

Exposición desigual a la contaminación del aire proveniente de los vehículos en Massachusetts

¿Quiénes son los más afectados?

ASPECTOS DESTACADOS

Los automóviles, camiones y autobuses contribuyen significativamente a la contaminación del aire por material particulado en Massachusetts, causando efectos desproporcionados en comunidades étnicas históricamente marginadas. Las políticas de transporte limpio, como aquellas que fomentan la electrificación de vehículos, combustibles más limpios y la reducción en millas conducidas, ayudarán a aminorar estas emisiones. Además, los formuladores de políticas de Massachusetts deben evaluar y dar alta prioridad a las inversiones en transporte limpio y otras estrategias de transporte limpio debido a su capacidad para reducir las desigualdades en la exposición a la contaminación vehicular del aire. La evidencia cuantitativa de tales desigualdades en la contaminación del aire del estado ayuda a proporcionar información para tales evaluaciones.

Las emisiones de los tubos de escape de los automóviles, camiones y autobuses son una fuente primaria de contaminación dañina del aire en Massachusetts. Esta contaminación tiene un impacto significativo en la salud de los residentes de la región, y varía mucho geográficamente y a lo largo de diferentes tipos de comunidades en el estado. Un análisis de la Union of Concerned Scientists (UCS) cuantifica la formación de contaminación por material particulado que proviene del transporte por carreteras en Massachusetts. También identifica las ubicaciones y poblaciones con la mayor exposición a estas emisiones provocadas por el transporte.

La investigación relaciona la exposición a material particulado de más de 2.5 micrómetros de diámetro (PM_{2.5}), 20 veces más pequeño que el cabello humano fino, con un aumento en enfermedades y muertes, principalmente aquellas provocadas por afecciones cardíacas y pulmonares. El análisis de UCS determina que los residentes asiático-americanos, afroamericanos y latinos de Massachusetts, así como las personas de otras razas, se encuentran expuestos a una mayor contaminación de PM_{2.5} proveniente de los automóviles, camiones y autobuses en comparación con los residentes blancos. Más específicamente, la investigación concluye que:



Contaminación del aire por partículas finas proveniente de automóviles, camiones y autobuses en las carreteras de Massachusetts tiene una carga desproporcionada en las comunidades que viven cerca de estos caminos. Los residentes asiático-americanos, latinos y afroamericanos están expuestos a más de esta contaminación en comparación con los residentes blancos.

- Los residentes asiático-americanos en Massachusetts están expuestos a concentraciones de $PM_{2.5}$ provenientes del transporte por carreteras que son, en promedio, 36 por ciento más altas de aquellas a las que se exponen los residentes blancos. Los residentes afroamericanos están expuestos a un 34 por ciento más de contaminación vehicular que los residentes blancos, y los residentes latinos a un 26 por ciento más.
- En las zonas donde las concentraciones de $PM_{2.5}$ son más del 200 por ciento del promedio de Massachusetts, los residentes blancos representan sólo el 56 por ciento de la población, si bien los residentes blancos representan casi el 75 por ciento de la población total del estado. Por otro lado, en zonas con concentraciones por debajo del promedio estatal, los residentes blancos constituyen el 81 por ciento de la población. Casi el 70 por ciento de todos los residentes blancos viven en zonas con concentraciones por debajo del promedio estatal.
- Más de 372.000 residentes latinos, 283.000 residentes afroamericanos y 231.000 residentes asiático-americanos viven en zonas de Massachusetts donde la contaminación está por encima del promedio estatal.

La exposición desigual de las comunidades étnicas históricamente marginadas a la contaminación proveniente del transporte refleja decisiones que se tomaron a lo largo de varias décadas sobre transporte, vivienda y planificación en Massachusetts. Decisiones sobre dónde ubicar las autopistas, dónde invertir en transporte público, y dónde construir viviendas han contribuido a un sistema de transporte que concentra las emisiones en las comunidades étnicas históricamente marginadas. En muchos casos, las políticas de transporte locales, estatales y federales han dejado a las comunidades étnicas históricamente marginadas con un acceso inadecuado al transporte público, divididas por autopistas, y respirando aire contaminado debido a la cercanía de autopistas congestionadas que sirven a personas que viajan diariamente entre sus lugares de trabajo y sus viviendas suburbanas.

Las nuevas tecnologías de transporte limpio, como por ejemplo los camiones eléctricos, autobuses eléctricos y vehículos de pasajeros eléctricos, nos brindan la oportunidad

de comenzar a corregir esta injusticia. Tienen el potencial de reducir y, eventualmente, eliminar el uso de diésel y gasolina en nuestra flota de vehículos en circulación. Mejorar los servicios de transporte público, mejorar la infraestructura para caminar y andar en bicicleta, así como aumentar el suministro de viviendas asequibles en comunidades cercanas al tránsito puede ayudar a que las familias en Massachusetts conduzcan menos o incluso se desplacen sin necesitar un automóvil.

