

Calidad del aire en los entornos escolares

Campaña de ciencia ciudadana: medición de dióxido de nitrógeno (NO_2) realizada en enero y febrero de 2023 en 160 entornos escolares de seis ciudades: Barcelona, Madrid, Granada, Murcia, Vigo y Xixón

Título: Calidad del aire en los entornos escolares. Campaña de ciencia ciudadana: medición de dióxido de nitrógeno (NO₂) realizada en enero y febrero de 2023 en 160 entornos escolares de seis ciudades: Barcelona, Madrid, Granada, Murcia, Vigo y Xixón

Autores: Carmen Duce Díaz y Miguel Ángel Ceballos Ayuso

Portada: Andrés Espinosa

Edición: Paco Segura

Edita: Ecologistas en Acción

Hecho público: 4 de mayo 2023

Este informe se puede consultar y descargar en <https://www.ecologistasenaccion.org/290689>

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



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



creative commons

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/>

Índice

Resumen ejecutivo, 4

Salud y calidad del aire, 8

- ▶ Efectos del NO₂ en la salud, 9
- ▶ Objetivos de la campaña de medición de NO₂ en entornos escolares, 12

Desarrollo de la campaña de medición, 17

- ▶ Metodología utilizada, 17
- ▶ Diseño de la campaña, 19
- ▶ Situación meteorológica durante la campaña, 20

Resultados, 21

Análisis por ciudades, 23

- ▶ Madrid, 24
- ▶ Barcelona, 26
- ▶ Vigo, 28
- ▶ Xixón, 30
- ▶ Granada, 32
- ▶ Murcia, 34

Conclusiones, 36

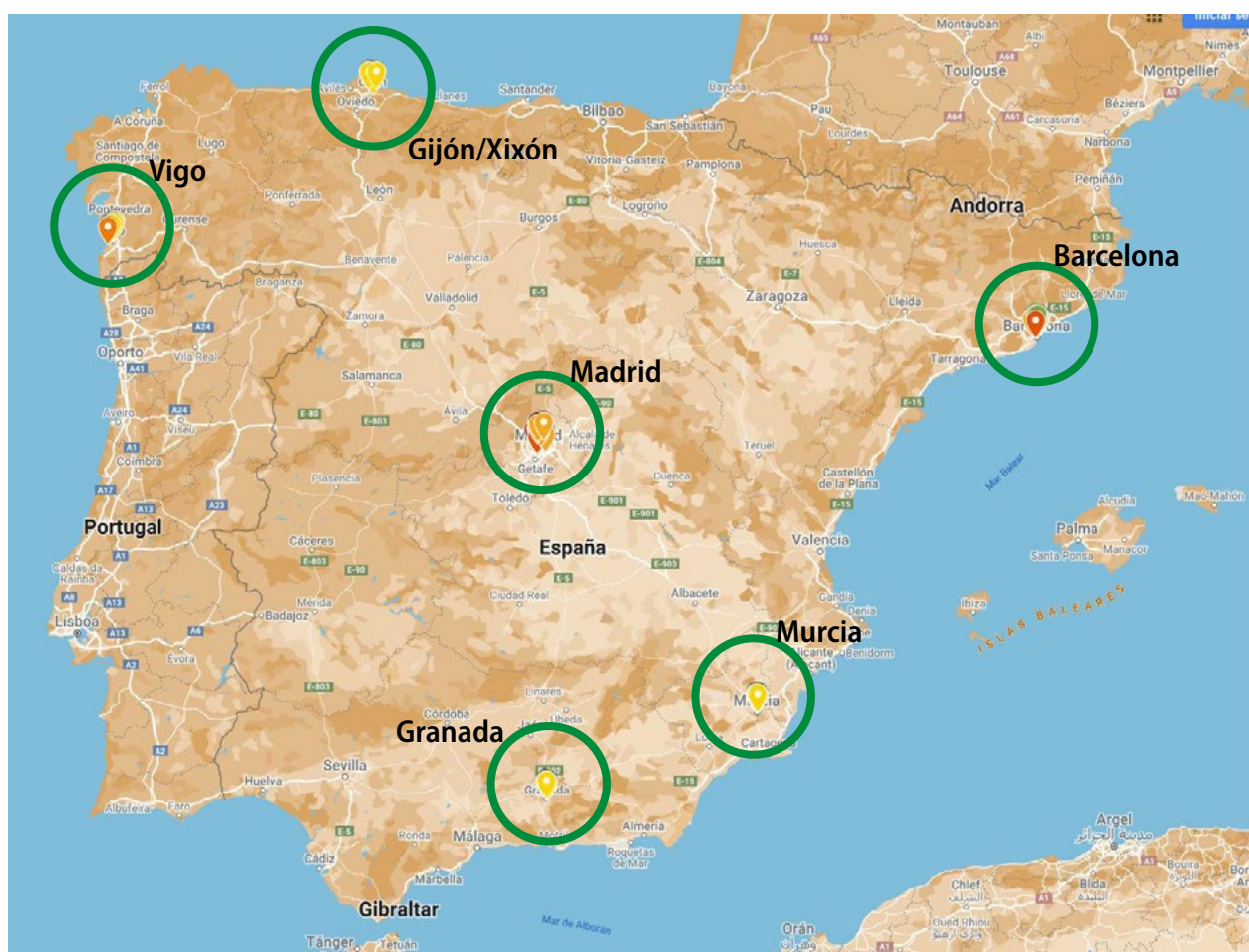
Referencias, 38

Resumen ejecutivo

La preocupación por la calidad del aire en las ciudades, y su relación con la salud, ha llevado a Ecologistas en Acción a desarrollar campañas e informes sobre la situación de la contaminación atmosférica desde hace más de dos décadas. En este marco, desde 2020 se han desarrollado varias campañas de ciencia ciudadana, con captadores pasivos de dióxido de nitrógeno (NO_2), en diferentes ciudades, para contribuir a la sensibilización social sobre esta grave situación.

El presente informe analiza los resultados de una campaña de medición realizada durante los meses de enero y febrero de 2023, en la que se han colocado captadores pasivos de NO_2 en los entornos de 160 centros educativos de seis ciudades: Barcelona, Madrid, Xixón, Vigo, Murcia y Granada.

Figura 1. Ciudades en las que se ha desarrollado la campaña



Para el estudio se seleccionaron centros de educación primaria y secundaria ubicados tanto en vías con alta densidad de tráfico motorizado como en entornos alejados de vías de alta capacidad y con poca exposición a los contaminantes emitidos por los vehículos. Se han medido asimismo los niveles de NO_2 junto a las estaciones oficiales de control

de la contaminación, con la finalidad de calibrar los aparatos instalados en los colegios. En conjunto se han colocado 340 captadores pasivos en un total de 170 ubicaciones.

La campaña de medición se realizó entre enero y febrero de 2023 colocando un par de captadores pasivos de geometría plana en cada una de las ubicaciones seleccionadas. Los dispositivos estuvieron colocados tres semanas, del 22 de enero al 12 de febrero, y posteriormente fueron enviados a un laboratorio acreditado para su análisis.

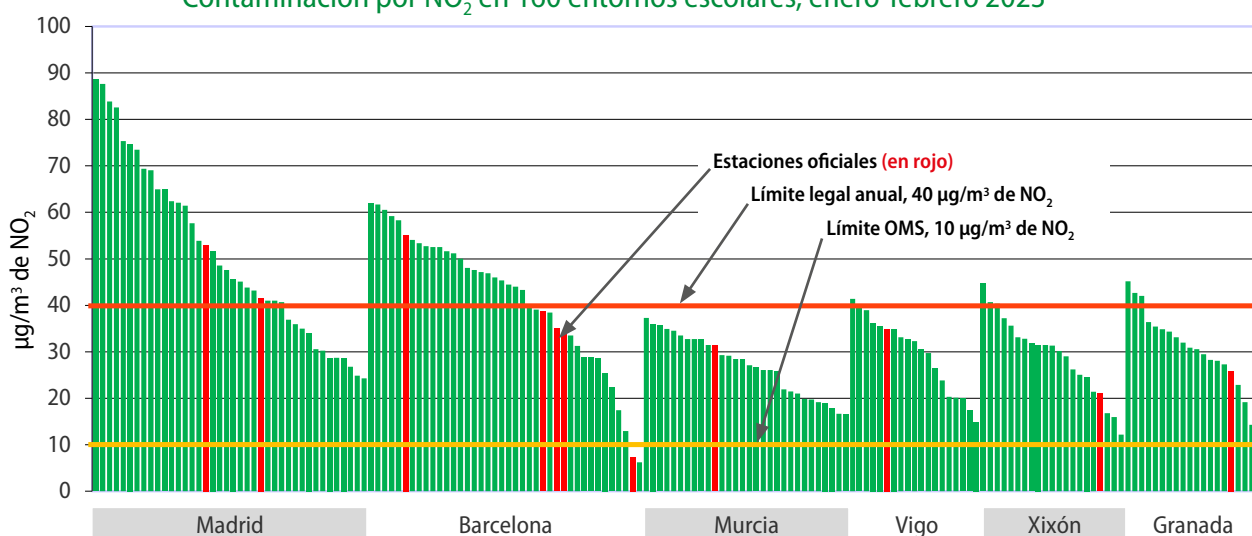
Los captadores pasivos utilizados son dispositivos de bajo coste que permiten realizar campañas de sensibilización ciudadana ante la cuestión de la contaminación del aire. Tanto la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)¹ como el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)² reconocen el valor de estas campañas, como herramientas para la concienciación. Evidentemente, las mediciones realizadas con estos dosímetros no alcanzan la precisión de los datos que nos proporcionan las estaciones de control, pero 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 infantil³.

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 muy preocupantes.

Figura 2. Gráfica resumen de resultados de la campaña de medición.

Contaminación por NO₂ en 160 entornos escolares, enero-febrero 2023



Solo una de las 160 escuelas analizadas estaría cumpliendo las indicaciones de la OMS, no supera los 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO₂, de media anual. Un centro en Barcelona situado

¹ <https://www.eea.europa.eu/highlights/citizen-science-on-air-quality>

² <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/guia-desarrollo-proyectos-ambientales-centros-escolares.aspx>

³ <https://www.isglobal.org/-/air-pollution-exposure-during-pregnancy-and-childhood-apoe-949-4-status-and-alzheimer-polygenic-risk-score-and-brain-structural-morphology-in-preadole>

en una calle pacificada, sin coches aparcados en la fachada de la escuela, y muy cerca de un parque.

Solo una de cada ocho, 20 de las 160 escuelas, el 13%, estarían por debajo de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el límite anual propuesto por la Comisión Europea en la revisión de la Directiva de Calidad del Aire actualmente en curso.

