



Estudio del Aire en Vecindarios Cerca de Fuentes de Petróleo (SNAPS) Lost Hills, California Borrador del Informe Final

Elaborado por:

Junta de Recursos del Aire de California
Oficina de Evaluación de Peligros para la Salud Ambiental

1001 I Street, Sacramento, CA 95814

enero de 2024

Agradecimientos

El Estudio del Aire en Vecindarios Cercanos a Fuentes de Petróleo (SNAPS, por sus siglas en inglés) en Lost Hills, CA no habría sido posible sin el aporte y la asistencia continua de miembros de la comunidad y los grupos comunitarios locales y regionales. Su apoyo y compromiso han sido invaluable a lo largo del estudio SNAPS en Lost Hills, y el personal desea expresar su más profundo agradecimiento por todo su trabajo e interés.

Además, el personal expresa su gratitud a todas las partes interesadas que participaron en el proceso de participación pública, y al Departamento de Recursos Hídricos por su disposición a acoger el equipo de monitoreo de la Junta de Recursos del Aire de California (CARB) por el período de duración del monitoreo del aire en Lost Hills.

Propósito del Documento

Este documento está destinado a proporcionar un análisis exhaustivo de los resultados del monitoreo del aire y los posibles impactos asociados en la salud derivados del monitoreo del aire en Lost Hills como parte de SNAPS. **CARB está aceptando comentarios sobre el Borrador del Informe Final de Lost Hills hasta el 2 de abril de 2024. Para enviar comentarios, llame al (279) 208-7687 o al (279) 208-7749, envíe un correo electrónico a SNAPS@arb.ca.gov, o envíe comentarios escritos a 1001 I St, Sacramento, CA 95814 Atención: Jonathan Bluffer.**

La información presentada en el Borrador del Informe del SNAPS de Lost Hills incluye:

1. Introducción y Antecedentes de SNAPS
2. Alcance del Monitoreo y Metodología del SNAPS
3. Resultados del Monitoreo del Aire en Lost Hills, incluidas las respuestas a las siguientes preguntas:
 - a. ¿Cómo influye la meteorología en la calidad del aire?
 - b. ¿Cómo es la calidad del aire en Lost Hills?
 - c. ¿Esta Lost Hills afectado de manera desproporcionada en comparación con otras zonas del Valle Central?
 - d. ¿Cuáles son las fuentes potenciales de los contaminantes del aire medidos?
 - e. ¿Existen riesgos elevados para la salud asociados a la calidad del aire en la comunidad?
4. Acciones, Trabajo en Curso y Próximos Pasos
5. Recursos

En la [Página Web de SNAPS](#) se proporciona un informe resumido complementario más corto y una breve descripción general de los resultados de la calidad del aire para resumir las principales conclusiones del monitoreo del aire del SNAPS de Lost Hills.

Sinopsis

La Junta de Recursos del Aire de California (CARB) y la Oficina de Evaluación de Peligros para la Salud Ambiental (OEHHA) crearon el Estudio del Aire en Vecindarios Cercanos a Fuentes de Petróleo (SNAPS) para caracterizar la calidad del aire en las comunidades asentadas cerca de las operaciones de petróleo y gas, centrándose en las instalaciones de producción. Para la mayoría de los contaminantes medidos en Lost Hills, la primera comunidad en recibir monitoreo del SNAPS, la calidad del aire era comparable a otras zonas en el Valle Central. Sin embargo, las concentraciones de acroleína medidas en Lost Hills fueron mayores que en otras zonas del Valle Central. Las condiciones atmosféricas influyeron fuertemente en las concentraciones de contaminantes, siendo las concentraciones de muchos contaminantes más elevadas durante la noche y durante los meses de otoño a invierno. Las concentraciones máximas de partículas $PM_{2.5}$ (partículas de menos de 2,5 micras [μm] de diámetro) y metales se produjeron a finales de octubre/principios de noviembre de 2019, coincidiendo con un periodo de vientos más fuertes, cuando el Índice de Calidad del Aire alcanzó los umbrales "insalubres" por primera y única vez durante el año de monitoreo del aire en Lost Hills. También se observó un aumento de las PM en otros monitores en todo el Valle Central. Según los análisis de distribución de fuentes, la mayoría de los compuestos orgánicos volátiles (COVs) y aproximadamente la mitad de las concentraciones de BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos) estaban relacionados al el petróleo y el gas, mientras que la mayoría de las concentraciones de carbono negro procedían de fuentes móviles. Los resultados indicaron un aumento de los hidrocarburos y los COVs cuando el viento provenía de la dirección de la planta procesadora de gas Cahn 3, con resultados similares también observados por otros esfuerzos de monitoreo de la calidad del aire, incluyendo las mediciones móviles del SNAPS y FluxSense, y los datos recopilados por los aviones. El riesgo de cáncer acumulado estimado del aire ambiente con contribuciones de todas las fuentes (antropogénico y biogénico) fue de 710 en un millón, superando el umbral de afectación para el riesgo de cáncer en la población general de uno en un millón. Las PM diésel fueron las que más contribuyeron al riesgo de cáncer acumulado, seguidas por el tetra-cloruro de carbono, el formaldehído y el benceno, que presentaban un riesgo de cáncer similar al de otras zonas en California. Los resultados indicaron la posibilidad de que se produzcan efectos no cancerígenos en el bienestar de las vías respiratorias y el sistema nervioso por la exposición crónica (a largo plazo) acumulada a múltiples productos químicos, así como efectos en la salud del sistema respiratorio y los ojos por la exposición aguda (a corto plazo) a múltiples productos químicos. La acroleína y el disulfuro de dimetilo aumentaron los riesgos para el sistema respiratorio, mientras que la acroleína aumentó los riesgos para los ojos.

Índice de Contenidos

| | |
|---|----|
| Agradecimientos | I |
| Propósito del Documento..... | I |
| Sinopsis..... | II |
| Lista de Figuras..... | V |
| Lista de Tablas..... | X |
| Lista de Abreviaturas, Acrónimos y Unidades..... | XI |
| 1 Introducción..... | 1 |
| 1.1 Descripción General del SNAPS | 1 |
| 1.2 Antecedentes | 3 |
| 1.2.1 Producción de Petróleo y Gas en California | 3 |
| 1.2.2 Proximidad de la Extracción de Petróleo y Gas a los Receptores Sensibles..... | 5 |
| 1.2.3 Efectos a la Salud Asociados a Vivir Cerca de Una Producción de Petróleo y Gas6 | |
| 1.2.4 Proximidad Residencial a la Producción de Petróleo y Gas en California..... | 11 |
| 1.2.5 Regulaciones, Programas y Estudios de CARB sobre Petróleo y Gas..... | 11 |
| 2 Alcance y Metodología del SNAPS..... | 13 |
| 2.1 Procesos de Selección de la Comunidad y del Sitio de Monitoreo | 13 |
| 2.1.1 Visión General de la Metodología de Selección de la Comunidad..... | 13 |
| 2.1.2 Selección de Lost Hills, CA, para el Monitoreo del SNAPS | 15 |
| 2.1.3 Proceso de Selección del Sitio de Monitoreo Fijo | 16 |
| 2.1.4 Posibles Ubicaciones para Monitoreo Fijo de Lost Hills | 17 |
| 2.1.5 Selección Final de la Ubicación para Monitoreo Fijo | 18 |
| 2.2 Participación de la Comunidad..... | 19 |
| 2.3 Metas y Equipos de Monitoreo | 20 |
| 2.3.1 Objetivos de Monitoreo | 20 |
| 2.3.2 Tráiler Fijo..... | 21 |
| 2.3.3 Vehículo de Monitoreo Móvil | 22 |
| 2.4 Cronograma de Monitoreo en Lost Hills..... | 23 |
| 3 Resultados y Discusión | 25 |
| 3.1 Condiciones Meteorológicas..... | 25 |
| 3.2 Resumen de los Datos por Hora | 25 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 3.2.1 | PM _{2.5} y Ozono..... | 28 |
| 3.2.2 | Metano, Sulfuro de Hidrógeno, Carbono Negro, Monóxido de Carbono, Carbono Negro y Benceno..... | 33 |
| 3.2.3 | Impactos de la Orden de Quedarse en Casa de Marzo de 2020..... | 41 |
| 3.3 | Resumen de las Muestras de Laboratorio..... | 43 |
| 3.4 | Análisis de Datos de Metales..... | 49 |
| 3.4.1 | Resumen de Metales..... | 49 |
| 3.4.2 | Evento de Viento de Octubre a Noviembre de 2019..... | 51 |
| 3.5 | Comparación de los Datos del SNAPS con las Operaciones del Campo Petrolífero de Lost Hills 53 | |
| 3.5.1 | Eventos de Perforación, Estimulación y Reacondicionamiento de Pozos..... | 53 |
| 3.5.2 | Planta de Procesamiento de Gas..... | 59 |
| 3.6 | Análisis de los Resultados del Monitoreo Móvil..... | 64 |
| 3.6.1 | Comparación del Monitoreo Móvil con los Datos Fijos (Tráiler)..... | 64 |
| 3.6.2 | Variaciones por Hora..... | 65 |
| 3.6.3 | Detección de Fugas de Gas Natural..... | 67 |
| 3.6.4 | Evento de Columna de Metano..... | 71 |
| 3.7 | Esfuerzos de Modelización para Identificar Categorías de Fuentes..... | 73 |
| 3.8 | Debate: Impactos del Petróleo y el Gas en la Calidad del Aire..... | 76 |
| 4 | Evaluación de Riesgos para la Salud..... | 77 |
| 4.1 | Introducción a la Evaluación de Riesgos..... | 77 |
| 4.2 | Métodos: Selección del Valor Orientativo para la Salud, Identificación de Peligros, Evaluación de la Exposición y Estimación Riesgos..... | 80 |
| 4.3 | Resultados..... | 82 |
| 4.3.1 | Estimaciones de Riesgo Cancerígeno..... | 82 |
| 4.3.2 | Estimaciones de Riesgo No Cancerígeno..... | 92 |
| 4.3.3 | Comparación con los Estándares de Calidad del Aire Ambiente..... | 105 |
| 4.3.4 | Evaluación de Olores a Nivel de Detección..... | 108 |
| 4.4 | Limitaciones del Análisis..... | 109 |
| 5 | Conclusiones, Próximos Pasos y Recursos..... | 111 |
| 5.1 | Conclusiones..... | 111 |
| 5.2 | Acciones y Trabajo en Curso..... | 114 |
| 5.2.1 | Fuentes Móviles..... | 114 |
| 5.2.2 | Fuentes de Petróleo y Gas..... | 114 |

| | | |
|-------|---------------------|-----|
| 5.2.3 | Otras Fuentes | 116 |
| 5.3 | Próximos Pasos..... | 117 |
| 5.4 | Recursos | 118 |

Lista de Figuras

| | | |
|------------|--|----|
| Figura 1.1 | Resumen de las Responsabilidades de CARB y la OEHHA. | 1 |
| Figura 1.2 | Porcentaje por estado de la producción de petróleo crudo de Estados Unidos en 2019 | 3 |
| Figura 1.3 | Mapa de California, con óvalos blancos que resaltan las zonas del Valle de San Joaquín y la Cuenca de Los Ángeles que contienen la mayoría de los yacimientos petroleros productores más grandes del Estado..... | 4 |
| Figura 1.4 | Los diez campos petrolíferos de mayor producción en California. Adaptado del Informe Anual del Supervisor Estatal de Petróleo y Gas de 2019 del Departamento de Conservación. | 5 |
| Figura 2.1 | Visión General del Proceso de Selección de la Comunidad. | 14 |
| Figura 2.2 | Mapa del área metropolitana de Lost Hills que muestra las ubicaciones de la ciudad de Lost Hills (línea discontinua blanca), el sitio de monitoreo (estrella roja) y varias fuentes potenciales de contaminación del aire, incluido el campo petrolífero de Lost Hills (círculo negro), el planta de procesamiento de gas (rectángulo azul), estaciones de servicio y autopista SR 46 y autopista I-5..... | 16 |
| Figura 2.3 | Mapa de la zona de Lost Hills, con los tres sitios potenciales de monitoreo del aire del SNAPS en azul y las fuentes potenciales en rojo | 18 |
| Figura 2.4 | Calendario de preparación, monitoreo y análisis de datos del SNAPS en Lost Hills..... | 24 |
| Figura 3.1 | Velocidad del viento (en metros por segundo) y dirección en el tráiler del SNAPS de mayo de 2019 a abril de 2020. La velocidad del viento está representada por varios colores, mientras que la longitud de cada porción de color corresponde al porcentaje de tiempo que se midió el viento a esa velocidad desde esa dirección específica. | 25 |
| Figura 3.2 | Mapa de calor que denota las concentraciones horarias relativas de carbono negro (BC); benceno, tolueno, etilbenceno, xilenos (BTEX); metano (CH ₄); monóxido de carbono (CO); sulfuro de hidrógeno (H ₂ S); ozono (O ₃); y PM _{2.5} | 26 |
| Figura 3.3 | Promedio de siete días de PM _{2.5} (arriba) y O ₃ (abajo) en el sitio de monitoreo de Lost Hills (línea negra) y el rango para otros sitios en la región (área sombreada). Los datos regionales de PM _{2.5} y O ₃ incluyen 10 sitios del Valle Central (Manteca, Tracy, Modesto, Turlock, Visalia, Hanford, Corcoran, Porterville, Oildale y Bakersfield). | 29 |

| | |
|--|----|
| Figura 3.4 El Índice de Calidad del Aire (AQI) en Lost Hills durante el periodo de monitoreo del SNAPS (mayo de 2019 - abril de 2020), basado en un promedio continuo de 24 horas para $PM_{2.5}$ y un promedio continuo de 8 horas para O_3 | 30 |
| Figura 3.5 Diagrama de variación de tiempo para la $PM_{2.5}$, incluidas las tendencias de contaminantes por hora, día y mes. La línea continua denota la concentración promedio de contaminantes, mientras que el sombreado indica el rango potencial del promedio. | 31 |
| Figura 3.6 Diagrama de variación de tiempo para el ozono, incluidas las tendencias de contaminantes por hora, día y mes. La línea continua denota la concentración promedio de contaminantes, mientras que el sombreado indica el rango potencial del promedio. | 32 |
| Figura 3.7 Diagrama de variación de tiempo para el metano, incluidas las tendencias de contaminantes por hora, día y mes. La línea continua denota la concentración promedio de contaminantes, mientras que el sombreado indica el rango potencial del promedio. | 34 |
| Figura 3.8 Diagrama de variación de tiempo para el sulfuro de hidrógeno, incluidas las tendencias de contaminantes por hora, día y mes. La línea continua denota la concentración promedio de contaminantes, mientras que el sombreado indica el rango potencial del promedio. | 36 |
| Figura 3.9 Diagrama de variación de tiempo para el carbón negro, incluidas las tendencias de contaminantes por hora, día y mes. La línea continua denota la concentración promedio de contaminantes, mientras que el sombreado indica el rango potencial del promedio. | 37 |
| Figura 3.10 Diagrama de variación de tiempo para el monóxido de carbono, incluidas las tendencias de contaminantes por hora, día y mes. La línea continua denota la concentración promedio de contaminantes, mientras que el sombreado indica el rango potencial del promedio. | 38 |
| Figura 3.11 Diagrama de variación de tiempo para el benceno, incluidas las tendencias de contaminantes por hora, día y mes. La línea continua denota la concentración promedio de contaminantes, mientras que el sombreado indica el rango potencial del promedio. | 40 |
| Figura 3.12 Concentraciones promedio de $PM_{2.5}$ y monóxido de carbono (CO) en los lugares de regulación del Valle de San Joaquín en 2020 (líneas negras) en comparación con 2015-2019 (áreas sombreadas)..... | 42 |
| Figura 3.13 Concentraciones de $PM_{2.5}$ y monóxido de carbono (CO) en Lost Hills de enero a abril de 2020. Las líneas negras más finas denotan las VMT del condado de Kern (millas recorridas por vehículo)..... | 42 |
| Figura 3.14 Gráfico que representa los compuestos detectados por métodos de laboratorio por encima del límite de notificación (RL) en verde y los no detectados en azul. Cada celda representa el máximo de las muestras del recipiente de 24 horas tomadas en ese mes. Los compuestos están organizados por métodos de recuperación, divididos en Glicoles y Azufre (arriba a la izquierda), compuestos | |

| | |
|--|----|
| analizados por la División de Monitoreo y Laboratorio [MLD] (arriba a la derecha), PAHs y otros compuestos (abajo)..... | 44 |
| Figura 3.15 Concentraciones de acroleína (izquierda) y BTEX (derecha) medidas en Lost Hills vs. en cuatro sitios regionales en el Valle Central. Los datos de Lost Hills provienen de equipos de monitoreo del SNAPS de 2019-20. Los datos de los sitios regionales proceden del conjunto de datos de iADAM para los años 2016-19. La concentración mediana en cada sitio se indica con líneas continuas individuales dentro de cada cuadro, mientras que la concentración media (promedio) se indica con líneas discontinuas individuales dentro de cada cuadro..... | 47 |
| Figura 3.16 Promedios seleccionados de Lost Hills de 24 horas de velocidad máxima del viento de 1 hora (abajo a la izquierda), contaminantes (izquierda) y metales (derecha) desde finales de octubre hasta principios de noviembre de 2019, denotados por barras. Las concentraciones promedio regionales de PM _{2.5} de 24 horas y las velocidades máximas del viento de 1 hora (en todos los sitios) se denotan con líneas negras. Los días en los que faltan barras indican que ese día no se realizó ninguna medición. | 52 |
| Figura 3.17 Componentes de PM _{2.5} derivados de los sitios de la Red de Especiación Química en Bakersfield y Fresno. Los componentes inorgánicos (sulfato+nitrato+amonio [SO ₄ +NO ₃ +NH ₄]), orgánicos (OA), de carbono negro (BC) y de polvo se muestran con el filtro de PM _{2.5} a partir de mediciones de filtros independientes. El personal calculó los OA a partir de las mediciones de carbono orgánico y polvo de metales siguiendo Malm y Hand, 2007..... | 53 |
| Figura 3.18 Arriba: Mapa de eventos de operadores que se produjeron en el Campo Petrolífero de Lost Hills desde mayo de 2019 hasta marzo de 2020 (datos de dos operadores en el campo petrolífero). Cada círculo negro concéntrico representa un radio de 1, 2 y 3 millas desde el tráiler del SNAPS (denotado por el triángulo), con los eventos en círculos: perforación (n = 24), estimulación de pozos (n = 15) y reacondicionamiento (n = 247). Abajo: Distribución en el espacio de los eventos del operador en el Campo Petrolífero de Lost Hills en relación con el tráiler del SNAPS. | 55 |
| Figura 3.19 Distancia de los eventos del operador desde el tráiler del SNAPS frente a la concentración de metano medida. Cada recuadro individual representa un rango específico en el número de eventos del operador en un día determinado..... | 56 |
| Figura 3.20 Distancia de los eventos del operador desde el tráiler del SNAPS frente a la concentración de metano observada, separada por estación (primavera, verano, otoño e invierno)..... | 57 |
| Figura 3.21 Concentraciones de metano por hora, desde septiembre de 2019 hasta mediados de octubre de 2019 en el tráiler del SNAPS. Las etiquetas en los círculos de mayor concentración son el momento de las mediciones..... | 58 |
| Figura 3.22 Parcelas de frecuencia polar para metano, etano, benceno y tolueno. Las velocidades del viento que aumentan sucesivamente se muestran más lejos del centro de cada parcela, con la concentración promedio de cada contaminante a esa | |

| | |
|---|----|
| velocidad y dirección específicas del viento, sombreadas según las claves de la derecha. | 60 |
| Figura 3.23 Mapa de la Planta de Procesamiento de Gas Cahn 3 (recuadro negro discontinuo) en relación con Lost Hills y el tráiler del SNAPS (punto azul)..... | 61 |
| Figura 3.24 Parcelas de frecuencia polar para metano y benceno, incluidas las fechas del 16-9-2020 al 30-9-2020. Las velocidades del viento que aumentan sucesivamente se muestran más lejos del centro de cada parcela, con la concentración máxima de cada contaminante a esa velocidad y dirección específicas del viento, sombreadas según las claves de la derecha..... | 63 |
| Figura 3.25 Series de tiempo de todas las horas disponibles cuando la plataforma móvil realizó mediciones dentro de 1 milla cuadrada de Lost Hills. Las barras verticales representan 1 desviación estándar de las concentraciones de CH4 medidas dentro de cada hora para cada instrumento. | 64 |
| Figura 3.26 Mapa de calor de las concentraciones de metano en función del segmento (Tabla 3.4) y de la hora del día promediada en todas las series de monitoreo móvil. . | 66 |
| Figura 3.27 Fugas de gas natural detectadas durante la campaña de monitoreo móvil del 30 de octubre de 2019. Arriba: Series de tiempo, con las fugas de metano indicadas por los puntos rosas. Abajo: Mapa con las ubicaciones de las fugas correspondientes (el tamaño de los puntos aumenta a medida que aumenta la concentración). En este caso, el instrumento se retiró de la plataforma para tomar muestras mientras se caminaba por la acera. | 69 |
| Figura 3.28 Fugas de gas natural detectadas durante el monitoreo móvil el 15 de enero de 2020. Arriba: Series de tiempo, con las fugas de metano indicadas por los puntos rosas. Abajo: Mapa con las ubicaciones de las fugas correspondientes (el tamaño de los puntos aumenta a medida que aumenta la concentración). | 70 |
| Figura 3.29 Resumen de tres rutas durante la mañana del 1 de octubre de 2019 en relación con el total de especies de hidrocarburos distintos al metano medidos en el tráiler del SNAPS. | 72 |
| Figura 3.30 Diagrama de caja y bigote que muestra la distribución de las concentraciones de metano el 1 de octubre de 2019 durante tres tiempos transcurridos que comienzan a las 5:25, 6:25 y 7:39 am. Las mediciones a favor del viento/fondo se tomaron al oeste de Lost Hills a las 11:00 a.m., del 1 de octubre..... | 73 |
| Figura 3.31 Resumen de los resultados trimestrales de la distribución de fuentes del SNAPS, que muestra las contribuciones de BC (arriba), BTEX (centro) y COV (abajo) de fuentes móviles, operaciones relacionadas al petróleo y el gas (OyG), y fuentes biogénicas. Las concentraciones representan la suma trimestral. | 75 |
| Figura 4.1 Los tipos de valores orientativos para la salud (HGVs) utilizados en esta evaluación se dividen en HGVs que pueden utilizarse para determinar el riesgo de cáncer (factores de potencia de cáncer) y HGVs que pueden utilizarse para determinar el riesgo no cancerígeno (HGVs agudos y crónicos). Un HGV agudo está destinado a la exposición a corto plazo, mientras que un HGV crónico está destinado a la exposición a largo plazo. | 79 |

Figura 4.2 El riesgo se determina a partir del nivel de toxicidad de un compuesto y del nivel de exposición a ese compuesto. En esta evaluación, la toxicidad se describe mediante los Valores Orientativos para la Salud y la exposición se determina a partir de los datos de monitoreo del aire..... 79

Figura 4.3 Gráfico circular que muestra el porcentaje (%) de contribución al riesgo acumulativo de cáncer para cada uno de los carcinógenos evaluados (redondeado al entero más cercano; no suma 100% debido al redondeo). 83

Figura 4.4 Estimaciones de riesgo cancerígeno para los carcinógenos medidos en el aire de Lost Hills. El riesgo acumulativo de cáncer (izquierda; barra azul oscura) y las estimaciones de riesgo cancerígeno para cada compuesto (barras azules más claras) están ordenadas por riesgo cancerígeno en orden descendente. La línea horizontal naranja representa el riesgo cancerígeno de uno en un millón, que es un umbral de preocupación para el cáncer entre la población general. ^Indica que el valor de referencia para la salud utilizado para calcular el riesgo de isopreno es un valor preliminar y está siendo revisado por el Panel de Revisión Científica de California sobre Contaminantes Tóxicos del Aire. *Indica que los valores orientativos para la salud utilizados para calcular el riesgo de isopropilbenceno es preliminar (no derivado por la OEHHA). # Indica que es probable que el isopreno provenga de fuentes biogénicas. 86

Figura 4.5 Comparaciones de la estimación del riesgo cancerígeno para el tetracloruro de carbono, formaldehído y benceno basadas en las concentraciones promedio de: (1) datos discretos del SNAPS para Lost Hills (monitoreo 2019-2020), (2) varios sitios del Valle lo Central (CARB; monitoreo 2016-2019), (3) a nivel estatal (CARB; 2017 para formaldehído y 2018 para tetracloruro de carbono y benceno), (4) estudio de monitoreo del aire MATES IV de la Cuenca del Aire de la Costa Sur (monitoreo 2012-2013), y (5) el Estudio sobre la Calidad del Aire en Baldwin Hills (monitoreo 2013; no se midió el tetracloruro de carbono; no se reportaron datos de formaldehído). Los riesgos cancerígenos estimaron utilizando los métodos descritos en Apéndice G.89

Figura 4.6 Cocientes de peligrosidad aguda (HQs) para compuestos medidos durante el monitoreo del aire del SNAPS en Lost Hills con un HQ mayor o igual a 0.001. Los HQs son presentados de los más altos a los más bajos. La línea horizontal naranja indica un HQ de uno, por debajo del cual no se espera que ocurran efectos adversos a la salud. *El HGV es provisional (el HGV no es un REL agudo de la OEHHA). 94

Figura 4.7 Los índices de peligrosidad aguda (HIs), que representan la suma de los cocientes de peligrosidad (HQs) para compuestos con el mismo órgano objetivo, se presentan de mayor a menor. La línea horizontal naranja indica un HI de uno, por debajo del cual no se espera que ocurran efectos sobre la salud. *Ninguno de los compuestos tenía el sistema reproductivo como el órgano diana. 95

Figura 4.8 Cocientes de peligrosidad aguda (HQs) para la acroleína calculados utilizando el percentil 90 o la concentración máxima de aire en Lost Hills (datos de monitoreo del aire del SNAPS), en varios sitios regionales en el Valle Central (2016-2019) y en todo el estado en 2019 (el año más reciente con datos completos). La línea

| | |
|---|-----|
| horizontal naranja indica un HQ de uno, por debajo del cual no se espera que ocurran efectos a la salud. | 96 |
| Figura 4.9 Cocientes de peligrosidad crónica (HQs) para compuestos medidos durante el monitoreo del aire del SNAPS en Lost Hills con un HQ mayor o igual a 0.001. Los HQs son presentados de los más altos a los más bajos. La línea horizontal naranja indica un HQ de uno, por debajo del cual no se espera que ocurran efectos a la salud. | 101 |
| Figura 4.10 Los índices de peligrosidad crónica (HIs), que representan la suma de los cocientes de peligrosidad (HQs) para compuestos con el mismo órgano objetivo, se presentan de mayor a menor. La línea horizontal naranja indica un HI de uno, por debajo del cual no se espera que ocurran efectos sobre la salud. *Ninguno de los compuestos tenía el sistema reproductivo como el órgano diana. | 102 |
| Figura 4.11 Cocientes de peligrosidad crónica (HQs) para la acroleína en Lost Hills (datos de monitoreo del aire del SNAPS), en varios sitios regionales en el Valle Central (2016-2019), y en todo el estado en 2019 (el año más reciente con datos completos). La línea horizontal naranja indica un HQ de uno, por debajo del cual no se espera que ocurran efectos a la salud. | 103 |
| Figura 4.12 Concentraciones de contaminantes criterio del aire y sulfuro de hidrógeno medidos en Lost Hills como in porcentaje (%) de los estándares relevantes de calidad del aire ambiente (California o Nacional). Los valores trazados en relación con el estándar son (de izquierda a derecha) el percentil 98 diario de 24 horas para PM _{2.5} , el promedio de datos por hora durante el período de monitoreo para PM _{2.5} , los valores máximos diarios de 1 hora y 8 horas para el ozono, el máximo diario de 1 hora y el máximo de 8 horas continuas para el monóxido de carbono, el máximo diario de 1 hora para el sulfuro de hidrógeno, y el promedio máximo de 30 días y el promedio máximo de 3 meses continuos para el plomo (véase la Tabla 4.1 para más detalles). Todos estos parámetros eran inferiores al 100% del estándar, lo que significa que las concentraciones cumplían con los estándares. | 105 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 2.1 Lista de contaminantes medidos mediante muestreo continuo y el correspondiente equipo fijo de monitoreo | 21 |
| Tabla 2.2 Lista de contaminantes medidos en muestras independientes y los correspondientes medios de muestreo y métodos de análisis..... | 21 |
| Tabla 2.3 Lista de contaminantes gaseosos medidos a través del monitoreo móvil con vehículo, el equipo de monitoreo correspondiente y la frecuencia de medición..... | 23 |
| Tabla 3.1 Resumen de los datos por hora de la duración del monitoreo en Lost Hills. Los compuestos se agrupan en categorías como los BTEX, alcanos, alquenos y aromáticos (de los cuales los BTEX son un subconjunto). | 27 |

Tabla 3.2 Resumen estadístico de los 26 compuestos detectados por el laboratorio por encima del Límite de Notificación (de los 120 medidos) en las muestras de 24 horas recogidas en Lost Hills. Las concentraciones se presentan en unidades de $\mu\text{g}/\text{m}^3$; las concentraciones medias se calcularon asumiendo una concentración de la mitad del límite de notificación para los no detectados..... 45

Tabla 3.3 Resumen estadístico de las 25 muestras de metales detectados por encima del Límite de Notificación (de los 28 medidos) en las muestras de 24 horas recogidas en Lost Hills. Las unidades están en nanogramos por metro cúbico (ng/m^3); los medios se calcularon asumiendo una concentración de la mitad del límite de notificación para los no detectados. 49

Tabla 3.4 Ubicaciones de los números de segmento de ruta de monitoreo móvil. 66

Tabla 4.1 Comparación de las concentraciones de contaminantes de criterio y del sulfuro de hidrógeno medidas en Lost Hills con los Estándares de Calidad del Aire Ambiental de California (CAAQS) (si se dispone) o con los Estándares Nacionales Primarios de Calidad del Aire Ambiental (NAAQS).* 106

Lista de Abreviaturas, Acrónimos y Unidades

| Abreviatura/Acrónimo | Término/Frase/Nombre |
|-----------------------------|---|
| $\mu\text{g}/\text{día}$ | Microgramos por Día |
| $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Microgramos por Metro Cúbico |
| AAQS | Estándar de Calidad del Aire Ambiente |
| AB | Proyecto de Ley de la Asamblea |
| ACC | Autos Limpios Avanzados |
| ACGIH | Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales |
| AEGL | Guía de Exposición Aguda |
| AIHA | Asociación Americana de Higiene Industrial |
| Al | Aluminio |
| AQI | Índice de Calidad del Aire |
| As | Arsénico |
| ASF | Factor de Sensibilidad a la Edad |
| ASTM | Sociedad Americana para Pruebas de Materiales |
| ATSDR | Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades |
| Ba | Bario |

| | |
|------------------|--|
| BAM | Monitoreo de Atenuación Beta |
| BC | Cabono Negro |
| Bcf | Mil Millones de Pies Cúbicos |
| BMCL | Límite Inferior de Concentración de Referencia |
| Br | Bromo |
| BTEX | Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos |
| Ca | Calcio |
| CA | California |
| CAAQS | Estándares de Calidad del Aire Ambiente |
| CalEPA | Agencia de Protección Ambiental de California |
| CalGEM | División de Gestión de la Energía Geológica de California |
| Cal/OSHA | División de Seguridad y Salud Ocupacional de California |
| CAPP | Programa Comunitario de Protección del Aire |
| CARB | Junta de Recursos del Aire de California |
| CAS RN | Número de Registro de Chemical Abstracts Service |
| CCST | Consejo de Ciencia y Tecnología de California |
| CDFA | Departamento de Alimentos y Agricultura de California |
| CDPHE | Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente de Colorado |
| CEC | Comisión de Energía de California |
| CES | CalEnviroScreen |
| CH ₄ | Metano |
| chRD | Dosis de Referencia Específica para Niños |
| Cl | Cloro |
| CO | Monóxido de Carbono |
| CO ₂ | Dióxido de Carbono |
| CO _{2e} | Dióxido de Carbono Equivalente |
| Conc. | Concentración |
| CPF | Factor de Potencia del Cáncer |
| CPUC | Comisión de Servicios Públicos de California |
| Cr | Cromo |
| CrIII | Cromo Trivalente |

| | |
|------------------|--|
| CrVI | Cromo Hexavalente |
| CTM | Modelo de Transporte Químico |
| Cu | Cobre |
| DF | Frecuencia de Detección |
| PM diésel | Materia Particulada Diesel |
| DMDS | Disulfuro de Dimetilo |
| DNEL | Nivel Sin Efecto Derivado |
| DNPH | 2,4-dinitrofenilhidracina |
| DPR | Departamento de Regulación de Plaguicidas de California |
| DTSC | Departamento de Control de Sustancias Tóxicas de California |
| DWR | Departamento de Recursos Hídricos |
| EC | Carbono Elemental |
| ECHA | Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas |
| EF | Factor de Enriquecimiento |
| ESL | Nivel de Detección de Efectos |
| Fe | Hierro |
| GC | Cromatografía de Gases/Cromatógrafo de Gases |
| GHG | Gas(es) de Efecto Invernadero |
| GPS | Sistema de Posicionamiento Global |
| H ₂ S | Sulfuro de Hidrógeno |
| HBV | Valor Basado en la Salud |
| HEAST | Tablas de Resumen de la Evaluación de los Efectos sobre la Salud |
| HEC | Concentración Humana Equivalente |
| HD I/M | Inspección y Mantenimiento de Vehículos de Carga Pesada |
| HFCs | Hidrofluorocarbonos |
| HGV | Valor Orientativo para la Salud |
| HI | Índice de Peligrosidad |
| Hr | Hora |
| HQ | Cociente de Peligrosidad |
| iADAM | Análisis y Gestión de Datos Aerométricos en Internet |

| | |
|---------------------|--|
| IARC | Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer |
| ICP-MS | Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente |
| IRIS | Sistema Integrado de Información de Riesgos |
| IPCC | Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático |
| IUR | Riesgo de Unidad de Inhalación |
| IVAN | Identificación de Violaciones que Afectan Los Vecindarios |
| K | Potasio |
| L/kg-día | Litros por Kilogramo de Peso Corporal por Día |
| LDAR | Detección y Reparación de Fugas |
| LDS | Sistema de Detección de Fugas |
| LEV | Vehículo de Bajas Emisiones |
| LOAEL | Nivel Más Bajo de Efecto Adverso Observado |
| m ³ /día | Metros Cúbicos por Día |
| MADL | Nivel de Dosis Máxima Admisible |
| MATES | Estudio de Exposición a Múltiples Tóxicos del Aire |
| MDH | Departamento de Salud de Minnesota |
| MDL | Límite de Detección del Método |
| Mg | Magnesio |
| MIRA | Analizador de Infrarrojo Medio |
| Min | Minutos |
| MLD | División de Monitoreo y Laboratorio |
| mg/kg-día | Miligramos por Kilogramos por Día |
| MMbbl | Millones de Barriles |
| MMT | Millón de Toneladas Métricas |
| Mn | Manganeso |
| mph | Millas por Hora |
| MRL | Nivel de Riesgo Mínimo |
| N/A | No Aplica |
| Na | Sodio |
| NAAQS | Estándares Nacionales de Calidad del Aire Ambiente |

| | |
|-------------------|---|
| NASA/JPL | Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio/Laboratorio de Propulsión a Chorro |
| ng/m ³ | Nanogramos por Metro Cúbico |
| Ni | Níquel |
| NIOSH | Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional |
| NMHCs | Hidrocarburos distintos del Metano |
| NO ₂ | Dióxido de Nitrógeno |
| NO _x | Óxidos de Nitrógeno |
| NOAA | Administración Nacional Oceánica y Atmosférica |
| NOAEL | Nivel de Efecto Adverso Observado |
| NOV | Aviso de infracción |
| NR | No se Informó |
| NTP | Programa Nacional de Toxicología |
| O ₃ | Ozono |
| OEHHA | Oficina de Evaluación de Peligros para la Salud Ambiental |
| OECD | Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico |
| OEL | Límite de Exposición Ocupacional |
| OSHA | Administración de Seguridad y Salud Ocupacional |
| OQ | Cociente de Olor |
| P | Fósforo |
| PAHs | Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos |
| PAMS | Estaciones de Monitoreo de Evaluación Fotoquímica |
| Pb | Plomo |
| PEL | Nivel de Exposición Permisible |
| p-HGV | Valor Provisional de Orientación de Salud |
| PID | Detector de Foto-ionización |
| PHG | Objetivo de Salud Pública |
| p-IUR | Riesgo Provisional de Unidad de Inhalación |
| PM | Materia Particulada |
| PM _{2.5} | Materia Particulada de Diámetro Inferior a 2,5 micras (µm) |
| PMF | Factorización de Matriz Positiva |

| | |
|----------------------------|---|
| POD | Punto de Partida |
| ppb | Partes por Billón |
| ppm | Partes por Millón |
| PPRTV | Valor Provisional de Toxicidad Revisado por Expertos |
| p-RfC | Concentración Provisional de Referencia |
| p-RfD | Dosis Provisional de Referencia |
| Prop. 65 | Propuesta 65 |
| QAPP | Plan de Proyecto de Garantía de Calidad |
| QSAR | Relación Cuantitativa Estructura-Actividad |
| Rb | Rubidio |
| REL (OEHHA) | Nivel de Exposición de Referencia |
| REL (NIOSH, Health Canada) | Nivel de Exposición Recomendado |
| ReV | Valor de Referencia |
| RfC | Concentración de Referencia |
| RfD | Dosis de Referencia |
| RL | Límite de Notificación |
| ROG | Gases Orgánicos Reactivos |
| RT | En tiempo real |
| S | Sulfuro |
| Sb | Antimonio |
| SB | Proyecto de Ley del Senado |
| SCAQMD | Distrito de Gestión de la Calidad del Aire de la Costa Sur |
| Se | Selenio |
| Si | Silicona |
| SJVAPCD | Distrito de Control de la Contaminación del Aire del Valle de San Joaquín |
| SLCP | Contaminante Climático de Corta Vida |
| Sn | Estaño |
| SNAPS | Estudio del Aire en Vecindarios Cercanos a Fuentes de Petróleo |
| SoCalGas | Compañía del Gas del Sur de California |
| SO _x | Óxidos de Azufre |

| | |
|-------------------|--|
| SO ₂ | Dióxido de Azufre |
| Sr | Estroncio |
| SR | Ruta Estatal |
| SRM | Materiales de Referencia Estándar |
| STEL | Límite de Exposición a Corto Plazo |
| TACs | Contaminantes Tóxicos del Aire |
| TCEQ | Comisión de Calidad Ambiental de Texas |
| Ti | Titanio |
| TLV | Valor Límite de Umbral |
| TOG | Gases Orgánicos Totales |
| TPM | Materia Particulada Total |
| TSP | Partículas Suspensas Totales |
| TWA | Promedio Ponderado en el Tiempo |
| UC | Universidad de California |
| UF | Factor de Incertidumbre |
| UF _A | Factor de Incertidumbre entre Especies |
| UF _{A-d} | Componente Tóxico dinámico del Factor de Incertidumbre entre Especies |
| UF _{A-k} | Componente Tóxico-cinético del Factor de Incertidumbre entre Especies |
| UF _D | Factor de Incertidumbre de la Deficiencia de la Base de Datos |
| UF _H | Factor de Incertidumbre Intraespecies |
| UF _{H-d} | Componente Tóxico dinámico del Factor de Incertidumbre Intraespecífico |
| UF _{H-k} | Componente Tóxico-cinético del Factor de Incertidumbre Intraespecífico |
| UF _L | Factor de Incertidumbre del Nivel Más Bajo de Efecto Adverso Observado |
| UF _S | Factor de Incertidumbre Subcrónico |
| UR | Riesgo de Unidad |
| U.S. EPA | Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos |
| UV | Ultravioleta |

| | |
|--------|--------------------------------------|
| V | Vanadio |
| VMT | Millas Recorridas por Vehículo |
| COV(s) | Compuesto(s) Orgánico Volátil |
| WHO | Organización Mundial de la Salud |
| WST | Tratamiento de Estimulación de Pozos |
| XRF | Fluorescencia de Rayos X |
| Y | Itrio |
| ZEV | Vehículo de Cero Emisiones |
| Zn | Zinc |

DRAFT

1 Introducción

1.1 Descripción General del SNAPS

La Junta de Recursos del Aire de California (CARB) desarrolló el Estudio del Aire en los Vecindarios Cercanos a Fuentes de Petróleo (SNAPS) para caracterizar mejor la calidad del aire en las comunidades situadas cerca de las operaciones relacionadas con el petróleo y el gas. El SNAPS evalúa los impactos acumulativos sobre la salud de la exposición a los contaminantes del aire en estas comunidades, que a menudo se ven afectadas desmesuradamente por las fuentes de contaminación.

CARB y la Oficina de Evaluación de Peligros para la Salud Ambiental (OEHHA) desarrollaron e implementaron el programa del SNAPS en Lost Hills a través de un proceso de participación pública con aportaciones y colaboración de miembros de la comunidad, grupos comunitarios locales y otras partes interesadas. CARB desarrolló el proceso de selección del sitio y el programa de monitoreo del aire, y administra la participación y el aporte público, mientras que la OEHHA evalúa los posibles impactos en la salud relacionados con la calidad del aire en las comunidades del SNAPS. Las responsabilidades específicas del programa SNAPS se describen en la Figura 1.1 a continuación, y en el Plan de Proyecto de Garantía de Calidad del SNAPS, o QAPP (enlace en el Apéndice A).

| CARB Monitoreo del aire estacionario y móvil | CARB Gestión de Proyectos | OEHHA |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Colección de muestra• Análisis de laboratorio• Seguro de calidad• Control de calidad• Análisis de los datos• Adquisición de datos | <ul style="list-style-type: none">• Alcance comunitario• Alcance de la industria y el gobierno local• Selección de comunidad• Selección del sitio de monitoreo• Interpretación de datos• Mantenimiento del sitio web• Compilación del informe final | <ul style="list-style-type: none">• Evaluación de riesgos para la salud• Estimación del riesgo de cáncer• Estimación del riesgo no canceroso• Comparación con los estándares de calidad del aire ambiente• Educación sobre riesgos para la salud |

Figura 1.1 Resumen de las Responsabilidades de CARB y la OEHHA.

Los miembros de las comunidades asentadas cerca de las operaciones relacionadas con el petróleo y el gas han expresado su preocupación por el impacto de los campos de petróleo y gas en la calidad del aire y la salud. El Consejo de Ciencia y Tecnología

de California (CCST) publicó un informe¹ en 2015 que hacía hincapié en la falta de información sobre la calidad del aire para las comunidades asentadas cerca de las instalaciones de petróleo y gas y en la necesidad de evaluar los posibles impactos en la salud derivados de la exposición a los contaminantes del aire. La necesidad de un monitoreo adicional para comprender los impactos en la calidad del aire de las actividades relacionadas con el petróleo y el gas se destacó aún más por una importante fuga subterránea de almacenamiento de gas natural descubierta en la Instalación de Almacenamiento de Gas Natural Aliso Canyon del Sur de California en 2015, que destacó el envejecimiento de las infraestructuras de petróleo y gas de California. El programa SNAPS se diseñó para responder a estas inquietudes y a las recomendaciones del CCST. CARB y la OEHHA desarrollaron el programa SNAPS para abordar las inquietudes de la comunidad con respecto a la calidad del aire cerca de las fuentes de petróleo y gas y para mejorar nuestra comprensión de la exposición a contaminantes de la comunidad, proporcionar información sobre la calidad del aire públicamente en tiempo real, evaluar los posibles impactos a la salud e informar posibles medidas para minimizar los impactos a la salud. Este informe describe el estudio de monitoreo del aire, más, cerca de las operaciones de petróleo y gas en California hasta la fecha, y sus resultados. En este informe del SNAPS se incluye información para responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo influye la meteorología en la calidad del aire?
2. ¿Cómo es la calidad del aire en Lost Hills?
3. ¿Esta Lost Hills afectada de manera desproporcionada en comparación con otras zonas del Valle Central?
4. ¿Cuáles son las fuentes potenciales de los contaminantes del aire medidos?
5. ¿Existen riesgos elevados para la salud asociados a la calidad del aire en la comunidad?

Las comunidades seleccionadas para el monitoreo se eligen en función de la proximidad a las instalaciones de producción de petróleo y gas (y otros parámetros descritos a continuación), no de la proximidad a las refinerías. Como se mencionó anteriormente, los datos de calidad del aire asociados con la producción de petróleo y gas en California son limitados y el SNAPS proporciona datos para ayudar a llenar la deficiencia de información en lo que respecta a la producción de petróleo y gas. El monitoreo del aire del SNAPS es un esfuerzo intensivo que incluye mediciones estacionarias y móviles (Sección 2.3) y constituye el primer esfuerzo de monitoreo integral de su tipo centrado en las comunidades cercanas a las instalaciones de petróleo y gas. Aunque es importante reiterar que las comunidades de SNAPS se eligen por su proximidad a la producción de petróleo y gas, estas instalaciones no son la única fuente de contaminación del aire en estas comunidades. Por lo tanto, el

¹ Concejo de Ciencia y Tecnología de California (2015). "Una Evaluación Científica Independiente de la Estimulación de Pozos en California". <https://ccst.us/reports/well-stimulation-in-california>

esfuerzo de monitoreo del SNAPS evalúa los impactos de la calidad del aire de todas las fuentes antropogénicas (impulsado por humanos) y biogénicas² (natural) circundantes.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Producción de Petróleo y Gas en California

La producción y extracción de petróleo y gas han sido parte de la historia de California desde el siglo 19. En 1929, California representaba el 22% de la producción mundial de petróleo, que alcanzó un punto máximo de casi 400 millones de barriles de petróleo en 1985.

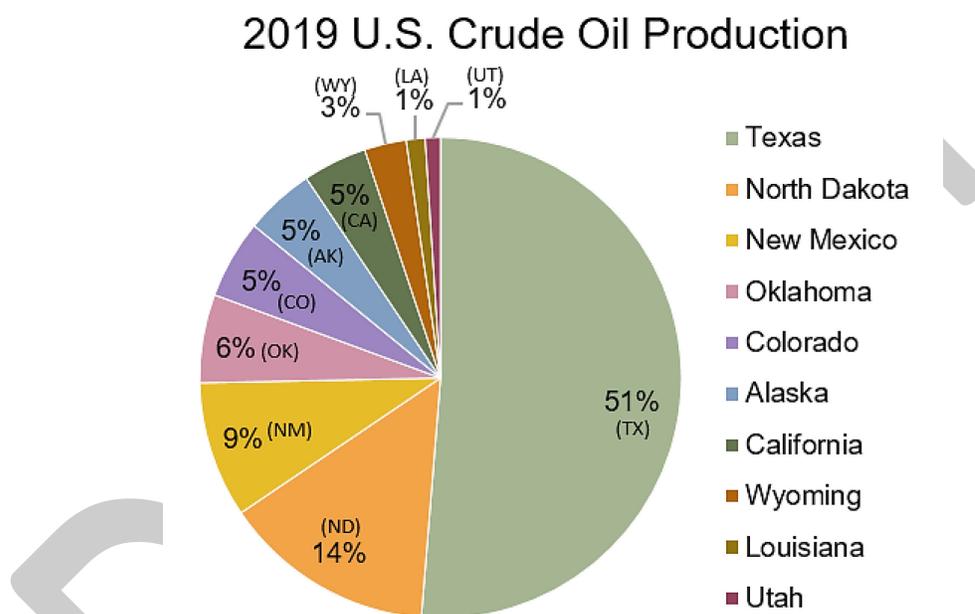


Figura 1.2 Porcentaje por estado de la producción de petróleo crudo de Estados Unidos en 2019

Si bien la producción de petróleo y gas ha disminuido desde 1985, California fue el 7^{mo} mayor productor de petróleo crudo en 2019 y el 15^{to} mayor productor de gas natural en los Estados Unidos detrás de Texas, Dakota del Norte, Nuevo México, Oklahoma, Colorado y Alaska (Figura 1.2). En 2019, las fuentes de petróleo terrestres y marítimas de California produjeron 156,4 millones de barriles (MMbbl), o aproximadamente el 5% de la producción de los Estados Unidos (etiquetada en verde oscuro en la Figura 1.2), mientras que la producción de gas natural fue de 166,0 mil millones de pies

² "Biological sources such as plants and animals that emit air pollutants such as volatile organic compounds." CARB. Glossary. <https://ww2.arb.ca.gov/glossary?keywords=&page=2>.

cúbicos (Bcf)³, menos del 1% de la producción de los Estados Unidos. Estos volúmenes de producción pueden compararse con el año de máxima producción de California, 1985, cuando la producción de petróleo fue de 395 MMbbl (2,5 veces mayor que la producción de 2019) y la producción de gas fue de 540 Bcf (más del triple de la producción de 2019).⁴ En 2019, se perforaron casi 1,600 pozos en California, además de la presentación de más de 2,100 avisos para volver a trabajar y 3,300 avisos de abandono de pozos. Esto se puede comparar con un estimado de 97,166 pozos de petróleo y gas perforados en otros yacimientos importantes de petróleo y gas en los Estados Unidos el mismo año.⁵

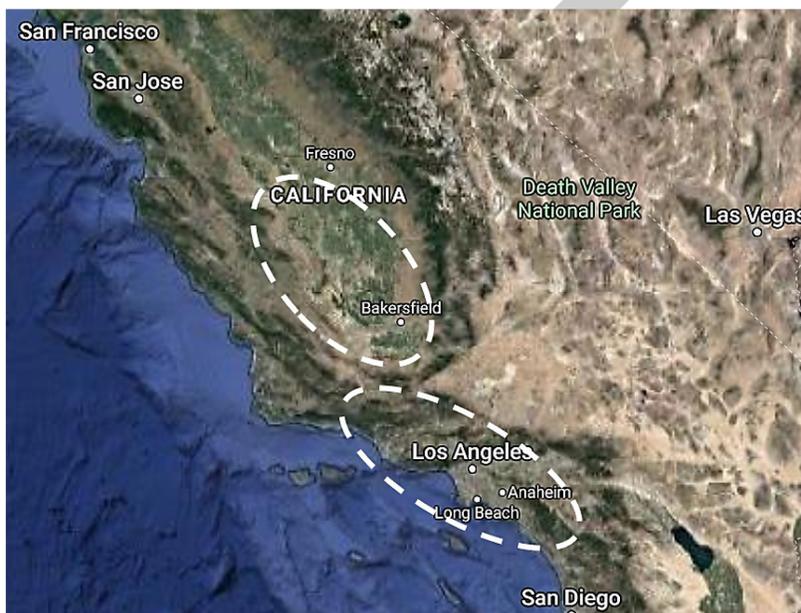


Figura 1.3 Mapa de California, con óvalos blancos que resaltan las zonas del Valle de San Joaquín y la Cuenca de Los Ángeles que contienen la mayoría de los yacimientos petroleros productores más grandes del Estado.

Existen yacimientos de petróleo y gas en todo California, aunque la mayoría se encuentran en las cuencas del Valle de San Joaquín y Los Ángeles (Figura 1.3), donde se concentran las reservas de petróleo bajo la superficie. Los diez mayores campos productores de petróleo de California y la correspondiente producción de 2018 se detallan en la Figura 1.4. Ocho de los diez campos petrolíferos están situados en el

³ Departamento de Conservación (2021). "Informe Anual 2019 del Supervisor Estatal de Petróleo y Gas". https://www.conservation.ca.gov/calgem/pubs_stats/annual_reports/Pages/annual_reports.aspx.

⁴ CalGEM. Panel de Datos de WellStar.

https://www.conservation.ca.gov/calgem/Online_Data/Pages/WellSTAR-Data-Dashboard.aspx.

⁵ Datos obtenidos de los Informes de Productividad de las Perforaciones de la Administración de Información Energética de Estados Unidos. Las estimaciones de perforación se limitan a las siguientes grandes regiones productoras de petróleo de Estados Unidos: Bakken, Niobrara, Anadarko, Permian, Eagle Ford, Haynesville y Appalachia. <https://www.eia.gov/petroleum/drilling/archive/2019/12/>.

Valle de San Joaquín, mientras que el Campo Petrolífero de Wilmington se encuentra en la cuenca de Los Ángeles y el de San Ardo en la Costa Central.

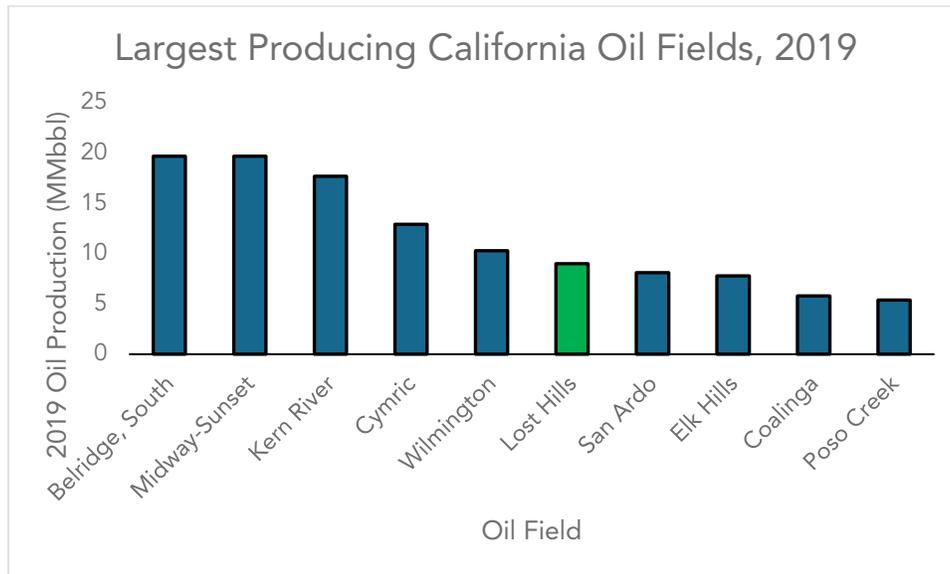


Figura 1.4 Los diez campos petrolíferos de mayor producción en California. Adaptado del Informe Anual del Supervisor Estatal de Petróleo y Gas de 2019 del Departamento de Conservación.

El Campo Petrolífero de Lost Hills, el sexto de mayor producción en California, produjo 9,0 MMbbl en 2019. CARB seleccionó la comunidad de Lost Hills, ubicada aproximadamente a una milla del Campo Petrolífero de Lost Hills, como la primera comunidad para el monitoreo de la calidad del aire del SNAPS después de recibir comentarios públicos sobre la selección del sitio y la comunidad a través de un proceso de participación de las partes interesadas. Los detalles relativos a la selección de la comunidad se incluyen en la Sección 2. Los resultados, debate y conclusiones del estudio de monitoreo del aire de Lost Hills se detallan en las Secciones 3-5.

1.2.2 Proximidad de la Extracción de Petróleo y Gas a los Receptores Sensibles

Muchos lugares receptores sensibles, como hogares, guarderías, escuelas y hospitales, están muy cerca de los lugares de producción de petróleo y gas de California. Algunas residencias en California están a varios pies de los límites de un sitio de perforación y tan cerca como a 60 pies de un pozo de petróleo activo.⁶ Los eventos de estimulación de pozos en Los Ángeles entre 2013 y 2017 se produjeron a distancias tan cerca como a 12 pies de una residencia, 342 pies de un preescolar, 160 pies de un hospital y 96

⁶ Departamento de Salud Pública del Condado de Los Ángeles. 2018. Riesgos para la Salud Pública y la Seguridad de las Instalaciones de Petróleo y Gas en el Condado de Los Ángeles. http://publichealth.lacounty.gov/eh/docs/ph_oilgasfacilitiesphsafetyrisks.pdf.

pies de un centro de atención médica.⁷ Un análisis de los datos del Distrito de Gestión de la Calidad del Aire de la Costa Sur (SCAQMD) encontró que se reportaron 483 actividades de estimulación de pozos que utilizaron tóxicos del aire ocurridas en sitios dentro de los 1,500 pies de distancia de al menos un hospital, preescolar o residencia en el condado de Los Ángeles.⁷

1.2.3 Efectos a la Salud Asociados a Vivir Cerca de Una Producción de Petróleo y Gas

1.2.3.1 Estudios Epidemiológicos

1.2.3.1.1 Específicos de California

Se identificaron tres estudios de salud específicos de California, todos los cuales evaluaron los posibles impactos adversos para la salud de la explotación de petróleo y gas en las comunidades cercanas. Una encuesta de hogares dentro de dos zonas de amortiguamiento de 1,500 pies de producción de petróleo en Los Ángeles descubrió que los residentes de estas zonas presentaban mayores tasas de asma diagnosticada por médicos que los del condado de Los Ángeles o del Sur de Los Ángeles.⁸ En un reciente estudio epidemiológico con base en California, la proximidad residencial a la producción de petróleo y gas de gran volumen durante el embarazo, se asoció con resultados adversos en los nacimientos en las zonas rurales.⁹ Otro estudio reciente del Valle de San Joaquín descubrió una asociación entre la proximidad residencial a los pozos de petróleo y gas y los nacimientos prematuros.¹⁰

En una encuesta realizada en 2015 a los residentes de Lost Hills, los participantes reportaron sufrir diferentes problemas de salud.¹¹ Los problemas de salud más frecuentes reportados fueron los signos y síntomas relacionados con la piel, visión/ojos y los senos nasales/vías respiratorias. Sin embargo, no se evaluaron las posibles causas de estos síntomas ni se compararon las tasas con las de otras comunidades. Además, el tamaño de la muestra es probablemente demasiado pequeño para sacar conclusiones definitivas. El informe concluye que “[l]a información médica identificada

⁷ Centro para la Diversidad Biológica. 2017. Peligro al Lado. Los 12 Principales Tóxicos del Aire Utilizados en las Perforaciones Petrolíferas en los Vecindarios de Los Ángeles. <https://www.biologicaldiversity.org/publications/papers/DangerNextDoor.pdf>.

⁸ Shamasunder B, Collier-Oxandale A, Blickley J, Sadd J, Chan M, Navarro S, et al. 2018. Estudio de Salud y Exposición Basado en la Comunidad en torno a los Desarrollos Petroleros Urbanos en el Sur de Los Ángeles. *Int J Environ Res Public Health* 15(1).

⁹ Tran KV, Casey JA, Cushing LJ, Morello-Frosch R. 2020. Proximidad Residencial a Explotaciones de Petróleo y Gas y Resultados de los Nacimientos en California: Un Estudio de Cohorte Retrospectivo de Nacimientos de 2006-2015. *Perspect de Salud Amb* 128(6):67001.

¹⁰ Gonzalez DJX, Sherris AR, Yang W, Stevenson DK, Padula AM, Baiocchi M, et al. 2020. Producción de Petróleo y Gas y Nacimiento Prematuro Espontáneo en el Valle de San Joaquín, CA: Un estudio de casos y controles. *Environ Epidemiol* 4(4):e099.

¹¹ Earthworks and Clean Water Fund. 2015. Californianos en Riesgo: Un análisis de las amenazas a la salud derivadas de la contaminación por petróleo y gas en dos Comunidades. Estudios de Caso en Lost Hills y Upper Ojai.

<https://www.earthworks.org/cms/assets/uploads/archive/files/publications/CaliforniansAtRiskFINAL.pdf>.

por los encuestados... no puede atribuirse directamente a la producción de petróleo y gas."

El ruido, la luz, el olor y la vibración producidos por la explotación de petróleo y gas pueden afectar la salud.^{12,13} los Californianos que viven cerca de las instalaciones de petróleo y gas comúnmente reportan síntomas de salud que atribuyen a las emisiones provenientes de estas instalaciones.⁶ Varias jurisdicciones de California reciben cientos de denuncias sobre salud y olores.^{6,14}

1.2.3.1.2 Otros Estudios

Varios estudios han examinado los efectos sobre la salud potencialmente asociados a vivir cerca de la producción de petróleo y gas.^{15,16} Estos estudios utilizan diversos medios para representar la exposición de la población a los contaminantes del aire, incluida la presencia o ausencia de pozos, número, densidad o la distancia a los pozos, u otras medidas de la producción o la actividad del petróleo y el gas.¹⁵ Todas estas métricas son valoraciones indirectas de la exposición. Los estudios hasta la fecha han comparado las tasas de condiciones de salud diagnosticadas por los médicos o auto reportadas entre los que viven más cerca de la producción de petróleo y gas con los que viven más lejos.¹⁶ Si bien estos estudios proporcionan información valiosa, se necesitan datos de exposición de alta calidad durante largos períodos^{6,17} y "[e]pidemiológicos que incluyan diseños más controlados con valoración directa de la exposición y los resultados de salud diagnosticados son necesarios para confirmar o refutar las asociaciones publicadas en la literatura."¹⁶ Esta declaración enfatiza la importancia de usar condiciones diagnosticadas por el médico, en lugar de las auto reportadas, en estudios de salud para darle un incremento a la confiabilidad de los datos.

¹² Hays J, McCawley M, Shonkoff SBC. 2017. Consecuencias para la salud pública del ruido ambiental asociado a la explotación no convencional de petróleo y gas. *Sci Total Environ* 580448-456.

¹³ Foro Internacional de Exploración y Producción de Petróleo/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Industria y Medio Ambiente. 1997. Gestión medioambiental en la exploración y producción de petróleo y gas. Una visión general de los problemas y enfoques de gestión. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8275>.

¹⁴ Sahagun L. 2013. Oficiales de la EPA enfermos por los humos en el yacimiento petrolero del Sur de Los Ángeles. *Los Angeles Times* (<https://www.latimes.com/local/la-me-1109-fumes-20131109-story.html>).

¹⁵ Deziel NC, Brokovich E, Grotto I, Clark CJ, Barnett-Itzhaki Z, Broday D, et al. 2020. Explotación de petróleo y gas no convencional y resultados de salud: Una revisión del alcance de la investigación epidemiológica. *Environ Res* 182109124.

¹⁶ Bamber AM, Hasanali SH, Nair AS, Watkins SM, Vigil DI, Van Dyke M, et al. 2019. Una Revisión Sistemática de la Literatura Epidemiológica que Evalúa los Resultados de Salud en Poblaciones que Viven cerca de Operaciones de Petróleo y Gas Natural: Calidad de los Estudios y Recomendaciones Futuras. *Int J Environ Res Public Health* 16(12).

¹⁷ Wollin KM, Damm G, Foth H, Freyberger A, Gebel T, Mangerich A, et al. 2020. Evaluación crítica de los riesgos para la salud humana derivados de la fracturación hidráulica en la producción de gas natural y petróleo. *Arch Toxicol* 94:967-1016.

Aunque los resultados y la calidad de los estudios disponibles son contradictorios, los estudios de personas en comunidades cercanas a explotaciones de petróleo y gas han encontrado asociaciones entre la proximidad, densidad o la actividad de explotación de petróleo y gas, y una serie de condiciones de salud.^{15,16} Los resultados de nacimientos son los más estudiados, con evidencia que indica un mayor riesgo de parto prematuro, bajo peso al nacer o bajo peso al nacer a término, y los bebés pequeños para la edad gestacional.^{15,16} En cuanto al riesgo de cáncer, existen pruebas de una posible asociación con un mayor riesgo de leucemia (leucemia infantil no específica y leucemia linfocítica aguda).^{15,16} En términos de efectos respiratorios, la evidencia más sólida es para la agudización del asma, con resultados mixtos para hospitalizaciones respiratorias y síntomas respiratorios auto reportados.^{15,16} Artículos recientes también han encontrado asociaciones con hospitalizaciones por asma pediátrica.^{18,19} Otros resultados con evidencia mixta de relaciones incluyen hospitalizaciones cardiovasculares, síntomas dérmicos (relacionados con la piel) auto reportados y síntomas psicológicos auto reportados.¹⁶

1.2.3.2 Evaluaciones de Riesgos para la Salud

Se han realizado evaluaciones de riesgos para la salud humana en zonas con una significativa extracción de petróleo y gas, incluyendo California, Colorado, Ohio, Pensilvania, Texas, Wyoming y Canadá (Apéndice G, Sección d). Las comparaciones directas entre las evaluaciones de salud son difíciles porque evalúan diferentes compuestos, se basan en diferentes fuentes de datos (concentraciones de aire modeladas a partir de datos de emisiones versus medición directa del aire cercano, distancia de pozos), utilizan diferentes metodologías (por ejemplo, técnicas de muestreo, rutas de exposición, duración de la exposición) y diferentes valores orientativos para la salud (HGVs) para evaluar el potencial de efectos sobre la salud. Las comparaciones directas también son difíciles porque la composición del petróleo y el gas, los métodos de producción y extracción y las regulaciones, varían en todos los lugares. En general, se observaron algunas tendencias:

- En todas las evaluaciones de riesgo se constató que los niveles de algunos compuestos, si es que hay alguno, superaban los HGVs agudos (a corto plazo) y crónicos (a largo plazo) no cancerígenos. Sin embargo, varios compuestos han

¹⁸ Willis M, Hystad P, Denham A, Hill E. 2021. Desarrollo de gas natural, prácticas de quema y hospitalizaciones pediátricas por asma en Texas. *Int J Epidemiol* 49(6):1883-1896.

¹⁹ Willis MD, Jusko TA, Halterman JS, Hill EL. 2018. Desarrollo del gas natural no convencional y hospitalizaciones por asma pediátrica en Pensilvania. *Environ Res* 166402-408.

demostrado repetidamente ser importantes desde una perspectiva de riesgo, incluyendo acroleína, benceno y formaldehído.^{20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34}

-
- ²⁰ Intrinsic. 2014. Fase 2: Evaluación Detallada de los Riesgos para la Salud Humana de las Actividades de Petróleo y Gas en el Noreste de Columbia Británica. <https://www.health.gov.bc.ca/library/publications/year/2014/detailed-health-risk-assessment.pdf>.
- ²¹ Holder C, Hader J, Avanasí R, Hong T, Carr E, Mendez B, et al. 2019. Evaluar los riesgos potenciales para la salud humana de las exposiciones a escala por inhalación a compuestos orgánicos volátiles emitidos por las operaciones de petróleo y gas. *J Air Waste Manag Assoc* 69(12):1503-1524.
- ²² McMullin TS, Bamber AM, Bon D, Vigil DI, Van Dyke M. 2018. Exposiciones y Riesgos para la Salud de los Compuestos Orgánicos Volátiles en las Comunidades Ubicadas cerca de las Actividades de Exploración y Producción de Petróleo y Gas en Colorado (EE.UU.). *Int J Environ Res Public Health* 15(7).
- ²³ CDPHE. 2017. Evaluación de Efectos Potenciales en la Salud Pública de las Operaciones de Petróleo y Gas en Colorado. <https://naturalgassolution.org/wp-content/uploads/2017/08/Assessment-Potential-Public-Health-Effects-Oil-Gas-Operations-Colorado.pdf>.
- ²⁴ Long CM, Briggs NL, Bamgbose IA. 2019. Síntesis y evaluación basada en la salud de los datos de monitoreo del aire ambiente para la región de Marcellus Shale. *J Air Waste Manag Assoc* 69(5):527-547.
- ²⁵ McKenzie LM, Witter RZ, Newman LS, Adgate JL. 2012. Evaluación del riesgo para la salud humana de las emisiones de aire derivadas del desarrollo de recursos de gas natural no convencionales. *Sci Total Environ* 42479-87.
- ²⁶ Eastern Research Group Inc. 2011. Informe Final del Estudio sobre la Calidad del Aire de Gas Natural de la Ciudad de Fort Worth. <https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OAR-2015-0764-0014>.
- ²⁷ Coons TW, R. 2008. Análisis del Riesgo para la Salud de la Comunidad procedente de los Impactos de la Industria del Petróleo y Gas en el Condado de Garfield. <https://www.garfield-county.com/environmental-health/filesgcco/sites/16/2019/07/11.-COMMUNITY-HEALTH-RISK-ANALYSIS-Complete-Report-16MB-1.pdf>.
- ²⁸ Macey GP, Breech R, Chernaik M, Cox C, Larson D, Thomas D, et al. 2014. Concentraciones en el aire de compuestos volátiles cerca de una producción de petróleo y gas: un estudio exploratorio basado en la comunidad. *Environ Health* 1382.
- ²⁹ Departamento de Protección Ambiental de Pensilvania. 2010. Informe de Muestreo de Aire Ambiental a Corto Plazo del Esquisto de Marcellus al Sureste de Pennsylvania. https://www.dep.state.pa.us/dep/deputate/airwaste/aq/aqm/docs/Marcellus_SW_11-01-10.pdf.
- ³⁰ Departamento de Protección Ambiental de Pensilvania. 2018. Proyecto de Monitoreo del Aire Ambiente a Largo Plazo: Instalaciones de Gas del Esquisto de Marcellus. https://files.dep.state.pa.us/Air/AirQuality/AQPortalFiles/Monitoring%20Topics/Toxic%20Pollutants/Docs/FINAL_Long-Term_Marcellus_Project_Report_071018.pdf.
- ³¹ TCEQ. 2010. Memorando Interno. Asunto: Revisión de los Efectos sobre la Salud de los Proyectos de Monitoreo de la Zona del Esquisto de Barnett, incluyendo la Fase I (24 - 28 de agosto de 2009), la Fase II (9 - 16 de octubre de 2009) y la Fase III (16 - 20 de noviembre de 2009); Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs), Compuestos de Azufre Reducido (RSC), Óxidos de Nitrógeno (NOx) y Monitoreo por Cámara de Infrarrojos (IR), Documento Número BS09 I 2-FR. <https://www.tceq.texas.gov/assets/public/implementation/tox/barnettshale/healtheval/co/multi/mm1.pdf>.
- ³² MRS Environmental. 2020. Informe de Evaluación de Riesgos para la Salud en el Campo Petrolífero de Inglewood. https://planning.lacounty.gov/assets/upl/project/bh_health-risk-assessment-report.pdf.
- ³³ Sonoma Technology Inc. 2015. Estudio sobre la Calidad del Aire en Baldwin Hills. https://planning.lacounty.gov/assets/upl/project/bh_air-quality-study.pdf.
- ³⁴ Coming Clean. 2016. Cuando el viento sopla: seguimiento de las sustancias químicas tóxicas en los yacimientos de gas y las comunidades afectadas. <https://comingcleaninc.org/assets/media/documents/When%20the%20Wind%20Blows.pdf>.

- Las estimaciones del riesgo de cáncer en localidades cercanas a la extracción de petróleo y gas fueron variables y estuvieron influenciadas por los compuestos medidos. Las estimaciones del riesgo acumulativo de cáncer, a menudo de todas las fuentes potenciales cercanas a la extracción de petróleo y gas, pero sin limitarse a ellas, comúnmente excedieron una en un millón, que es un umbral de preocupación para el riesgo de cáncer entre la población general. En varias evaluaciones de riesgo, las estimaciones del riesgo de cáncer fueron impulsadas por acetaldehído, benceno, diesel PM y formaldehído.
20,22,23,25,27,30,32,33,35,36,37,38,39,40
- Las evaluaciones de las localidades más cercanas a los pozos han detectado concentraciones más altas de contaminantes del aire y el incremento de riesgos para la salud en comparación con los lugares más alejados.^{21,25,27,41,42,43}

³⁵ CDPHE. 2007. Inhalación de Tóxicos del Aire en el Condado de Garfield: Evaluación del Riesgo para la Salud Humana a Nivel Cribado. <https://www.garfield-county.com/environmental-health/wp-content/uploads/sites/16/2019/07/Working-Draft-CDPHE-Screeing-Level-Risk-Air-Toxics-Assessment-12-20-07.pdf>.

³⁶ CDPHE. 2012. Estudio de Caso sobre Emisiones del Aire Relacionadas con la Explotación de Petróleo y Gas en Erie, Colorado. https://www.colorado.gov/airquality/tech_doc_repository.aspx?action=open&file=Erie_Air_Emissions_Case_Study_2012.pdf.

³⁷ Ethridge S, Bredfeldt T, Sheedy K, Shirley S, Lopez G, Honeycutt M. 2015. The Barnett Shale: Desde la formulación de problemas hasta la gestión de riesgos. *Revista de Recursos No Convencionales de Petróleo y Gas* 1195-110.

³⁸ Swarthout RF, Russo RS, Zhou Y, Miller BM, Mitchell B, Horsman E, et al. 2015. Impacto de la explotación de gas natural del Esquisto de Marcellus en el suroeste de Pensilvania sobre las emisiones de compuestos orgánicos volátiles y la calidad del aire regional. *Environ Sci Technol* 49(5):3175-3184.

³⁹ Long CM, Briggs NL, Cochran BA, Mims DM. 2021. Evaluación basada en la salud de las mediciones en el aire ambiente de PM2.5 y compuestos orgánicos volátiles cerca de un sitio de pozo de gas natural no convencional en el Esquisto de Marcellus y un campus escolar. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 31:614-627.

⁴⁰ CDPHE. 2010. Consulta de Salud: Implicaciones para la Salud Pública de las Exposiciones al Aire Ambiente Medidas en Zonas Rurales y Urbanas de Desarrollo de Petróleo y Gas - un Análisis de los Datos de Muestreo de Aire de 2008. https://www.colorado.gov/pacific/sites/default/files/HHW_CSA_Ambient-Air-in-Garfield-2008-Data-HC_8.26.2010.pdf.

⁴¹ McKenzie LM, Blair B, Hughes J, Allshouse WB, Blake NJ, Helmig D, et al. 2018. Niveles Ambientales de Hidrocarburos No Metanos a lo Largo de la Cordillera Frontal Norte de Colorado: Riesgos Agudos y Crónicos para la Salud. *Environ Sci Technol* 52(8):4514-4525.

⁴² Paulik LB, Donald CE, Smith BW, Tidwell LG, Hobbie KA, Kincl L, et al. 2016. Emisiones al Aire de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos Procedentes de la Extracción de Gas Natural. *Environ Sci Technol* 50(14):7921-7929.

⁴³ Proyecto de Salud Ambiental del Suroeste de Pensilvania. 2016. Evaluación Comunitaria de los Resultados del Monitoreo del Aire Exterior en Penn Trafford. <https://www.documentcloud.org/documents/3233438-Community-Assessment-of-Penn-Trafford-Outdoor.html>.

- El desarrollo de pozos se ha relacionado con mayores concentraciones de contaminantes del aire en comparación con la producción de pozos existentes.^{21,25}

En Lost Hills, Earthworks y Clean Water Fund realizaron en 2015 una evaluación exploratoria de riesgos mediante la recolección de muestras de aire en el Campo Petrolífero de Lost Hills.¹¹ Los autores señalaron que ninguna de las concentraciones de aire medidas excedió los Niveles de Detección de Efectos a corto plazo (ESLs) de la Comisión de Calidad Ambiental de Texas (TCEQ). Los ESLs a corto plazo son niveles de detección de aire ambiente utilizados para evaluar el potencial de impactos negativos, incluidos los efectos en la salud, después de una hora de exposición.

1.2.4 Proximidad Residencial a la Producción de Petróleo y Gas en California

Casi cinco millones y medio de californianos, alrededor del 14% de la población del Estado, viven a menos de una milla de uno o más pozos de petróleo o gas.⁴⁴ Un tercio de estas personas, 1,8 millones en total, viven en algunas de las comunidades más gravemente agobiadas del Estado.⁴⁴ De estos 1,8 millones, el 92% son personas de color.⁴⁴ Aquellos que viven más cerca de los pozos de petróleo y gas tienen más probabilidades de ser considerados de bajos ingresos en función de los umbrales de ingreso medio anual y de pobreza.⁴⁵ En el Condado de Kern, uno de cada tres residentes vive a menos de una milla de un pozo de petróleo o gas, y casi la mitad de los que están a menos de una milla de un pozo de petróleo viven en comunidades que se consideran desfavorecidas según los resultados de CalEnviroScreen 2.0.⁴⁴

1.2.5 Regulaciones, Programas y Estudios de CARB sobre Petróleo y Gas

CARB adoptó e implementa una regulación diseñada para reducir las emisiones del sector del petróleo y el gas, y tiene una serie de programas y estudios diseñados para reducir las emisiones y comprender los impactos de las operaciones relacionadas con el petróleo y el gas en la calidad del aire y las emisiones de gases de efecto invernadero. La Regulación, los Estándares de Emisión de Gases de Efecto Invernadero para Instalaciones de Petróleo Crudo y Gas Natural, fue adoptada en 2017 y está diseñada para reducir las emisiones de metano asociadas a las instalaciones de petróleo y gas. La regulación, ejecutada a partir del 1 de enero de 2018, aborda las emisiones fugitivas y ventiladas de metano procedentes de instalaciones nuevas y existentes, incluidas las instalaciones de producción, procesamiento y almacenamiento de petróleo y gas; estaciones de recolección y potenciación de gas natural; instalaciones subterráneas de almacenamiento de gas

⁴⁴ Consejo de Defensa de los Recursos Naturales. 2014. Perforaciones en California: ¿Quién está en riesgo? <https://www.nrdc.org/sites/default/files/california-fracking-risks-report.pdf>.

⁴⁵ FracTracker Alliance. 2020. Personas y Producción: Reducción del Riesgo en la Extracción de California. <https://www.fractracker.org/2020/12/people-and-production/>.

natural; y estaciones de compresión de transmisión de gas natural. Los requisitos regulatorios incluyen la recolección de vapor para sistemas separadores y tanques no controlados, detección y reparación de fugas (LDAR) para componentes que actualmente no están cubiertos por las reglas locales del distrito del aire, mayor monitoreo en instalaciones subterráneas de almacenamiento de gas natural, estándares de emisión para compresores de gas natural, uso de dispositivos y bombas neumáticas sin drenaje, y requisitos de mantenimiento de registros e informes. Algunos de los beneficios y co-beneficios de la regulación incluyen reducciones anuales de más de 1,4 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e, utilizando un potencial de calentamiento global de 20 años para el metano), 3,600 toneladas de compuestos orgánicos volátiles (COVs) y 100 toneladas de contaminantes tóxicos del aire (TACs). Los resultados del primer y segundo año de implementación incluyeron una reducción de 29% y luego 12% en las emisiones de los componentes sujetos a la regulación (por ejemplo, válvulas, bridas y conectores).⁴⁶ Las reducciones totales de emisiones durante los primeros dos años de implementación se estimaron en aproximadamente 8,400 toneladas métricas de metano, o alrededor de 216,000 toneladas métricas de CO₂e.⁴⁶ En junio de 2023, la Junta de CARB adoptó enmiendas propuestas al reglamento. Entre otros cambios, las enmiendas propuestas aumentarían las pruebas e inspecciones de ciertos sistemas de control de emisiones, requerirían documentación de planificación adicional para los esfuerzos de detección y reparación de fugas, requerirían que los propietarios u operadores de instalaciones de petróleo y gas inspeccionen y reparen las fuentes de emisiones detectadas mediante mediciones satelitales y reportadas a ellos por parte de CARB, y mejorar el mantenimiento de registros y la presentación de informes para la verificación del cumplimiento. Al momento de este informe, las enmiendas propuestas están avanzando a través del proceso de aprobación regulatoria que ocurren después de la adopción de la Junta.

En virtud del SB 4⁴⁷, la División de Gestión de la Energía Geológica de California (CalGEM) proporciona a CARB y a otras agencias estatales y locales establecidas las secciones pertinentes de las solicitudes de permisos de tratamiento de estimulación de pozos (WST) para que su revisión y oportunidad de comentar. Como se señala en el informe del CCST de 2015, el WST, incluida la fracturación hidráulica o "fracking", es una fuente potencial de contaminación del aire en California y las emisiones pueden estar concentradas cerca de los pozos de producción.¹ CARB responde a la CalGEM con comentarios sobre todas las aplicaciones y recomienda que la CalGEM

⁴⁶ CARB. Regulación de Metano de Petróleo y Gas de CARB, Resúmenes Anuales de LDAR <https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/carbs-oil-and-gas-methane-regulation-annual-ldar-summaries>

⁴⁷ Pavley, Capítulo 313, Estatutos de 2013. https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=201320140SB4.

incluya un requisito de permiso para el muestreo y análisis de aire durante el WST caso por caso (dependiendo del campo, el operador y la composición del fluido del WST). Los datos recopilados como parte de este esfuerzo de monitoreo de 2016 a 2018 se analizaron para determinar las tendencias estadísticas y los posibles impactos en la salud. Los datos recopilados indican que el WST por sí solo no es una fuente importante de COVs o TACs en comparación con el aire cercano a los campos petrolíferos sin WST. Sin embargo, el análisis demostró que todavía puede haber riesgos para la salud asociados a la calidad del aire medida cerca de los campos petrolíferos, incluido un mayor riesgo de cáncer.

CARB también ha ejecutado contratos de investigación de FluxSense⁴⁸, Scientific Aviation⁴⁹ y el Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL) de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) para medir las emisiones procedentes de las instalaciones de petróleo y gas.

2 Alcance y Metodología del SNAPS

2.1 Procesos de Selección de la Comunidad y del Sitio de Monitoreo

2.1.1 Visión General de la Metodología de Selección de la Comunidad

El personal de CARB desarrolló un proceso de selección sistemático para identificar y priorizar las comunidades para el monitoreo del aire en el programa SNAPS. El proceso de selección consta de tres etapas: identificación, evaluación y priorización (Figura 2.1).

⁴⁸ FluxSense. Mediciones de Contaminantes Tóxicos del Aire y Gases de Efecto Invernadero Cerca de Operaciones de Petróleo y Gas y Comunidades Cercanas. <https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/toxic-air-contaminant-and-greenhouse-gas-measurements-near-oil-and-gas>

⁴⁹ CARB. Información sobre Zonas Críticas de Metano. <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/methane/ab1496-research#:~:text=CARB%20has%20also%20contracted%20with%20Scientific%20Aviation,%20which,emi ssion%20fluxes%20from%20important%20emission%20sources%20throughout%20California>

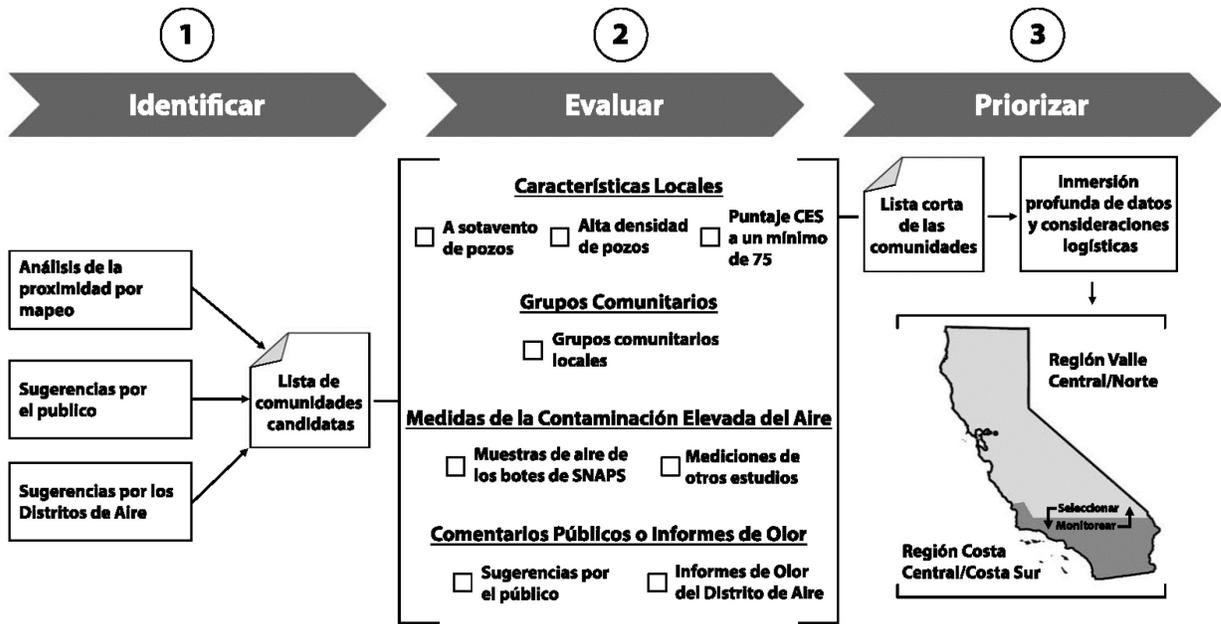


Figura 2.1 Visión General del Proceso de Selección de la Comunidad.

Con el tiempo se podrán incorporar consideraciones adicionales al proceso y los mecanismos de estas etapas existentes podrán revisarse a medida que se disponga de más información.

En la etapa de identificación, el personal de CARB desarrolló una lista de comunidades candidatas para un posible estudio. Esta lista se desarrolló clasificando las comunidades con una proximidad significativa a la producción de petróleo y gas (no a las refinerías) e incorporando sugerencias públicas para comunidades adicionales de los distritos del aire públicos y locales. La lista de comunidades candidatas resultante contiene 56 comunidades en todo el Estado, basadas en gran medida en un análisis cartográfico que identificó las comunidades de California asentadas cerca de las operaciones relacionadas con petróleo y gas. En el Apéndice A se puede encontrar un enlace al libro blanco de selección de comunidades con más detalles sobre este análisis cartográfico.

En la fase de evaluación, el personal del CARB recopiló datos adicionales para cada comunidad de la lista de comunidades candidatas. Las comunidades candidatas pasaron a la fase de priorización en función de un análisis de ocho indicadores. Los indicadores son (1) si la comunidad se encuentra o no a favor del viento de los pozos, (2) la densidad estimada de los pozos establecidos, (3) el puntaje local de CalEnviroScreen 3.0, (4) la participación de grupos comunitarios, (5) los resultados de las muestras del filtro de selección del SNAPS, (6) las mediciones de calidad del aire de otros estudios, (7) las sugerencias públicas y (8) los informes sobre olores del distrito de aire. Los datos se utilizaron para diferenciar a las comunidades que pueden

tener una mayor probabilidad de experimentar impactos derivados de las emisiones relacionadas con el petróleo y el gas. El personal de CARB tiene la intención de que éste sea un proceso continuo con comunidades adicionales que surjan para su priorización a lo largo del tiempo.

En la etapa de priorización, las comunidades se priorizaron de acuerdo con un análisis más detallado de los ocho indicadores y con consideraciones adicionales relacionadas principalmente con la logística de colocación de los equipos de monitoreo del aire dentro de una comunidad. Se realizaron análisis detallados por separado para las regiones del Valle/Norte y Central/Costa Sur del estado para tener en cuenta las diferencias en las características de la población, ubicación de los pozos en relación con las comunidades y los datos de medición del aire existentes. En la medida de lo posible, el personal planea alternar el monitoreo del aire entre las dos regiones, utilizando el tiempo mientras se realiza el monitoreo del aire en una región para prepararse para monitorear en la otra región. Si bien este esfuerzo es un proceso continuo, se han seleccionado las primeras cuatro comunidades para el monitoreo de SNAPS: Lost Hills, Baldwin Hills, McKittrick/Derby Acres y el Sur de Los Ángeles.

2.1.2 Selección de Lost Hills, CA, para el Monitoreo del SNAPS

El personal de CARB designó a Lost Hills como la primera comunidad en recibir el monitoreo del aire al amparo del programa SNAPS. Lost Hills tiene cinco de los ocho posibles indicadores de selección de la comunidad del SNAPS: está a favor del viento de los pozos de petróleo y gas, está cerca de áreas de alta densidad de pozos y volumen de producción, tiene un puntaje CalEnviroScreen 3.0 superior a 75 (considerado una comunidad desfavorecida de acuerdo con los criterios establecidos en el SB 535⁵⁰), tiene el apoyo de grupos comunitarios locales, y fue sugerido por el público para el monitoreo del aire del SNAPS.

⁵⁰ OEHHA. Designación de Comunidad Desfavorecida. <https://oehha.ca.gov/calenviroscreen/sb535>

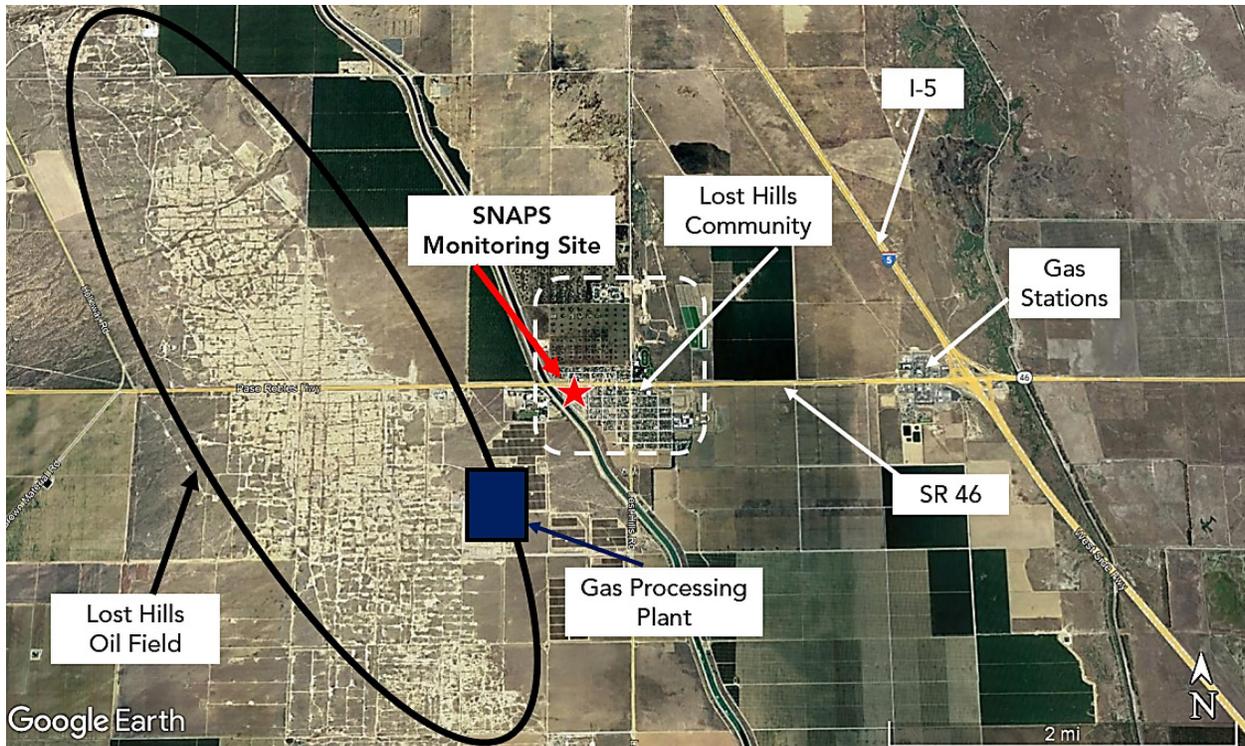


Figura 2.2 Mapa del área metropolitana de Lost Hills que muestra las ubicaciones de la ciudad de Lost Hills (línea discontinua blanca), el sitio de monitoreo (estrella roja) y varias fuentes potenciales de contaminación del aire, incluido el campo petrolífero de Lost Hills (círculo negro), el planta de procesamiento de gas (rectángulo azul), estaciones de servicio y autopista SR 46 y autopista I-5.

Lost Hills es un lugar designado por el censo en el Condado de Kern, California, con una población de 2,370 personas según el censo de 2020. La comunidad está ubicada aproximadamente a 42 millas al oeste-noroeste de Bakersfield, California, a una altura de 305 pies. Lost Hills está localizado entre la Interestatal 5 (I-5), aproximadamente una milla al este, y el Campo Petrolero de Lost Hills está menos de una milla al oeste. La Ruta Estatal de California (SR) 46 atraviesa la comunidad de oeste a este (Figura 2.2).

Existe una variedad de fuentes de contaminación cerca de la comunidad, incluidas las instalaciones de petróleo y gas del Campo Petrolero de Lost Hills, actividades agrícolas, fuentes móviles de la I-5 y la SR 46, vertederos, instalaciones de compostaje, actividades residenciales, distribución local de gas natural y tuberías de transmisión en Lost Hills, y servicios comerciales, como estaciones de servicio y restaurantes ubicados al este de la comunidad.

2.1.3 Proceso de Selección del Sitio de Monitoreo Fijo

El personal de CARB desarrolló los requisitos del sitio de monitoreo basados en la seguridad, la idoneidad para representar la exposición de la comunidad, los requisitos

de energía, la seguridad y las necesidades de espacio, y luego identificó ubicaciones potenciales para el equipo fijo de monitoreo del sitio en función del análisis de la zona y las sugerencias del público. Cada lugar se evaluó en función de su capacidad para satisfacer los criterios establecidos.

Los requisitos del sitio de monitoreo del SNAPS incluyen:

- Proporciona un entorno de trabajo seguro para el personal de CARB
- Posicionado en relación con el Campo Petrolífero de Lost Hills para proporcionar resultados representativos y significativos de monitoreo del aire
 - Predominantemente a favor del viento del Campo Petrolífero de Lost Hills
 - En una elevación similar a la del Campo Petrolífero de Lost Hills
 - Muy cerca de fuentes potenciales del Campo Petrolífero de Lost Hills, incluida la planta de procesamiento de gas y los tanques de almacenamiento
- Proporciona potencia adecuada
 - Circuito dedicado de 220 v/50 amperios
 - Circuitos dedicados de 120 v/20 amperios
 - Si ambos no estuvieran disponibles, el sitio puede ser actualizado para proporcionar esta capacidad.
- Proporciona la seguridad adecuada, según corresponda al sitio específico
 - Cercado incorporado
 - Cámaras de seguridad
 - Personal de seguridad in situ
 - Entrada bloqueada
- Proporciona espacio adecuado
 - Adaptación plana de la huella del tráiler 24' x 36' (aproximado)
 - Adaptación de la antena del equipo meteorológico de hasta 30' de altura
 - Posible adaptación de cables de sujeción para la antena, aumentando el área total de la huella plana
- Permite el acceso al sitio
 - Acceso regular durante el horario comercial para mantenimiento y operaciones

2.1.4 Posibles Ubicaciones para Monitoreo Fijo de Lost Hills

Después de un extenso análisis de los posibles sitios para ubicar el equipo de monitoreo del aire en Lost Hills, el personal de CARB propuso tres posibles ubicaciones de monitoreo para debatir con los miembros de la comunidad de Lost Hills y otras partes interesadas en una reunión comunitaria de octubre de 2018 (Apéndice A).

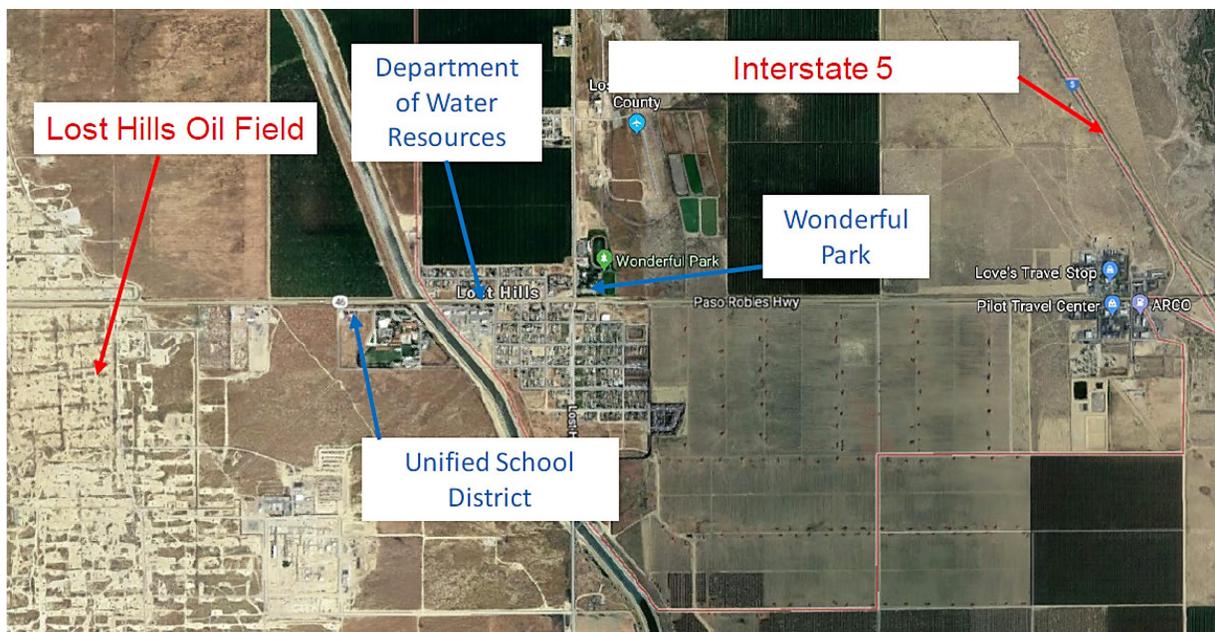


Figura 2.3 Mapa de la zona de Lost Hills, con los tres sitios potenciales de monitoreo del aire del SNAPS en azul y las fuentes potenciales en rojo

El personal de CARB y las partes interesadas consideraron la Oficina del Distrito Escolar Union de Lost Hills (Figura 2.3) como una ubicación para el equipo de monitoreo del aire del SNAPS. La Oficina del Distrito Escolar está situada en el límite occidental de Lost Hills a lo largo de la SR 46, a menos de 0,5 millas del pozo de petróleo activo más cercano. Este sitio es ideal para monitorear posibles emisiones fugitivas de las actividades de los campos petroleros con pocas otras fuentes contaminantes en las cercanías. Sin embargo, este sitio no está ubicado en el centro de la comunidad de Lost Hills y, por lo tanto, se consideró menos representativo de la exposición de la mayoría de los residentes de Lost Hills.

El personal de CARB y las partes interesadas también consideraron Lost Hills Wonderful Park como un lugar para el equipo de monitoreo del aire, sitio ubicado en el límite oriental de Lost Hills, aproximadamente a 1,25 millas del pozo de petróleo activo más cercano. Este sitio está ubicado a favor del viento del campo petrolífero y de la comunidad y se encuentra a 1,5 millas de la Interestatal 5. Sin embargo, este sitio no se seleccionó por motivos de seguridad y por posibles problemas de suministro eléctrico.

2.1.5 Selección Final de la Ubicación para Monitoreo Fijo

Después de considerar los aportes de los miembros de la comunidad, el personal de CARB seleccionó la oficina del Departamento de Recursos Hídricos de Lost Hills (DWR) para albergar el equipo de monitoreo del aire del SNAPS. El sitio cumple con todos los requisitos técnicos y logísticos básicos enumerados en la Sección 2.1.3 y está

ubicado cerca del centro de Lost Hills a lo largo de la SR 46. El sitio del DWR se encuentra aproximadamente a 5100 pies del pozo de petróleo y gas activo más cercano y a menos de 1 milla de la planta de procesamiento de gas en el Campo Petrolifero de Lost Hills. Las plantas de procesamiento de gas son instalaciones que transforman el gas natural crudo extraído del yacimiento petrolero en gas natural, que es más utilizable por el consumidor mediante la eliminación de impurezas y diversos hidrocarburos distintos al metano.⁵¹ Este sitio está ubicado en el centro de la comunidad de Lost Hills, lo que puede ayudar a evaluar la calidad del aire cerca del Campo Petrolero de Lost Hills, las fuentes agrícolas y el tráfico de vehículos en la SR 46.

2.2 Participación de la Comunidad

Los comentarios de los miembros de la comunidad y las partes interesadas son componentes vitales del desarrollo y la implementación del programa SNAPS. En la etapa inicial del programa, el personal de CARB investigó y se acercó a una serie de grupos comunitarios y ambientales para obtener información sobre la calidad del aire local y otras inquietudes ambientales importantes para las comunidades de California. Durante el proceso de selección de la comunidad se priorizó la coordinación con las comunidades desfavorecidas que experimentan impactos desmesurados de la contaminación del aire (Sección 2.1.1). El personal de CARB llevó a cabo reuniones iniciales para discutir la información general del programa y el proceso de selección de la comunidad, con talleres realizados en todo el Valle de San Joaquín y el Sur de California (Apéndice A).

Una vez que CARB dio prioridad a Lost Hills como la primera comunidad en recibir el monitoreo del aire bajo el programa SNAPS, CARB continuó las conversaciones con las organizaciones comunitarias locales, incluidas entre otras, la Red de Justicia Ambiental de California Central y el Fondo de Agua Limpia. Estas organizaciones, entre otras, brindaron un amplio apoyo con alcance e intercambio de información a la comunidad de Lost Hills, incluida la distribución de volantes que detallan las próximas reuniones, respondiendo a las consultas de los miembros de la comunidad con respecto a los objetivos del programa, ayudando a programar reuniones comunitarias con CARB en Lost Hills y reuniéndose con la comunidad de manera regular para discutir el programa SNAPS y otros temas locales.

Los miembros de la comunidad de Lost Hills hicieron recomendaciones clave que contribuyeron al desarrollo del Plan de Monitoreo del Aire de Lost Hills (enlace en el Apéndice A). Los miembros de la comunidad ayudaron a determinar la duración del monitoreo fijo en Lost Hills, cuándo tenía lugar el monitoreo móvil y cómo se

⁵¹ Departamento de Transporte de los Estados Unidos. Ficha Informativa: Plantas de Procesamiento de Gas Natural. <https://primis.phmsa.dot.gov/comm/factsheets/fsnaturalgasprocessingplants.htm>

mostraría la información en el sitio web del SNAPS (incluida la visualización de datos en tiempo real). También asistieron a reuniones comunitarias y expresaron opiniones sobre el programa. Además, los miembros de la comunidad interactuaron con el personal de CARB durante un período de monitoreo móvil mientras el vehículo circulaba por varias calles de Lost Hills. Una recomendación de los miembros de la comunidad e implementada durante el monitoreo de Lost Hills fue la operación de dos líneas telefónicas de reportes comunitarios, una en inglés y otra en español, disponibles para informar sobre problemas de calidad del aire, incluyendo olores y problemas de salud. Los informes de la comunidad, como los tipos e intensidad de los olores, fueron útiles para determinar cuándo desplegar el monitoreo móvil y proporcionaron información adicional para el análisis de los datos (Sección 3.6). CARB planea activar las líneas telefónicas durante futuros estudios de monitoreo del Valle de San Joaquín.

Las reuniones comunitarias fueron una valiosa herramienta para recibir las aportaciones de los residentes de Lost Hills, así como de otras comunidades y partes interesadas. El personal del CARB y de la OEHHA celebró una serie de tres reuniones en Lost Hills para presentar los detalles del SNAPS, incluida una visión general del programa, la selección de los sitios de monitoreo y los resultados preliminares. El personal de CARB y de la OEHHA utilizó los comentarios que surgieron de estas reuniones para orientar las decisiones antes, después y a lo largo del período de monitoreo en Lost Hills.

Además de las reuniones comunitarias y las líneas telefónicas, el personal del CARB elaboró una serie de boletines que se distribuyeron a una lista de correo de los residentes de Lost Hills. Los residentes interesados proporcionaron su información postal durante las reuniones comunitarias iniciales. Los boletines de SNAPS proporcionaron una forma de comunicación con la comunidad de Lost Hills durante la pandemia del COVID-19, destacando los plazos preliminares y los principales contaminantes detallados en este informe final.

2.3 Metas y Equipos de Monitoreo

2.3.1 Objetivos de Monitoreo

El personal de CARB utilizó monitoreo fijo (Sección 2.3.2) y móvil (Sección 2.3.3) para caracterizar las tendencias de espacio y temporales de la calidad del aire en Lost Hills. El monitoreo intensivo del aire se realizó durante aproximadamente 11 meses en el Centro Secundario de Operaciones y Mantenimiento del DWR, un sitio representativo de las condiciones locales en Lost Hills (Sección 2.1). El objetivo original era monitorear durante tres o cuatro meses, pero el personal de CARB lo amplió a un año basándose en las aportaciones de la comunidad. Lamentablemente, las mediciones concluyeron un mes antes de lo previsto para cumplir con la orden de quedarse en

casa del Gobernador de marzo de 2020 (Sección 3.2.3). La siguiente sección describe los enfoques de medición de más de 200 contaminantes para el programa SNAPS. Se puede encontrar información más detallada en el Plan de Monitoreo del Aire de Lost Hills y en el QAPP (enlaces en el ApéndiceA), y en el Apéndice B.

2.3.2 Tráiler Fijo

El personal de CARB desplegó equipos de monitoreo, incluido un tráiler equipado con un conjunto de instrumentación, para proporcionar mediciones continuas y de alta resolución de los contaminantes del aire de criterio y los TACs en la subestación del DWR en Lost Hills (Sección 2.1.5) en abril de 2019. El monitoreo comenzó el 20 de mayo de 2019, cuando el personal de CARB y la comunidad se encontraron para la reunión de lanzamiento del monitoreo del aire (Apéndice A).

Los contaminantes que se muestran en el Tabla 2.1 se midieron directamente en el tráiler de monitoreo. Los contaminantes medidos y los equipos de monitoreo correspondientes se enumeran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Lista de contaminantes medidos mediante muestreo continuo y el correspondiente equipo fijo de monitoreo

| Contaminantes Medidos | Nombre del Equipo |
|---|---|
| Sulfuro de Hidrógeno | Teledyne T101 |
| