

## Apéndice D: Información técnica complementaria

Este apéndice contiene información adicional sobre los conjuntos de datos técnicos y los análisis que se describieron en el Capítulo 5: Descripción general de la calidad del aire, que abarca los siguientes temas:

- **Datos de monitoreo del aire**, incluyendo información general sobre los conjuntos de datos y análisis de monitoreo del aire que se utilizaron para desarrollar una descripción general de la calidad del aire y vincular la información de monitoreo del aire con las preocupaciones de la comunidad, y enlaces a recursos adicionales.
- **Resumen meteorológico**, que incluye una descripción de los patrones de viento en el área de Oakland utilizando datos del aeropuerto de Oakland.
- **Desarrollo del inventario de emisiones**, incluyendo una descripción de los métodos y conjuntos de datos utilizados para desarrollar el inventario de emisiones.
- **Modelado de dispersión**, incluyendo una descripción de los métodos y conjuntos de datos utilizados para realizar el modelado de dispersión para fuentes locales clave.
- **Pronósticos de emisiones**, incluyendo un resumen de los inventarios de emisiones en el escenario de “continuidad de las políticas actuales” para los hitos de 5 y 10 años (2031 y 2036) después de la adopción del Plan de Reducción de Emisiones en la Comunidad (Community Emission Reduction Plan, CERP).

### Datos 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 se obtuvieron en gran parte del Sistema de Calidad del Aire (Air Quality System, AQS) de la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency, EPA) de EE. UU., que es el repositorio oficial de la EPA de EE. UU. para los datos de calidad del aire del ambiente.<sup>1</sup> Estos datos también pueden descargarse por medio del sitio web de datos del aire de la EPA de EE. UU., que cuenta con herramientas para visualizar y resumir los datos de la calidad del aire.<sup>2</sup> Cada año, la EPA de EE. UU. también desarrolla un informe nacional interactivo sobre el estado y las tendencias de los principales contaminantes 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.<sup>3</sup> Los datos de algunos contaminantes medidos en los sitios de monitoreo del Distrito, como carbono negro y partículas ultrafinas, se recuperaron de los sistemas de bases de datos del Distrito. Para obtener más información sobre la red de monitoreo del aire de sitio fijo del Distrito, 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.<sup>4</sup> La red de monitoreo del aire del Distrito está diseñada para cumplir con los requisitos de diseño de redes y calidad de datos de la EPA de EE. UU., 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 de EE. UU. aplicados por el Distrito, consulte el Centro de Información de Tecnología de

---

<sup>1</sup> 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>

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

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

<sup>4</sup> Página web del Distrito 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>

Monitoreo Ambiental (Ambient Monitoring Technology Information Center, AMTIC) de la EPA de EE. UU.<sup>5</sup>

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).<sup>6</sup>

## Resumen meteorológico

La calidad del aire está muy influenciada por las condiciones meteorológicas (clima). Los patrones del viento, por ejemplo, determinan el transporte y la dispersión de los contaminantes desde sus fuentes, en dirección del viento. Las variaciones de temperatura con la altitud determinan si los contaminantes quedarán atrapados cerca del nivel del suelo (lo que ocurre cuando las temperaturas aumentan con la altitud, fenómeno conocido como inversión térmica) o si se ventilarán y mezclarán a través de la atmósfera inferior. La luz solar y la temperatura también afectan a las reacciones que forman otros contaminantes, como el ozono.

Las condiciones meteorológicas, incluidos los patrones de viento, en East Oakland están muy influenciadas por su proximidad a la bahía de San Francisco y al Océano Pacífico. En East Oakland, los vientos predominan del oeste al oeste-noroeste, y se les denomina vientos en dirección a tierra, ya que estos vientos soplan desde el océano y la bahía hacia la tierra, como se muestra en la rosa de los vientos de la Figura D-1. Una rosa de los vientos es una representación gráfica de la frecuencia con la que se producen diferentes velocidades y direcciones del viento en un lugar específico durante un período de tiempo determinado. Estos vientos en dirección a tierra son impulsados por las fuertes diferencias de temperatura entre el océano y la tierra, y son más frecuentes durante los meses de primavera y verano, así como durante las horas de la tarde y la noche (consulte las Figuras D-2 y D-3). Los vientos durante el otoño y el invierno suelen variar más en dirección y velocidad de un día para otro y están estrechamente ligados a los sistemas de tormentas que pasan (consulte las Figuras D-4 y D-5). Los vientos también tienden a ser más fuertes durante el día y más ligeros y variables en dirección durante la noche (consulte las Figuras D-6 y D-7).

Si bien los vientos predominantes pueden transportar las emisiones de una fuente de contaminación generalmente lejos de una comunidad determinada, también se producen patrones de viento no predominantes que pueden transportar esos contaminantes hacia la comunidad y contribuir a impactos en la calidad del aire que no son fácilmente evidentes en los conjuntos de datos y herramientas anualizados sobre la calidad del aire. Regularmente se producen periodos de calma o vientos ligeros, lo que reduce la dispersión de contaminantes y permite que aumenten sus concentraciones, especialmente si también hay una inversión térmica. En zonas urbanas como East Oakland, los vientos pueden variar considerablemente en distancias cortas debido a

---

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

<sup>6</sup> 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>

la canalización de los vientos a través de los corredores y cañones en las carreteras y debido a las microcirculaciones alrededor de los edificios u otras obstrucciones. Si bien los periodos de vientos fuertes y a ráfagas generalmente se asocian con una mejor calidad del aire para la mayoría de los contaminantes, estos vientos también pueden levantar polvo y otras sustancias al aire desde ciertas instalaciones, obras de construcción y superficies sin pavimentar, lo que provoca problemas de calidad del aire a escala local cerca de dichas fuentes.

Los datos de velocidad y dirección del viento que se resumen en esta sección se descargaron a través del servicio de interfaz de programación de aplicación (Application Programming Interface, API) de Synoptic Data, aunque también se pueden obtener a través de otras fuentes.<sup>7</sup> Se generaron rosas de los vientos anuales, estacionales y diurnas frente a nocturnas utilizando el paquete OpenAir basado en R.<sup>8</sup>