Sin embargo, **un tercio de las escuelas analizadas (58 de 160, el 36%) estaría por encima de los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el límite anual legal actualmente vigente.** Especialmente grave es la situación en Madrid, en la que tres de cada cuatro entornos escolares analizados supera este valor, y en Barcelona, ciudad en la que dos de cada tres centros analizados está por encima de los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabla 1. Resumen de los entornos escolares analizados en relación al NO_2

	TOTAL	más de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)	menos de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (revisión directiva)	menos de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)
Madrid	38	28	74%	0
Barcelona	35	23	66%	4
Vigo	18	1	6%	3
Xixón	20	3	15%	3
Granada	20	3	15%	3
Murcia	29	0	0%	7
TOTAL	160	58	36%	20

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, sin tener que respirar aire contaminado. Ejemplos de ello son las calles escolares de Londres, reclamadas por Mums for Lungs⁴, las de Francia, impulsadas por plataformas como La Rue est à Nous⁵, el movimiento Bike to School en Italia... y más cerca, la Revuelta Escolar⁶ y los bicibuses impulsados entre otras por Eixample Respira en Barcelona, o el proyecto Colecamíns en València.

Ecologistas en Acción forma parte de la campaña europea *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, 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.

En marzo de 2022, el Congreso de los Diputados aprobó una Proposición No de Ley instando a los ayuntamientos a limitar el tráfico en las inmediaciones de las escuelas, hacer cumplir la normativa vigente para evitar la doble fila a la puerta de los colegios, y primar la proximidad al domicilio como criterio de zonificación escolar. El Real Decreto

⁴ <https://www.mumsforlungs.org/our-campaigns/school-streets>

⁵ <https://larueestanous.fr/blog/2022/05/09/plus-de-rues-aux-ecoles-nos-enfants-veulent-respirer-mobilisation-12-mai-2022/>

⁶ <https://www.revueltaescolar.com/>

Salud y calidad del aire

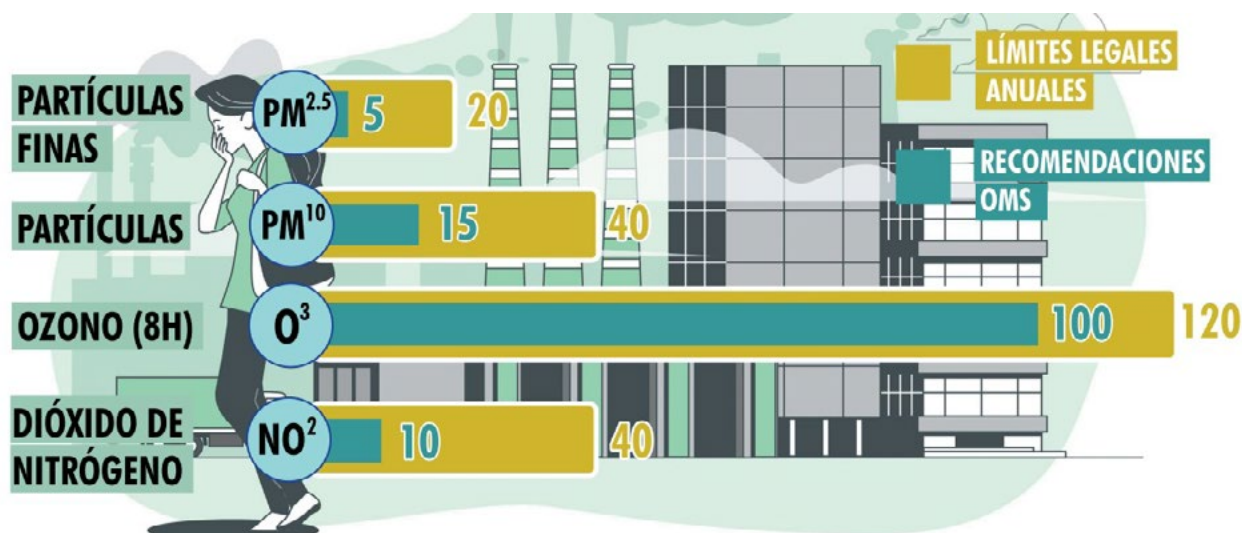
La contaminación atmosférica es un problema mundial de gravedad. Así lo refleja la **Organización Mundial de la Salud (OMS)** que cifra en **4,2 millones de muertes al año como resultado de la exposición a contaminantes atmosféricos en ambientes exteriores**⁷. En Europa, casi 300.000 personas mueren al año de forma prematura por causas directamente relacionadas con la contaminación. De ellas, 1.200 menores de 18 años⁸. Y en España, cada año debemos lamentar la muerte de casi 30.000 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 aire⁹, en base a las nuevas evidencias científicas. Las guías publicadas en septiembre de 2021 rebajan de manera muy considerable todos los valores considerados hasta ahora seguros para la salud, para los principales contaminantes atmosféricos. En el caso del dióxido de nitrógeno (NO_2), la reducción es muy considerable: se pasa de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el caso de la media anual. En la actualidad se está revisando la Directiva de Calidad del Aire, para adaptarla a las nuevas guías de la OMS, aunque el texto inicial propuesto por la Comisión Europea, para el caso del NO_2 , considera establecer un valor límite anual de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el doble del recomendado por la OMS.

Figura 4. Resumen de las nuevas recomendaciones de la OMS



Elaborado para la exposición calidad del aire y salud. Ecologistas en Acción, 2022

7 [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health#:~:text=The%20combined%20effects%20of%20ambient,6.7%20million%20premature%20deaths%20annually](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health#:~:text=The%20combined%20effects%20of%20ambient,6.7%20million%20premature%20deaths%20annually).

8 <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/air-pollution>

9 OMS, 2021: *WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf>.

Los resultados de la campaña de medición realizada en enero y febrero de 2023, con dosímetros de bajo coste, son consistentes con los datos que nos están dando las estaciones oficiales de contaminación: solo uno de los 160 colegios analizados está por debajo de los $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 que la OMS considera como límite máximo para la media anual.

En zonas urbanas, el origen de la mayor parte del NO_2 es el tráfico motorizado. La población vive muy próxima al tráfico rodado, y su contribución a la contaminación en las ciudades es determinante. Por ello, los niveles más altos de NO_2 se alcanzan en las aglomeraciones urbanas y en sus zonas metropolitanas, así como en el entorno de las vías de comunicación con tráfico más denso.

Efectos del NO_2 en la salud

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

El dióxido de nitrógeno (NO_2) tiene efectos perjudiciales directos sobre la salud y, además 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, y es un gas de efecto invernadero que contribuye a la crisis climática.

Las emisiones de óxidos de nitrógeno NO_x (NO y NO_2) tienen un impacto directo en la calidad del aire urbano y del entorno de la ciudad. Niveles elevados de NO_x , además de influir en la formación de lluvia ácida y en la formación de ozono (contaminante secundario que se genera en la atmósfera por reacción de NO_2 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_2 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_2 . La exposición crónica a bajas concentraciones de NO_2 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_x 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_x 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_x e hidrocarburos volátiles reaccionan con

el oxígeno atmosférico, inducido por la luz solar, en un complejo sistema de reacciones que acaba formando ozono¹⁰.

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 anuales¹¹, 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/m³, por debajo de la recomendación anual de la OMS vigente hasta septiembre de 2021, pero por encima de la actual. Pequeñas reducciones en los niveles de este contaminante pueden ser determinantes para salvar vidas, en el corto plazo.

Tabla 2. Mortalidad estimada sobre la base de los informes del Instituto de Salud Carlos III en las provincias participantes en la campaña de medición, años 2000 a 2009

2000-2009 (ISCIII)	Muertes a corto plazo estimadas por contaminante			Nº total muertes
	PM ₁₀	NO ₂	O ₃	
Asturias	296	441	90	827
Barcelona	*	1.222	31	1.253
Granada	*	396	*	396
Madrid	280	1.104	*	1.384
Murcia	*	62	2	64
Pontevedra	*	84	*	84
CIUDADES	576	3.309	123	4.008

Elaboración propia

Un estudio liderado por el Instituto de Salud Global de Barcelona (ISGlobal)¹², publicado en enero de 2021, ha estimado la carga de mortalidad atribuible a la contaminación del aire en cerca de 1.000 ciudades europeas y sitúa a Madrid la primera y a Barcelona la sexta en el 'ranking' de mortalidad asociada al dióxido de nitrógeno (NO₂).

En las seis ciudades españolas aquí muestreadas, el NO₂ ocasionó en 2015 un total de 3.400 muertes prematuras, con un impacto similar al de las partículas finas (PM_{2,5}).

10 CSIC, 2012: Bases científico-técnicas para un Plan Nacional de Mejora de la Calidad del Aire. Disponible en: [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)

11 Ministerio de Sanidad, 2019: Impacto sobre la salud de la calidad del aire en España. Disponible en: www.mscbs.gob.es/ca/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/PLAN_AIRE_Medida_5_19_12_27.pdf

12 ISGlobal, 2021: Premature mortality due to air pollution in European cities: a health impact assessment. The Lancet. Disponible en: www.isglobal.org/-/un-estudio-muestra-las-ciudades-europeas-con-mayor-mortalidad-relacionada-con-la-contaminacion-del-aire

Tabla 3. Mortalidad estimada según los informes del Instituto de Salud Global en las ciudades participantes en la campaña de medición.

AÑO 2015 (ISGlobal)	Muertes estimadas por contaminante		Nº total muertes
	PM _{2,5}	NO ₂	
Barcelona	1.287	1.014	2.301
Xixón	194	117	311
Granada	82	97	179
Madrid	1.693	2.010	3.703
Murcia	226	96	322
Vigo	130	78	208
CIUDADES	3.612	3.412	7.024

Elaboración propia

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 cuantificó 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 dólares en 2013, equivalente a 38.000 millones de euros, el 3,5% del Producto Interior Bruto (PIB) en ese año¹³.

Entre los grupos más sensibles a la contaminación atmosférica se encuentra la población infantil. Esta superior vulnerabilidad se explica debido a varios factores: su elevada frecuencia respiratoria, mayor exposición mediante ejercicio y actividades energéticas en el exterior, así como la inmadurez de sus pulmones y de su sistema inmunitario, siendo el NO₂ un activo inmunodepresor, según se ha indicado. Diversos estudios muestran que los niños y niñas con síntomas asmáticos son más susceptibles a la contaminación atmosférica que la población infantil sana.

Por este motivo, es especialmente relevante monitorizar las concentraciones de NO₂ en los entornos escolares, donde la población infantil y adolescente pasa buena parte de su vida.

