

Apéndice D: monitoreo del aire

Este apéndice contiene información adicional sobre los datos de monitoreo del aire y las perspectivas para complementar el Capítulo 5: Descripción general de la calidad del aire y el Capítulo 7: Problemas principales y estrategias, con:

- antecedentes de los conjuntos de datos de monitoreo del aire de diferentes proyectos y programas que se utilizaron para ayudar a caracterizar la calidad del aire en la comunidad para la evaluación técnica del Plan;
- hallazgos adicionales de diferentes análisis para respaldar los problemas principales o estrategias específicos;
- recursos sobre el monitoreo de la calidad del aire y enlaces a datos disponibles sobre la calidad del aire en tiempo real.

Antecedentes y recursos de programas y proyectos de monitoreo del aire

Los datos de monitoreo del aire utilizados para los análisis incluidos en el Plan provienen de diversos programas y proyectos de monitoreo del aire. Los datos de la red de monitoreo del aire a largo plazo del Distrito de Aire se obtuvieron en gran parte del Sistema de Calidad del Aire (Air Quality System, AQS) de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU., que es el repositorio oficial de la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency, EPA) para los datos de calidad del aire del ambiente.¹ Estos datos también pueden descargarse por medio del sitio web de datos ambientales de la EPA, que cuenta con herramientas para visualizar y resumir los datos de la calidad del aire.² Cada año, la EPA también desarrolla un informe nacional interactivo sobre el estado y las tendencias de las principales contaminaciones del aire utilizando datos de las estaciones de monitoreo del aire operadas por las agencias estatales, locales y tribales de calidad del aire de todo el país.³ Los datos de algunos contaminantes medidos en los sitios de monitoreo del Distrito de Aire, como carbono negro y partículas ultrafinas, se recuperaron de los sistemas de bases de datos del Distrito de Aire. Para obtener más información sobre la red de monitoreo del aire de sitio fijo del Distrito de Aire, como las ubicaciones de los sitios de monitoreo de calidad del aire y los contaminantes específicos medidos en diferentes sitios, consulte la última versión del Plan anual de la red de monitoreo del aire.⁴ La red de monitoreo del aire del Distrito de Aire está diseñada para cumplir con los requisitos de diseño de redes y calidad de datos de la EPA, incluida la instrumentación aceptable, la ubicación y operación de los monitores y los métodos de análisis de laboratorio. Para obtener más información sobre los requisitos de los programas nacionales de monitoreo del aire de la EPA aplicados por el Distrito de Aire, consulte el Centro de Información de Tecnología de Monitoreo Ambiental (Ambient Monitoring Technology Information Center, AMTIC) de la EPA.⁵

¹ Sistema de Calidad del Aire (AQS) de la EPA, el repositorio oficial de datos de calidad del aire del ambiente: <https://www.epa.gov/aqs>

² Página web de datos ambientales de la EPA: <https://www.epa.gov/outdoor-air-quality-data>

³ Página web del Informe de Tendencias de Calidad del Aire de la EPA: <https://www.epa.gov/air-trends>

⁴ Página web del Distrito de Aire sobre el Plan anual de la red de monitoreo del aire:

<https://www.baaqmd.gov/about-air-quality/air-quality-measurement/ambient-air-monitoring-network>

⁵ Página web del Centro de Información de Tecnología de Monitoreo Ambiental (AMTIC) de la EPA: <https://www.epa.gov/amtic>

Los datos de monitoreo del aire reunidos a partir de diferentes proyectos o programas se mostraron en varios gráficos, como las concentraciones promedio diarias o anuales de distintos contaminantes. En general, para calcular las concentraciones promedio de contaminantes, se debe disponer de datos válidos durante al menos el 75 % del periodo promedio. Por ejemplo, para calcular una concentración promedio de contaminantes válida de 24 horas a partir de datos horarios, se debe contar con al menos 18 horas de datos válidos. En el caso de los contaminantes criterio, existen requisitos específicos de integridad y manejo de datos para calcular los valores de diseño para las comparaciones con los Estándares Nacionales de Calidad del Aire del Ambiente (National Ambient Air Quality Standards, NAAQS).⁶

Groundwork Richmond, Clarity y Ramboll proporcionaron al Distrito de Aire datos horarios de PM_{2.5} de la red de sensores de aire Clarity en el área del Plan de Camino hacia un Aire Limpio (Path to Clean Air, PTCA), operados por Groundwork Richmond y Ramboll.⁷ La precisión de los datos de los sensores de aire de menor costo puede variar considerablemente entre los fabricantes y de una unidad a otra, y puede cambiar con el tiempo. El lugar donde se monta el sensor de aire en relación con su entorno y el flujo de aire también pueden causar diferencias entre las unidades que no están relacionadas con diferencias en las concentraciones. Estos sensores de aire, su ubicación o posición y los datos que proporcionan no se someten a los mismos protocolos rigurosos de control y aseguramiento de calidad que se utilizan en la red de monitoreo del aire de sitio fijo del Distrito de Aire. Sin embargo, los datos de estas redes aún muestran diferencias relativamente grandes entre las ubicaciones o las veces que son útiles para identificar posibles fuentes de materia particulada fina.

El sitio web del Distrito de Aire sobre el Plan de Monitoreo del Aire de la Comunidad (Community Air Monitoring Plan, CAMP) del PTCA⁸ contiene información y recursos adicionales sobre los proyectos y programas de monitoreo del aire a los que se hace referencia en este Apéndice y el Capítulo 5 del Plan, que incluyen:

- el documento del CAMP⁹ y los materiales y recursos del desarrollo del CAMP;
- actualizaciones trimestrales durante la implementación del CAMP con información sobre los proyectos de monitoreo del aire en el área del PTCA y análisis de datos con perspectivas;
- la Guía de referencia de monitoreo del aire del área del PTCA¹⁰, que contiene descripciones breves de varios proyectos y programas de monitoreo del aire en curso o completados, así como enlaces a datos disponibles y recursos adicionales;

⁶ Sitio web de los valores de diseño de la calidad del aire de la EPA: <https://www.epa.gov/air-trends/air-quality-design-values>

⁷ Página web del programa Groundwork Richmond Air Rangers: <http://www.groundworkrichmond.org/air-rangers.html>

⁸ El sitio web del CAMP del PTCA del Distrito de Aire: <https://www.baaqmd.gov/community-health/community-health-protection-program/richmond-area-community-health-protection-program/community-air-monitoring>

⁹ El documento del CAMP del PTCA: <https://www.baaqmd.gov/~media/files/ab617-community-health/richmond/richmondspanpabloairmonitoringplanjuly2020-pdf.pdf?la=en>

¹⁰ Guía de referencia de monitoreo del aire del área del PTCA: <https://www.baaqmd.gov/~media/files/ab617-community-health/richmond/quarterly-report-documents/ptca-monitoring-data-inventory-pdf.pdf?la=en>

- materiales relacionados con el estudio de monitoreo de contaminantes tóxicos del CAMP, que incluyen un StoryMap interactivo con información¹¹, un documento de apoyo técnico con más detalles sobre el desarrollo del estudio, el enfoque, la recolección de datos y los hallazgos, y un conjunto de datos descargable.

El estudio de monitoreo de contaminantes tóxicos del CAMP se llevó a cabo utilizando la camioneta de monitoreo del aire del Distrito de Aire para detectar determinados compuestos orgánicos volátiles (Volatile Organic Compounds, VOC) en las áreas e identificar las ubicaciones con niveles más altos de esos VOC. Este estudio detectó diversos casos de niveles superiores a los habituales de distintos VOC, algunos de los cuales se ubicaron en las proximidades de instalaciones y operaciones específicas en el área de estudio. En comparación con las mediciones de áreas cercanas, estos casos de niveles relativamente más elevados de VOC pueden indicar problemas de la calidad del aire, como fuentes de contaminación del aire desconocidas o potencialmente poco controladas, que podrían ser oportunidades para reducir las emisiones y la exposición a la contaminación. En este Apéndice, se describen varios ejemplos de estos casos de niveles más altos de diferentes VOC. Aunque algunos tipos de datos de monitoreo del aire pueden compararse con umbrales o estándares basados en la salud, los datos de 1 segundo recolectados en este estudio no son directamente equiparables a las métricas de salud (que generalmente se basan en periodos promedio mucho más largos) y no proporcionan información suficiente para estimar el riesgo para la salud.