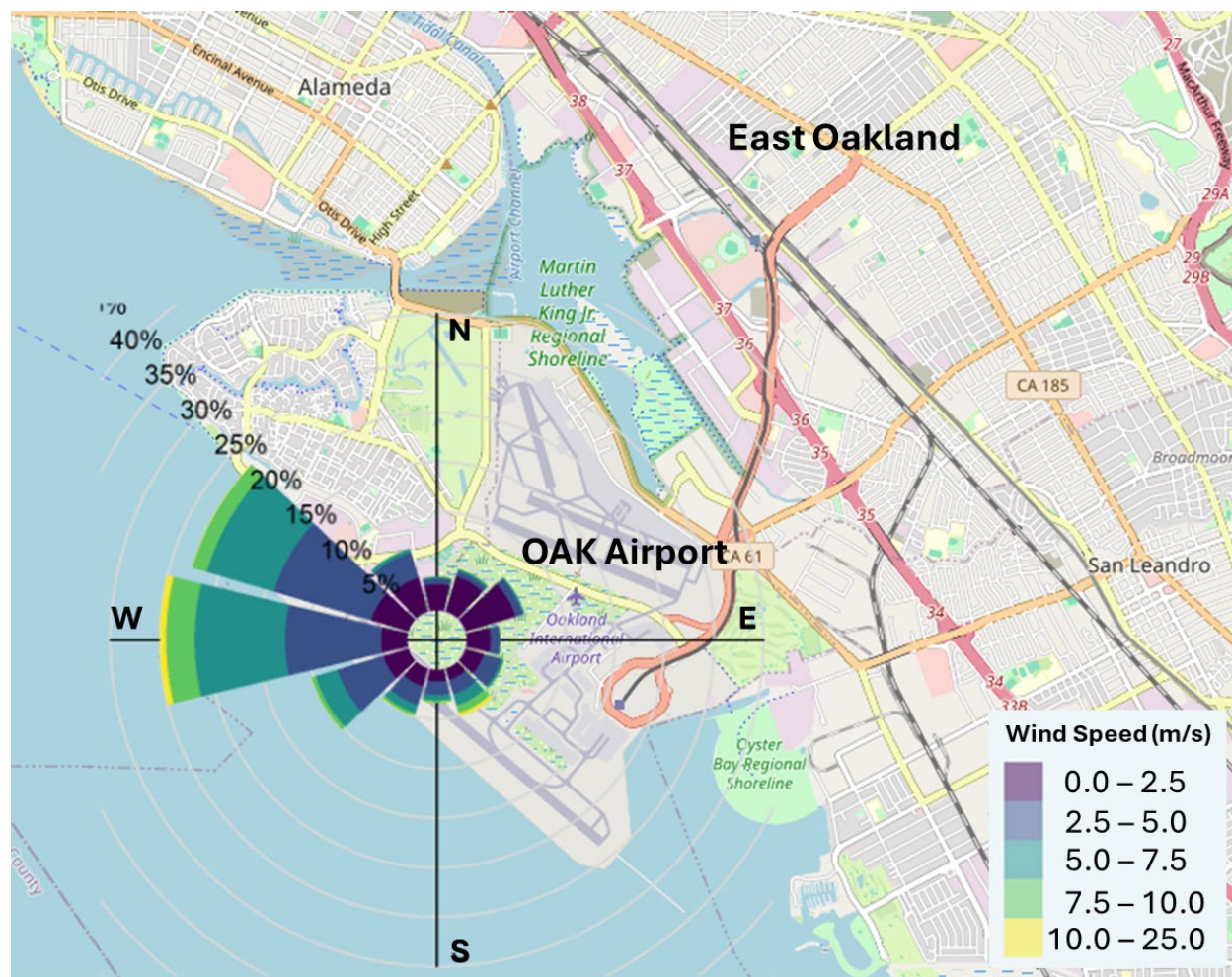


Figura D-1: rosa de los vientos que muestra datos de velocidad y dirección por hora del viento del aeropuerto de Oakland para el periodo 2016-2020. Los vientos suelen soplar del oeste al oeste-noroeste, pero pueden presentarse desde cualquier dirección y varían según la estación, la hora del día y de un día para otro.

<sup>7</sup> Sitio web del servicio Synoptic API para descargar datos meteorológicos: <https://synopticdata.com/weatherapi/>

<sup>8</sup> Página de GitHub para el paquete OpenAir basado en R: <https://github.com/openair-project/openair>

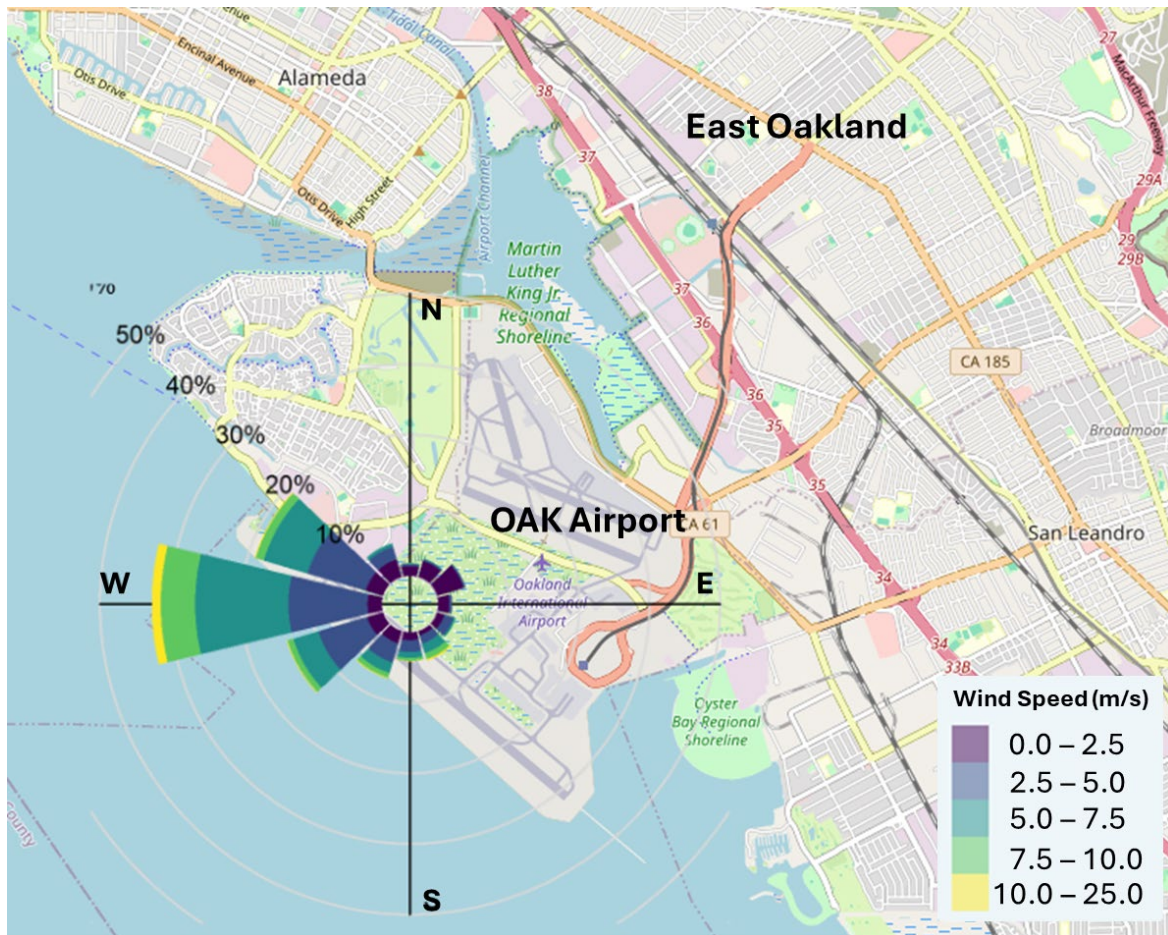


Figura D-2: rosa de los vientos que muestra datos de velocidad y dirección por hora del viento del aeropuerto de Oakland durante marzo, abril y mayo (primavera meteorológica) para el periodo 2016-2020. Los vientos predominan del oeste y suelen ser más fuertes durante la primavera meteorológica que en otoño e invierno.