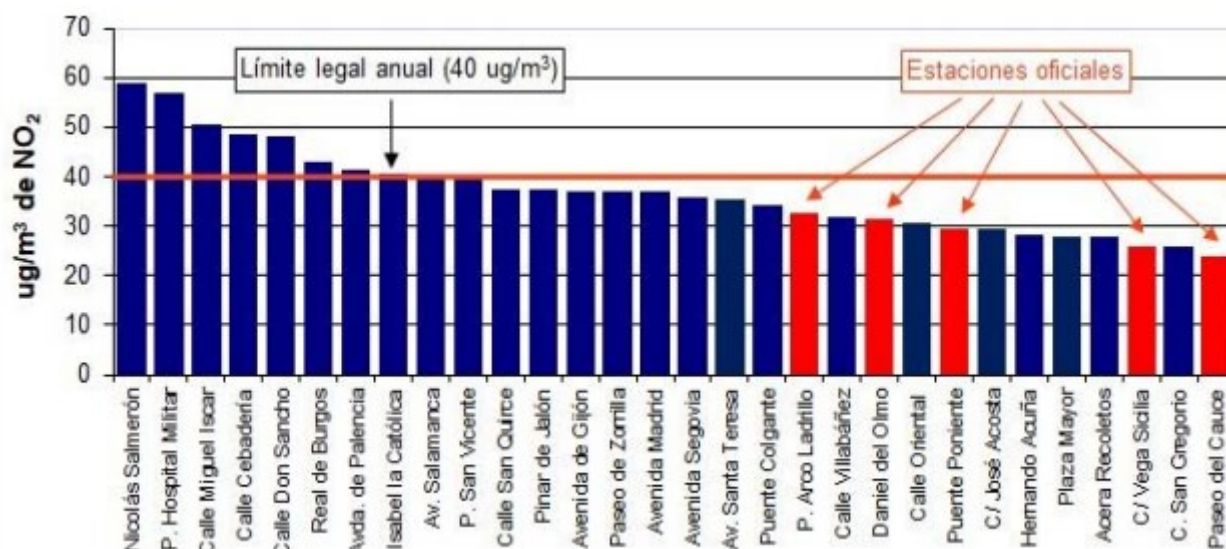
13 Banco Mundial, 2016: The Cost of Air Pollution Strengthening the Economic Case for Action. Disponible en: <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/781521473177013155/The-cost-of-air-pollution-strengthening-the-economic-case-for-action>. Resumen ejecutivo en español, disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/es/652511473396129313/Resumen-ejecutivo>

Objetivos de la campaña de medición de NO₂ 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 en las ciudades.

En el otoño de 2020 y la primavera de 2021 se realizaron en Castilla y León dos campañas de ciencia ciudadana con dosímetros tipo Palmer, para medir NO₂ en ocho ciudades de dicha comunidad. Con dicha campaña se puso de manifiesto 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 denunciando¹⁴. Se muestra el ejemplo de Valladolid, pero lo mismo se detectó en Burgos, Palencia, León, Salamanca, Segovia y Zamora.

Figura 5. Resumen de los resultados de la campaña de medición realizada por Ecologistas en Acción en febrero de 2021 en Valladolid



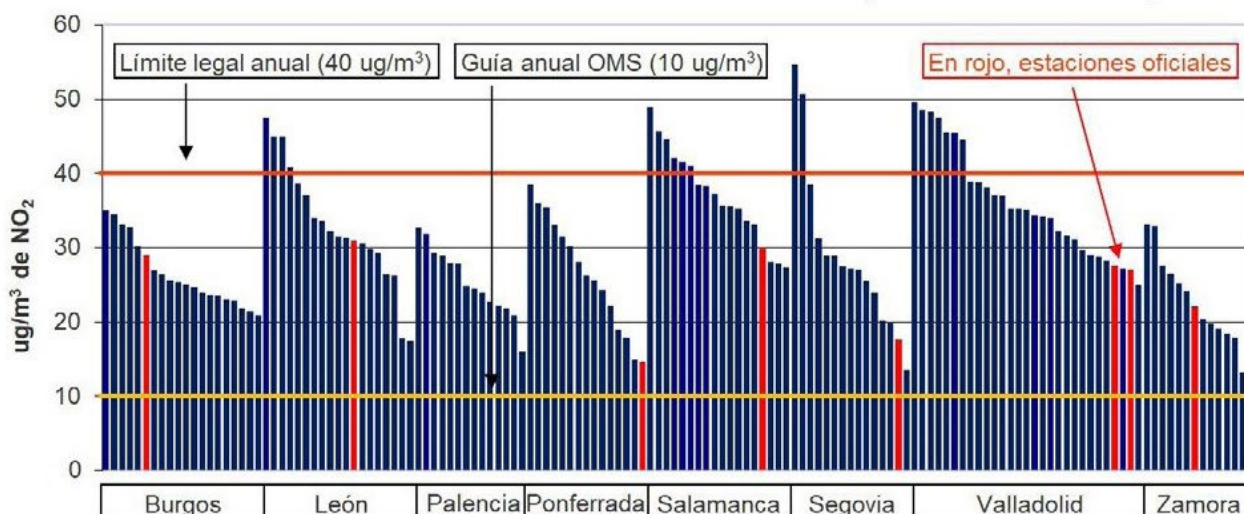
Informe Calidad del aire y tráfico urbano en Castilla y León. Ecologistas en Acción, 2021¹⁴

Tras esta primera campaña, se realizó en febrero 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 escolares¹⁵. 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 µg/m³ de media, para el NO₂, límite que marca la OMS para el periodo anual.

¹⁴ <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2021/01/informe-trafico-calidad-aire-cyl.pdf>

¹⁵ <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 ciudades de Castilla y León en febrero de 2022



Informe Calidad del aire en entornos educativos, Ecologistas en Acción, mayo de 2022¹⁵

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 febrero de 2022



Informe Calidad del aire en entornos educativos, Ecologistas en Acción, mayo de 2022¹⁵

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 4.000 estudiantes.

La experiencia se recoge en un artículo publicado en la revista Ecologista en septiembre de 2022¹⁶.

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

Estos proyectos de sensibilización se integran y se coordinan con la campaña Clean Cities, campaña europea de la que Ecologistas en Acción forma parte. Dentro de la campaña Clean Cities, las actuaciones para mejorar los entornos escolares, y reducir la contaminación que sufren, se desarrolla en un eje específico, a través de las acciones *Streets for Kids*, o, en castellano, Calles Abiertas para la Infancia, convocatorias coordinadas de ámbito europeo que han tenido lugar en mayo y octubre de 2022, y mayo de 2023.

Figura 8. Cartel para el día de acción europeo *Streets for Kids*, 5 mayo 2023



En paralelo a las campañas de medición, en las ciudades de Madrid, Murcia y Vigo se desarrollan, desde marzo a mayo de 2023, talleres formativos en centros de secundaria dirigidos al alumnado, con el objetivo de incrementar su conocimiento y concienciación ante los problemas de contaminación asociados al tráfico urbano.

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

Figura 9. Talleres sobre contaminación atmosférica y salud en institutos de Vigo y Madrid, marzo 2023



El objetivo final de estas acciones es reclamar que se pongan en marcha **políticas de movilidad** que lleven a una reducción del uso de vehículos a motor alrededor de los centros educativos, creando entornos escolares saludables y seguros que favorezcan la autonomía infantil. En marzo de 2022, la Comisión de Seguridad Vial del Congreso de los Diputados aprobó una Proposición No de Ley 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 de implantar Zonas de Bajas Emisiones en todas las ciudades de más de 50.000 habitantes 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.

Desarrollo de la campaña de medición

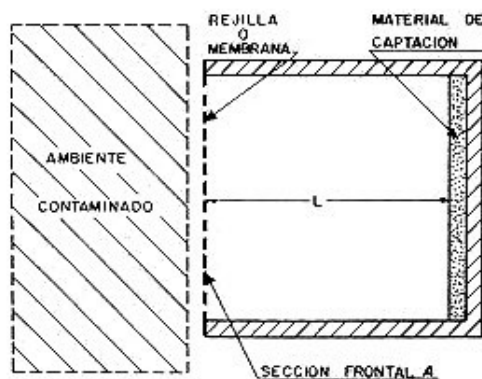
Metodología utilizada

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.

Debido a estos fenómenos, un dispositivo que responda al esquema representado en la imagen, situado en un ambiente contaminado durante cierto tiempo, será capaz de incorporar sobre el material captador dispuesto en su interior una determinada cantidad del contaminante que será proporcional, entre otros factores, a la concentración ambiental del mismo.

Figura 10. Esquema de un captador pasivo



La determinación de la concentración de dióxido de nitrógeno en el aire ha sido realizada mediante **captadores pasivos de geometría plana**, diferentes a los utilizados en las campañas anteriores, en las que se utilizaron captadores tipo "tubo", también llamados tipo Palmes.

Figura 11. Captadores pasivos de geometría plana utilizados en la presente campaña de medición



Se han colocado dos captadores pasivos por ubicación, además de blancos de exposición, que han permanecido cerrados, para poder ayudar a cuantificar las posibles contaminaciones registradas en los restantes dosímetros durante el tiempo de preparación, almacenamiento y transporte.

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: del 22 de enero al 12 de febrero de 2023 en todas las ciudades salvo en Barcelona, que se colocaron el 29 de enero y se retiraron el 19 de febrero.

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

- ▶ No necesitan fuente de alimentación eléctrica, ni protección externa, por lo que pueden utilizarse en lugares donde no sirven otros métodos.
- ▶ Son fáciles de manejar, de colocar y de almacenar.
- ▶ Son fáciles de analizar.
- ▶ No necesitan calibración en terreno.
- ▶ Pueden utilizarse muchos dispositivos a la vez, en varios emplazamientos, permitiendo una gran cobertura.
- ▶ Son económicos.

Algunos de los inconvenientes de estos medidores son:

- ▶ Necesitan largos periodos de tiempo, dando concentraciones promedio.
- ▶ Puede haber errores derivados de las fluctuaciones en las concentraciones del contaminante en la atmósfera, y debido a las condiciones meteorológicas.

- ▶ Requieren analizarlos en laboratorio especializado, por lo que los resultados no son inmediatos.
- ▶ Son de un solo uso.
- ▶ Al colocarlos en espacio público, son susceptibles de sufrir daños y sustracciones.

Diseño de la campaña

La campaña de muestreo de calidad del aire para este estudio se ha realizado en seis ciudades: Madrid, Barcelona, Granada, Xixón, Vigo y Murcia. En todas ellas se seleccionaron centros educativos representativos de diferentes barrios de la ciudad, y se colocaron parejas de 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 340 captadores, en 170 ubicaciones: 160 entornos escolares y las inmediaciones de 10 estaciones de medición de la contaminación.**

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.

El trabajo de campo se desarrolló con algunas incidencias, las más reseñables han sido:

- ▶ La campaña de medición se ha realizado del 22 de enero al 12 de febrero, salvo en Barcelona, que fue necesario retrasarla una semana, del 29 de enero al 19 de febrero, por cuestiones relativas a la organización de los equipos de personas voluntarias. Para el cálculo de los resultados se ha tenido en cuenta los días exactos de exposición en cada una de las ciudades.
- ▶ En algunas ciudades se decidió no utilizar las carcasas proporcionadas por el laboratorio, por ser demasiado aparatosas y considerar que era arriesgado dejar en la vía pública durante 3 semanas dichas carcasas, y se optó por diseñar un sistema de sujeción de los captadores más discreto.