Estas tecnologías de transporte limpias deben servir a las comunidades que más las necesitan. A largo plazo, los autobuses eléctricos, los autobuses escolares eléctricos y los automóviles eléctricos ahorrarán dinero, pero pocos consumidores, distritos escolares o agencias de transporte que tienen bajos y moderados recursos pueden pagar el costo inicial de estas tecnologías sin asistencia. A medida que continuamos invirtiendo en nuestro sistema de transporte público, las nuevas políticas y los nuevos recursos ayudarán a garantizar que el sistema proporcione los servicios de alta calidad requeridos en Boston y en todo el estado. A medida que Massachusetts y otros estados de la región del noreste y del Atlántico medio se movilizan para crear sistemas de transporte modernos y limpios, deben priorizar las inversiones que beneficiarán directamente a las comunidades que actualmente soportan la mayor carga de afecciones provocadas por la contaminación del transporte.

¿Por qué la contaminación del aire por material particulado es un problema?

$PM_{2.5}$ es el mayor factor de riesgo para la salud ambiental en Estados Unidos, y es responsable del 63 por ciento de las muertes por causas ambientales (Tessum et al. 2019; Tessum, Hill y Marshall 2014). Estas partículas son lo suficientemente pequeñas como para penetrar profundamente en los pulmones. Las más pequeñas pueden, incluso, ingresar al torrente sanguíneo (Donaldson et al. 2013).

La exposición a $PM_{2.5}$ tiene impactos negativos significativos en la salud. Se ha estimado que la contaminación del aire por partículas finas es responsable de casi la totalidad de las 3 millones a 4 millones de muertes anuales atribuidas a la contaminación del aire en todo el mundo. Se estima que $PM_{2.5}$ es responsable

La contaminación del aire por partículas finas es responsable de casi la totalidad de las 3 millones a 4 millones de muertes anuales atribuidas a la contaminación del aire en todo el mundo.



Doug Brugge/CAFEH

Personas que viven cerca de las autopistas están expuestas a altos niveles de contaminación vehicular. La electrificación de vehículos, combustibles más limpios y la reducción de la conducción vehicular son factores críticos para ayudar a reducir la contaminación vehicular y sus riesgos de salud asociados. Las autoridades de Massachusetts deben priorizar las inversiones de transporte limpio en las comunidades más afectadas por la contaminación vehicular.

de aproximadamente el 95 por ciento de los impactos en la salud pública mundial provenientes de la contaminación del aire, incluso si no es el único contaminante del aire que afecta negativamente a la salud (Landrigan et al. 2018; Lelieveld et al. 2015). La exposición a $PM_{2.5}$, tanto aguda como crónica, se ha vinculado con enfermedades y muerte (Guo et al. 2018; Pagalan et al. 2018; Achilleos et al. 2017; Brook et al. 2010). La exposición de corto plazo a niveles elevados de $PM_{2.5}$ puede exacerbar las afecciones pulmonares y cardíacas, causar ataques de asma y provocar un aumento en las hospitalizaciones y la mortalidad por enfermedades cardiovasculares (Orellano et al. 2017; Pope y Dockery 2006). La exposición crónica a $PM_{2.5}$ también causa un aumento en las tasas de muerte atribuidas a enfermedades cardiovasculares, incluidas las muertes debidas a ataques cardíacos, y se ha vinculado al cáncer de pulmón y otros impactos adversos (Fine, Sioutas y Solomon 2008). La exposición crónica de niños a $PM_{2.5}$ se ha vinculado con el crecimiento

lento de la función pulmonar, el desarrollo de asma, entre otros efectos negativos para la salud (ALA 2018; Gehring et al. 2015; Gauderman et al. 2004).

En Massachusetts, los costos combinados de salud y clima en el año 2015, atribuibles a los vehículos de pasajeros, fueron de aproximadamente \$2,9 mil millones. Las estimaciones de costos de salud ascienden a aproximadamente dos tercios de este total; ellos incluyen muertes prematuras, ataques cardíacos, ataques de asma, visitas a la sala de emergencia y días de trabajo perdidos como resultado de respirar la contaminación asociada con los vehículos de pasajeros (Holmes-Gen y Barrett 2016).