Información para respaldar problemas principales, estrategias y acciones

La información sobre los datos y análisis de monitoreo del aire se organiza a continuación por áreas temáticas de interés comunitario y problemas principales. Gran parte de los datos y análisis proporcionados tiene el propósito de informar de manera general a nivel de áreas temáticas de interés comunitario o problemas principales. Se proporcionan referencias en los casos en que ciertos datos o análisis se relacionan con estrategias específicas.

Refinación de combustibles

La refinería Chevron opera ciertos sistemas de monitoreo del aire para el cumplimiento de diversas regulaciones de la EPA y reglas del Distrito de Aire, descritas brevemente en la Guía de referencia de monitoreo del aire del PTCA.¹² La Regulación 9, Regla 1 (Regla 9-1)¹³ y la Regulación 9, Regla 2 (Regla 9-2)¹⁴ del Distrito de Aire exigen que Chevron lleve a cabo un monitoreo a nivel del suelo para detectar dióxido de azufre (SO₂) y sulfuro de hidrógeno (H₂S) y demostrar el cumplimiento de los límites de concentración. El Distrito de Aire también realiza auditorías a estas estaciones de monitoreo. El SO₂ y el H₂S son subproductos comunes de las operaciones de refinería y pueden contribuir a los olores. Estos contaminantes también tienen

¹¹ StoryMap interactivo dirigido al público sobre el estudio de monitoreo de contaminantes tóxicos del CAMP: <https://storymaps.arcgis.com/stories/21c9cd2252fe4a7d8ab26ae2fa81ec47>

¹² Guía de referencia de los datos de monitoreo del aire para el área del Camino hacia un Aire Limpio: [https://www.baaqmd.gov/~media/files/ab617-community-health/richmond/quarterly-report-documents/ptca-monitoring-data-inventory-pdf.pdf?la=en](https://www.baaqmd.gov/~/media/files/ab617-community-health/richmond/quarterly-report-documents/ptca-monitoring-data-inventory-pdf.pdf?la=en)

¹³ Regulación 9, Regla 1 del Distrito de Aire: dióxido de azufre. <https://www.baaqmd.gov/rules-and-compliance/rules/reg-9-rule-1-sulfur-dioxide>.

¹⁴ Regulación 9, Regla 2 del Distrito de Aire: sulfuro de hidrógeno. <https://www.baaqmd.gov/rules-and-compliance/rules/reg-9-rule-2-hydrogen-sulfide>.

otras fuentes que se encuentran en el área del PTCA, como vertederos, instalaciones de compostaje y plantas de tratamiento de agua, así como fuentes naturales. La exposición al SO₂ puede dañar el sistema respiratorio y afecta especialmente a las personas con afecciones respiratorias existentes, como asma. El SO₂ también contribuye a la formación de materia particulada.¹⁵

En la Figura 1, se muestran los datos de SO₂ de los sitios de monitoreo a nivel del suelo de la refinería en comparación con los datos de sitios de monitoreo cercanos del Distrito de Aire. Cada punto pequeño representa una concentración horaria de SO₂ y el punto negro más grande representa la concentración promedio de cinco años. Se observaron muchos más casos de niveles elevados de SO₂ en el monitor a nivel del suelo de Chevron-Castro en comparación con otros monitores. Los datos de los monitores a nivel del suelo de la refinería no están sujetos a los NAAQS, ya que se encuentran dentro de la valla de la instalación, pero muestran diversos casos de concentraciones de SO₂ que se acercan y superan los NAAQS (75 partes por mil millones [parts per billion, ppb]) en el monitor de Chevron-Castro.¹⁶ Se registraron menos casos de concentraciones elevadas de SO₂ en los demás sitios de monitoreo. Las concentraciones de SO₂ en los sitios de monitoreo del Distrito de Aire que están ubicados al exterior de la valla de la refinería, fueron comparativamente más bajas y estuvieron muy por debajo de los NAAQS. También se muestran datos del sitio de monitoreo de Oakland West (cerca del Puerto de Oakland) y San Jose-Jackson (área urbana sin fuentes de SO₂ relacionadas con refinerías o puertos) para contextualizar. Al comparar solo los sitios de monitoreo del Distrito de Aire, se observaron más casos de concentraciones relativamente altas de SO₂ (pero por debajo de los NAAQS) en los sitios de monitoreo de Richmond-7th St., San Pablo-Rumrill y Oakland West en comparación con el de San Jose-Jackson.

En la ubicación de Chevron-Castro, donde las concentraciones de SO₂ medidas fueron generalmente más altas en comparación con otros sitios de monitoreo, las concentraciones más elevadas ocurrieron con mucha más frecuencia desde la primavera hasta principios del otoño (Figura 2). Algunos factores, como las operaciones estacionales en fuentes específicas de refinerías cercanas y la meteorología (patrones de viento y temperaturas), pueden contribuir a esta variabilidad estacional.

Las concentraciones más altas de SO₂ medidas en el monitor a nivel del suelo de Chevron Castro solían producirse cuando el viento provenía del suroeste, lo que indica que una fuente o fuentes se encuentran al suroeste del monitor. La Figura 3 muestra las concentraciones horarias medidas de SO₂ en Chevron Castro junto con los datos de velocidad y dirección del viento del monitor cercano a nivel del suelo de Chevron Gertrude. Los colores más cálidos (amarillo, naranja y rojo) indican concentraciones promedio de SO₂ más altas que se producen principalmente cuando el viento proviene del suroeste. Existen múltiples fuentes posibles de SO₂ cercanas al suroeste del monitor de Chevron Castro, como la instalación de Chemtrade y el biorreactor de Chevron. La información anterior sobre las mediciones de SO₂ en la refinería y cerca de ella puede ayudar a fundamentar la *Estrategia de Refinación de Combustible 5: Reducir de la exposición y los impactos en la salud pública de la materia particulada, y otros contaminantes criterio del aire emitidos por el sector de refinación de combustibles*. Estos datos podrían evaluarse más a fondo para determinar su posible atribución a los eventos específicos de combustión por antorcha para

¹⁵ Conceptos básicos del dióxido de azufre de la EPA: <https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics>

¹⁶ NAAQS para el dióxido de azufre: <https://www.epa.gov/so2-pollution/primary-national-air-quality-standard-naaqs-sulfur-dioxide>

fundamentar la Refinación de Combustible 2: Reducir la combustión por antorcha continua y mejorar la respuesta ante incidentes.

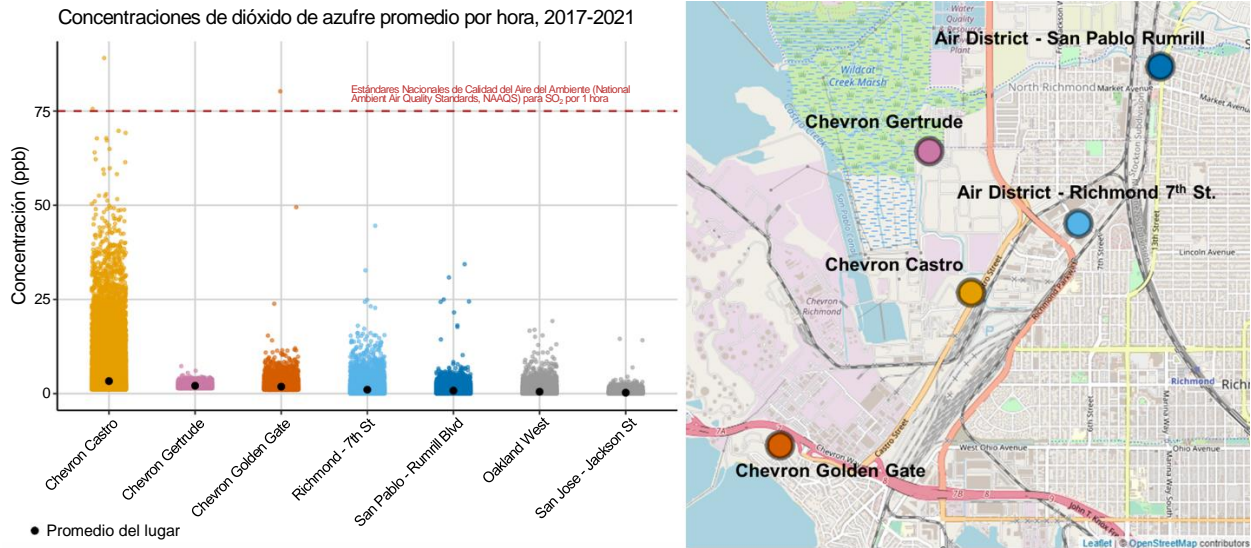


Figura 1. Concentraciones promedio horarias de SO₂ en los monitores a nivel del suelo de Chevron y en los sitios de monitoreo seleccionados del Distrito de Aire para el periodo 2017 a 2021 (izquierda) y mapa de ubicaciones de los sitios de monitoreo (derecha).