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:

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

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 Meteorología¹⁷ (Aemet) nos indican que durante la campaña de muestreo (22 de enero a 19 de febrero de 2023) solo hubo algunas precipitaciones en la cornisa cantábrica, durante la tercera decena del mes de enero. Tanto enero como febrero fueron meses secos o muy secos, en relación con los datos históricos. En cuanto al viento, durante el periodo de muestreo no hubo rachas fuertes de viento. La Península Ibérica se vio afectada por las borrascas Gerard y Fien, pero ambas pasaron por la península antes de la colocación de los captadores, y por la borrasca Juliette, a finales de febrero, que discurrió una vez retirados los captadores.

17 https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes

Resultados

Para el análisis de los datos obtenidos por los captadores, se ha realizado una calibración con los datos promedio de NO₂ de las estaciones oficiales de contaminación:

Tabla 4. Datos promedio de NO₂ publicados por las estaciones oficiales de medición de la contaminación atmosférica en las ciudades participantes en la campaña.

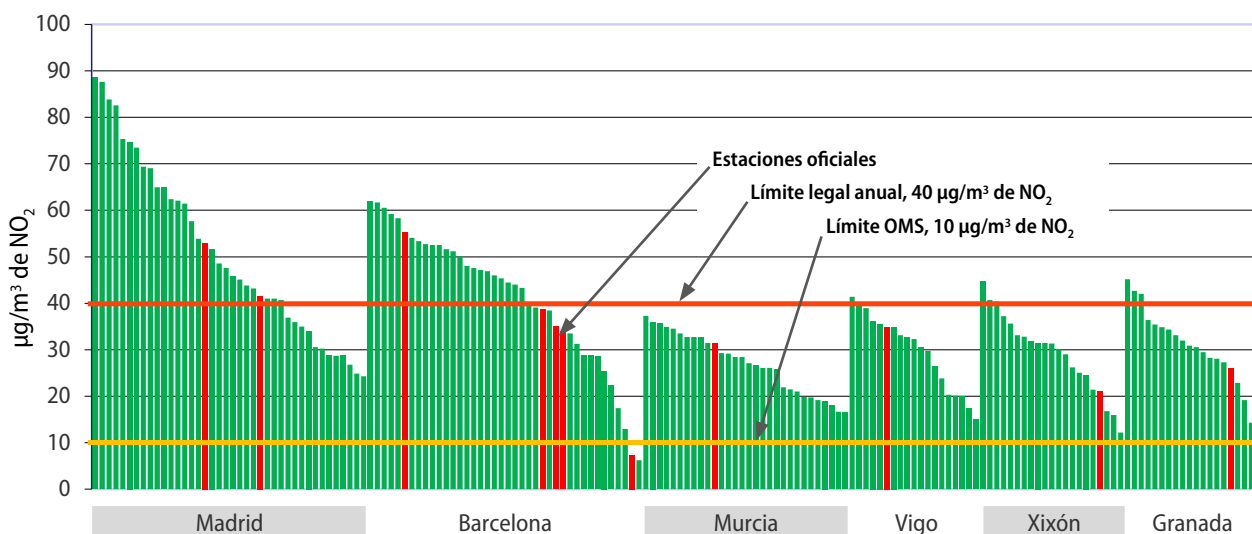
Datos oficiales enero - febrero 2023	
Estación	NO ₂ (µg/m³)
Madrid (Plaza Elíptica)	52,96
Madrid (Villaverde Alto)	54,21
Promedio Madrid	53,58
Murcia (San Basilio)	31,33
Vigo (Coia)	35,57
Xixón (Constitución)	26,21
Granada (Palacio de Congresos)	25,89
Barcelona (Eixample)	44,49
Barcelona (Gracià - Sant Gervasi)	47,23
Barcelona (Poblenou)	38,67
Barcelona (Sants)	32,48
Barcelona (Vall Hebron)	30,89
Promedio Barcelona (salvo Vall Hebron)	40,72

Elaboración propia

Se ha calculado el promedio del 22 de enero al 12 de febrero, salvo en el caso de Barcelona que es el promedio del 29 de enero al 19 de febrero, coincidiendo con los días en los que estuvieron expuestos los medidores. En todos los casos se colocó una pareja de captadores pasivos en las inmediaciones de la estación oficial, para permitir el calibrado de los dispositivos. En el caso de Barcelona, se ha descartado incluir en el promedio los datos de la estación de Vall Hebrón, ya que la desviación entre los datos oficiales y las medidas registradas por los captadores situados en las inmediaciones de dicha estación resultaba demasiado elevada. En el caso de Madrid, por el mismo motivo, para la calibración sólo se han utilizado los datos de la estación de Plaza Elíptica, no la media de Plaza Elíptica y Villaverde Alto.

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

Figura 12. Gráfica resumen de los resultados de la campaña de medición en entornos escolares 2023.



Elaboración propia

Solo una de las 160 escuelas analizadas estaría cumpliendo las indicaciones de la OMS, no superar los 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 , de media anual. Un centro en Barcelona situado en una calle pacificada, sin coches aparcados en la fachada de la escuela, y muy cerca de un parque.

Solo una de cada ocho, 20 de las 160 escuelas, el 13%, estarían por debajo de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el límite propuesto por la Comisión Europea en la revisión de la Directiva de Calidad del Aire actualmente en curso.

Sin embargo, **un tercio de las escuelas analizadas (58 de 160, el 36%) estaría por encima de los 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el límite legal anual actualmente vigente**. Especialmente grave es la situación **en Madrid, en la que tres de cada cuatro entornos escolares analizados supera este valor, y en Barcelona, ciudad en la que dos de cada tres centros analizados está por encima de los 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

Tabla 5. Resumen de los entornos escolares analizados en relación al NO_2

	TOTAL	más de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)	menos de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (revisión directiva)	menos de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)
Madrid	38	28 74%	0 0%	0
Barcelona	35	23 66%	4 11%	1
Vigo	18	1 6%	3 17%	0
Xixón	20	3 15%	3 15%	0
Granada	20	3 15%	3 15%	0
Murcia	29	0 0%	7 24%	0
TOTAL	160	58 36%	20 13%	1

Análisis por ciudades

A continuación, se procede a analizar los datos por ciudades, expresados con ayuda de gráficas de cada ciudad, donde se representan en verde los resultados de los dosímetros ubicados en entornos escolares, y en rojo 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_2 del entorno escolar.

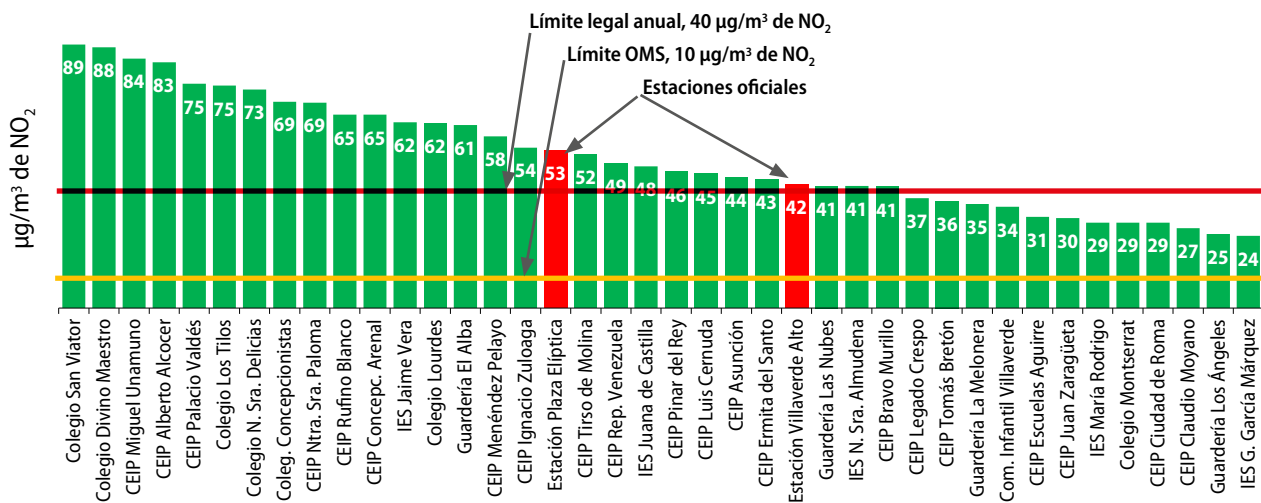
Madrid

Todos los centros analizados en Madrid superan el umbral de los $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, límite anual indicado por la OMS y también el umbral de los $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ propuesto por la Comisión Europea en la revisión de la directiva de calidad del aire. Muy preocupante, aunque desgraciadamente no sorprende, es que 28 de los 38 centros analizados, el 74%, superen los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el límite legal anual vigente. Y escandaloso resulta que cuatro centros lleguen a doblar ese límite, superando los $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabla 6. Resumen de los centros analizados en Madrid (NO_2)

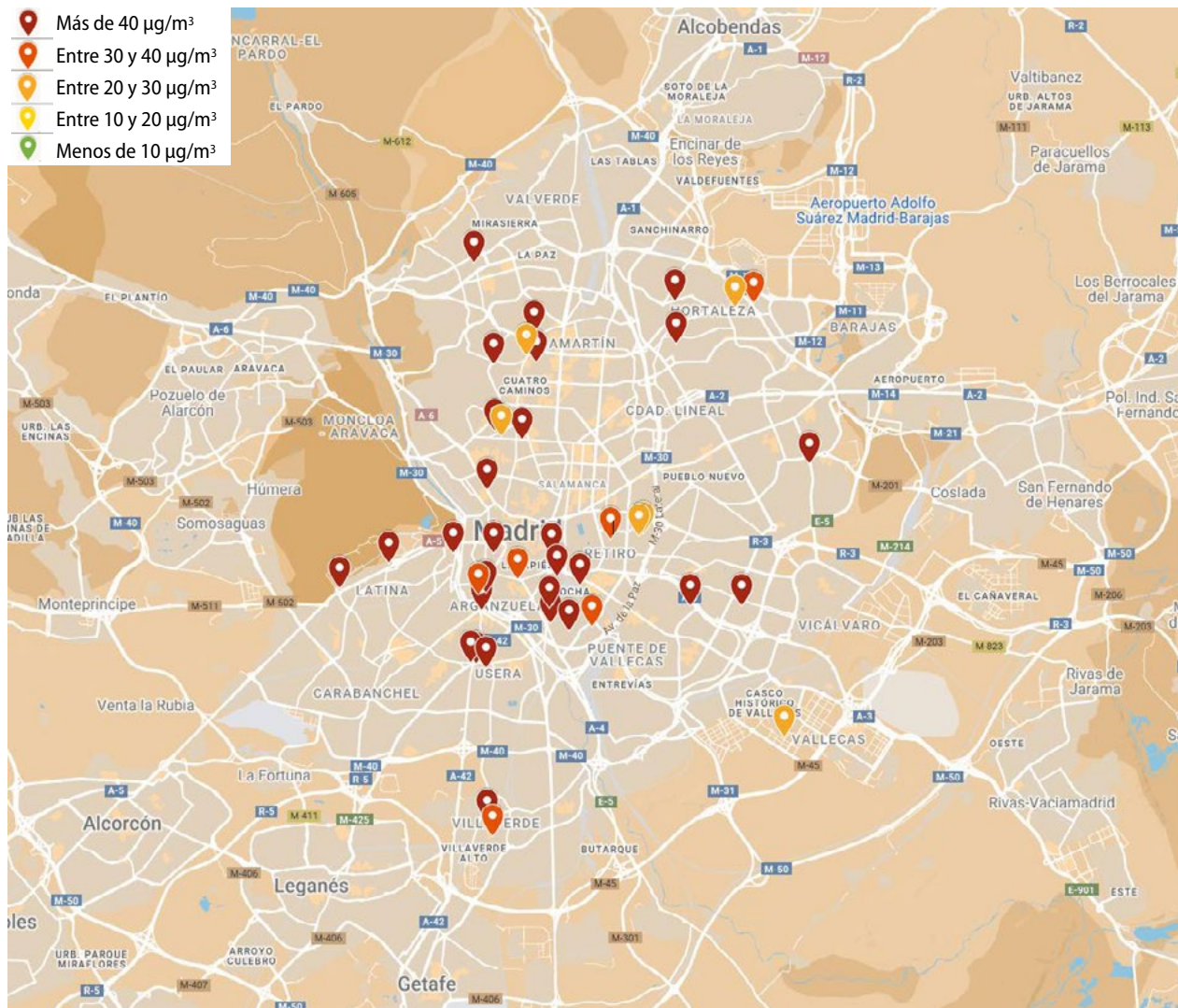
	TOTAL	más de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)	menos de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (revisión directiva)	menos de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)
Madrid	38	28 74%	0 0%	0