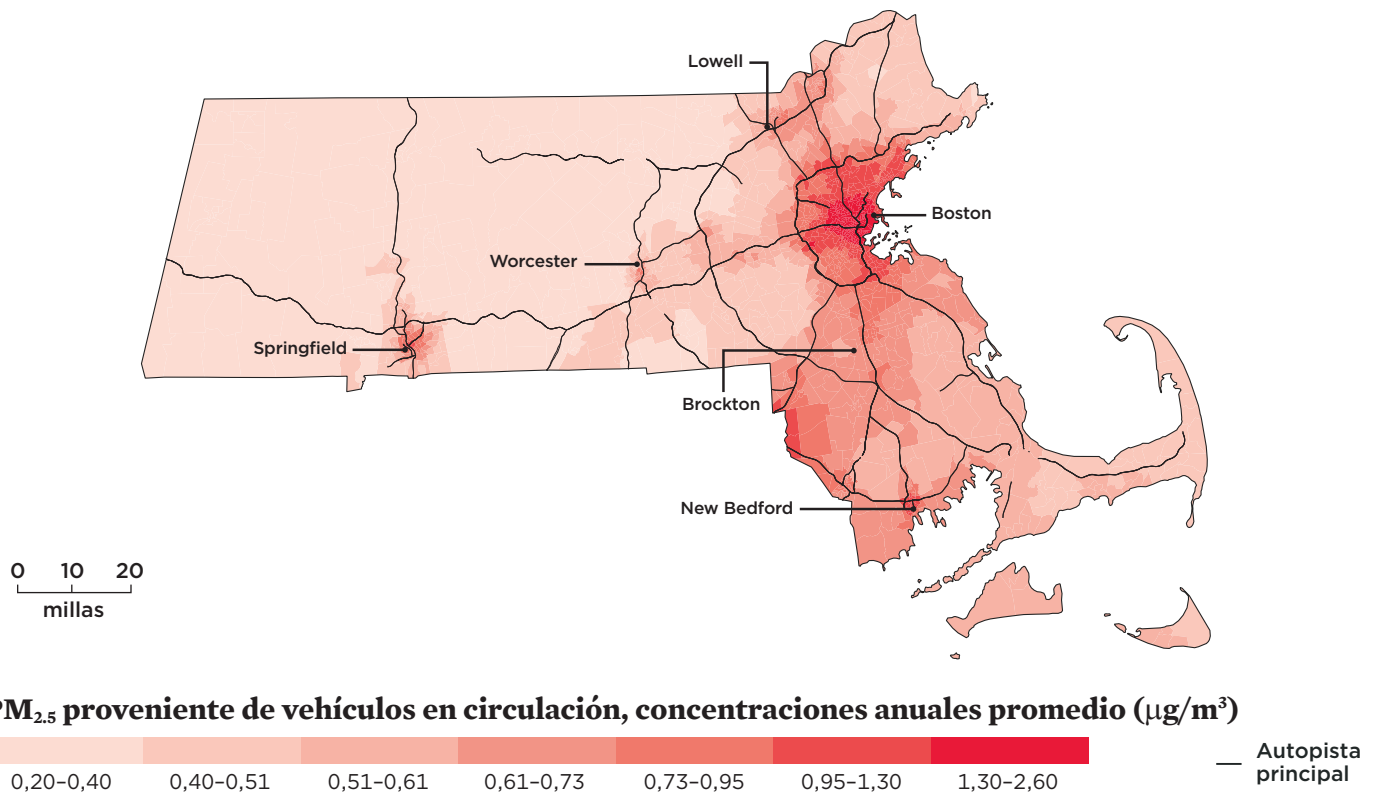
Análisis de la contaminación por $PM_{2.5}$ del transporte por carreteras

Para estimar la exposición anual promedio y los impactos en la salud de la contaminación del aire por material particulado proveniente de automóviles, camiones y autobuses, la UCS modeló concentraciones de $PM_{2.5}$ en la región del noreste y del Atlántico medio causadas por las emisiones de los tubos de escape de los vehículos y aquellas producidas durante el reabastecimiento de combustible en vehículos (Tessum, Hill y Marshall 2014)¹. Estimamos que la exposición a la contaminación a nivel del suelo para cada zona del censo, luego combinamos esa información con los datos poblacionales y demográficos para comprender cómo la exposición a $PM_{2.5}$ varía entre grupos y ubicaciones².

Estas estimaciones no incluyen la exposición a $PM_{2.5}$ de otros tipos de transporte, como aviones, embarcaciones marítimas o trenes. El modelo de concentración y exposición de $PM_{2.5}$ también excluye las operaciones en las instalaciones de carga y puertos. Sus emisiones se sumarían a las exposiciones mostradas en este análisis. Estas otras emisiones de transporte y carga pueden causar impactos significativos en la salud, especialmente para aquellos que viven más cerca de estas instalaciones, lo que genera preocupaciones bien documentadas sobre justicia ambiental (Hricko 2008).

Geográficamente, la contaminación de los vehículos se concentra en el centro de Boston, a lo largo de los corredores de las autopistas I-93 e I-95, y en ciudades como Fall River, Lawrence, Lowell y New Bedford (Figura 1, pág. 4). Springfield, recientemente citada como la ciudad con la tasa más alta de visitas a la sala de emergencia relacionada con el asma de la nación, tiene emisiones de transporte que son más del 43 por ciento superiores que el promedio estatal (AAFA 2018). El distrito censal con el nivel más alto de emisiones de vehículos en Massachusetts se encuentra en el barrio chino de Boston, cerca del intercambio entre las carreteras I-90 y I-93.