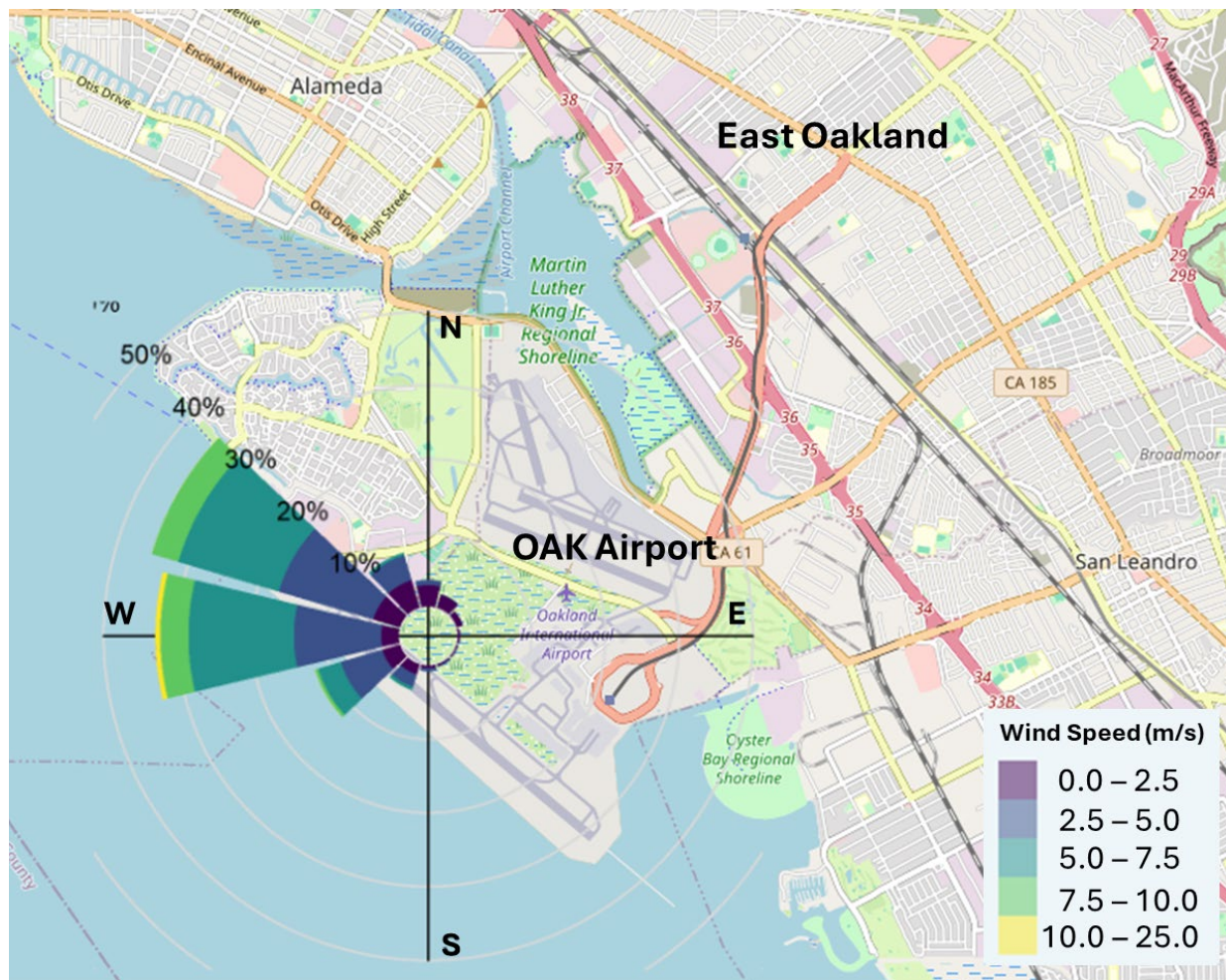


Figura D-3: rosa de los vientos que muestra datos de velocidad y dirección por hora del viento del aeropuerto de Oakland durante junio, julio y agosto (verano meteorológico) para el periodo 2016-2020. Los vientos predominan del oeste al oeste-noroeste y suelen ser más fuertes que en otras épocas del año, alcanzando su máxima intensidad durante las horas de la tarde.

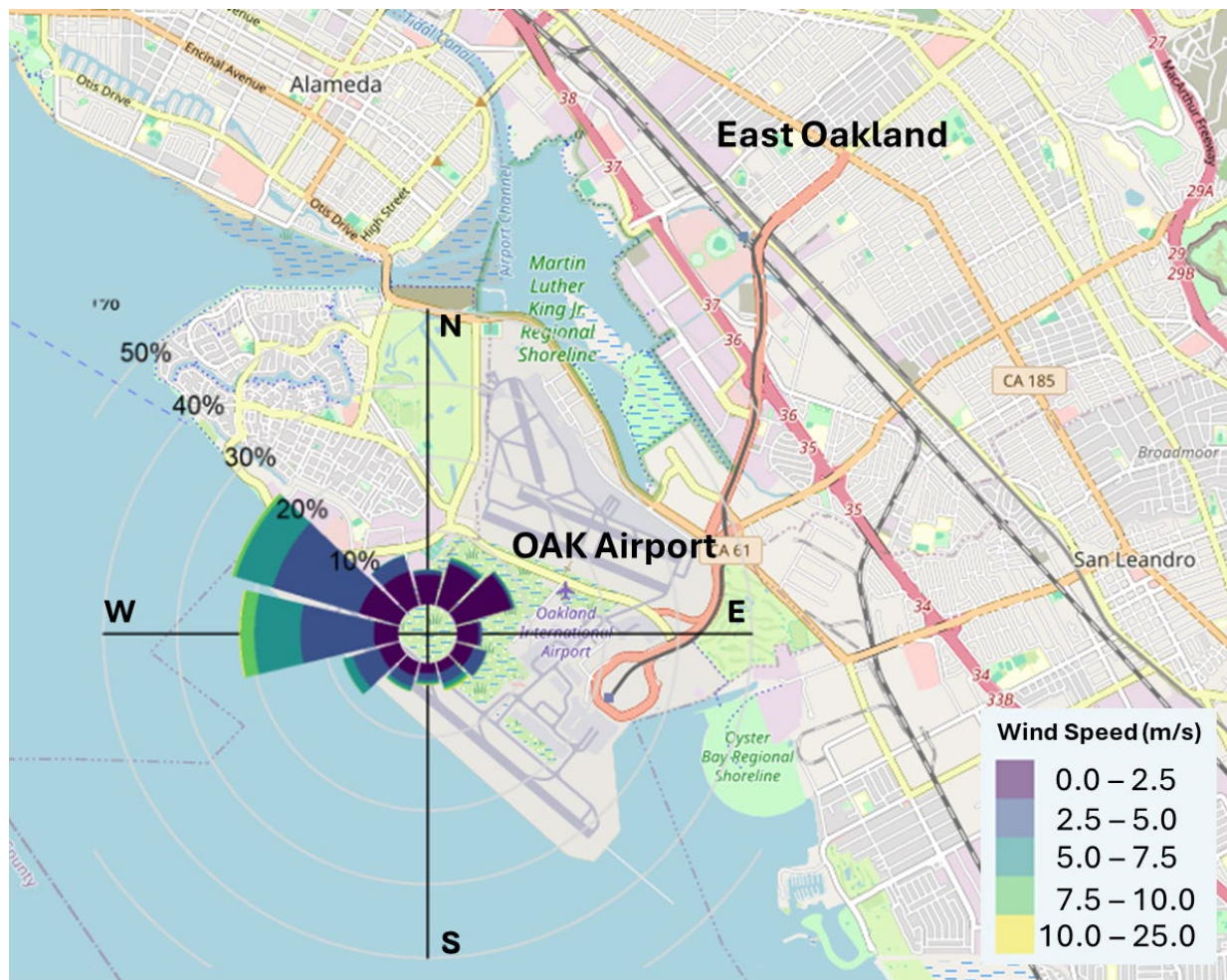


Figura D-4: rosa de los vientos que muestra datos de velocidad y dirección por hora del viento del aeropuerto de Oakland durante septiembre, octubre y noviembre (otoño meteorológico) para el periodo 2016-2020. Los vientos predominan del oeste al oeste-noroeste, pero suelen ser menos fuertes y más variables en dirección en comparación con las estaciones de primavera y verano.