Figura 13. Contaminación atmosférica en centros escolares de Madrid (NO_2 , enero-febrero 2023)



En el mapa se puede observar que solo los centros más alejados de las aglomeraciones de tráfico alcanzan unos niveles aceptables, según la legislación vigente, pero en todo caso lejos de las indicaciones de la OMS.

Figura 14. Ubicación de los centros analizados en Madrid¹⁸



¹⁸ Se puede ver el mapa con mayor detalle en <https://tinyurl.com/49tpb3ks>

Barcelona

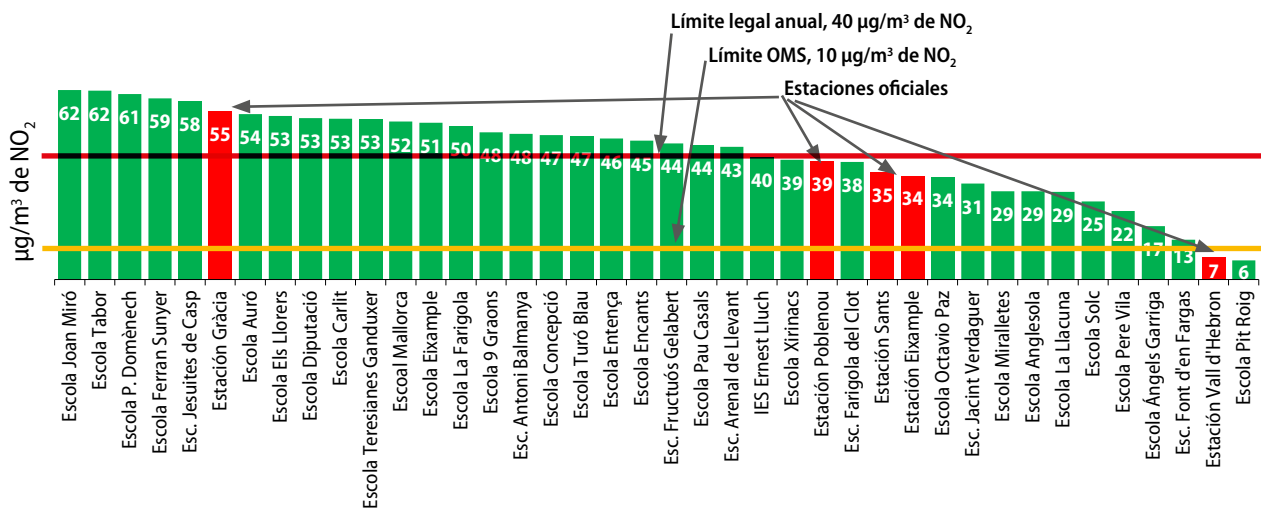
En Barcelona se han analizado 35 entornos escolares, de los cuales solo uno cumple con las indicaciones de la OMS: una escuela situada entre dos parques, en una calle pacificada y sin coches aparcados en su puerta. Este centro es el único de los 160 centros analizados en las seis ciudades en el que hemos obtenido un resultado inferior a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Solo cuatro de los 35 centros analizados bajan de los $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 23 centros, casi dos de cada tres, estarían superando los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valor límite legal actualmente vigente. Incluso tres centros estarían superando los $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabla 7. Resumen de los centros analizados en Barcelona (NO_2)

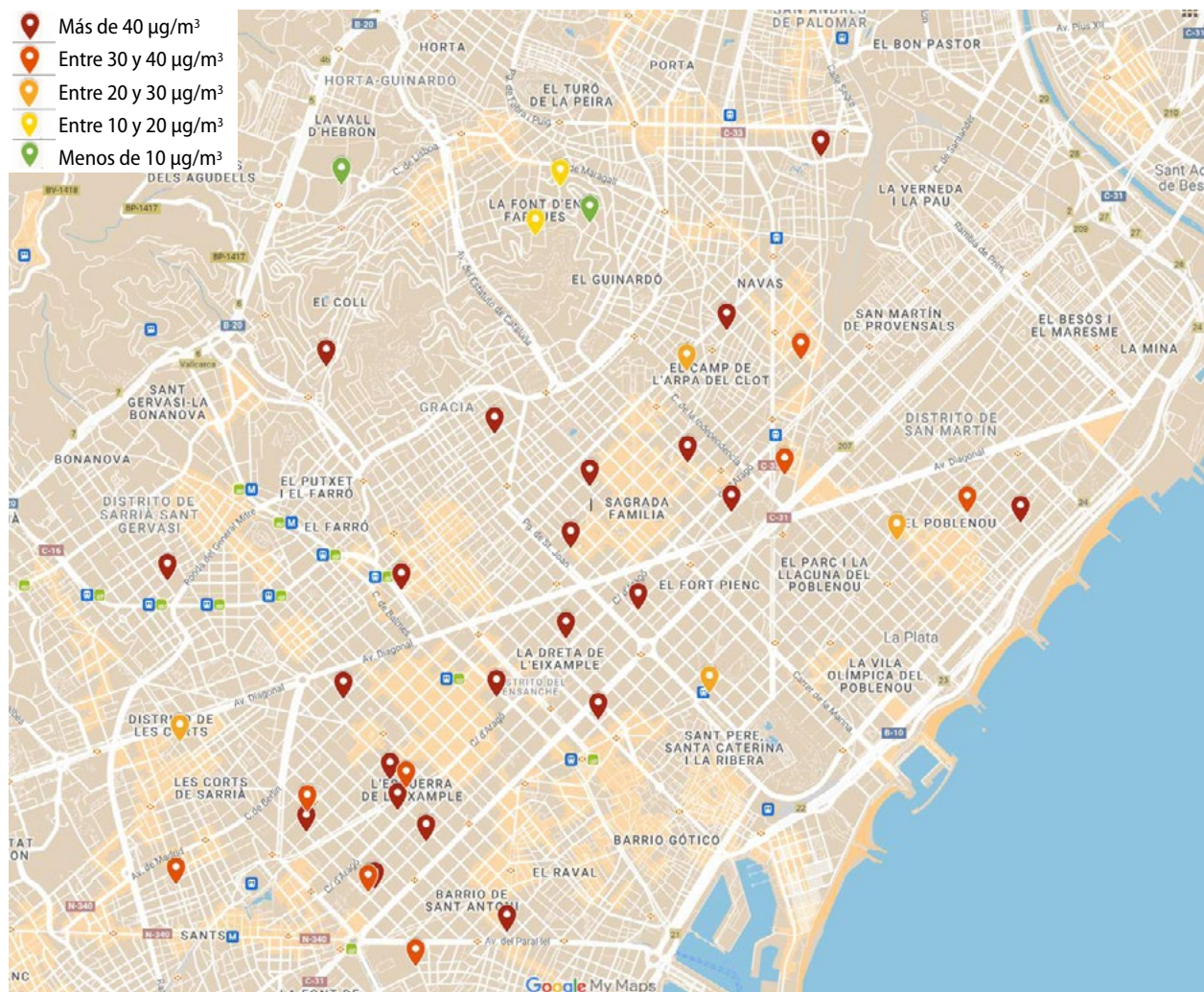
	TOTAL	más de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)	menos de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (revisión directiva)	menos de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)
Barcelona	35	23 66%	4 11%	1

Figura 15. Contaminación atmosférica en centros escolares de Barcelona (NO_2 , enero-febrero 2023)



En el mapa se puede observar la situación de los centros educativos, y cómo son aquéllos apartados de las calles con más tráfico los que registran datos un poco mejores.

Figura 16. Ubicación de los centros analizados en Barcelona¹⁹



¹⁹ Se puede ver el mapa con mayor detalle en <https://tinyurl.com/49tpb3ks>

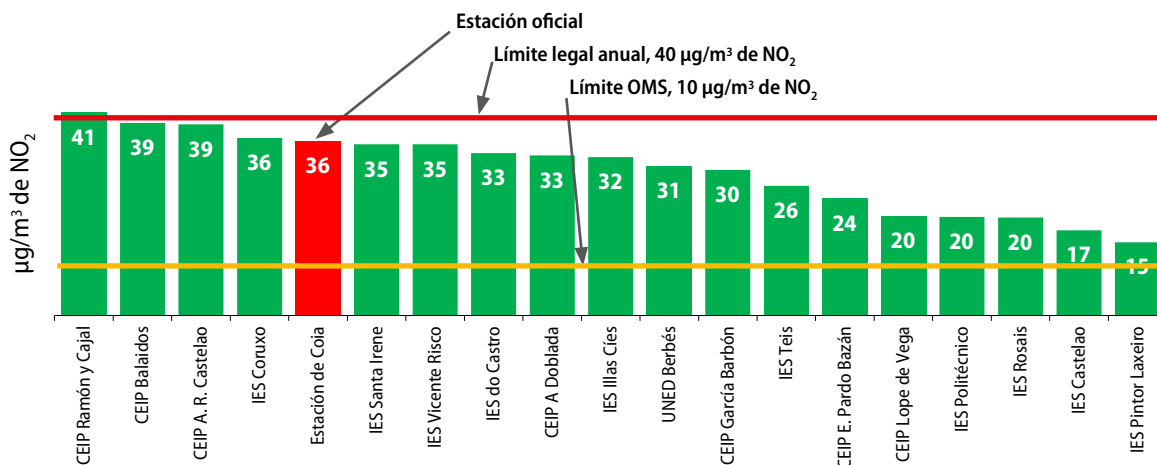
Vigo

En Vigo la situación es algo mejor que en Madrid y Barcelona, aunque ninguno de los centros analizados cumple con las indicaciones de la OMS. Se han analizado 18 entornos escolares, de ellos solo tres, es decir, uno de cada seis, estaría respirando menos de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el valor propuesto por la Comisión Europea en la revisión de la directiva de calidad del aire como media anual. Uno de los colegios analizados llegaría a superar los 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, límite legal actualmente vigente. Precisamente un centro de primaria, en cuyas inmediaciones hay un aparcamiento de coches, otro de motos y una gasolinera.

