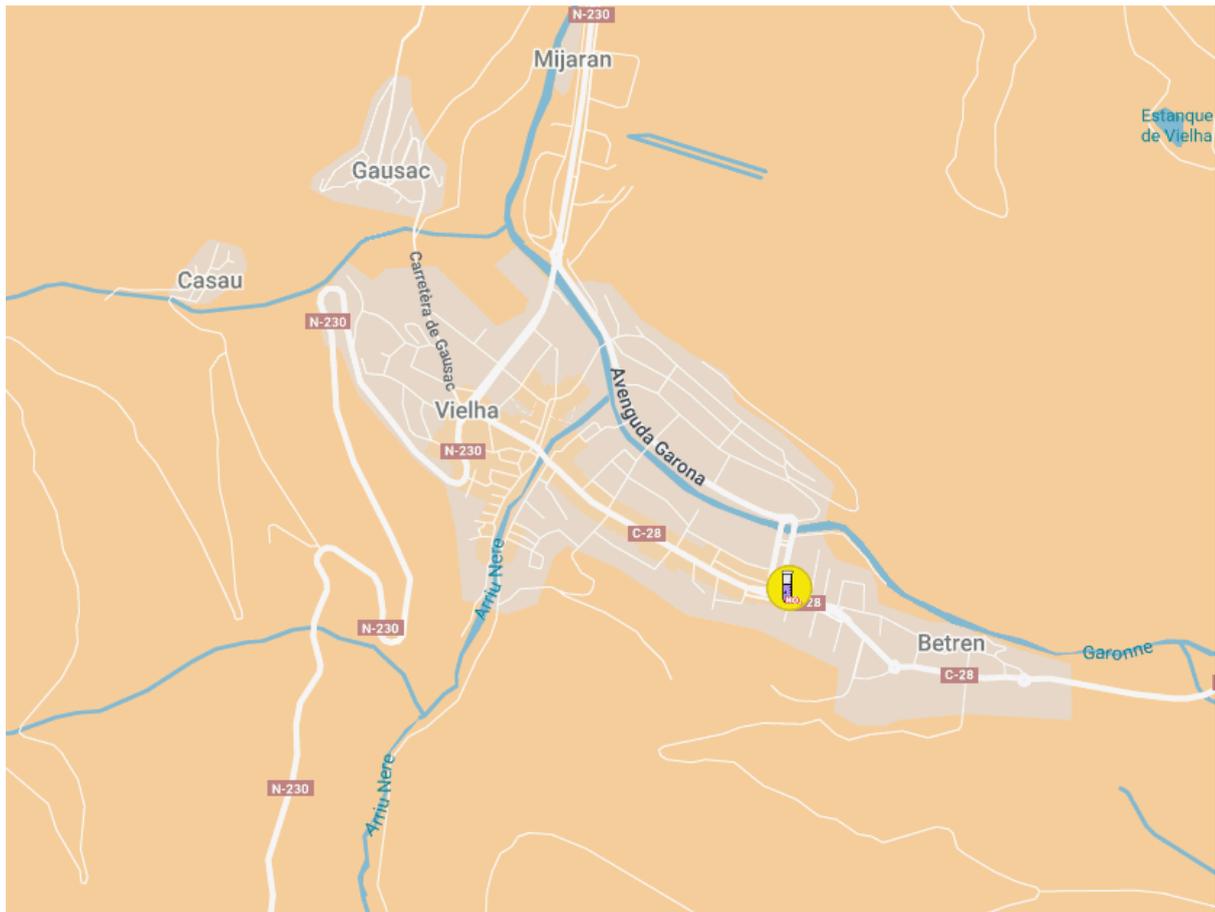


Figura 35. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Vielha

#### 4 Conclusiones

En el presente estudio se ha realizado un análisis de los niveles de dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) en el entorno inmediato de 174 centros educativos de Alcalá de Guadaíra, El Viso y Mairena de Alcor, Santander, Badalona, Barcelona, Olot (Girona), Sant Cugat del Vallès (Barcelona) y Vielha (Lleida), Barakaldo, Bilbao, Donosti, Arganda y Tudela. En cada municipio, se han seleccionado centros de educación primaria y secundaria ubicados en vías con gran densidad de tráfico motorizado, y se han medido asimismo los niveles de  $\text{NO}_2$  en las inmediaciones de las estaciones oficiales de control de la contaminación.