FIGURA 1. Alta variación en la exposición a la contaminación de $PM_{2.5}$ proveniente del transporte por carreteras en Massachusetts



Tres condados de Massachusetts tienen exposiciones $PM_{2.5}$ promedio que son superiores al promedio estatal. En el condado de Suffolk, el condado más contaminado, el promedio de concentración está 88 por ciento por encima del promedio estatal. Middlesex y Norfolk son los siguientes condados más contaminados, con concentraciones del 17 por ciento y 3 por ciento por encima del promedio estatal. Altos niveles de $PM_{2.5}$ se encuentran en zonas específicas en el condado de Springfield, bordeando la carretera I-91, así como en zonas de Massachusetts al este de Providence, Rhode Island, al borde de la carretera I-195. Las líneas muestran las autopistas y carreteras principales.

FUENTES: US CENSUS BUREAU 2018; EPA 2014.

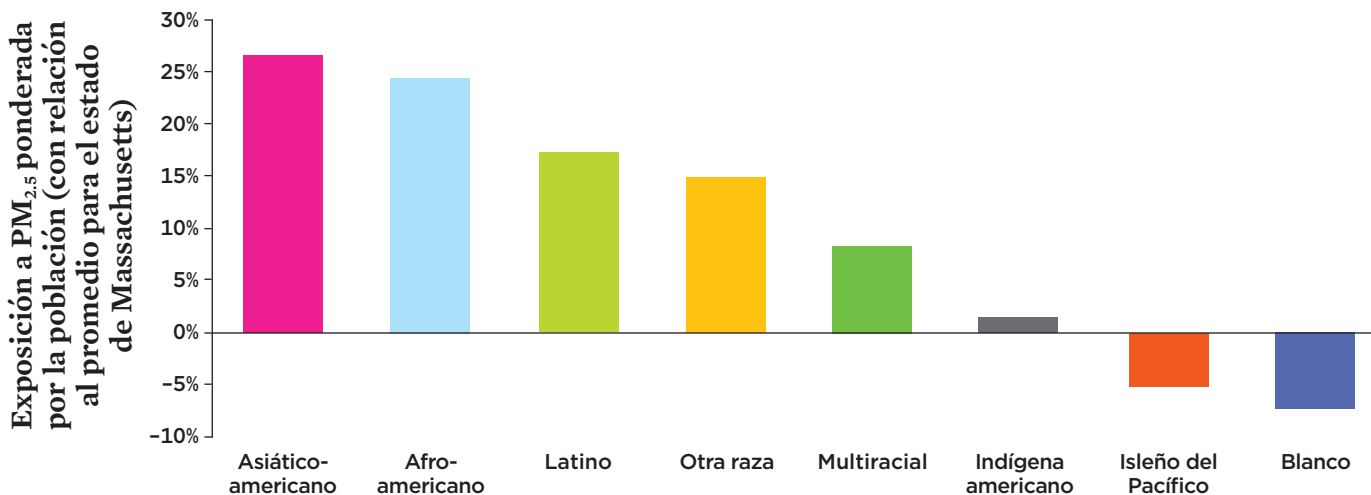
Mayor contaminación de $PM_{2.5}$ para los asiático-americanos, afroamericanos y latinos

La carga de contaminación por $PM_{2.5}$ proveniente de automóviles, camiones y autobuses se distribuye de manera desigual entre grupos raciales en Massachusetts (Figura 2, pág. 5 y Figura 3, pág. 6). En promedio, las exposiciones a $PM_{2.5}$ proveniente del transporte de residentes asiático-americanos, afroamericanos y latinos, así como de los residentes que se identifican a sí mismos en el censo como de “otra raza”, son mayores que aquellas para residentes blancos. El análisis de UCS encuentra que las desigualdades de exposición son más pronunciadas entre los grupos raciales y étnicos que entre los grupos de ingresos.

Lo que podemos hacer

Los residentes de Massachusetts desean vivir en comunidades con una amplia variedad de opciones de transporte, que incluyen trenes regionales de alta calidad, sistemas sólidos de autobuses y metro, y una buena infraestructura para caminar y andar en bicicleta. Las tecnologías comprobadas pueden ayudarnos a transformar el sistema de transporte del estado, alejándolo del diésel y la gasolina, y acercándolo a soluciones modernas y limpias. Los autobuses que usan batería eléctrica están operando hoy en día en Massachusetts; con las inversiones adecuadas, podrían en el futuro proveer de energía a toda nuestra flota de autobuses de transporte público. Los vehículos eléctricos no producen emisiones de escape³, y están mejorando con el pasar de los años, al mismo tiempo que se tornan más asequibles y están cada vez más disponibles en

FIGURA 2. Desproporcionadamente alta exposición para residentes asiático-americanos, afroamericanos y latinos, así como personas de otras razas, en Massachusetts



Los residentes asiático-americanos experimentan una exposición superior en un 26 por ciento en comparación al promedio del estado. Los residentes afroamericanos experimentan exposiciones que son un 24 por ciento más altas, y los residentes latinos experimentan exposiciones que son un 17 por ciento más altas. A su vez, los residentes blancos están expuestos a concentraciones un 7 por ciento más bajas que el promedio estatal.