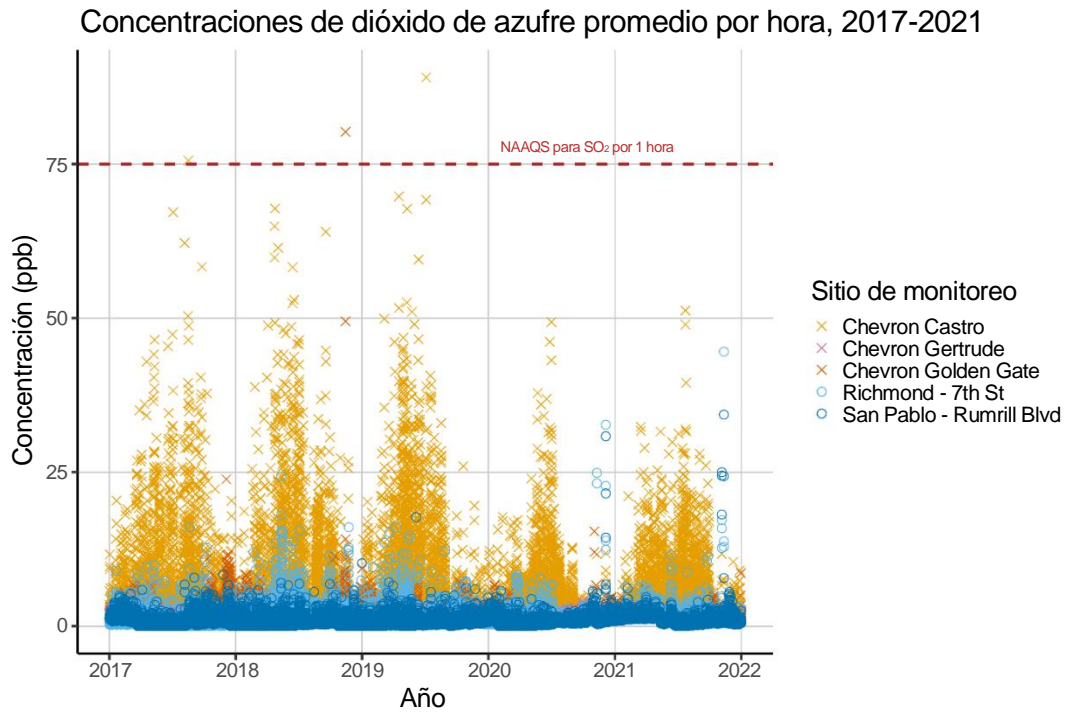


Figura 2. Gráfico de series temporales de las concentraciones promedio horarias de SO₂ en los monitores a nivel del suelo de Chevron y los monitores cercanos del Distrito de Aire para el periodo 2017 a 2021.

Concentraciones de dióxido de azufre (SO₂) en Chevron Castro según dirección y velocidad del viento, 2014-2021

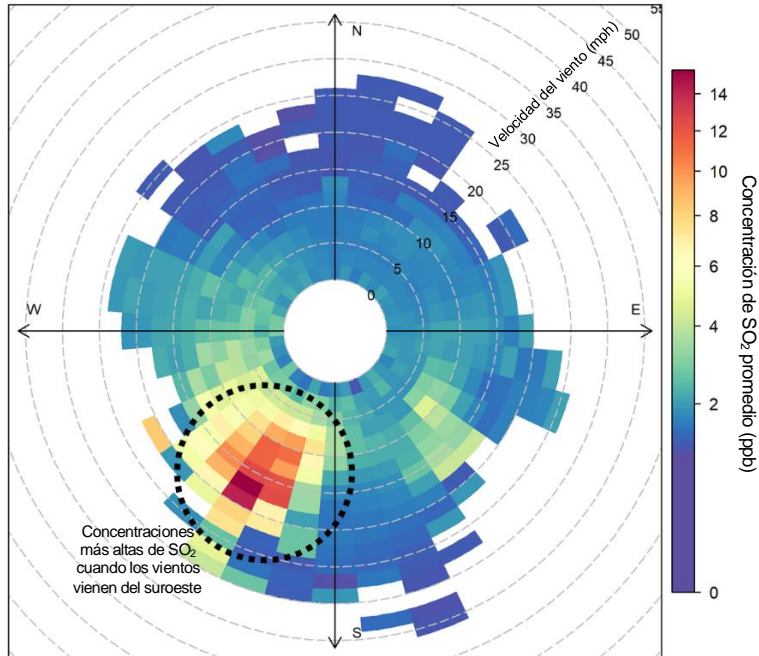


Figura 3. Gráfico de frecuencia polar de concentraciones horarias de SO₂ del monitor a nivel del suelo de Chevron Castro y de las mediciones de viento del monitor a nivel del suelo de Chevron Gertrude. Los colores más cálidos (amarillo, naranja y rojo) indican niveles más altos de SO₂. En este caso, las concentraciones de SO₂ son más altas en promedio cuando el viento proviene del suroeste, lo que indica una o más fuentes de SO₂ en esa dirección.

Los datos de H₂S de los sitios de monitoreo a nivel del suelo de la refinería y los sitios de monitoreo del Distrito de Aire se muestran en la Figura 4. Aunque el H₂S no es un contaminante criterio regulado por la Ley de Aire Limpio, la Junta de Recursos del Aire de California (California Air Resources Board, CARB) estableció un Estándar de Calidad del Aire del Ambiente de California (California Ambient Air Quality Standards, CAAQS) para 1 hora de sulfuro de hidrógeno de 30 ppb con el propósito de controlar olores, aunque algunas personas pueden detectar olores a concentraciones más bajas.¹⁷ Los datos de H₂S de los monitores a nivel del suelo de la refinería y los sitios de monitoreo del Distrito de Aire fueron en su mayoría inferiores a 30 ppb, aunque ha habido casos aislados de concentraciones más altas cercanas o superiores a 30 ppb.

¹⁷ Página web de la CARB sobre el sulfuro de hidrógeno y la salud.
<https://ww2.arb.ca.gov/resources/hydrogen-sulfide-and-health>

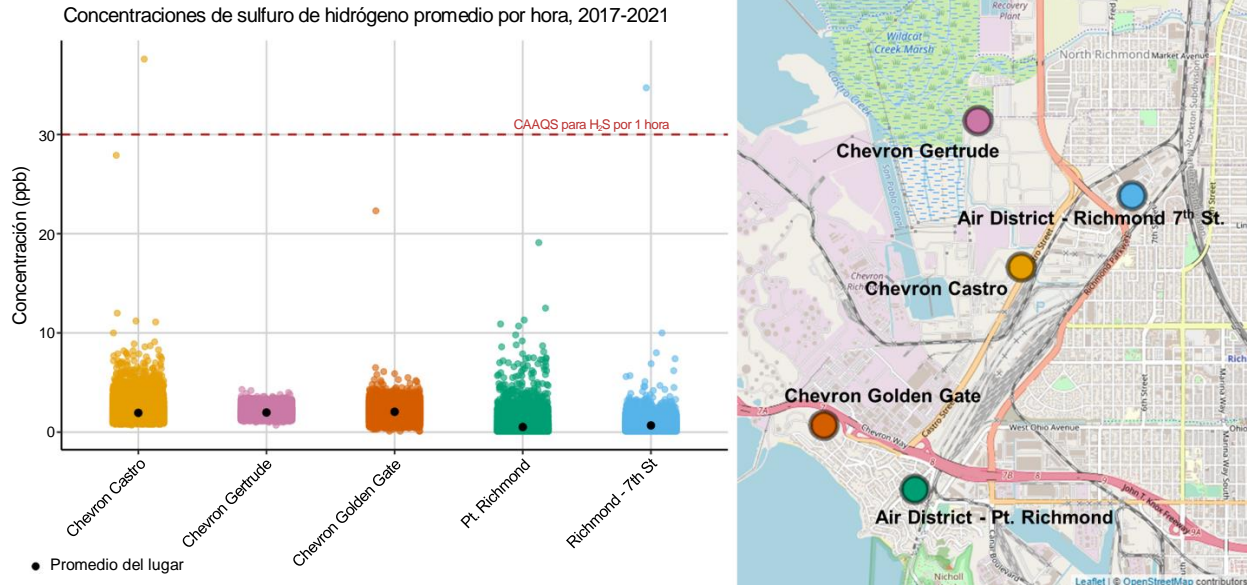


Figura 4. Concentraciones promedio horarias de H₂S en los monitores a nivel del suelo de Chevron y los sitios de monitoreo seleccionados del Distrito de Aire para el periodo 2017 a 2021 (izquierda) y mapa de ubicaciones de los sitios de monitoreo (derecha).