Los dosímetros y los resultados analíticos han sido proporcionados por laboratorios acreditados, y su instalación ha sido realizada por personas voluntarias de los grupos locales de Ecologistas en Acción. Esta campaña ha dado continuidad a las realizadas con una metodología similar en noviembre de 2020, febrero de 2021, febrero de 2022, febrero de 2023 y febrero de 2024, cuyo objetivo fundamental fue evaluar la exposición de la población general y escolar a la contaminación por  $\text{NO}_2$  en dichas vías, tomando como referencia el valor límite anual establecido por la normativa y las actuales guías anual y diaria recomendadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Como resultado de este trabajo, se extraen las siguientes conclusiones principales:

Solo dos escuelas, ambas en Olot, cumplen las recomendaciones de la OMS; en el resto de los entornos escolares analizados, esto es, en 174 escuelas, la concentración de NO<sub>2</sub> supera los 10 µg/m<sup>3</sup>. Dicho de otra forma, **el 99 % de los entornos analizados están respirando un aire que no cumple con las recomendaciones de la OMS.**

Del total de los 174 entornos analizados, **solo 28, menos de uno de cada cinco, el 16 %, están por debajo de los 20 µg/m<sup>3</sup>**, el nuevo límite indicado en la revisión de la Directiva de Calidad del Aire.

Y aún hay que destacar las 12 de las 174 escuelas analizadas, el 7 %, que **están incluso por encima de los 40 µg/m<sup>3</sup>, el límite legal actualmente vigente.**

Municipio	escuelas y centros salud	Más de 40 µg/m <sup>3</sup> (límite legal)	entre 30 y 40 µg/m <sup>3</sup>	entre 20 y 30 µg/m <sup>3</sup>	entre 10 y 20 µg/m <sup>3</sup>	Menos de 10 µg/m <sup>3</sup> (OMS)
Bilbao	16	2	13	1	0	0
Barakaldo	9	0	2	5	2	0
Donosti	9	3	2	4	0	0
Santander	15	2	9	3	1	0
Alcalá de Guad. Los Alcores	17	1	1	12	3	0
Arganda	15	0	0	11	4	0
Tudela	14	0	1	5	8	0
Barcelona	53	4	19	26	4	0
Badalona	13	0	5	8	0	0
Sant Cugat	4	0	0	4	0	0
Olot	8	0	0	3	3	2
Vielha	1	0	0	0	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>174</b>	<b>12</b>	<b>52</b>	<b>82</b>	<b>26</b>	<b>2</b>

Tabla 19. Resumen resultados de las mediciones en los entornos analizados en valores absolutos.

Municipio	escuelas y centros salud	Más de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)	entre 30 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	entre 20 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	entre 10 y 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Menos de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)
Bilbao	16	12,5%	81,3%	6,3%	0,0%	0%
Barakaldo	9	0,0%	22,2%	55,6%	22,2%	0%
Donosti	9	33,3%	22,2%	44,4%	0,0%	0%
Santander	15	13,3%	60,0%	20,0%	6,7%	0%
Alcalá de Guad. Los Alcores	17	5,9%	5,9%	70,6%	17,6%	0%
Arganda	15	0,0%	0,0%	73,3%	26,7%	0%
Tudela	14	0,0%	7,1%	35,7%	57,1%	0%
Barcelona	53	7,5%	35,8%	49,1%	7,5%	0%
Badalona	13	0,0%	38,5%	61,5%	0,0%	0%
Sant Cugat	4	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0%
Olot	8	0,0%	0,0%	37,5%	37,5%	25%
Vielha	1	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0%
<b>TOTAL</b>	<b>174</b>	<b>6,9%</b>	<b>29,9%</b>	<b>47,1%</b>	<b>14,9%</b>	<b>1%</b>

Tabla 20. Resumen resultados de las mediciones en los entornos analizados en porcentaje respecto al total de centros.