Tabla 8. Resumen de los centros analizados en Vigo (NO_2)

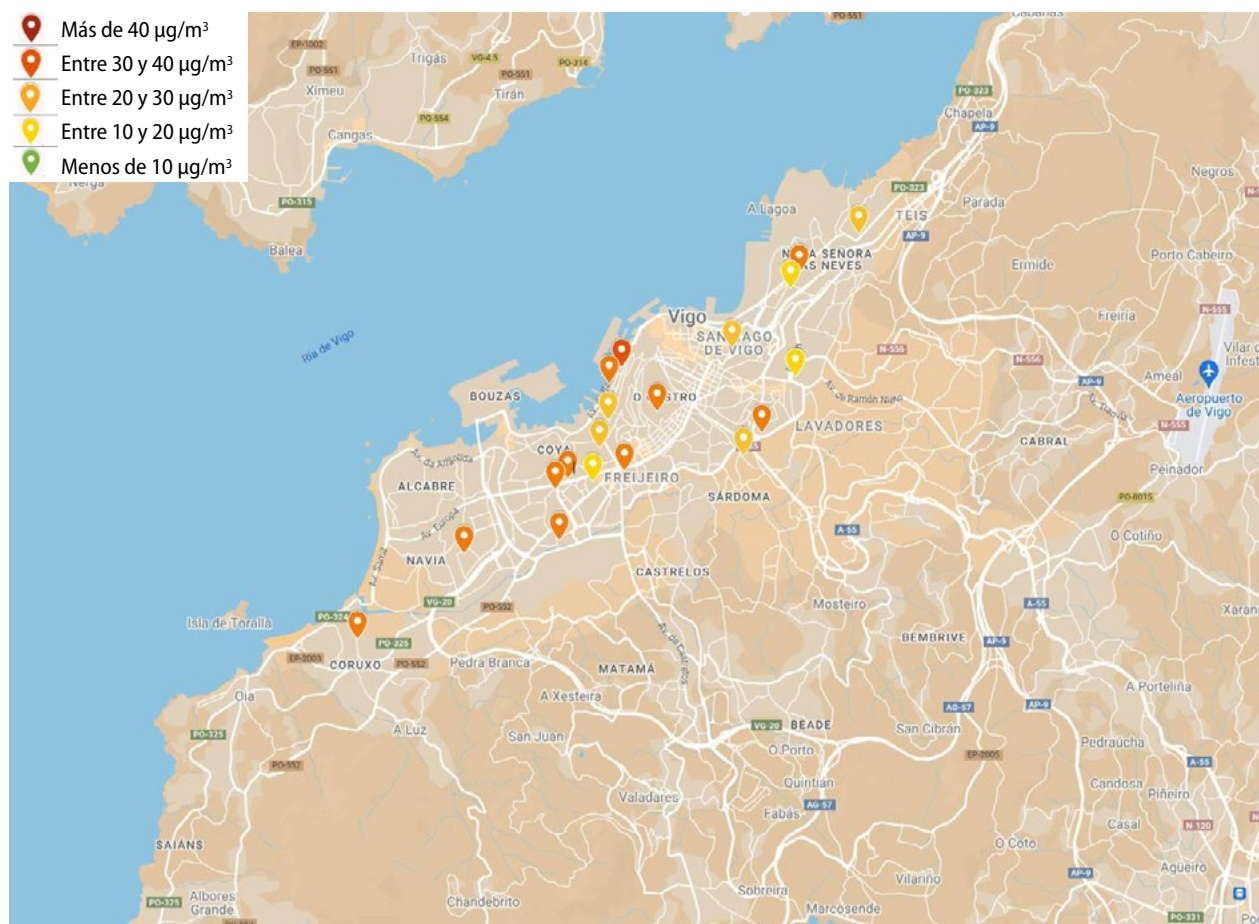
	TOTAL	más de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)	menos de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (revisión directiva)	menos de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)
Vigo	18	1 6%	3 17%	0

Figura 17. Contaminación atmosférica en centros escolares de Vigo (NO_2 , enero-febrero 2023)



En el mapa se detalla la ubicación de los entornos escolares analizados, y se observa cómo los lugares más contaminados son aquéllos con más tráfico.

Figura 18. Ubicación de los centros analizados en Vigo²⁰



²⁰ Se puede ver el mapa con mayor detalle en <https://tinyurl.com/49tpb3ks>

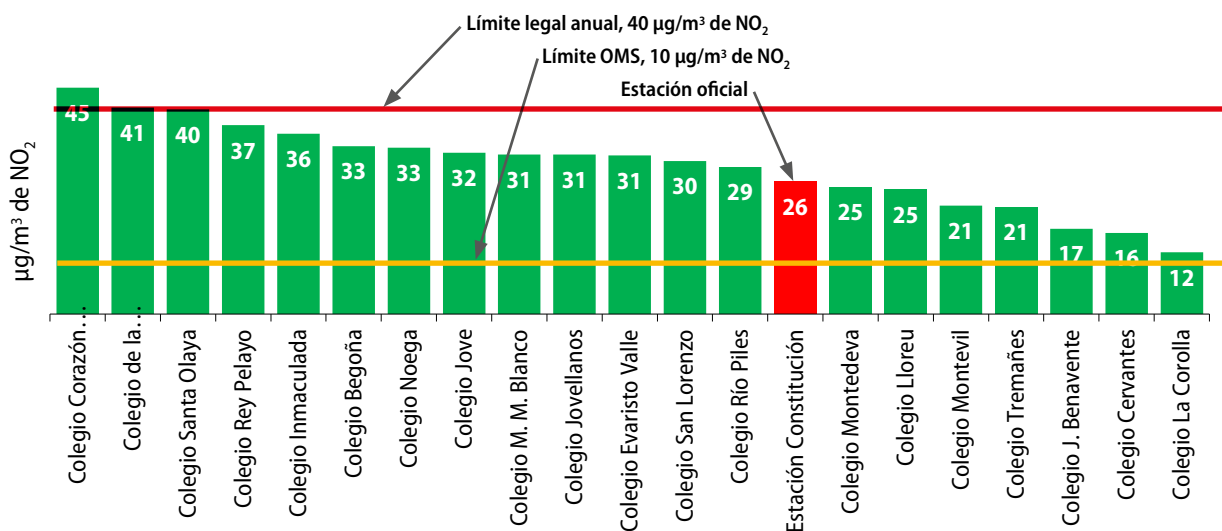
Xixón

En el caso de Xixón, ningún centro de los analizados cumpliría con las indicaciones de la OMS, ni siquiera algunos situados en entornos periurbanos, casi rurales. Solo tres de los 20 colegios analizados, el 15%, estaría por debajo de los $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el valor propuesto por la Comisión Europea en la revisión de la directiva de calidad del aire. Y otros tres estarían superando los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, límite legal actualmente vigente como media anual.

Tabla 9. Resumen de los centros analizados en Xixón (NO_2)

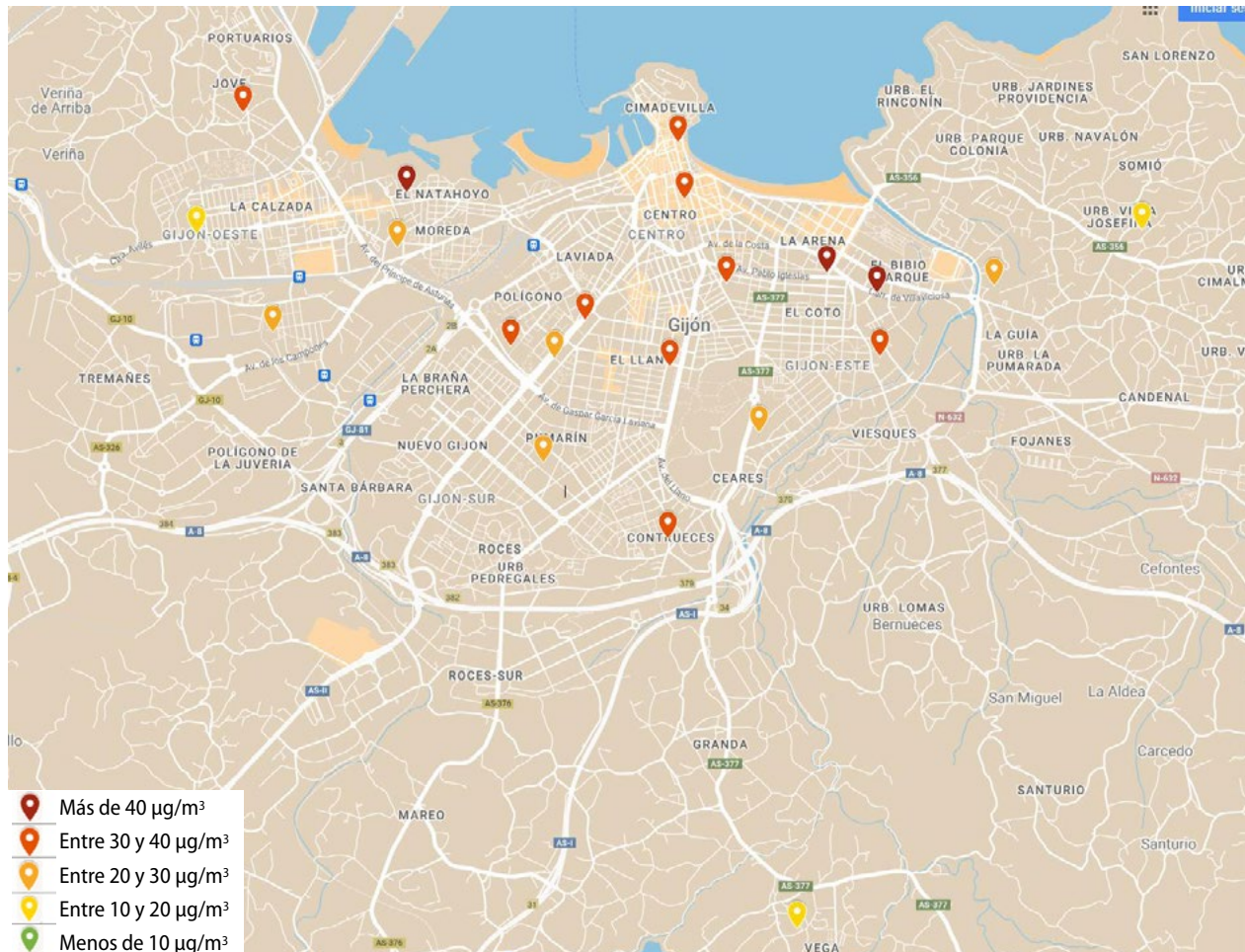
	TOTAL	más de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)	menos de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (revisión directiva)	menos de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)
Xixón	20	3 15%	3 15%	0

Figura 19. Contaminación atmosférica en centros escolares de Xixón
(NO_2 , enero-febrero 2023)



En el mapa se puede observar la ubicación de los centros analizados y cómo sólo aquellos muy alejados de las zonas de tráfico registran valores inferiores de contaminación.