Nota: Este análisis utiliza las definiciones de grupos raciales según la Oficina del Censo de los Estados Unidos: Blanco; Negro o afroamericano; Amerindio o nativo de Alaska; Asiático; Hawaiano nativo o isleño de otra isla del Pacífico; Hispano; Latino, y Alguna otra raza. En la tabla, Latino incluye encuestados de censo que seleccionan hispano, latino o ambos; Otra raza incluye encuestados de censo que seleccionan Alguna otra raza como su única raza.

FUENTES: US CENSUS BUREAU 2018; EPA 2014.

una amplia gama de tipos de vehículos. La generación de electricidad utilizada para cargar vehículos puede producir algunas emisiones, pero estas emisiones son más bajas que las de un automóvil de gasolina promedio y varían según dónde se carga la electricidad para el vehículo (Reichmuth 2017). En la región del noreste y del Atlántico medio, la *Regional Greenhouse Gas Initiative* (RGGI), junto con las inversiones en energía solar, eólica y otras fuentes de electricidad renovables, ha reducido considerablemente las emisiones de la generación eléctrica (RGGI 2019)⁴.

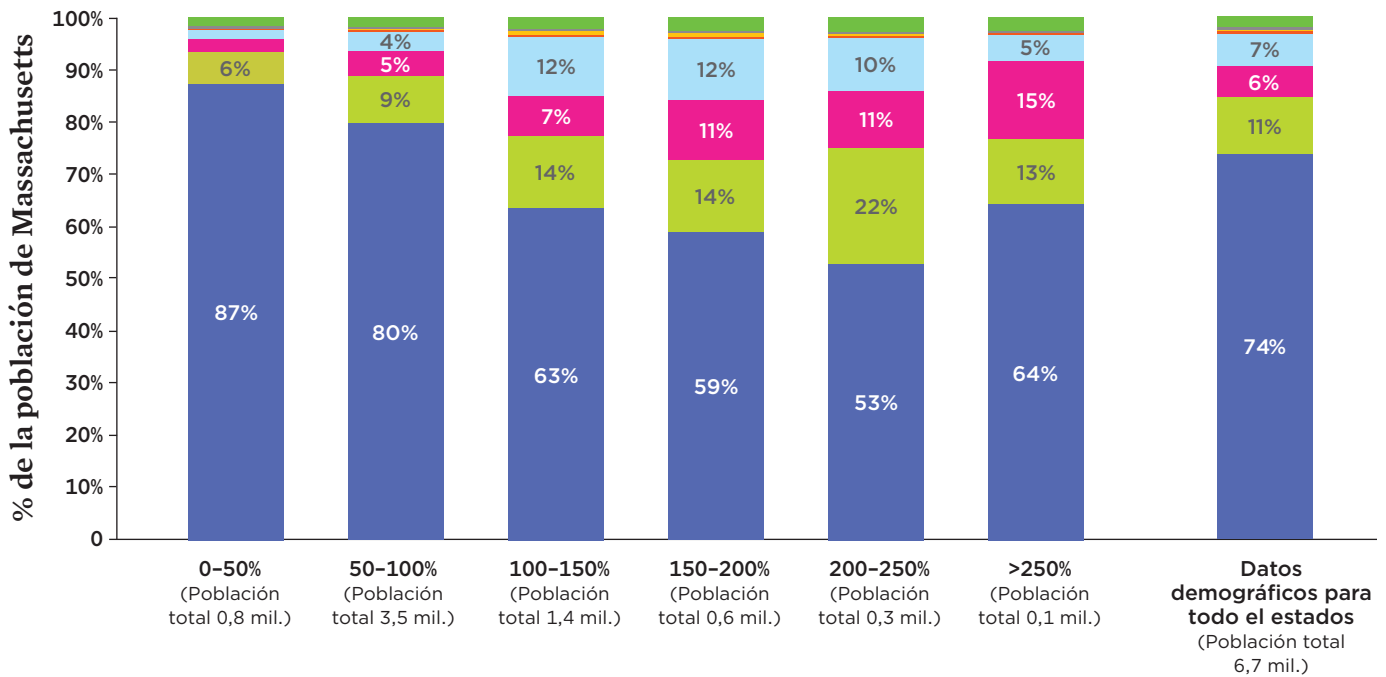
Facilitar que estas tecnologías de transporte limpias estén disponibles para todos requerirá importantes inversiones iniciales, sin embargo, las comunidades más afectadas por la contaminación proveniente del transporte a menudo tienen la

menor cantidad de recursos disponibles. Se necesitan nuevos fondos de cantidad significativa para ampliar el acceso al transporte limpio en estas comunidades, al igual que fuertes regulaciones que limiten las emisiones provenientes del transporte y pongan precio a la contaminación por carbono. Massachusetts debe adoptar una variedad de políticas para apoyar el transporte limpio en comunidades que se ven afectadas de manera desproporcionada por la contaminación por emisiones del tubo de escape. Los múltiples enfoques a nivel local, estatal y regional pueden, y deben, trabajar juntos para garantizar que el estado sea líder en la reducción de una de las fuentes de emisiones más dañinas.