Municipio	escuelas y centros salud	> 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)	total > 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	total > 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Menos de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)
Bilbao	16	12,5%	94%	100%	0%
Barakaldo	9	0,0%	22%	78%	0%

<b>Donosti</b>	9	33,3%	56%	100%	0%
<b>Santander</b>	15	13,3%	73%	93%	0%
<b>Alcalá de Guad. Los Alcores</b>	17	5,9%	12%	82%	0%
<b>Arganda</b>	15	0,0%	0%	73%	0%
<b>Tudela</b>	14	0,0%	7%	43%	0%
<b>Barcelona</b>	53	7,5%	43%	92%	0%
<b>Badalona</b>	13	0,0%	38%	100%	0%
<b>Sant Cugat</b>	4	0,0%	0%	100%	0%
<b>Olot</b>	8	0,0%	0%	38%	25%
<b>Vielha</b>	1	0,0%	0%	0%	0%
<b>TOTAL</b>	<b>174</b>	<b>6,9%</b>	<b>37%</b>	<b>84%</b>	<b>1%</b>

Tabla 21. Resumen resultados de las mediciones en los entornos, acumulados en porcentaje respecto al total de centros.

Existe una clara correlación entre los niveles de contaminación por NO<sub>2</sub> y los entornos educativos con más tráfico de las ciudades analizadas, pudiendo por lo tanto en ellas atribuir **el origen principal de este contaminante a la emisión de gases de combustión de vehículos a motor**, de manera coherente con los estudios realizados sobre tráfico y calidad del aire. En contraste, los entornos escolares con mejor calidad del aire corresponden a espacios peatonalizados o con baja circulación de automóviles, demostrando que el margen de mejora es muy elevado.

**La población infantil es especialmente sensible** a la contaminación atmosférica, debido a su elevada frecuencia respiratoria, a su mayor exposición en el ambiente exterior y a la inmadurez de sus sistemas respiratorio e inmunitario, siendo el NO<sub>2</sub> un activo inmunodepresor. Por ello es muy importante monitorizar la concentración de NO<sub>2</sub> en los entornos escolares, donde la población infantil y adolescente pasa buena parte de su vida.

Resulta necesaria una sustancial **mejora de la información** sobre la calidad del aire que respiramos, en particular en el entorno de los centros educativos y otros centros sensibles, complementando la proporcionada por las estaciones oficiales de medición con **mapas** de distribución y con **campañas** de medición específicas, como las realizadas por Ecologistas en Acción, que deberían estar desarrollando las administraciones públicas.

Las **campañas de ciencia ciudadana** facilitan que la población se forme de manera práctica, **conozca mejor la realidad de la contaminación del aire** en su entorno, y **exija a las administraciones públicas** que cumplan con su responsabilidad de **medir e informar adecuadamente** a la ciudadanía sobre la calidad del aire en cada momento.

Es necesario promover sistemas de movilidad como el tránsito peatonal, la bicicleta y el transporte público que **restringan el tráfico motorizado** urbano con el fin de disminuir la contaminación que se deriva del mismo. La obligación legal de que todas las ciudades de más de 50.000 habitantes implanten antes de 2023 Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) para reducir la circulación de vehículos contaminantes es una oportunidad de mejora de la calidad del aire y la vida ciudadana que debe aprovecharse. Esta obligación también es para aquellos municipios de más de 20.000 habitantes con episodios de mala calidad del aire. Desde 2014 los PMUS (Planes de Movilidad Urbana Sostenible) son obligatorios para que los municipios puedan acceder a subvenciones estatales para financiar el transporte público. Los PMUS son una herramienta adecuada también para desarrollar estrategias de movilidad alternativa que redundarán en una mejor calidad del aire<sup>36</sup>.