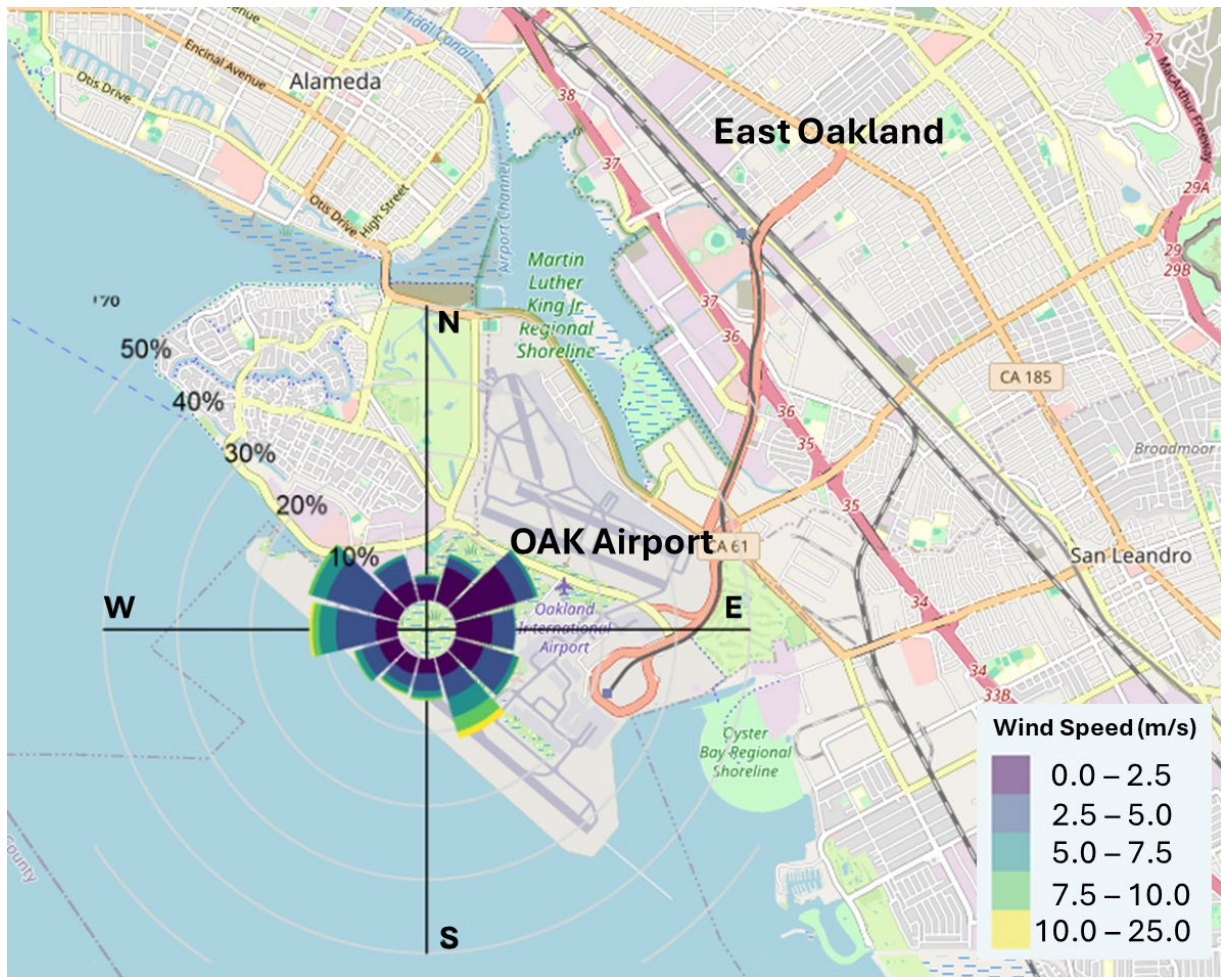


Figura D-5: rosa de los vientos que muestra datos de velocidad y dirección por hora del viento del aeropuerto de Oakland durante diciembre, enero y febrero (invierno meteorológico) para el periodo 2016-2020. En comparación con otras épocas del año, los vientos durante el invierno meteorológico suelen ser más variables en dirección y están estrechamente ligados al paso de sistemas de tormentas.

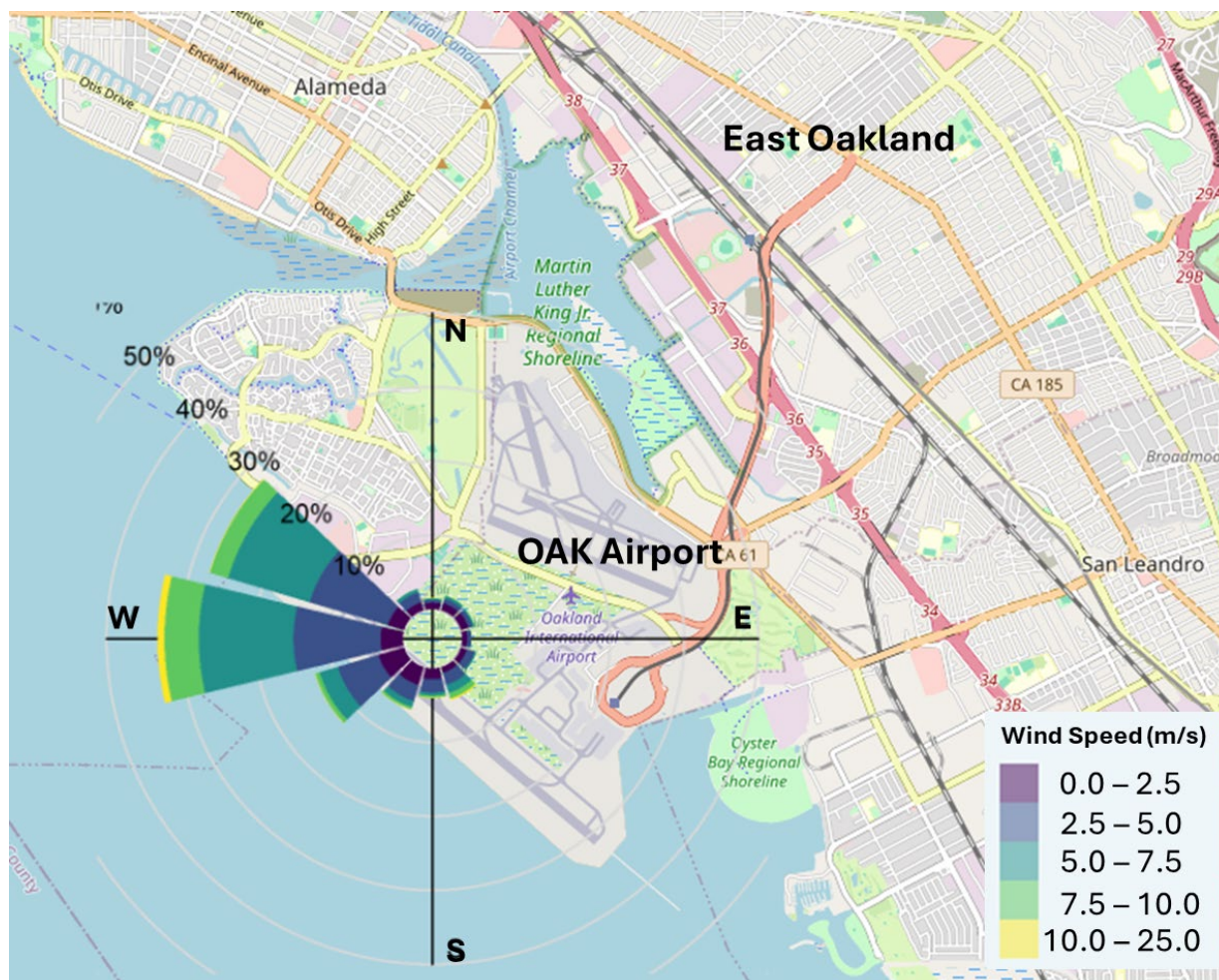


Figura D-6: rosa de los vientos que muestra datos de velocidad y dirección por hora del viento del aeropuerto de Oakland durante las horas diurnas para el periodo 2016-2020. Los vientos predominan del oeste al oeste-noroeste y suelen ser más fuertes durante el día que durante la noche.

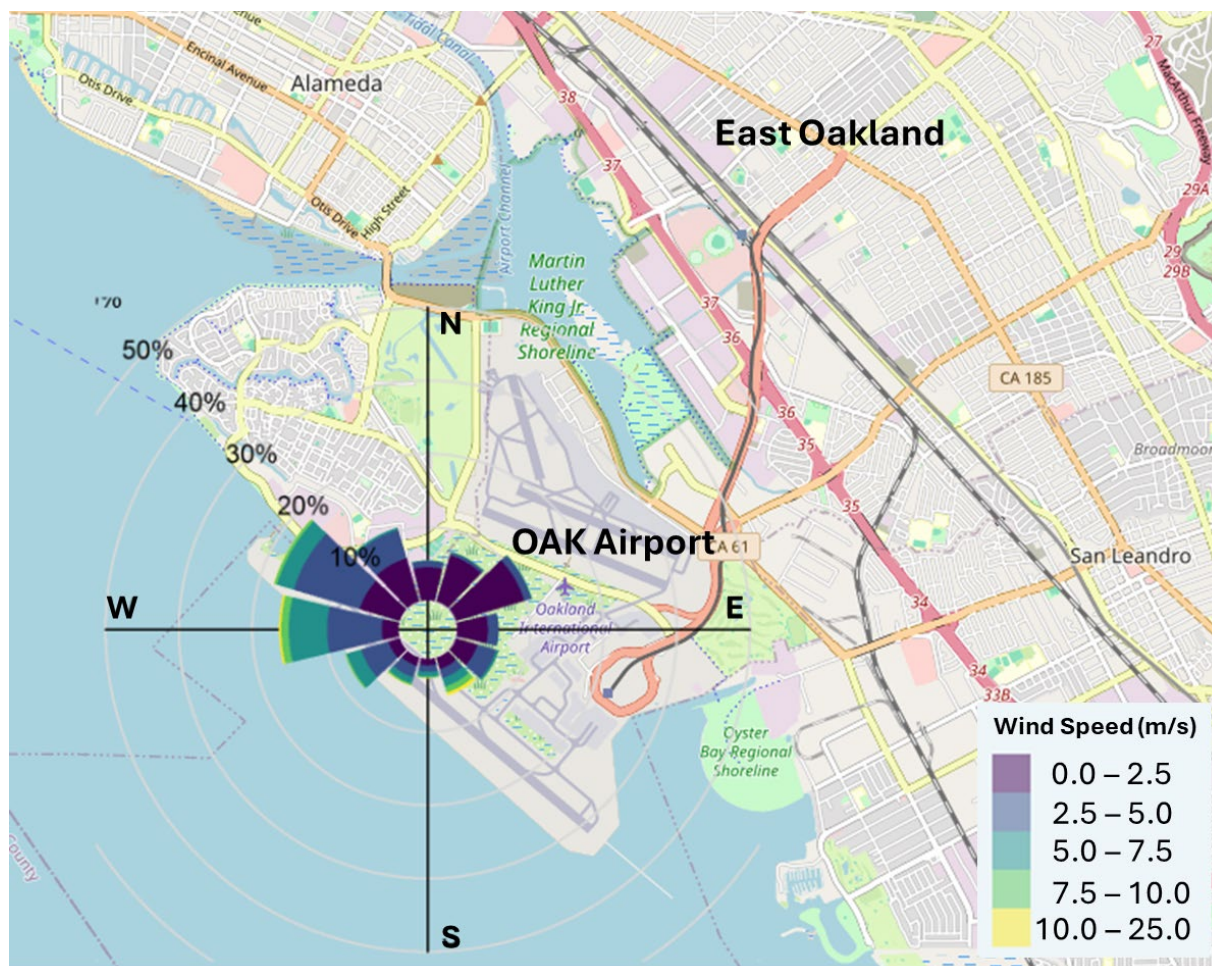


Figura D-7: rosa de los vientos que muestra datos de velocidad y dirección por hora del viento del aeropuerto de Oakland durante las horas nocturnas para el periodo 2016-2020. En comparación con las horas diurnas, los vientos nocturnos suelen ser más ligeros y de dirección más variable.

## Desarrollo del inventario de emisiones

Como parte del proceso de evaluación técnica, la Junta de Recursos del Aire de California (California Air Resources Board, CARB) prescribe el desarrollo de un inventario de emisiones de planificación para todas las comunidades del proyecto de ley de la asamblea (Assembly Bill, AB) 617. Este inventario debe incluir los contaminantes criterio<sup>9</sup> y los contaminantes tóxicos del aire (Toxic Air Contaminants, TAC)<sup>10</sup> de todas las fuentes dentro del límite de la comunidad para un año base seleccionado.<sup>11</sup> El Distrito trabajó con la CARB para establecer un año base

<sup>9</sup> Los contaminantes criterio incluyen monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), gases orgánicos totales (Total Organic Gases, TOG), gases orgánicos reactivos (Reactive Organic Gases, ROG), amoníaco (NH<sub>3</sub>), óxidos de azufre (SOx), materia particulada de 10 micrones o menos (PM<sub>10</sub>) y materia particulada de 2.5 micrones o menos (PM<sub>2.5</sub>).

<sup>10</sup> La CARB o la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de EE. UU. identificó los TAC o "contaminantes tóxicos del aire" como contaminantes que pueden causar cáncer u otros efectos graves para la salud (p. ej., defectos de nacimiento).

<sup>11</sup> Junta de Recursos del Aire de California (2019). AB 617 Inventario de emisiones de planificación comunitaria del AB 617: Elementos clave. Disponible en:

<https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/ab-617-community-planning-emission-inventory-key-elements>.

(2021) y un dominio del inventario de planificación para la comunidad de East Oakland. El dominio del inventario se definió como un área rectangular que se alinea con una red de celdas en malla de 1 km x 1 km del dominio de modelado estatal de la CARB.<sup>12</sup> Como se muestra en la Figura D-8, este límite rectangular del inventario de emisiones cubre el área de East Oakland, así como las áreas circundantes con fuentes de emisión que podrían afectar a la comunidad.

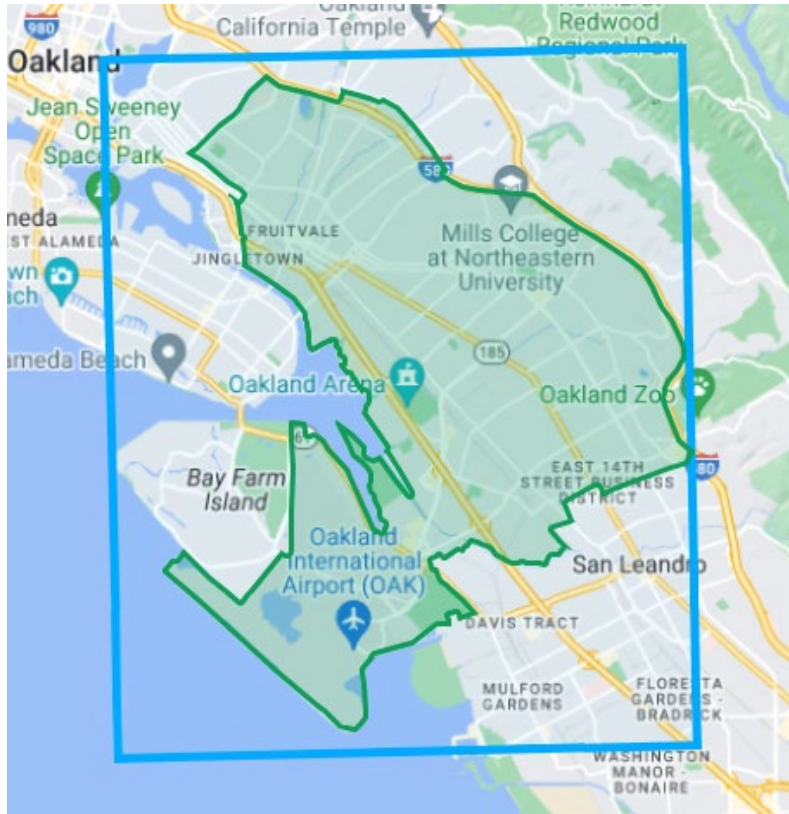


Figura D-8: mapa que muestra el límite del inventario de emisiones (rectángulo azul) en relación con la comunidad de East Oakland (área verde).

Tal como se describe en el Capítulo 5 del plan, el inventario de emisiones de East Oakland está organizado en cuatro grandes sectores de fuentes: fuentes fijas permitidas, fuentes fijas no permitidas, fuentes móviles en ruta y fuentes móviles fuera de ruta. La Tabla D-1 proporciona una definición de estos sectores de fuentes y resume los métodos generales utilizados para estimar sus emisiones en el área de East Oakland. Tenga en cuenta que el inventario de referencia representa una combinación de información del Distrito y la CARB, y que se utilizaron datos locales detallados cuando estaban disponibles.

<sup>12</sup> Junta de Recursos del Aire de California (2020). Informe del personal sobre las recomendaciones comunitarias de 2020: BORRADOR del inventario de emisiones preliminar. Elaborado por la Sección de Inventarios comunitarios, octubre.

Tabla D-1: Métodos del inventario de emisiones por sector de fuentes.

| Sector de fuentes     | Definición                                                                                                                                                                       | Metodología                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fija permitida        | Instalaciones individuales con fuentes que han recibido un permiso o están registradas por el Distrito, o que han sido declaradas exentas mediante una evaluación de ingeniería. | Emisiones basadas en datos informados anualmente al Distrito por cada instalación permitida y revisados por los ingenieros del Distrito. Emisiones estimadas a nivel de proceso o dispositivo utilizando una variedad de métodos y conjuntos de datos, incluidas las pruebas de fuente y los factores de emisión.                                                                                             |
| Fija no permitida     | Fuentes fijas que son demasiado pequeñas o dispersas para tratarse de manera individual (p. ej., restaurantes, chimeneas y calentadores de agua).                                | Emisiones estimadas por la CARB o el Distrito a nivel de condado y reducidas a escala utilizando sustitutos espaciales, como uso de suelo o datos de la población. En el caso de las cocinas comerciales, el Distrito estableció estimaciones específicas de los restaurantes que se basaron en supuestos generalizados sobre el tipo y la cantidad de carne que se cocina en diversos tipos de restaurantes. |
| Móviles en ruta       | Vehículos que circulan por carreteras, (p. ej. automóviles, camiones y autobuses).                                                                                               | Las emisiones de las carreteras se basan en datos de tráfico detallados del conjunto de datos Streetlytics de Bentley Systems y en factores de emisión del modelo EMFAC2021 de la CARB. También se estimaron las emisiones de las operaciones de las empresas que utilizan camiones, utilizando los resultados de una encuesta sobre la actividad de los camiones realizada por el personal del Distrito.     |
| Móviles fuera de ruta | Fuentes móviles como aeronaves, locomotoras y equipos de construcción que no operan en las carreteras.                                                                           | Emisiones del aeropuerto de Oakland, locomotoras y fuentes marinas, elaboradas por el Distrito con base en datos locales. La CARB preparó las demás emisiones de fuentes fuera de ruta (p. ej., equipo de construcción) utilizando una variedad de enfoques.                                                                                                                                                  |

Cabe señalar que las emisiones de las fuentes en el aeropuerto de Oakland se estimaron utilizando la Aviation Environmental Design Tool (AEDT) de la Administración Federal de

Aviación (Federal Aviation Administration, FAA), versión 3e.<sup>13</sup> AEDT es un sistema de software que modela las emisiones relacionadas con los aeropuertos en el espacio y el tiempo y realiza modelos de dispersión utilizando el Modelo Regulatorio de la Agencia de Protección Ambiental de la American Meteorological Society (AERMOD). AEDT estima las emisiones de las siguientes fuentes:

- **Motores de aeronaves:** las emisiones de escape de los aviones están asociadas con el despegue, el aterrizaje, el rodaje y el ralentí en las pistas de rodaje y las plataformas de estacionamiento de aeronaves.
- **Unidades de potencia auxiliar (auxiliary power units, APU):** las APU son pequeños motores de aeronave, alimentados con combustible para reactores, que están integrados en la estructura del avión y proporcionan energía mientras la aeronave está en tierra.
- **Equipos de apoyo en tierra (Ground support equipment, GSE):** los GSE son equipos todoterreno, como tractores de equipaje y cintas transportadoras, que se utilizan para dar servicio a las aeronaves durante las operaciones en tierra.