Chevron opera sistemas de monitoreo del aire en la valla de la refinería para cumplir con la Regulación 12, Regla 15 (Regla 12-15)¹⁸ del Distrito de Aire, así como las reglas de tecnología de control máximo alcanzable (Maximum Achievable Control Technology, MACT) de la EPA de EE. UU. para refinerías.^{19,20} El objetivo de estos sistemas de monitoreo del aire es proporcionar información sobre las emisiones de la refinería que cruzan la valla hacia las comunidades vecinas. En virtud de un acuerdo con la ciudad de Richmond, Chevron también opera tres sitios de monitoreo del aire de la comunidad que proporcionan mediciones de varios contaminantes, como la PM_{2.5} y los VOC seleccionados. Los datos en tiempo real de los monitores a nivel del suelo de SO₂ y H₂S de Chevron, los monitores en la valla y los monitores comunitarios están disponibles en el sitio web de monitoreo del aire de Chevron Richmond.²¹ Los datos de SO₂, H₂S y los datos meteorológicos de los monitores a nivel del suelo (Ground-level monitor, GLM) de Chevron que se utilizaron en los análisis para el Plan se obtuvieron de los sistemas de bases de datos del Distrito de Aire. Chevron envía estos datos al Distrito de Aire a intervalos regulares según lo requerido por las Reglas 9-1²² y 9-2²³ del Distrito de Aire y pueden consultarse presentando una solicitud de registros públicos ante el Distrito.²⁴ *La Estrategia de Refinación de Combustible 3: Responsabilizar a Chevron y a otros emisores de la reducción de*

¹⁸ Regla 15 de la Regulación 12 del Distrito de Aire. <http://www.baaqmd.gov/rules-and-compliance/rules/regulation-12-rule-15--petroleum-refining-emissions-tracking>

¹⁹ Regla del Sector de Refinerías de Petróleo de la EPA de EE. UU. <https://www.epa.gov/stationary-sources-air-pollution/petroleum-refinery-sector-rule-risk-and-technology-review-and-new>

²⁰ Datos del Monitoreo en el Perímetro de Refinerías de Petróleo de la EPA de EE. UU.

<https://www.epa.gov/stationary-sources-air-pollution/slides-petroleum-refinery-fenceline-monitoring-data>

²¹ Sitio web de monitoreo del aire Chevron Richmond. <https://richmondairmonitoring.org/>

²² Regulación 9, Regla 1 del Distrito de Aire: dióxido de azufre. <https://www.baaqmd.gov/rules-and-compliance/rules/reg-9-rule-1-sulfur-dioxide>.

²³ Regulación 9, Regla 2 del Distrito de Aire: sulfuro de hidrógeno. <https://www.baaqmd.gov/rules-and-compliance/rules/reg-9-rule-2-hydrogen-sulfide>.

²⁴ Sitio web para solicitar registros públicos del Distrito de Aire: <https://www.baaqmd.gov/contact-us/request-public-records>

la contaminación y de los impactos negativos en la salud pública procedentes de sus operaciones, incluye medidas para mejorar los programas de monitoreo del aire en refinerías, en parte mediante la optimización de la presentación de informes y la accesibilidad de los datos de monitoreo relacionados con la refinería.

Las refinerías de petróleo y las instalaciones auxiliares tienen muchas fuentes y operaciones individuales que producen VOC, incluido el refinado y procesamiento de petróleo crudo, así como el almacenamiento y transporte de productos, como combustibles y sustancias químicas. El estudio de monitoreo de contaminantes tóxicos del aire conforme al CAMP del PTCA también detectó casos de concentraciones relativamente más altas de diferentes VOC cerca y en la dirección del viento de la refinería Chevron (Figura 5), las terminales de depósitos que apoyan las operaciones de la refinería (Figura 6 y Figura 7) y una gasolinera (Figura 8). En estos ejemplos, las concentraciones de indicadores de combustión, como el monóxido de carbono, fueron comparativamente bajas, lo que podría indicar la existencia de fuentes no relacionadas con la combustión de esos VOC. Estos ejemplos de hallazgos del estudio de monitoreo de contaminantes tóxicos del aire del CAMP pueden ayudar a fundamentar la *Estrategia de Refinación de Combustible 4: Reducir la exposición y los impactos de los contaminantes tóxicos del aire emitidos por el sector de refinación de combustible sobre la salud pública.*



Figura 5. Vista del mapa de concentraciones medidas de a) 1,3-butadieno a lo largo de Ohio Ave. el 31 de enero de 2022 y b) tolueno cerca de la refinería Chevron el 2 de febrero de 2022.



Figura 6. Se midieron niveles relativamente más elevados de estireno a lo largo de Wright Ave., cerca y en la dirección del viento de la terminal de depósitos de Transmontaigne, 29 de marzo de 2022.



Figura 7. Se midieron niveles relativamente más elevados de trimetilbenceno a lo largo de Cutting Blvd., cerca y en la dirección del viento de terminales de depósitos y operaciones e instalaciones relacionadas con el mar, 31 de enero de 2022.



Figura 8. Se midieron niveles relativamente más elevados de benceno fuera de la gasolinera Top Gas en Rumrill Blvd. y Pine Ave., 8 de febrero de 2022. En esta ubicación también se midieron niveles relativamente más elevados de otros VOC.

Sector comercial e industrial

Los datos de las redes de sensores de aire operadas por la comunidad, como los del proyecto liderado por Groundwork Richmond y Ramboll descrito en el Capítulo 5, pueden ser útiles para detectar la variabilidad localizada y a corto plazo de materia particulada fina que no se aprecia fácilmente en promedios a largo plazo. La Figura 9 muestra ejemplos en los que ciertas ubicaciones registraron casos frecuentes de concentraciones de $PM_{2.5}$ mucho más altas en comparación con las ubicaciones cercanas, lo que podría indicar contribuciones de fuentes de contaminación localizadas e intermitentes. En los dos ejemplos mostrados, hay varias fuentes posibles de $PM_{2.5}$ en las inmediaciones. Ambos ejemplos también se encuentran en las inmediaciones de las residencias. Los casos de concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ en San Pablo, cerca de Rumrill Boulevard y Market Avenue, probablemente se deben a las operaciones de cocción de alimentos o restaurantes cercanos, dada la proximidad de esas operaciones al sensor de $PM_{2.5}$ y las quejas de la calidad del aire debido a las operaciones alimentarias en esa ubicación (consulte *Estrategia Comercial e Industrial 3: Reducción de la exposición a partir de la preparación de alimentos*).

En el ejemplo de Carlson Boulevard, hay varias instalaciones industriales y comerciales pequeñas en las inmediaciones, así como un camino parcialmente pavimentado (consulte *Estrategia Comercial e Industrial 1: Control del polvo fugitivo*) y una línea de ferrocarril con pilas de tierra en el derecho de paso. En este ejemplo, los casos de concentraciones más altas de $PM_{2.5}$ desaparecieron después del verano de 2020, lo que podría indicar una fuente temporal de $PM_{2.5}$.

El estudio de monitoreo de contaminantes tóxicos del aire del CAMP del PTCA también detectó varios ejemplos de casos de concentraciones relativamente más altas de VOC cerca de instalaciones y operaciones comerciales e industriales específicas, incluida una planta de fabricación de plásticos (Figura 10), talleres de reparación de carrocería (Figura 11) y operaciones de panadería (Figura 12). Los VOC pueden entrar en el aire a través de la evaporación de ciertos productos como la gasolina y otros combustibles, productos químicos, pinturas, disolventes y productos de limpieza. Los VOC también pueden liberarse como subproductos de procesos industriales. Estos hallazgos pueden fundamentar la *Estrategia*

Comercial e Industrial 3: Reducción de la exposición a partir de la preparación de alimentos (p. ej., panaderías), la Estrategia Comercial e Industrial 4: Grandes fuentes industriales, y la Estrategia Comercial e Industrial 5: Instalaciones comerciales e industriales más pequeñas (p. ej., talleres de reparación de carrocería y otros negocios pequeños).