Muchos de los puntos que registran altos valores de **contaminación** se corresponden con **zonas sensibles**, como centros educativos y sanitarios, situados cerca de vías con alta densidad de tráfico, lo que hace más perentoria la adopción de medidas de reducción drástica del tráfico en el entorno de estos lugares y de las personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares. El Real Decreto de ZBE, aprobado en diciembre de 2022, recoge de manera específica la posibilidad y necesidad de proteger de manera especial los entornos especialmente vulnerables, como los colegios.

De manera particular, para preservar la salud infantil y conseguir entornos educativos saludables y seguros deben implementarse una serie de medidas dirigidas a reducir la contaminación en las vías perimetrales en los centros escolares: pacificar el 100% de los entornos escolares, restringiendo el tráfico motorizado en torno a las escuelas; limitar la velocidad de circulación a 20 km/h; controlar y monitorizar los niveles de contaminación atmosférica y acústica en los centros; crear caminos escolares y carriles bici practicables y seguros para las familias, que promuevan la movilidad activa; priorizar el transporte público, compartido, en bicicleta y peatonal; limitar el aparcamiento y el tráfico en las calles del entorno y destinarlos a espacio público verde o espacios de juego; naturalizar los entornos escolares para mejorar la calidad ambiental, fomentar el contacto con la naturaleza y la actividad física al aire libre y mitigar el efecto manzana de calor y beneficiarse de los efectos positivos para la salud; y así como hacer cumplir la normativa vigente penalizando la doble fila en la puerta de las escuelas. Algunas de estas medidas se recogen en el [Decálogo por unos entornos escolares seguros](#) y saludables de la Sociedad Catalana de Pediatría y en el [manifiesto de la Revuelta escolar](#).

Todo ello sin olvidar una de las medidas de la Proposición No de Ley aprobada por la Comisión sobre Seguridad Vial del Congreso de los Diputados el 9 de marzo de 2022, que insta a los ayuntamientos y administraciones públicas a priorizar la proximidad al centro escolar como criterio básico del área escolar, en beneficio de la infancia y de toda la comunidad, revirtiendo la implantación de “zona única” motorizados diarios.

## 5 Referencias

---

<sup>36</sup> Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible, artículo 102

## Informes elaborados por Ecologistas en Acción:

2021. Tráfico urbano y calidad del aire. Informe campaña de medición en 8 ciudades de Castilla y León.

<https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2021/01/informe-traffic-calidad-air-cyl.pdf>

2022, Calidad del aire en entornos educativos.

<https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2022/05/informe-calidad-aire-entornos-educativos-CyL.pdf>

2022. De mayor quiero respirar aire limpio. Resumen campaña de sensibilización y formación en centros de secundaria de Castilla y León.

<https://www.ecologistasenaccion.org/210814/de-mayor-quiero-respirar-aire-limpio>

2023, Calidad del aire en entornos escolares.

<https://www.ecologistasenaccion.org/290770/malos-humos-en-los-entornos-escolares/>

2024, Calidad del aire en entornos educativos.

<https://www.ecologistasenaccion.org/316390/los-entornos-escolares-siguen-respirando-malos-humos/>

2024, Qualitat de l'aire als entorns educatius de Catalunya.

<https://www.ecologistasenaccion.org/329542/els-infants-de-catalunya-respiren-nivells-alarmants-de-fums-contaminants-als-entorns-escolars/>

Informes de calidad del aire. Análisis de las estaciones oficiales de medición de la contaminación atmosférica. Informes anuales desde 2005 a 2023.

<https://www.ecologistasenaccion.org/13106/informes-y-documentacion-de-interes/>

Informes sobre la contaminación por ozono. Informes anuales desde 2016 hasta 2024.