El archivo de entrada de AEDT que contiene el número de aterrizajes y despegues para cada modelo de aeronave en la flota del Aeropuerto de Oakland fue proporcionado al Distrito por el Puerto de Oakland (Puerto).<sup>14</sup> Los datos importados a la AEDT se basan en la base de datos del Sistema de Monitoreo de Ruido y Operaciones del Aeropuerto (Airport Noise and Operations Monitoring System, ANOMS) del Puerto. Estos datos contienen un registro de llegadas y salidas por modelo de aeronave y tipo de motor. El Puerto también proporcionó un resumen de las emisiones, que el personal del distrito validó utilizando la AEDT.<sup>15</sup>

En términos generales, la Junta de Recursos del Aire de California (CARB) estableció una metodología para desarrollar inventarios de emisiones de contaminantes tóxicos del aire (TAC) a escala comunitaria y comparar la toxicidad relativa de diferentes compuestos mediante el cálculo de emisiones ponderadas por toxicidad (Toxicity Weighted Emissions, TWE). En esta metodología, las emisiones de fuentes puntuales se basan en los inventarios de contaminantes tóxicos informados al Distrito por parte de las instalaciones permitidas. Para las fuentes fijas no autorizadas y todas las fuentes móviles, las emisiones de TAC se calculan aplicando perfiles de especiación química a las emisiones de materia particulada (Particulate Matter, PM) y gases orgánicos totales (TOG). Estos perfiles de especiación, administrados por la CARB, separan las emisiones de PM y TOG de una determinada categoría de fuentes en especies químicas individuales. Posteriormente, todas las especies que se enlistan en el Apéndice A-I de la Regulación de criterios y directrices del inventario de emisiones de “puntos críticos” de contaminantes tóxicos del aire del AB 2588 se descartan como contaminantes tóxicos.<sup>16</sup> Las TWE se calculan multiplicando las emisiones másicas de cada TAC por los valores de salud correspondientes de la Oficina de Evaluación de Peligros para la Salud Ambiental (Office of Environmental Health Hazard Assessment, OEHHA). Estos valores de salud incluyen factores de potencia cancerígena y niveles de exposición de referencia (Reference Exposure Level, REL) no cancerígenos

---

<sup>13</sup> AEDT: Información del producto. [https://aedt.faa.gov/3e\\_information.aspx](https://aedt.faa.gov/3e_information.aspx)

<sup>14</sup> Los datos proporcionados por el Port of Oakland sirvieron de apoyo al Proyecto de Modernización y Desarrollo de la Terminal del Aeropuerto Internacional de Oakland. Borrador del Informe de Impacto Ambiental, de julio de 2023. Disponible en: [https://www.iflyoak.com/wp-content/uploads/2024/03/230717\\_Public-Draft-EIR\\_Web\\_v1.0.pdf](https://www.iflyoak.com/wp-content/uploads/2024/03/230717_Public-Draft-EIR_Web_v1.0.pdf).

<sup>15</sup> En este análisis se utilizaron las estimaciones de actividad y emisiones correspondientes al año 2019. El Puerto también proporcionó datos para 2021 y 2022, pero la actividad disminuyó durante esos años debido a la pandemia de COVID-19. Por lo tanto, se seleccionó el año 2019 para representar la normalidad en las operaciones del aeropuerto.

<sup>16</sup> Junta de Recursos del Aire de California (2021). Borrador de Metodología de inventarios de emisiones comunitarias para las emisiones de contaminantes tóxicos del aire. Elaborado por las Secciones de Mejora de fuentes del área y de Desarrollo de inventarios comunitarios, junio.

crónicos y agudos, y los cálculos de TWE también incluyen factores de ajuste de peso molecular para contabilizar la fracción de peso molecular de un compuesto asociada a los efectos específicos en la salud.<sup>17</sup> Como se mencionó anteriormente, las TWE resultantes proporcionan un medio útil para comparar la toxicidad relativa de los TAC en un inventario; sin embargo, las TWE no cuantifican los riesgos específicos para la salud, que se basan en exposiciones a concentraciones de TAC específicos y no solo en los niveles de emisión.

Una vez completado el inventario de emisiones, se configuran las estimaciones de emisiones de materia particulada (PM<sub>2.5</sub>) y TAC para su uso en los esfuerzos de modelado de dispersión. Los inventarios de modelado se desarrollaron para todas las fuentes de las que se disponía información suficiente en el momento del análisis (p. ej., tasa de emisiones, características físicas, resolución espaciotemporal).

## Modelos de dispersión

Una vez emitidos a la atmósfera, los contaminantes están sujetos a procesos como la dispersión y deposición. Los modelos de calidad del aire utilizan inventarios de emisiones, datos meteorológicos y otra información para simular estos procesos y proporcionar estimaciones de las concentraciones de contaminantes en lugares específicos de interés. Para cuantificar las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> y otros contaminantes en la comunidad de East Oakland, el Distrito utilizó el Modelo Regulatorio de la Agencia de Protección Ambiental de la American Meteorological Society (AERMOD). El AERMOD es el modelo preferido de la EPA de EE. UU. para el modelado de dispersión de campo cercano y se requiere para todos los modelados de evaluación de riesgos para la salud (Health Risk Assessment, HRA) realizados por o para el Distrito.<sup>18</sup> Además, el AERMOD es el único modelo aprobado actualmente por la EPA de EE. UU. para las aplicaciones de fuentes móviles, como los análisis de puntos críticos de PM.<sup>19</sup> Debido a su capacidad para manejar múltiples tipos de fuentes, el AERMOD se utilizó para modelar la dispersión de todas las fuentes locales evaluadas en el dominio de emisiones de East Oakland.

En general, el AERMOD se aplicó utilizando enfoques consistentes con los que se desarrollaron previamente durante la evaluación técnica de la comunidad del AB617 en West Oakland.<sup>20</sup> Una diferencia clave con respecto al enfoque de West Oakland es el uso de datos meteorológicos para el modelado de dispersión. En West Oakland, el Distrito opera una estación de monitoreo meteorológico en la planta de tratamiento de aguas residuales de Oakland (Oakland Sewage Treatment, OST) que mide la velocidad y la dirección del viento, así como la temperatura, parámetros requeridos por el modelo AERMOD. Debido a que esta estación está ubicada en el centro del área de estudio de West Oakland, que es relativamente pequeña y llana, se utilizaron datos meteorológicos de la estación de OST para todas las ejecuciones del AERMOD. Sin embargo, la zona de East Oakland es más extensa y tiene una topografía más compleja que la de West Oakland, y además carece de una estación de monitoreo central que sea representativa

---

<sup>17</sup> *Ibíd.*, 16

<sup>18</sup> Distrito para el Control de la Calidad del Aire del Área de la Bahía (2020). Protocolo de modelado de evaluación de riesgos para la salud de BAAQMD, diciembre. [https://www.baaqmd.gov/~media/files/ab617-community-health/facility-risk-reduction/documents/baaqmd\\_hra\\_modeling\\_protocol-pdf.pdf?la=en](https://www.baaqmd.gov/~media/files/ab617-community-health/facility-risk-reduction/documents/baaqmd_hra_modeling_protocol-pdf.pdf?la=en).

<sup>19</sup> Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (2021). Guía de conformidad del transporte para análisis cuantitativos de puntos críticos en áreas de incumplimiento y mantenimiento de PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>. EPA-420-B-21-037, octubre.

<sup>20</sup> Distrito para el Control de la Calidad del Aire del Área de la Bahía (2019). Un Aire Propio: Plan de Acción Comunitaria de West Oakland. Volumen 2: Apéndices, octubre. Disponible en: <https://www.baaqmd.gov/en/community-health/community-health-protection-program/west-oakland-community-action-plan>.

de toda el área de estudio. Por lo tanto, el Distrito se basó en datos meteorológicos modelados del Modelo de Investigación y Pronóstico Meteorológico (Weather Research and Forecasting, WRF) para ejecutar AERMOD. El WRF proporcionó datos meteorológicos en cuadrícula con una resolución de 1 km, y se utilizó un programa de utilidad de la EPA de EE. UU. llamado Programa de Interfaz de Modelos de Mesoescala (Mesoscale Model Interface Program, MMIF) para convertir las salidas de WRF en entradas meteorológicas compatibles con AERMOD. Todas las fuentes en East Oakland se modelaron utilizando los resultados del modelo de WRF de la celda de cuadrícula de 1 km en la que se ubicaba la fuente.

El AERMOD también requiere un archivo receptor que defina las ubicaciones en las que el modelo estimará las concentraciones de contaminantes. Se generó una malla receptora maestra con receptores espaciados cada 50 m en las direcciones “x” e “y” dentro del dominio receptor, lo que dio como resultado 52,800 ubicaciones de receptores discretas. Para East Oakland, se utilizó el AERMOD para estimar las concentraciones de PM<sub>2.5</sub>, las concentraciones de materia particulada de diésel (Diesel particulate matter, DPM), el riesgo de cáncer y el índice de riesgo (hazard index, HI) crónico en cada uno de estos receptores. Debido a que se realizaron ejecuciones separadas de AERMOD para cada fuente individual (por ejemplo, segmentos de carretera, procesos industriales), este enfoque de modelado proporcionó información hiperlocal y específica de cada fuente.

## Pronósticos de emisiones

Además del inventario de emisiones de referencia de 2021 presentado en el Capítulo 5 del plan, el Distrito colaboró con la Junta de Recursos del Aire de California (CARB) para desarrollar estimaciones preliminares de pronóstico de emisiones para los años 2031 y 2036. Los años representan hitos de 5 y 10 años a partir de 2026, año de la adopción del plan. Se estimaron las emisiones previstas combinando los datos de referencia de 2021 con conjuntos de datos auxiliares que proporcionan los factores de crecimiento y de control basados en “condiciones habituales” (business-as-usual, BAU). En este caso, “crecimiento” se refiere a los cambios previstos en la actividad (p. ej., aumentos en las millas que recorren las flotas de vehículos automotores), mientras que “control” se refiere a los cambios en las características de las emisiones (p. ej., menos tasas de emisión de los vehículos automotores debido a la introducción de nuevas tecnologías en la flota). Los escenarios BAU solo consideran los controles resultantes de regulaciones existentes (“registradas”) y pueden considerarse como condiciones previstas en el área de East Oakland sin la implementación del plan. Estas condiciones BAU también podrían llamarse escenarios “sin plan” o “sin planificación”. Cabe señalar que las previsiones de emisiones presentadas en esta sección tienen en cuenta el impacto de la desaprobatión en 2025 de las exenciones de la EPA que permitieron a la CARB establecer normas más estrictas sobre las emisiones de los vehículos. Esta medida afectó a las regulaciones adoptadas por la CARB, como las normas Advanced Clean Trucks y Advanced Clean Cars II, y la CARB apoyó al Distrito en la estimación de las reducciones de emisiones proyectadas que se perderán en los próximos años.

Los pronósticos BAU descritos anteriormente se prepararon utilizando una variedad de conjuntos de datos:

- Perfiles de crecimiento y factores de control desarrollados por el Distrito como parte de un análisis de tendencias reciente para los contaminantes criterio del aire.<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> Distrito para el Control de la Calidad del Aire del Área de la Bahía (2023). Inventario de emisiones del Área de la Bahía: Informe resumido de los contaminantes criterio del aire, abril.

- Escalares de pronóstico proporcionados por la CARB que combinan factores de crecimiento y control para los próximos años hasta 2036. Estos escalares se basaron en datos del Modelo de Análisis de Proyección de Emisiones (California Emissions Projection Analysis Model, CEPAM) de la CARB y reflejan los pronósticos del inventario de emisiones del Plan Estatal de Implementación (State Implementation Plan, SIP) de ozono de 2022.
- Factores de reducción de emisiones de la CARB que reflejan los impactos de las regulaciones estatales adoptadas recientemente que no se consideraron en los datos del CEPAM mencionados anteriormente. Estas regulaciones estatales abordan en gran medida las emisiones de NO<sub>x</sub> y PM de fuentes móviles, y las descripciones de estas regulaciones se proporcionan en la Tabla D-2.

Tabla D-2: Descripciones de las regulaciones estatales adoptadas recientemente.

| Regulación                                                                                                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                     | Fecha de adopción |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Inspección y mantenimiento de vehículos de carga pesada (Heavy-Duty Inspection and Maintenance, HDIM)</b> | Amplía los programas de inspección y mantenimiento (Inspection and Maintenance, I&M) existentes para garantizar el mantenimiento adecuado de todos los sistemas de control de vehículos (p. ej., filtros de partículas diésel). | Diciembre de 2021 |
| <b>Enmienda a motores pequeños todoterreno (Small Off-Road Engine, SORE)</b>                                 | Acelera la transición de equipos de SORE (p. ej., sopladores de hojas, generadores portátiles) a equipos de cero emisiones a partir de 2024.                                                                                    | Diciembre de 2021 |
| <b>Regulación de unidades de refrigeración de transporte (Transport Refrigeration Unit, TRU)</b>             | Requiere que las TRU de diésel cambien a tecnología de cero emisiones en dos fases.                                                                                                                                             | Febrero de 2022   |
| <b>Regulación de embarcaciones portuarias comerciales (Commercial Harbor Craft, CHC)</b>                     | Requiere opciones de cero emisiones cuando sea posible y motores nivel 3 y 4 en las demás embarcaciones.                                                                                                                        | Marzo de 2022     |
| <b>Regulación de locomotoras en uso</b>                                                                      | Reduce las emisiones nocivas de las locomotoras, en parte para abordar los problemas históricos de justicia ambiental de las comunidades cercanas a los patios ferroviarios.                                                    | Abril de 2023     |

Tenga en cuenta que en el caso de las fuentes permitidas en East Oakland, las emisiones se mantuvieron generalmente constantes para los pronósticos BAU de 5 y 10 años. Para el aeropuerto

de Oakland, las previsiones se basaron en un inventario estatal reciente elaborado por la CARB para los aeropuertos de California.<sup>22</sup> Para garantizar la coherencia, estas previsiones se compararon con las estimaciones de emisiones para años futuros publicadas recientemente en un informe final de impacto ambiental para la expansión propuesta del aeropuerto (Port of Oakland, 2024). Las siguientes subsecciones contienen información resumida sobre los inventarios previstos para 2031 y 2036 y cómo se comparan con las emisiones de referencia de 2021.

## Contaminantes criterio del aire (CAP)

Esta sección ofrece una comparación entre los niveles de emisiones de contaminantes criterio del aire (Criteria Air Pollutants, CAP) para el año base 2021 (Tabla D-3) y los años previstos 2031 (Tabla D-4) y 2036 (Tabla D-5). Como se muestra en la última fila de la Tabla D-4, las emisiones de 2031 son generalmente más bajas para la mayoría de los contaminantes, con reducciones que van desde el 5.1 % para los TOG hasta el 29.3 % para el monóxido de carbono (CO). En el caso de las partículas PM<sub>2.5</sub>, que son motivo de especial preocupación debido a sus efectos en la salud, se prevé que las emisiones disminuyan un 11.3 % entre 2021 y 2031, en parte debido a las reducciones previstas en la combustión residencial de madera y gas natural. Cabe señalar que las emisiones de PM<sub>10</sub> muestran un ligero aumento (1.0 %) entre 2021 y 2031, se prevé que los aumentos en las emisiones de polvo de las carreteras compensen las reducciones en las emisiones de otras categorías de fuentes. Se prevé que las emisiones de óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) aumenten un 7.8 % entre 2021 y 2031 debido al incremento de la actividad aérea en el aeropuerto de Oakland.

Las emisiones para 2036 en la Tabla D-5 muestran un patrón similar, con reducciones pronosticadas en relación con 2021 que van desde el 5.5 % (TOG) hasta el 36.4 % (CO). Las emisiones de PM<sub>10</sub> muestran nuevamente un ligero aumento (1.1 %) entre 2021 y 2036, y se prevé que las emisiones de SO<sub>x</sub> aumenten un 14.8 % entre 2031 y 2036, lo que se debe nuevamente al aumento de la actividad aérea.

Tabla D-3: Emisiones de CAP de East Oakland 2021 por sector fuente en toneladas por año (t/a).

| Tipo de fuente | Sector de fuentes | PM <sub>2.5</sub> | PM <sub>10</sub> | NO <sub>x</sub> | SO <sub>x</sub> | CO       | TOG     | ROG     |
|----------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------|---------|---------|
| Fija           | Permitida         | 76.3              | 114.2            | 60.8            | 0.7             | 53.1     | 783.0   | 196.4   |
|                | No permitida      | 122.7             | 310.2            | 227.2           | 4.6             | 461.0    | 2,335.0 | 1,650.8 |
| Móvil          | En ruta           | 54.1              | 269.5            | 794.5           | 9.4             | 4,167.2  | 594.5   | 517.6   |
|                | Fuera de ruta     | 28.3              | 29.5             | 1,147.6         | 67.6            | 6,527.3  | 636.9   | 591.6   |
| TOTAL          |                   | 281.5             | 723.4            | 2,230.2         | 82.3            | 11,208.6 | 4,349.4 | 2,956.4 |

Tabla D-4: Emisiones de CAP de East Oakland 2031 por sector fuente en toneladas por año (t/a).

<sup>22</sup> Junta de Recursos del Aire de California (2024). Documentación técnica del Inventario de Emisiones de Aeronaves de California (CAI2024), diciembre. Disponible en: [https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2024-12/CAI2024\\_main\\_document\\_1211\\_ada.pdf](https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2024-12/CAI2024_main_document_1211_ada.pdf).

| Tipo de fuente                    | Sector de fuentes | PM <sub>2.5</sub> | PM <sub>10</sub> | NO <sub>x</sub> | SO <sub>x</sub> | CO      | TOG     | ROG     |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------|---------|---------|
| Fija                              | Permitida         | 76.3              | 114.2            | 60.8            | 0.7             | 53.1    | 783.0   | 196.4   |
|                                   | No permitida      | 95.9              | 307.6            | 176.3           | 3.7             | 327.9   | 2,515.7 | 1,802.7 |
| Móvil                             | En ruta           | 54.4              | 283.9            | 303.2           | 7.8             | 3,063.4 | 399.9   | 351.3   |
|                                   | Fuera de ruta     | 23.0              | 25.0             | 1,049.0         | 76.5            | 4,477.6 | 428.0   | 403.3   |
| TOTAL                             |                   | 249.6             | 730.7            | 1,589.3         | 88.7            | 7,921.9 | 4,126.6 | 2,753.6 |
| Cambio porcentual respecto a 2021 |                   | - 11.3 %          | +1.0 %           | -28.7 %         | +7.8 %          | -29.3 % | -5.1 %  | -6.9 %  |

Tabla D-5: Emisiones de CAP de East Oakland 2036 por sector fuente en toneladas por año (t/a).

| Tipo de fuente                    | Sector de fuentes | PM <sub>2.5</sub> | PM <sub>10</sub> | NO <sub>x</sub> | SO <sub>x</sub> | CO      | TOG     | ROG     |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------|---------|---------|
| Fija                              | Permitida         | 76.3              | 114.2            | 60.8            | 0.7             | 53.1    | 783.0   | 196.4   |
|                                   | No permitida      | 85.6              | 297.2            | 134.0           | 3.0             | 261.6   | 2,571.1 | 1,855.9 |
| Móvil                             | En ruta           | 56.1              | 294.8            | 270.9           | 7.5             | 2,920.8 | 354.8   | 311.8   |
|                                   | Fuera de ruta     | 22.9              | 24.9             | 1,105.8         | 83.3            | 3,889.9 | 399.3   | 376.8   |
| TOTAL                             |                   | 240.9             | 731.2            | 1,571.6         | 94.5            | 7,125.4 | 4,108.2 | 2,740.9 |
| Cambio porcentual respecto a 2021 |                   | - 14.4 %          | +1.1 %           | -29.5 %         | +14.8 %         | -36.4 % | -5.5 %  | -7.3 %  |

## Contaminantes tóxicos del aire (TAC)

Esta sección ofrece una comparación entre los niveles de emisiones de contaminantes tóxicos del aire (TAC) para el año base 2021 (Tabla D-6) y los años previstos 2031 (Tabla D-7) y 2036 (Tabla D-8). Se proporcionan comparaciones para todos los TAC combinados y para las emisiones ponderadas por toxicidad (TWE). Como se explica en el Capítulo 5 del plan, la ponderación de la toxicidad proporciona una forma de considerar las toxicidades relativas de los carcinógenos (TWE cancerígenas) y los TAC que causan otros tipos de efectos crónicos en la salud (TWE crónico). Como se muestra en la última fila de la Tabla 7, se prevé que las emisiones totales de TAC disminuyan un 3.9 % entre 2021 y 2031, y se anticipa una reducción similar del 5.4 % para el TWE crónico. Estos cambios están asociados a reducciones en las emisiones de fuentes móviles debido a impactos regulatorios y a la renovación de la flota de vehículos. Para el cáncer TWE, que está dominado por las emisiones de materia particulada de

diésel (DPM), las reducciones previstas son mucho mayores (42.8 %) debido a las regulaciones estatales dirigidas a los vehículos y equipos que funcionan con diésel.

Las emisiones para 2036 en la Tabla D-8 muestran un patrón similar, con reducciones pronosticadas en relación con 2021 del 2.9 % para el TAC total y del 5.2 % para el TWE crónico. Se prevé que las emisiones de TWE cancerígenas disminuyan mucho más drásticamente (un 47.5 %) entre 2031 y 2036, lo que se debe nuevamente a las regulaciones dirigidas a los vehículos y equipos que funcionan con diésel.

Tabla D-6: Emisiones TAC de East Oakland 2021 por sector fuente.

| Tipo de fuente | Sector de fuentes | Masa total de TAC (libras) | TWE cancerígenas | TWE crónicas |
|----------------|-------------------|----------------------------|------------------|--------------|
| Fija           | Permitida         | 38,107                     | 1,569            | 28           |
|                | No permitida      | 1,216,726                  | 11,543           | 374          |
| Móvil          | En ruta           | 458,238                    | 70,971           | 738          |
|                | Fuera de ruta     | 568,864                    | 26,872           | 420          |
| TOTAL          |                   | 2,281,935                  | 110,955          | 1,560        |

Tabla D-7: Emisiones TAC de East Oakland 2031 por sector fuente.

| Tipo de fuente                    | Sector de fuentes | Masa total de TAC (libras) | TWE cancerígenas | TWE crónicas |
|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|--------------|
| Fija                              | Permitida         | 38,107                     | 1,569            | 28           |
|                                   | No permitida      | 1,329,021                  | 12,975           | 405          |
| Móvil                             | En ruta           | 502,305                    | 13,232           | 327          |
|                                   | Fuera de ruta     | 324,213                    | 35,694           | 715          |
| TOTAL                             |                   | 2,193,646                  | 63,470           | 1,475        |
| Cambio porcentual respecto a 2021 |                   | -3.9 %                     | -42.8 %          | -5.4 %       |

Tabla D-8: Emisiones TAC de East Oakland 2036 por sector fuente.

| Tipo de fuente                    | Sector de fuentes | Masa total de TAC (libras) | TWE cancerígenas | TWE crónicas |
|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|--------------|
| Fija                              | Permitida         | 38,107                     | 1,569            | 28           |
|                                   | No permitida      | 1,362,151                  | 13,513           | 399          |
| Móvil                             | En ruta           | 502,140                    | 12,251           | 318          |
|                                   | Fuera de ruta     | 313,868                    | 30,909           | 734          |
| TOTAL                             |                   | 2,216,265                  | 58,243           | 1,479        |
| Cambio porcentual respecto a 2021 |                   | -2.9 %                     | -47.5 %          | -5.2 %       |

## Seguimiento de emisiones

Si bien es difícil realizar una estimación inicial del impacto de las medidas del plan, se prevé que su implementación genere reducciones adicionales de emisiones, lo que resultará en emisiones aún menores en los años futuros que las presentadas en este apéndice. Cuando la implementación lleve cinco años en marcha, se elaborará un nuevo inventario de emisiones para 2031 con el fin de realizar un seguimiento del progreso en el logro de las reducciones de emisiones. Posteriormente, ese inventario actualizado de 2031 se comparará con las previsiones presentadas aquí.