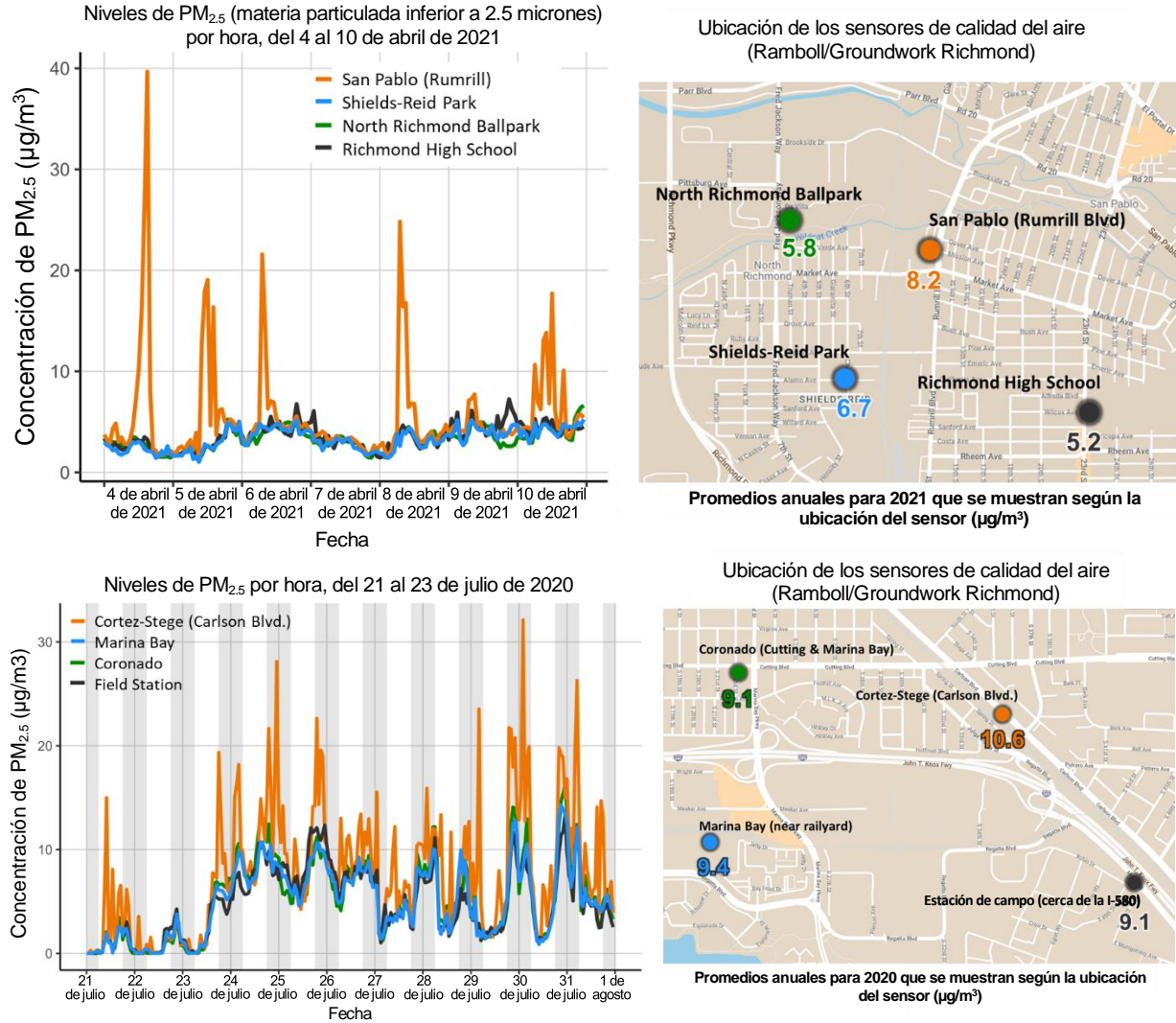


Figura 9. Ejemplos de casos de concentraciones más altas de PM_{2.5} a corto plazo medidas con sensores de menor costo, San Pablo y North Richmond (arriba) e inmediaciones de Carlson Blvd. (abajo).



Figura 10. Se midieron niveles relativamente más altos de estireno cerca y en la dirección del viento de ATS Products, una planta de fabricación de plásticos, el a) 10 de febrero de 2022, b) 17 de marzo de 2022 y c) 1.º de abril de 2022.



Figura 11. Se midieron niveles relativamente más altos de benceno cerca y en la dirección del viento de los talleres de reparación de carrocería a lo largo de a) Giant Hwy. el 17 de marzo de 2022, b) Giant Hwy. el 1.º de abril de 2022 y c) Market Ave. el 1.º de abril de 2022.



Figura 12. Se midieron niveles relativamente más altos de acetaldehído cerca y en la dirección del viento de la fábrica de pan Safeway, como se muestra el a) 31 de enero de 2022, b) 18 de febrero de 2022 y c) 29 de marzo de 2022.

Algunas operaciones y actividades comerciales e industriales pueden ser fuentes de olores. En general, los olores exteriores tienen muchas fuentes, incluidas las fuentes naturales y actividades humanas. Ejemplos de fuentes naturales de olores, como pantanos y costas, donde la materia orgánica puede estar en descomposición. Algunos ejemplos de olores asociados a actividades humanas son las operaciones de refinería, como el transporte y almacenamiento de productos químicos, las instalaciones de manejo de residuos, como vertederos, centros de reciclaje y sitios de compostaje, alcantarillas y plantas de tratamiento de aguas residuales y de alcantarillado, operaciones comerciales e industriales más pequeñas, como imprentas, tintorerías, restaurantes, gasolineras y talleres de reparación de carrocería, y esfuerzos de remediación de suelos contaminados. Un ejemplo de un esfuerzo continuo de remediación de suelos es el sitio Zeneca en Richmond.²⁵

Todas las personas tienen diferentes sensibilidades a los olores, pueden detectar olores en distintos umbrales y tienen diferentes respuestas a los olores. Aunque el olor no esté asociado a altos niveles de un contaminante, puede afectar la salud y el bienestar. Los olores pueden

²⁵ Sitio web del Departamento de Control de Sustancias Tóxicas de California para la limpieza y remediación del sitio de Zeneca en Richmond Ag Products: <https://dtsc.ca.gov/smrp-projects/zeneca-richmond-ag-products/>

indicar la presencia de uno o más contaminantes. También pueden indicar la presencia de contaminantes inodoros, pero que se están emitiendo al mismo tiempo.

Los olores suelen producirse en episodios intermitentes de corta duración. Medir los contaminantes asociados a olores puede ser difícil y generalmente requiere estudios especializados con equipos específicos. El H₂S, comúnmente conocido como gas de alcantarilla, es un contaminante por el cual el Distrito de Aire y Chevron monitorean continuamente el aire en las ubicaciones del área del PTCA. Estos monitores se describen con más detalle en el problema principal Refinación de combustible, ya que las emisiones de H₂S también están asociadas a las operaciones de refinería. Además, la ciudad de Richmond opera un programa de monitoreo de H₂S en la planta de tratamiento de aguas residuales de Point Richmond, con datos disponibles para el público en tiempo real.²⁶

Fuentes móviles y logística

Los datos de medición de los sitios de monitoreo del aire del Distrito de Aire y diversos estudios de los datos de monitoreo del aire muestran que los niveles de varios contaminantes del aire relacionados con el tráfico, como óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), carbono negro (hollín), partículas ultrafinas, materia particulada fina (PM_{2.5}) y compuestos orgánicos volátiles (VOC), suelen ser más altos cerca de carreteras muy transitadas. Los niveles de contaminantes a lo largo de las carreteras suelen ser más altos cuando el tráfico empeora, como en los periodos diarios de traslado al trabajo.

El Distrito de Aire opera cuatro sitios de monitoreo del aire cerca de las carreteras del Área de la Bahía, que forman parte de una red nacional de monitores cerca de las carreteras requerida por la EPA de EE. UU.²⁷ La Figura 13 muestra las ubicaciones de los sitios de monitoreo del aire cerca de las carreteras del Distrito de Aire y una foto de la ubicación general del sitio de monitoreo cerca de la carretera de San Jose-Knox Ave. para ilustrar la proximidad de estos sitios de monitoreo a la autopista. Estos sitios se encuentran junto a las autopistas con alto volumen de tráfico, donde se prevé el mayor impacto de las fuentes de contaminación en carretera y monitorean los contaminantes que normalmente se asocian al tráfico, como el dióxido de nitrógeno (NO₂), CO y la PM_{2.5}. Aunque los sitios de monitoreo del aire cercanos a las carreteras del Distrito de Aire se encuentran fuera del área del PTCA, están situados en lugares que se espera que representen los impactos cerca de las autopistas del área del PTCA. En la Tabla 1 se describen varios contaminantes asociados a las fuentes móviles de contaminación del aire que se miden en diferentes sitios de monitoreo del aire del Distrito de Aire, pero debe tenerse en cuenta que estos contaminantes también tienen otras fuentes.

²⁶ Monitoreo de H₂S en la planta de tratamiento de aguas residuales por parte de la ciudad de Richmond: <https://richmondwpcp-h2s.org/>

²⁷ Sitio web de la EPA de EE. UU. sobre el monitoreo cerca de las carreteras: <https://www.epa.gov/amtic/near-road-monitoring>



Figura 13. Ubicaciones de los sitios de monitoreo del aire cerca de las carreteras del Distrito de Aire (izquierda) y fotografía del sitio de monitoreo del aire cerca de la carretera San Jose-Knox St. a lo largo de la intersección de las autopistas US-101 e I-680 (derecha).

Tabla 1. Resumen de los contaminantes asociados a las fuentes móviles de contaminación del aire que se miden en diferentes sitios de monitoreo del aire del Distrito de Aire. Cabe señalar que estos contaminantes también tienen otras fuentes.

Contaminante	Descripción/ejemplos	Fuentes principales en las carreteras	Impactos en la salud considerables/de ejemplo
Materia particulada fina (PM_{2.5})	Menos de 2.5 µm (1/20 del grosor de un cabello humano). El tamaño facilita su inhalación y depósito en los pulmones.	Gases de escape de gasolina, diésel, etc., que se queman en los motores Desgaste de frenos y neumáticos Polvo de carretera que se levanta	Desarrollo de asma, ataques de asma, dificultad para respirar, bronquitis, enfermedades cardiacas, ataques cardiacos, ataques cerebrales, enfermedades neurológicas (del cerebro), cáncer de pulmón, bajo peso al nacer, días de trabajo o escuela perdidos. Aumento de visitas a la sala de emergencia, uso de medicamentos, hospitalizaciones y muertes prematuras o años de vida perdidos.
Carbono negro	Hollín; un componente de PM _{2.5} ; se relaciona con la materia particulada de diésel (DPM)	Gases de escape de gasolina, diésel, etc., que se queman en los motores Polvo de carretera que se levanta	Desarrollo de asma, ataques de asma, dificultad para respirar, bronquitis, enfermedades cardiacas, ataques cardiacos, ataques cerebrales, enfermedades neurológicas (del cerebro), cáncer de pulmón, bajo peso al nacer, días de trabajo o escuela perdidos.

Contaminante	Descripción/ejemplos	Fuentes principales en las carreteras	Impactos en la salud considerables/de ejemplo
			Aumento de visitas a la sala de emergencia, uso de medicamentos, hospitalizaciones y muertes prematuras o años de vida perdidos.
Partículas ultrafinas	Diámetro inferior a 0.1 μm .	Gases de escape de gasolina, diésel, etc., que se queman en los motores Desgaste de frenos y neumáticos Polvo de carretera que se levanta	Desarrollo de asma, ataques de asma, dificultad para respirar, bronquitis, enfermedades cardíacas, ataques cardíacos, ataques cerebrales, enfermedades neurológicas (del cerebro), cáncer de pulmón, bajo peso al nacer, días de trabajo o escuela perdidos. Aumento de visitas a la sala de emergencia, uso de medicamentos, hospitalizaciones y muertes prematuras o años de vida perdidos.
Compuestos orgánicos volátiles (VOC)	Gases como benceno, tolueno, etilbenceno, xileno, formaldehído. Algunos son inodoros, otros no.	Gases de escape Evaporación de combustible	Algunos VOC causan cáncer. Muchos pueden causar irritación de ojos, nariz y garganta; dolor de cabeza, sarpullido, náuseas o desorientación, dependiendo de la cantidad inhalada.
Óxidos de nitrógeno (NO_x)	Familia de gases reactivos; contribuye a la formación de PM _{2.5} en el aire exterior	Gases de escape	Tos, sibilancias, dificultad para respirar, aumento de ataques de asma y alergias.
Monóxido de carbono (CO)	Gas incoloro e inodoro	Gases de escape	Dificulta el transporte de oxígeno en la sangre; a altos niveles (alrededor de 100,000 ppb) puede causar envenenamiento

La Figura 14 muestra las concentraciones promedio de varios contaminantes por hora del día durante el periodo 2016 a 2020 en los sitios de monitoreo del Distrito de Aire, categorizadas por ubicación general (cerca de carreteras, urbanas o suburbanas y rurales). Las concentraciones de NO₂, CO, carbono negro y partículas ultrafinas fueron generalmente más altas en los sitios de monitoreo cercanos a la carretera (líneas rojas) en comparación con otros sitios de monitoreo (líneas azules y verdes). En el caso de la PM_{2.5}, las concentraciones promedio en los sitios de monitoreo cercanos a la carretera (líneas rojas) fueron más altas que en muchos de los otros sitios, aunque las concentraciones en algunos de los sitios urbanos o suburbanos que no están cerca de la carretera (líneas azules) fueron muy similares a las concentraciones en los

sitios cercanos a la carretera. Las concentraciones promedio pico de carbono negro y partículas ultrafinas en los sitios de monitoreo cerca de la carretera fueron aproximadamente el doble de altas en comparación con otros sitios de monitoreo. Las concentraciones más altas de carbono negro observadas en los sitios de monitoreo cerca de la carretera pueden indicar una mayor contribución de los gases de escape de los camiones a diésel.

Concentraciones promedio de contaminantes en los sitios de monitoreo del Distrito de Aire por hora del día, 2016-2020

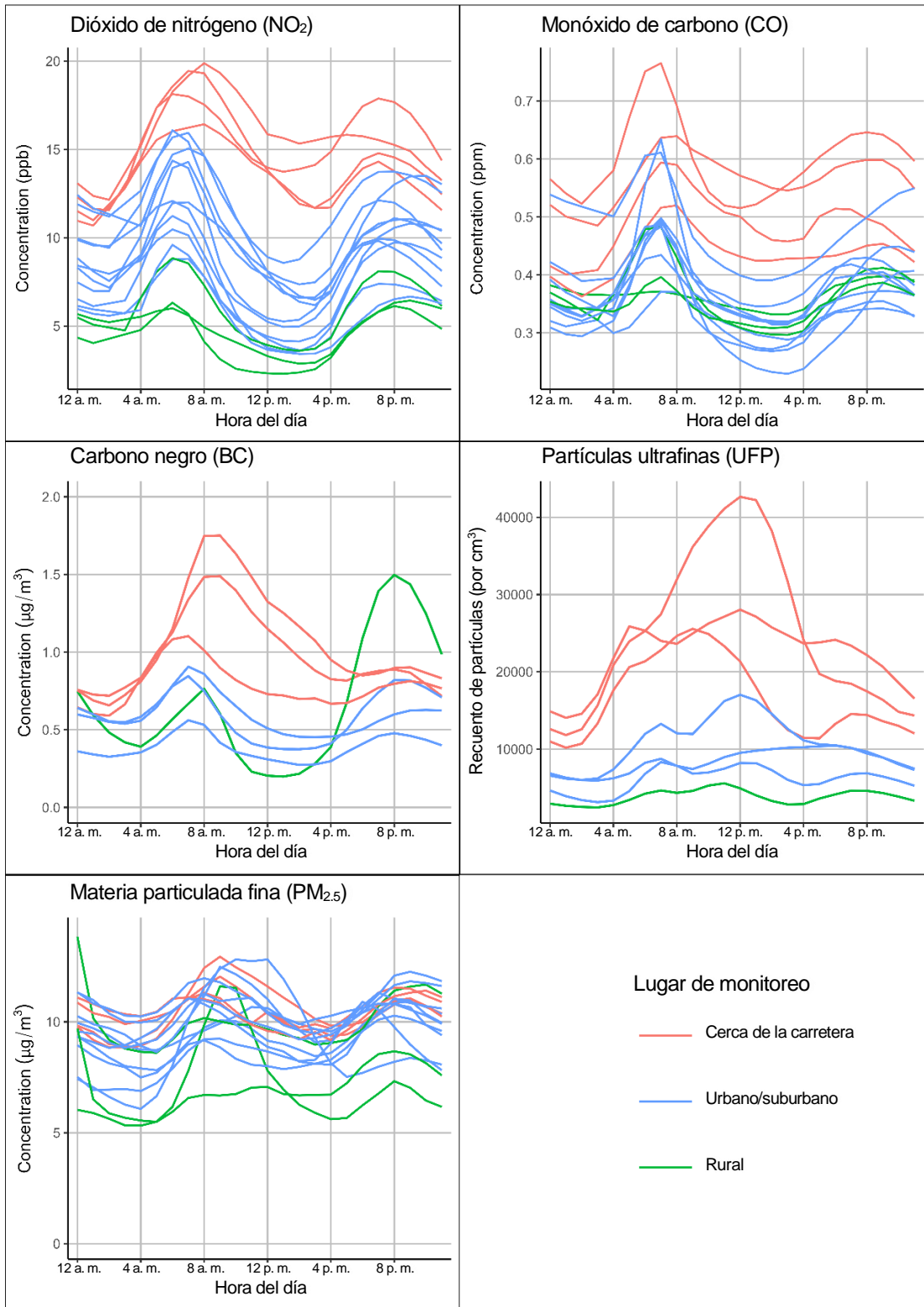


Figura 14. Concentraciones promedio de dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO), carbono negro (CN), partículas ultrafinas (ultrafine particles, UFP) y materia particulada fina (PM_{2.5}) por hora del día en los sitios de monitoreo del Distrito de Aire, 2016 a 2020. Cada línea representa los datos de un sitio de monitoreo.

Las concentraciones de estos contaminantes fluctúan a lo largo del día debido a los cambios en las emisiones, la meteorología y las reacciones químicas en la atmósfera. Las concentraciones de contaminantes normalmente aumentan durante los traslados al trabajo en la mañana, debido en parte al aumento de las emisiones del tráfico en ese momento. El sitio de monitoreo rural que muestra concentraciones más altas de carbono negro durante las horas de la tarde se encuentra en un valle donde la quema de madera residencial es una fuente dominante de contaminación del aire. En un día cualquiera, las fluctuaciones y los patrones de las concentraciones de contaminantes pueden ser sustancialmente diferentes a las concentraciones promedio que se muestran en la Figura 14.

Diversos estudios sobre la caracterización de la calidad del aire cerca de la carretera han detectado concentraciones medidas más altas de contaminantes del aire relacionados con el tráfico cerca de la carretera.^{28,29,30} Aunque estos estudios específicos se realizaron fuera del área del PTCA, sus hallazgos pueden aplicarse a entornos cercanos a las carreteras de manera más general. En del Área de la Bahía, un proyecto de monitoreo móvil realizado por Aclima detectó niveles más altos de contaminantes relacionados con el tráfico a lo largo de varios corredores de autopistas, incluidas la I-80 y la I-580 a través del área del PTCA.³¹

Physicians, Scientists, and Engineers for Healthy Energy (PSE) for Healthy Energy, en colaboración con la Red Medioambiental del Pacífico de Asia (Asian Pacific Environmental Network, APEN), operaron una red de sensores en el área del PTCA con mediciones de PM_{2.5}, NO₂ y ozono, además de mediciones periódicas de carbono negro. Sus análisis determinaron que el tráfico era una fuente importante de PM_{2.5}, NO₂ y carbono negro en el área de estudio, destacaron la variabilidad espacial en los niveles de PM_{2.5} entre los vecindarios y detectaron niveles más altos de NO₂ cerca de las principales carreteras, entre otras conclusiones.³²

El estudio de monitoreo de contaminantes tóxicos del aire del PTCA, un proyecto del CAMP del PTCA, encontró correlaciones relativamente altas de varios VOC (notablemente, los compuestos BTEX) con CO y NO_x, que son indicadores de la combustión de combustibles. Algunos VOC son contaminantes tóxicos del aire que se asocian con importantes efectos sobre la salud. Las fuentes de VOC relacionadas con la combustión, como el tráfico, son frecuentes en toda el área del PTCA.

²⁸ Baldauf, R., Thoma, E., Hays, M. et al., *Traffic and Meteorological Impacts on Near-Road Air Quality: Summary of Methods and Trends from the Raleigh Near-Road Study* (Impactos del tráfico y la meteorología en la calidad del aire cerca de las carreteras: resumen de métodos y tendencias del estudio cerca de las carreteras de Raleigh), *Journal of the Air & Waste Management Association*, 58:7, 865-878 (2008). <https://doi.org/10.3155/1047-3289.58.7.865>

²⁹ Baldauf, R., Watkins, N., Heist, D. et al. *Near-road air quality monitoring: Factors affecting network design and interpretation of data* (Monitoreo de la calidad del aire cerca de las carreteras: factores que afectan el diseño de la red y la interpretación de datos). *Air Qual Atmos Health* 2, 1–9 (2009). <https://doi.org/10.1007/s11869-009-0028-0>

³⁰ Polidori A., Fine P. M. *Ambient Concentrations of Criteria and Air Toxic Pollutants in Close Proximity to a Freeway with Heavy-Duty Diesel Traffic* (Concentraciones ambientales de contaminantes criterio y tóxicos del aire en las inmediaciones de una autopista con tráfico de vehículos pesados de diésel). Final report prepared by the South Coast Air Quality Management District (Informe final preparado por el Distrito para el Control de la Calidad del Aire de la Costa Sur) (2012). <http://www.aqmd.gov/docs/default-source/air-quality/air-quality-monitoring-studies/near-roadway-study.pdf>

³¹ Sitio web Air.Health de Aclima: <https://air.health/>

³² Final report on PSE's Richmond Air Monitoring Network (Informe final sobre la red de monitoreo del aire de PSE en Richmond), 2022: <https://www.psehealthyenergy.org/our-work/publications/archive/understanding-air-quality-trends-in-richmond-san-pablo/>

Sectores marítimo y ferroviario

El monitoreo del aire para atribuir la contaminación del aire a las operaciones marinas y ferroviarias generalmente requiere estudios especializados, ya que a menudo hay muchas fuentes que contribuyen a los mismos contaminantes del aire en las inmediaciones de un puerto o un patio ferroviario. Un ejemplo de estudio de monitoreo del aire que se enfoca en las operaciones ferroviarias es el Proyecto de Monitoreo de Aerosoles del Patio Ferroviario de Roseville (Roseville Railyard Aerosol Monitoring Project, RRAMP)³³. En el RRAMP, los niveles de varios contaminantes eran notablemente más altos cerca del patio ferroviario, incluidos los aerosoles asociados a las emisiones de diésel, NO y NO₂, azufre muy fino y carbono negro, entre otros. En 2019, la CARB otorgó una subvención comunitaria para el aire a un proyecto para evaluar los impactos de la contaminación del aire de las operaciones de carbón y coque de petróleo en Richmond. En una actualización sobre este proyecto, denominado Proyecto de evaluación de la contaminación del aire con carbón (Assessment of Coal Air Pollution Project, ACAPP), se incluyó en una actualización trimestral sobre la implementación del CAMP del PTCA.³⁴

Durante el estudio de monitoreo de contaminantes tóxicos del aire del CAMP del PTCA, la camioneta de monitoreo del aire del Distrito de Aire recogió datos en las carreteras cercanas a los patios ferroviarios y a lo largo del puerto, y encontró varios casos de niveles más altos de diferentes contaminantes tóxicos del aire (Toxic Air Contaminants, TAC). Se detectaron niveles más altos de 1,3-butadieno, un TAC y carcinógeno conocido, a lo largo de Ohio Avenue, inmediatamente en la dirección del viento del patio ferroviario de Burlington Northern-Santa Fe, así como en la dirección del viento de las operaciones de la refinería Chevron (consulte la Figura 5). También se detectaron niveles más elevados de varios TAC en las inmediaciones de diversas instalaciones a lo largo del área del puerto, cerca de terminales de depósitos e instalaciones marinas de reparación (consulte la Figura 7).

Salud

En los últimos años, el humo de los incendios forestales causó periodos de calidad del aire dañina para la salud en el área del PTCA y en toda el Área de la Bahía. La Figura 15 muestra las concentraciones promedio de PM_{2.5} en 24 horas (de medianoche a medianoche) en el sitio de monitoreo de San Pablo del Distrito de Aire de 2018 a 2022. La línea azul en negrita indica los datos de 2022 para resaltar la variabilidad en las concentraciones de PM_{2.5} durante un año y el área sombreada en gris representa el rango de concentraciones diarias de PM_{2.5} que se midieron durante el periodo 2018 a 2022. Las fluctuaciones en las concentraciones de PM_{2.5} de un día para otro se deben en gran medida a los cambios en la meteorología (patrones de viento, mezcla y ventilación) y las emisiones. Las concentraciones más altas de PM_{2.5} ocurrieron durante los periodos de incendios forestales en los que se superaron en diversas ocasiones los NAAQS para el promedio diario de PM_{2.5} de 35 µg/m³. Además, el humo de los incendios forestales contiene muchos otros contaminantes, como CO, NO_x y varios TAC. Los niveles más altos de benceno, un carcinógeno, medidos en los últimos años en los sitios de monitoreo del

³³ Placer County APCD Final Report on the Roseville Railyard Aerosol Monitoring Project (Informe final del Distrito para el Control de la Contaminación del Aire [Air Pollution Control District, APCD] del condado de Placer sobre el proyecto de monitoreo de aerosoles del patio ferroviario de Roseville): <https://ca-placercounty.civicplus.com/AgendaCenter/ViewFile/Item/188?fileID=504>

³⁴ Update on Implementation of the PTCA CAMP, Q3 2021 (Actualización sobre la implementación del CAMP del PTCA, Q3 2021): https://www.baaqmd.gov/~/media/files/ab617-community-health/richmond/quarterly-report-documents/2021_10_05-update-on-monitoring-projects-q3-2021-pdf.pdf?la=en&rev=fe34f8920c5241cb8734c4aa7fff6e1d

aire del Distrito de Aire en Richmond y San Pablo se produjeron durante los periodos de humo de incendios forestales (consulte la Figura 5-10 en el Capítulo 5). El programa AirNow de la EPA de EE. UU.³⁵, la CARB³⁶ y el Distrito de Aire³⁷ tienen sitios web con información y recursos sobre el humo de incendios forestales y los pasos que deben seguirse para reducir la exposición al humo de incendios forestales (consulte la *Estrategia de Salud 2: Reducir la contaminación del aire en el hogar*). El sitio web del Mapa de humo e incendios de AirNow muestra datos de PM_{2.5} en tiempo real de las agencias de calidad del aire (como el Distrito de Aire), así como datos de los sensores PurpleAir de bajo costo (cuyos datos se ajustan mediante un algoritmo desarrollado por la EPA que compensa algunas de las imprecisiones de los sensores).³⁸

Tendencias en las concentraciones promedio de PM_{2.5} durante 24 horas en San Pablo, 2018-2022

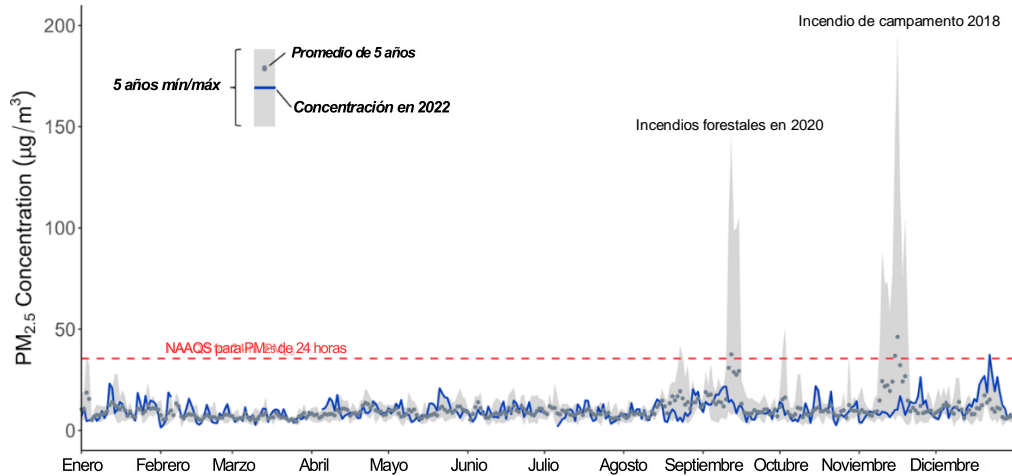


Figura 15. Concentraciones promedio de PM_{2.5} en 24 horas del sitio de monitoreo de San Pablo, 2018 a 2022. Las concentraciones de PM_{2.5} suelen variar considerablemente a lo largo de un año. Algunas de las concentraciones más altas se produjeron durante los periodos de humo de incendios forestales.

Otros factores también pueden causar periodos de concentraciones de PM_{2.5} más altas y otros contaminantes, como en los episodios de contaminación durante el invierno, cuando las condiciones del clima permiten que la contaminación se acumule (estancamiento) y lleve contaminación de otras regiones al área local. De hecho, las concentraciones promedio de PM_{2.5} más altas en 24 horas medidas en 2022 en el sitio de monitoreo de San Pablo ocurrieron en diciembre durante un episodio de contaminación invernal, cuando se superaron los NAAQS de PM_{2.5} en 24 horas en un solo día. El humo de chimeneas y estufas de leña puede contribuir en gran medida a las concentraciones de PM_{2.5} durante estos eventos invernales (consulte la *Estrategia de Salud 2: Reducir la contaminación del aire en el hogar*), pero la PM_{2.5} de todas las fuentes, como las industrias y el tráfico, también contribuyen y se acumulan durante estos eventos.

³⁵ Sitio web de AirNow de la EPA de EE. UU. sobre incendios forestales: <https://www.airnow.gov/wildfires/>

³⁶ Sitio web de la CARB sobre Cómo protegerse del humo de incendios forestales: <https://ww2.arb.ca.gov/protecting-yourself-wildfire-smoke>

³⁷ Sitio web del Distrito de Aire sobre Seguridad contra incendios forestales: <https://www.baaqmd.gov/about-air-quality/wildfire-air-quality-response-program/wildfire-safety>

³⁸ Mapa de humo e incendios de AirNow de la EPA de EE. UU. para datos en tiempo real de PM_{2.5}: <https://fire.airnow.gov/>

Los datos sobre la calidad del aire en tiempo real pueden ayudar a informar al público al momento de tomar decisiones sobre la reducción de la exposición a una calidad del aire dañina para la salud, como optar por reprogramar actividades al aire libre, como ejercitarse cuando la calidad del aire será o se prevea que será dañina para la salud. El sitio web del Distrito de Aire proporciona datos de monitoreo de calidad del aire en tiempo real de los sitios de monitoreo del Distrito en su sitio web y la guía de referencia de datos de monitoreo del aire para el área del PTCA contiene enlaces a datos de monitoreo del aire en tiempo real de programas adicionales de monitoreo del aire y redes específicas del área del PTCA, como el monitoreo y las redes de sensores relacionados con la refinería. Los meteorólogos de la calidad del aire del Distrito de Aire también emiten pronósticos diarios sobre la calidad del aire del Área de la Bahía, así como alertas de Spare the Air (proteja el aire) cuando se prevé que los niveles de calidad del aire sean dañinos para la salud en comparación con los NAAQS. El público puede consultar el pronóstico diario de la calidad del aire y suscribirse para recibir pronósticos y alertas por mensaje de texto y correo electrónico, así como descargar la aplicación móvil Spare the Air en el sitio web del programa Spare the Air.³⁹ El Distrito de Aire también emite avisos de calidad del aire cuando se prevé que la calidad del aire será mala en algunas áreas durante un breve periodo de tiempo, pero no al grado de superar un estándar basado en la salud (basado en un promedio de 24 horas de PM_{2.5}). Estos avisos se enlistan en un anuncio en la parte superior del sitio web del Distrito y se publican en las páginas de redes sociales del Distrito de Aire. Esta información puede respaldar la *Estrategia de Salud 5: Educación sobre contaminación y salud pública, divulgación, rendición de cuentas y seguimiento de datos de salud*.

³⁹ Sitio web del programa Spare the Air del Distrito de Aire: <https://www.sparetheair.org/>