<https://www.ecologistasenaccion.org/13106/informes-y-documentacion-de-interes/>

## Salud y calidad del aire:

- Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire. Septiembre 2021.  
<https://www.who.int/es/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>
- OMS, diciembre 2022. Contaminación del aire ambiente (exterior). Organización Mundial de la Salud. Datos y cifras.  
[https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Agencia Europea del Medioambiente. Septiembre 2023. Contaminación atmosférica y salud infantil.  
<https://www.eea.europa.eu/es/highlights/los-niveles-de-contaminacion-atmosferica>
- Ministerio de Sanidad, 2019: Impacto sobre la salud de la calidad del aire en España.  
[https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/PLAN\\_AIRE\\_Medida\\_5\\_19\\_12\\_27.pdf](https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/PLAN_AIRE_Medida_5_19_12_27.pdf)
- ISGlobal, 2020: Health equity and burden of childhood asthma - related to air pollution in Barcelona

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935120300177?via%3Dihub>

- ISGlobal, 2021. Premature mortality due to air pollution in European cities: a health impact assessment. The Lancet.  
[www.isglobal.org/-/un-estudio-muestra-las-ciudades-europeas-con-mayor-mortalidad-relacionada-con-la-contaminacion-del-aire](http://www.isglobal.org/-/un-estudio-muestra-las-ciudades-europeas-con-mayor-mortalidad-relacionada-con-la-contaminacion-del-aire)
- ISGlobal, 2022. Exposición a la contaminación atmosférica durante el embarazo y la infancia.  
<https://www.isglobal.org/-/air-pollution-exposure-during-pregnancy-and-childhood-appe-949-4-status-and-alzheimer-polygenic-risk-score-and-brain-structural-morphology-in-preadole>
- Virginia Arroyo, Julio Díaz, Cristina Ortiz, Rocío Carmona, Marc Sáez, Cristina Linares, 2016: "Short term effect of air pollution, noise and heat waves on preterm births in Madrid (Spain)". Environmental Research, 145: 162-168.
- Resumen disponible en:  
[www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935115301626](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935115301626)
- Cristina Ortiz, Cristina Linares, Rocío Carmona, Julio Díaz, 2017: "Evaluation of short-term mortality attributable to particulate matter pollution in Spain". Environmental Pollution, 224: 541-551. Resumen disponible en:  
[www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116325611](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116325611)
- Anales de Pediatría, 2020. Contaminación atmosférica urbana e ingresos hospitalarios por asma y enfermedades respiratorias agudas en la ciudad de Murcia (España)  
<https://www.analesdepediatria.org/es-contaminacion-atmosferica-urbana-e-ingresos-articulo-S1695403320300357>
- CSIC, 2012: Bases científico-técnicas para un Plan Nacional de Plan Nacional de Mejora de la Calidad del Aire.  
[https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/CALIDAD%20AIRE%20\(alta\)\\_tcm30-187886.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/CALIDAD%20AIRE%20(alta)_tcm30-187886.pdf)
- CSIC, 2022. Bases científicas para el Plan Nacional de Ozono.  
<https://digital.csic.es/handle/10261/311720>
- Banco Mundial, 2016: The Cost of Air Pollution Strengthening the Economic Case for Action. Disponible en:  
<http://documentos.bancomundial.org/curated/es/781521473177013155/The-cost-of-air-pollution-strengthening-the-economic-case-for-action>. Resumen ejecutivo en español, disponible en:  
<http://documents.worldbank.org/curated/es/652511473396129313/Resumen-ejecutivo>

Campañas y materiales para la mejora de los entornos educativos y la calidad del aire:

- Revuelta Escolar, activistas por la movilidad sostenible y la autonomía infantil.  
<https://www.revueltaescolar.com/>
- Manifest de la Revolta Escolar. <https://www.revoltaescolar.cat/manifest.pdf>
- Día de acción europeo Streets for Kids, campaña Clean Cities.  
<https://spain.cleancitiescampaign.org/streets-for-kids-primavera-2023/>