Figura 20. Ubicación de los centros analizados en Xixón²¹



²¹ Se puede ver el mapa con mayor detalle en <https://tinyurl.com/49tpb3ks>

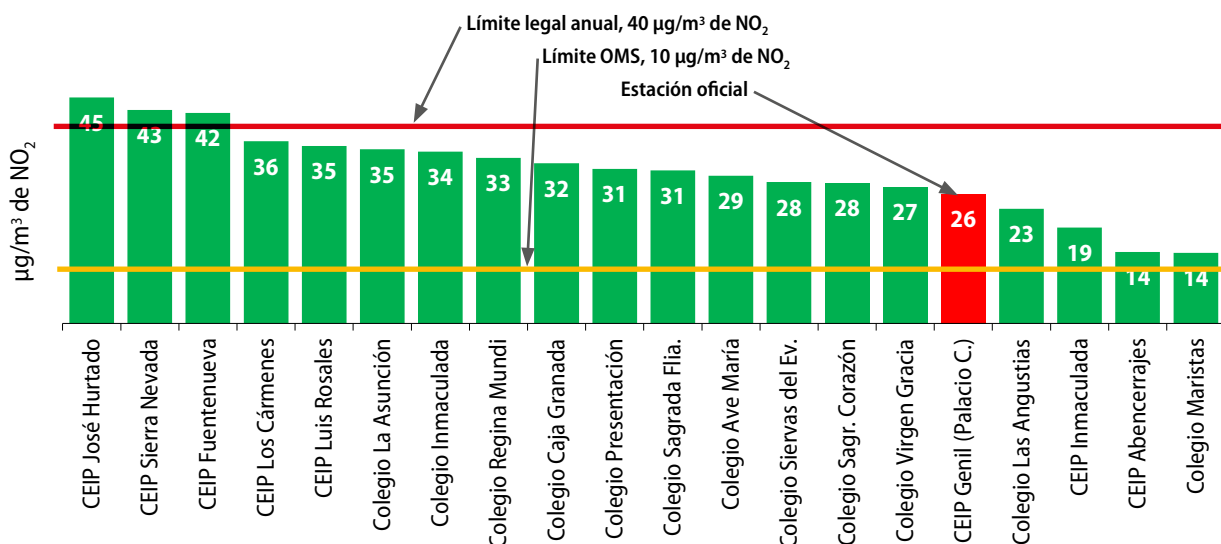
Granada

En Granada, ningún centro de los analizados cumpliría con las indicaciones de la OMS. Solo tres de los 20 colegios analizados, el 15%, estaría por debajo de los $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el valor propuesto por la Comisión Europea en la revisión de la directiva de calidad del aire. Y otros tres estarían superando los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, límite legal actualmente vigente como media anual.

Tabla 10. Resumen de los centros analizados en Granada (NO_2)

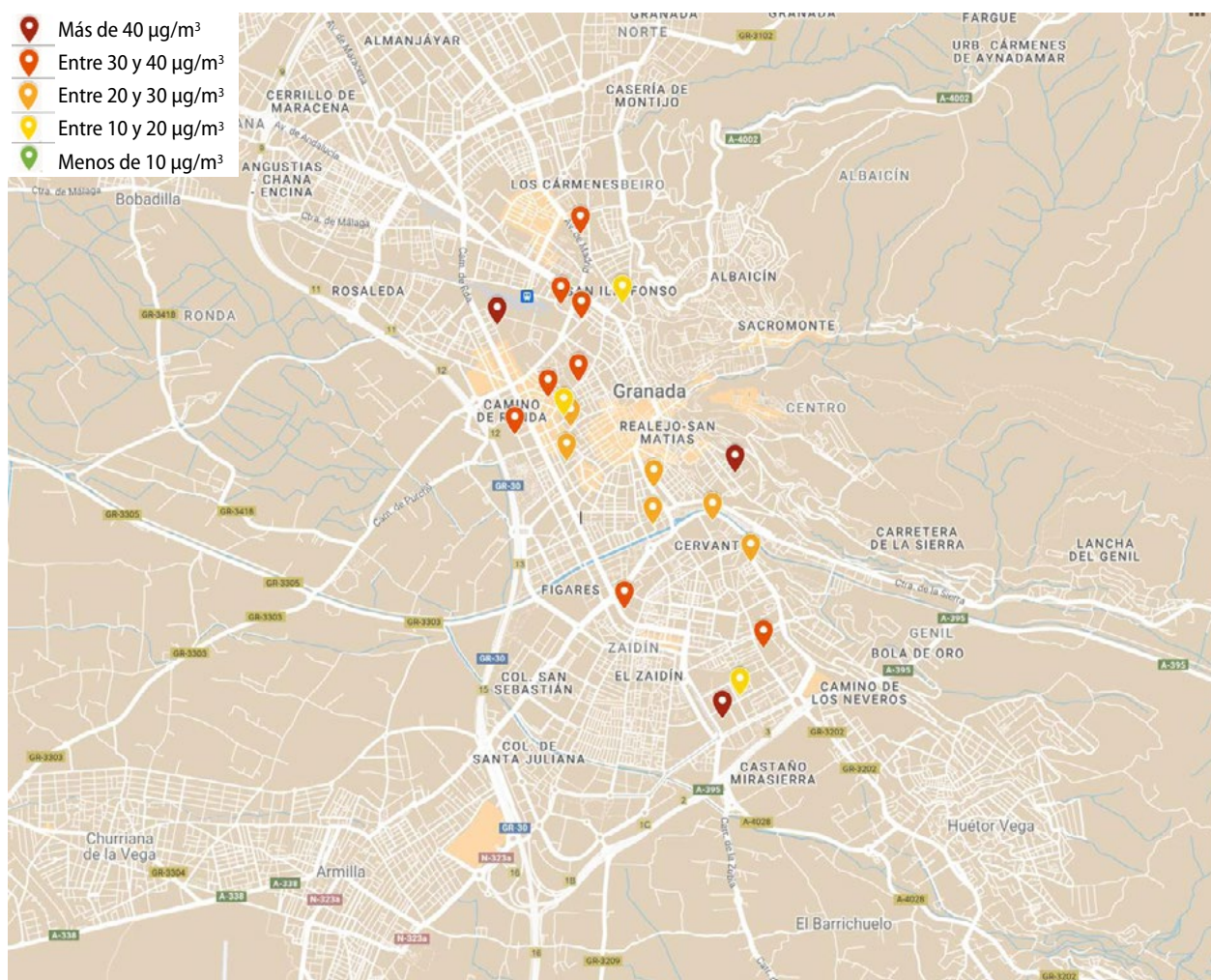
	TOTAL	más de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)	menos de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (revisión directiva)	menos de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)
Granada	20	3 15%	3 15%	0

Figura 21. Contaminación atmosférica en centros escolares de Granada
(NO_2 , enero-febrero 2023)



Se muestra el mapa con las ubicaciones de los centros analizados en Granada, destacando por sus malos resultados las escuelas situadas cerca de calles con mucho tráfico, o algunos colegios que incluso tienen espacio para aparcamiento de coches dentro del recinto escolar. Entre los centros con los datos más altos de NO_2 , sorprende alguna de las ubicaciones, al encontrarse en una calle de un solo carril, con plataforma única. Sin embargo, al ser una de las vías para subir a la Alhambra, soporta mucho tráfico diario, muchos autobuses y también muchas motocicletas. A otros colegios de la zona acuden a diario muchos vehículos, procedentes del área metropolitana de Granada, incrementando el tráfico en la zona, la contaminación y el riesgo para la población escolar.

Figura 22. Ubicación de los centros analizados en Granada²²



²² Se puede ver el mapa con mayor detalle en <https://tinyurl.com/49tpb3ks>

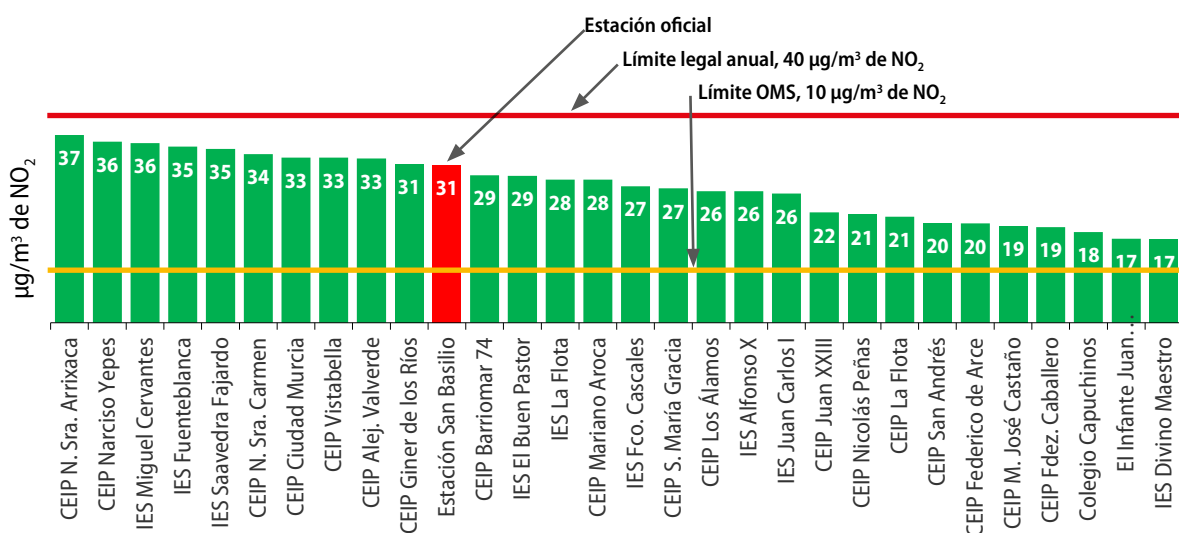
Murcia

En Murcia tampoco ningún centro de los analizados cumpliría con las indicaciones de la OMS. Siete de los 29 colegios analizados, el 24% estaría por debajo de los $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el valor propuesto por la Comisión Europea en la revisión de la directiva de calidad del aire. Y ninguno superaría los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, límite legal actualmente vigente como media anual.