En diciembre de 2018, Massachusetts y otras nueve jurisdicciones en la región del noreste y del Atlántico medio

Massachusetts debe adoptar una variedad de políticas para apoyar el transporte limpio en comunidades que se ven afectadas de manera desproporcionada por la contaminación por emisiones del tubo de escape.

FIGURA 3. A medida que aumenta la exposición $PM_{2.5}$ en Massachusetts, disminuye la proporción de residentes blancos



Exposición $PM_{2.5}$ en distritos de censo (en relación al promedio estatal)



En las zonas donde la exposición $PM_{2.5}$ es inferior al promedio estatal, la porción de residentes blancos es mayor que la porción estatal de residentes blancos. En las zonas en el estado donde la exposición $PM_{2.5}$ es superior al promedio estatal, la porción de residentes blancos es menor que la porción estatal de residentes blancos. En las zonas con contaminación más elevada, que corresponden a los centros urbanos con mucho tráfico, la porción de residentes blancos es alta, pero aún inferior a la porción estatal de residentes blancos.

Notas: Cada columna se refiere a regiones de censo en zonas con concentraciones similares de contaminación $PM_{2.5}$. Las columnas muestran la porción de personas pertenecientes a cada uno de ocho grupos raciales que viven en esas zonas. Las zonas menos contaminadas se encuentran a la izquierda y las más contaminadas a la derecha. La zona 0 a 50 por ciento se refiere a regiones de censo donde la contaminación $PM_{2.5}$ es inferior a la mitad del promedio regional; la zona 50 a 100 por ciento se refiere a regiones de censo donde la contaminación se sitúa entre la mitad del promedio regional hasta el promedio regional. La columna en la extrema derecha muestra la composición racial de los estados.

Este análisis utiliza las definiciones de grupos raciales según la Oficina del Censo de los Estados Unidos: Blanco; Negro o afroamericano; Amerindio o nativo de Alaska; Asiático; Hawaiano nativo o isleño de otra isla del Pacífico; Hispano; Latino; y Alguna otra raza. En la tabla, Latino incluye encuestados de censo que seleccionen hispano, latino o ambos; Otra raza incluye encuestados de censo que seleccionen Alguna otra raza como su única raza.

FUENTES: US CENSUS BUREAU 2018; EPA 2014.

acordaron crear un programa regional que limitaría las emisiones de transporte e invertiría en transporte limpio. Este esfuerzo podría generar \$450 millones por año para inversiones en transporte limpio en Massachusetts (Gatti 2017). Una parte de estas inversiones debe dedicarse a programas que mejoren la calidad del aire en comunidades con la mayor exposición a la contaminación proveniente del transporte.

Además, Massachusetts debe garantizar que todas las inversiones estatales en transporte limpio consideren la

equidad. El estado debe buscar información de las comunidades afectadas de manera desproporcionada por la contaminación proveniente del transporte, y garantizar que la equidad sea una consideración clave tanto en los procesos de diseño como en las futuras decisiones de inversión. Las inversiones en autobuses eléctricos deben enfocarse primero en servir a las comunidades con la mayor concentración de emisiones de diésel. El estado debe ampliar su programa de reembolsos por compras o arrendamientos de vehículos eléctricos, llamado

Las inversiones en servicios públicos en la infraestructura para cargar energía en vehículos eléctricos deben priorizar las inversiones en comunidades muy afectadas y garantizar que estos programas sirvan a inquilinos y personas sin acceso a estacionamiento en su casa o edificio.

MOR-EV, para brindar asistencia financiera y reembolsos más elevados por adelantado a los residentes de ingresos bajos y moderados. Las inversiones en servicios públicos en la infraestructura para cargar energía en vehículos eléctricos deben priorizar las inversiones en comunidades muy afectadas y garantizar que estos programas sirvan a inquilinos y personas sin acceso a estacionamiento en su casa o edificio. Los programas estatales que brindan ayuda a los municipios para apoyar el transporte limpio, como *Complete Streets* y *Green Communities Act*, también deben dirigirse a estas comunidades.

María Cecilia Pinto de Moura y David Reichmuth son ingenieros sénior en el Programa de Vehículos Limpios de UCS. **Daniel Gatti** es un analista sénior de políticas de transporte en el programa.

EXPRESIONES DE GRATITUD

Este análisis fue posible gracias al generoso apoyo de la herencia legada por el que en vida fue Henry Kendall y del programa Kendall Science Fellowship, el 11th Hour Project de la Schmidt Family Foundation, la William and Flora Hewlett Foundation, y los miembros de UCS.

Agradecemos a Christopher Tessum y Julian Marshall de la Universidad de Washington por su asistencia para ejecutar el Intervention Model for Air Pollution model (InMAP) y por proporcionar datos de entrada y participar en discusiones útiles. También reconocemos las contribuciones de Patty Frontiera y Jon Stiles en el D-Lab de la Universidad de California, Berkeley para analizar y procesar los resultados del modelo.