- Manifest preocupació de professionals de la salut per la mala qualitat de l'aire, 2024. <https://www.comb.cat/ca/comb/qui-som/seccio-manifest>
- Societat Catalana de Pediatria, 2022: Decàleg per uns entorns escolars segurs i saludables <https://docs.academia.cat/noticies/3824/1/decaleg-entorns-escolars-scp-infografia-compactada.pdf>
- Mums for lungs, activistas por las calles escolares en Londres. <https://www.mumsforlungs.org/our-campaigns/school-streets>
- La rue est à nous, activistas por las calles escolares en Francia. <https://larueestanous.fr/blog/2022/05/09/plus-de-rues-aux-ecoles-nos-enfants-veulent-respirer-mobilisation-12-mai-2022/>

## Protocolos para la realización de campañas de medición de la contaminación:

- ISGlobal, 2023: Protocolo de Medición de calidad del aire en los entornos escolares. <https://spain.cleancitiescampaign.org/is-global-presenta-un-nuevo-protocolo-para-medir-la-calidad-del-aire-en-los-entornos-escolares/>
- Agencia Europea del Medioambiente, 2020. Campañas de ciencia ciudadana para la sensibilización pública en materia de calidad del aire. <https://www.eea.europa.eu/highlights/citizen-science-on-air-quality>
- Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico, 2022. Guía para el desarrollo de proyectos ambientales en centros escolares Calidad del aire y contaminación acústica. <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/guia-desarrollo-proyectos-ambientales-centros-escolares.aspx>

## Sobre Zonas de Bajas Emisiones

- Ecologistas en Acción, 2022. Guía para poner en marcha ZBE ambiciosas y eficaces. <https://www.ecologistasenaccion.org/189172/guia-para-poner-en-marcha-zonas-de-bajas-emisiones-ambiciosas-y-eficaces/>
- Ecologistas en Acción 2023. Fondos europeos para ciudades sin malos humos. Guía para hacer seguimiento ciudadano del uso de los fondos destinados a ZBE. <https://www.ecologistasenaccion.org/305053/guia-fondos-europeos-para-ciudades-sin-malos-humos/>
- Campaña Clean Cities, 2024. ZBE: la guía esencial. [https://spain.cleancitiescampaign.org/research-list/guia\\_escencial\\_zbe/](https://spain.cleancitiescampaign.org/research-list/guia_escencial_zbe/)
- Subvenciones del MITMA destinadas a ZBE. [https://sede.mitma.gob.es/SEDE\\_ELECTRONICA/LANG\\_CASTELLANO/OVICINAS\\_SECTORIALES/SUB\\_PRTR/APOYO/](https://sede.mitma.gob.es/SEDE_ELECTRONICA/LANG_CASTELLANO/OVICINAS_SECTORIALES/SUB_PRTR/APOYO/)
- Resolución del Ararteko para la regulación de las ZBE en Euskadi. <https://www.ararteko.eus/es/recomendacion-general-del-ararteko-12024-propuestas-para-la-regulacion-de-las-zonas-de-bajas-emisiones-en-euskadi>

- Defensor del pueblo, 2024. Recomendaciones a 33 ayuntamientos.  
<https://www.defensordelpueblo.es/noticias/envia-11-recomendaciones-33-ayuntamientos-extensibles-todos-los-mas-50-000-habitantes/>

## 6 Figuras y tablas

### Figuras

Figura 1. Resumen comparativo entre los valores límite vigentes, los valores de la nueva directiva y las recomendaciones de la OMS para diferentes contaminantes atmosféricos. Elaboración propia, Ecologistas en Acción, 2024

Figura 2. Municipios en las que se han desarrollado las campañas de medición en 2023 y 2024

Figura 3. Gráfica resumen resultados de la campaña de medición

Figura 4. Cartel Streets for Kids, convocatoria mayo 2025

Figura 5. Resultados de la campaña de medición realizada por Ecologistas en Acción en febrero de 2021. Informe calidad del aire y tráfico urbano en Castilla y León. Ecologistas en Acción, 2021

Figura 6. Gráfica resumen mediciones en la campaña realizada en enero de 2022. Informe calidad del aire en entornos educativos, Ecologistas en Acción, mayo de 2022

Figura 7. Gráfica resumen de las mediciones realizadas en Madrid en enero de 2022. Informe calidad del aire en entornos educativos, Ecologistas en Acción, mayo de 2022

Figura 8. Resultados mediciones 2023

Figura 9. Resultados mediciones realizadas en noviembre 2023, publicadas en mayo 2024

Figura 10. Resultados de las mediciones realizadas entre noviembre 2024 y febrero 2025, publicadas en este informe.

Figura 11. Gráfica resumen de los resultados de la campaña de medición en entornos escolares 2024-25. Elaboración propia

Figura 12. Gráfica resumen Bilbao (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

Figura 13. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Bilbao

Figura 14. Gráfica resumen Barakaldo (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

Figura 15. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Barakaldo

Figura 16. Gráfica resumen Donostia-San Sebastián (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

Figura 17. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Donosti

Figura 18. Gráfica resumen Santander (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

Figura 19. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Santander

Figura 20. Gráfica resumen Alcalá de Guadaira y Los Alcores (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

Figura 21. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Alcalá de Guadaira, El Viso y Mairena del Alcor

Figura 22. Gráfica resumen Arganda (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

Figura 23. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Arganda

Figura 24. Gráfica resumen Tudela (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

Figura 25. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Tudela

Figura 26. Gráfica resumen Barcelona (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

Figura 27. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Barcelona

Figura 28. Gráfica resumen Badalona (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

Figura 29. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Badalona

Figura 30. Gráfica resumen Sant Cugat del Vallès (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

Figura 31. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Sant Cugat del Vallès

Figura 32. Gráfica resumen Olot (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

Figura 33. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Olot

Figura 34. Gráfica resumen Vielha (concentración de NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>)

Figura 35. Mapa con las mediciones en entornos escolares de Vielha

## Tablas

Tabla 1. Resumen de campañas de ciencia ciudadana para la medición de NO<sub>2</sub> en entornos escolares realizadas por Ecologistas en Acción.

Tabla 2. Resumen resultados de las mediciones en los entornos analizados

Tabla 3. Comparativa de los valores límite vigentes (2024), recomendaciones de la OMS (2021) y de la nueva Directiva de Calidad del Aire (octubre 2024)

Tabla 4. Mortalidad estimada según los informes del Instituto de Salud Global en las ciudades participantes en la campaña de medición. Elaboración propia a partir de <https://isglobalranking.org/>

Tabla 7. Resumen mediciones en entornos escolares de Bilbao

Tabla 8. Resumen mediciones en entornos escolares de Barakaldo

Tabla 9. Resumen mediciones en entornos escolares de Donostia-San Sebastián

Tabla 10. Resumen mediciones en entornos escolares de Santander

Tabla 11. Resumen mediciones en entornos escolares y de salud de Alcalá de Guadaíra, El Viso y Mairena del Alcor

Tabla 12. Resumen mediciones en entornos escolares de Arganda

Tabla 13. Resumen mediciones en entornos escolares de Tudela

Tabla 14. Resumen mediciones en entornos escolares de Barcelona

Tabla 15. Resumen mediciones en entornos escolares de Badalona

Tabla 16. Resumen mediciones en entornos escolares de Sant Cugat del Vallès

Tabla 17. Resumen mediciones en entornos escolares de Olot

Tabla 18. Resumen mediciones en entornos escolares de Vielha

Tabla 19. Resumen resultados de las mediciones en los entornos analizados en valores absolutos.

Tabla 20. Resumen resultados de las mediciones en los entornos analizados en porcentaje respecto al total de centros.

Tabla 21. Resumen resultados de las mediciones en los entornos, acumulados en porcentaje respecto al total de centros.