Tabla 11. Resumen de los centros analizados en Murcia (NO_2)

	TOTAL	más de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (límite legal)	menos de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (revisión directiva)	menos de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS)
Murcia	29	0	7	0

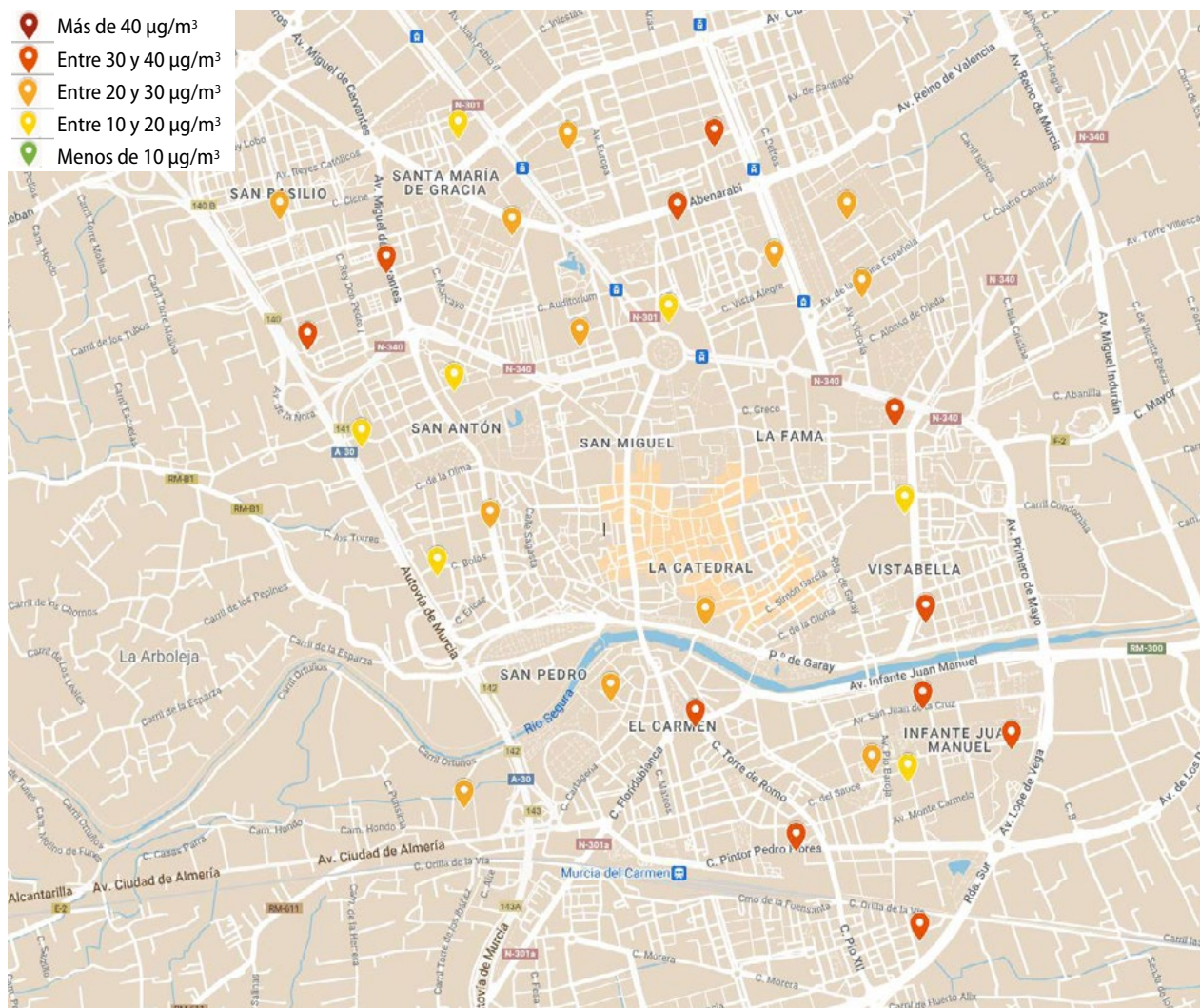
Figura 23. Contaminación atmosférica en centros escolares de Murcia
(NO_2 , enero-febrero 2023)



Aunque comparativamente los datos puedan ser menos malos que en otras ciudades, la situación en Murcia es manifiestamente mejorable. Cinco centros, uno de cada seis analizados, sobrepasan los 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, acercándose peligrosamente al límite legal actualmente vigente. Pero no olvidemos que las indicaciones de la OMS insisten en no superar los 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual, algo que se está sobrepasando en los 29 centros analizados de Murcia.

En el mapa se muestran las ubicaciones analizadas, observándose con claridad cómo los centros situados en las inmediaciones de vías de alta capacidad son los que arrojan peores datos de NO_2 .

Figura 24. Ubicación de los centros analizados en Murcia²³



23 Se puede ver el mapa con mayor detalle en <https://tinyurl.com/49tpb3ks>

Conclusiones

En el presente estudio se ha realizado un análisis de los niveles de dióxido de nitrógeno (NO_2) en el entorno inmediato de 160 centros educativos de seis ciudades del Estado español: Madrid, Barcelona, Vigo, Xixón, Granada y Murcia. En cada ciudad, 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 NO_2 en las inmediaciones de las estaciones oficiales de control de la contaminación. En conjunto se han colocado 340 captadores pasivos en un total de 170 ubicaciones.

Los dosímetros y sus resultados analíticos han sido proporcionados por un laboratorio acreditado, y su instalación ha sido realizada por voluntarios 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 y febrero de 2022, cuyo objetivo fundamental fue evaluar la representatividad de los emplazamientos de las estaciones oficiales de medición de la contaminación atmosférica situadas en las ciudades de Castilla y León, en relación a los criterios de ubicación establecidos por la normativa vigente y de forma comparada con mediciones propias obtenidas en las principales vías de tráfico de cada ciudad. Al mismo tiempo, las últimas campañas realizadas han perseguido conocer la exposición de la población general y escolar a la contaminación por 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 una de las 160 escuelas analizadas estaría cumpliendo las indicaciones de la OMS**, no superar los $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 , de media anual. Un centro en Barcelona situado en una calle pacificada, sin coches aparcados en la fachada de la escuela, y muy cerca de un parque.
- ▶ Solo una de cada ocho, 20 de las 160 escuelas, el 13%, estarían por debajo de los $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el límite anual propuesto por la Comisión Europea en la revisión de la Directiva de Calidad del Aire actualmente en curso.
- ▶ Sin embargo, **un tercio de las escuelas analizadas (58 de 160, el 36%) estaría por encima de los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el límite legal anual actualmente vigente**. Especialmente grave es la situación **en Madrid, ciudad en la que tres de cada cuatro entornos escolares analizados supera este valor, y en Barcelona, donde dos de cada tres centros analizados está por encima de los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$** .
- ▶ Los centros educativos de las ciudades medias (Granada, Murcia, Vigo y Xixón) presentan en conjunto una menor contaminación que los de las dos grandes ciudades, pero en magnitudes superiores a las que recomienda la OMS y las que baraja la Comisión Europea, en la revisión de la directiva de calidad del aire, actualmente a debate, para proteger la salud de la población infantil y general.
- ▶ Existe una clara correlación entre los niveles de contaminación por NO_2 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 NO₂ un activo inmunodepresor. Por ello es muy importante monitorizar la concentración de NO₂ 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.

En este contexto, 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.

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 específicamente la posibilidad y necesidad de proteger de manera especial los entornos especialmente vulnerables, como los colegios.

De forma particular, para preservar la salud infantil y lograr entornos educativos saludables y seguros deben implementarse una serie de medidas dirigidas a reducir la contaminación en las vías perimetrales a los centros escolares: **priorizar los desplazamientos peatonales y en bicicleta, así como el transporte público y compartido**, creando corredores de acceso libres de coches; limitar el aparcamiento y el tráfico en las calles del entorno y, muy especialmente, en las inmediaciones de las entradas a los centros; **mejorar las entradas y salidas de los centros educativos** para evitar las aglomeraciones de vehículos, así como hacer cumplir la normativa vigente penalizando la doble fila a la puerta de los colegios.

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 de escolarización” que tan negativamente influye en el incremento de desplazamientos motorizados diarios.

Referencias

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-trafico-calidad-aire-cyl.pdf>
- ▶ 2022, Calidad del aire en entornos educativos. Informe campaña de medición en entornos educativos de Castilla y León y Madrid. <https://www.ecologista-senaccion.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/>

AEMET, 2023. Resúmenes mensuales.

https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes

Ciencia ciudadana y calidad del aire

- ▶ 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>

Salud y calidad 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-apoe-949-4-status-and-alzheimer-polygenic-risk-score-and-brain-structural-morphology-in-preadole>
- ▶ 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)
- ▶ 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
- ▶ ISGlobal, 2021. Mortalidad premature 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

- ▶ 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 ciudadanas para la mejora de los entornos escolares

- ▶ 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://larueestnous.fr/blog/2022/05/09/plus-de-rues-aux-ecoles-nos-enfants-veulent-respirer-mobilisation-12-mai-2022/>
- ▶ Revuelta Escolar, activistas por la movilidad sostenible y la autonomía infantil. <https://www.revueltaescolar.com/>
- ▶ Día de acción europeo Streets for Kids, campaña Clean Cities. <https://spain.cleancitiescampaign.org/streets-for-kids-primavera-2023/>



Andalucía

Tel.: 954903984 andalucia@ecologistasenaccion.org

Aragón

Tel: 629139680 aragon@ecologistasenaccion.org

Asturies

Tel: 985365224 asturias@ecologistasenaccion.org

Canarias

Tel: 928960098 canarias@ecologistasenaccion.org

Cantabria

Tel: 608952514 cantabria@ecologistasenaccion.org

Castilla y León

Tel: 681608232 castillayleon@ecologistasenaccion.org

Castilla-La Mancha

Tel: 694407759 castillalamancha@ecologistasenaccion.org

Catalunya

Tel: 648761199 catalunya@ecologistesenaccio.org

Ceuta

ceuta@ecologistasenaccion.org

Comunidad de Madrid

Tel: 915312739 comunidaddemadrid@ecologistasenaccion.org

Euskal Herria

Tel: 944790119. euskalherria@ekologistakmartxan.org

Extremadura

Tel: 638603541 extremadura@ecologistasenaccion.org

Galiza

Tel: 637558347 galiza@ecoloxistasenaccion.gal

La Rioja

Tel: 941245114 - 616387156 larioja@ecologistasenaccion.org

Melilla

Tel: 634520447 melilla@ecologistasenaccion.org

Navarra

Tel: 659135121 navarra@ecologistasenaccion.org

Tel. 948229262 nafarroa@ekologistakmartxan.org

País Valencià

Tel: 965255270 paisvalencia@ecologistesenaccio.org

Región Murciana

Tel: 968281532 - 629850658 murcia@ecologistasenaccion.org



...asóciate • www.ecologistasenaccion.org