Las afiliaciones organizacionales se enumeran con fines de identificación solamente. Las opiniones expresadas en este documento no reflejan necesariamente las de las organizaciones que financiaron el trabajo o las personas que lo revisaron. La Union of Concerned Scientists es el único responsable del contenido del informe.

NOTAS DE PIE

- 1 Detalles sobre el enfoque de modelado pueden encontrarse en www.ucsusa.org/air-quality-methodology.
- 2 La población promedio de un distrito de censo es de 4.000 personas.
- 3 Hay cantidades menores de emisiones de PM_{2.5} que provienen del desgaste de neumáticos y frenos.
- 4 Connecticut, Delaware, Maine, Maryland, Massachusetts, Nuevo Hampshire, Nueva York, Rhode Island y Vermont participan en RGGI. Virginia se prepara para participar en el año 2020, y Pensilvania está considerando unirse. Nueva Jersey salió de RGGI en el año 2012 pero está en camino de volver a unirse en el año 2020. Parcialmente debido a RGGI, la región ha reducido sus emisiones en aproximadamente un 40 por ciento en comparación con los niveles del año 2005.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Todas las referencias fueron consultadas el 20 de abril de 2019.

- Achilleos, S., M.-A. Kioumourtzoglou, C.-D. Wu, J.D. Schwartz, P. Koutrakis y S.I. Papatheodorou. 2017. Acute effects of fine particulate matter constituents on mortality: A systematic review and meta-regression analysis. *Environment International* 109:89–100. En línea en <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.09.010>.
- Allergy Foundation of America (AAFA). 2018. Asthma capital 2018: The most challenging places to live with asthma. Landover, MD. En línea en www.aafa.org/media/2119/aafa-2018-asthma-capitals-report.pdf.
- American Lung Association (ALA). 2018. State of the Air 2019. En línea en www.lung.org/assets/documents/healthy-air/state-of-the-air/sota-2019-full.pdf.
- Brook, R.D., S. Rajagopalan, C.A. Pope III, J.R. Brook, A. Bhatnagar, A.V. Diez-Roux, F. Holguin, Y. Hong, R.V. Luepker, M.A. Mittleman, A. Peters, D. Siscovick, S.C. Smith Jr., L. Whitsel, J.D. Kaufman; American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention, Council on the Kidney in Cardiovascular Disease, y Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. 2010. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 121(21):2331–2378. En línea en <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181d8bec1>.
- Donaldson, K., R. Duffin, J.P. Langrish, M.R. Miller, N.L. Mills, C.A. Poland, J. Raftis, A. Shah, C.A. Shaw y D.E. Newby. 2013. Nanoparticles and the cardiovascular system: A critical review. *Nanomedicine* 8(3):403–23. En línea en <https://doi.org/10.2217/nmm.13.16>.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2014. 2014 National Emissions Inventory (NEI) data. En línea en www.epa.gov/air-emissions-inventories/2014-national-emissions-inventory-nei-data.
- Fine, P.M., C. Sioutas y P.A. Solomon. 2008. Secondary particulate matter in the United States: Insights from the Particulate Matter Supersites Program and related studies. *Journal of the Air & Waste Management Association* 58(2):234–253. En línea en <https://doi.org/10.3155/1047-3289.58.2.234>.
- Gatti, D. 2017. What the Northeast could build with a transportation cap and invest program. *The Equation*. Cambridge, MA: Union of Concerned Scientists. Blog, September 15. En línea en <https://blog.ucsusa.org/daniel-gatti/what-the-northeast-could-build-with-a-transportation-cap-and-invest-program>.
- Gauderman, W.J., E. Avol, F. Gilliland, H. Vora, D. Thomas, K. Berhane, R. McConnell, N. Kuenzli, F. Lurmann, E. Rappaport, H. Margolis, D. Bates y J. Peters. 2004. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. *New England Journal of Medicine* 351(11):1057–1067. En línea en <https://doi.org/10.1056/NEJMoa040610>.

- Gehring, U., A.H. Wijga, G. Hoek, T. Bellander, D. Berdel, I. Brüske, E. Fuentes, O. Gruzjeva, J. Heinrich, B. Hoffmann, J.C. de Jongste, C. Klümper, G.H. Koppelman, M. Korek, U. Krämer, D. Maier, E. Melén, G. Pershagen, D.S. Postma, M. Standl, A. von Berg, J.M. Anto, J. Bousquet, T. Keil, H.A. Smit y B. Brunekreef. 2015. Exposure to air pollution and development of asthma and rhinoconjunctivitis throughout childhood and adolescence: A population-based birth cohort study. *The Lancet Respiratory Medicine* 3(12):933–942. En línea en [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(15\)00426-9](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(15)00426-9).
- Guo, C., Z. Zhang, A.K.H. Lau, C.Q. Lin, Y.C. Chuang, J. Chan, W.K. Jiang, T. Tam, E.-K. Yeoh, T.-C. Chan, L.-Y. Changna y X.Q. Lao. 2018. Effect of long-term exposure to fine particulate matter on lung function decline and risk of chronic obstructive pulmonary disease in Taiwan: A longitudinal, cohort study. *The Lancet Planetary Health* 2(3):e114–25. En línea en [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30028-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30028-7).
- Holmes-Gen, B. y W. Barrett. 2016. *Clean air future: Health and climate benefits of zero emission vehicles*. American Lung Association in California. En línea en www.lung.org/local-content/california/documents/2016zeroemissions.pdf.
- Hricko, A. 2008. Global trade comes home: Community impacts of goods movement. *Environmental Health Perspectives* 116(2). En línea en <https://doi.org/10.1289/ehp.116-a78>.
- Landrigan, P.J., R. Fuller, N.J.R. Acosta, O. Adeyi, R. Arnold, N. Basu, A.B. Baldé, R. Bertolini, S. Bose-O'Reilly, J.I. Boufford, P.N. Breyse, T. Chiles, C. Mahidol, A.M. Coll-Seck, M.L. Cropper, J. Fobil, V. Fuster, M. Greenstone, A. Haines, D. Hanrahan, D. Hunter, M. Khare, A. Krupnick, B. Lanphear, B. Lohani, K. Martin, K.V. Mathiasen, M.A. McTeer, C.J.L. Murray, J.D. Ndahimananjara, F. Perera, J. Potočník, A.S. Preker, J. Ramesh, J. Rockström, C. Salinas, L.D. Samson, K. Sandilya, P.D. Sly, K.R. Smith, A. Steiner, R.B. Stewart, W.A. Suk, O.C.P. van Schayck, G.N. Yadama, K. Yumkella y M. Zhong. 2018. The Lancet Commission on pollution and health. *The Lancet* 391(10119):462–512. En línea en [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0).
- Lelieveld, J., J.S. Evans, M. Fnais, D. Giannadaki y A. Pozzer. 2015. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature* 525(September):367–371. En línea en www.nature.com/articles/nature15371.
- Orellano, P., N. Quaranta, J. Reynoso, B. Balbi y J. Vasquez. 2017. Effect of outdoor air pollution on asthma exacerbations in children and adults: Systematic review and multilevel meta-analysis. *PLOS ONE* 12(3):e0174050. En línea en <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174050>.
- Pagalan, L., C. Bickford, W. Weikum, B. Lanphear, M. Brauer, N. Lanphear, G.E. Hanley, T.F. Oberlander y M. Winters. 2018. Association of prenatal exposure to air pollution with autism spectrum disorder. *JAMA Pediatrics*, November. En línea en <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.3101>.
- Pope, C.A., III y D.W. Dockery. 2006. Health effects of fine particulate air pollution: Lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association* 56(6):709–742. En línea en <https://doi.org/10.1080/10473289.2006.10464485>.
- Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI). 2019. En línea en www.rggi.org.
- Reichmuth, D. 2017. New numbers are in and EVs are cleaner than ever. *The Equation*. Cambridge, MA: Union of Concerned Scientists. Blog, May 31. En línea en <https://blog.ucsusa.org/dave-reichmuth/new-numbers-are-in-and-evs-are-cleaner-than-ever>.
- Tessum, C.W., J.S. Apte, A.L. Goodkind, N.Z. Muller, K.A. Mullins, D.A. Paoletta, S. Polasky, N.P. Springer, S.K. Thakrar, J.D. Marshall y J.D. Hill. 2019. Inequity in consumption of goods and services adds to racial-ethnic disparities in air pollution exposure. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116(13):6001–6006. En línea en <https://doi.org/10.1073/pnas.1818859116>.
- Tessum, C.W., J.D. Hill y J.D. Marshall. 2014. Life cycle air quality impacts of conventional and alternative light-duty transportation in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(52):18490–18495. En línea en <https://doi.org/10.1073/pnas.1406853111>.
- US Census Bureau. 2018. American Community Survey: Summary file data: 2012–2016. En línea en www.census.gov/programs-surveys/acs/data/summary-file.2016.html.

La Union of Concerned Scientists (Unión de Científicos Comprometidos) aplica ciencia independiente y rigurosa para solucionar los problemas más urgentes de nuestro planeta. Actuando conjuntamente con personas de todo el país, combinamos análisis técnico y campañas efectivas para crear soluciones prácticas e innovadoras para un futuro saludable, seguro y sostenible.

OFICINA PRINCIPAL

Two Brattle Square
Cambridge, MA 02138-3780
Tel: (617) 547-5552
Fax: (617) 864-9405

OFICINA EN WASHINGTON, DC

1825 K St. NW, Suite 800
Washington, DC 20006-1232
Tel: (202) 223-6133
Fax: (202) 223-6162

OFICINA OCCIDENTAL, EE.UU.

500 12th St., Suite 340
Oakland, CA 94607-4087
Tel: (510) 843-1872
Fax: (510) 451-3785

OFICINA DEL MEDIO OESTE, EE.UU.

One N. LaSalle St., Suite 1904
Chicago, IL 60602-4064
Tel: (312) 578-1750
Fax: (312) 578-1751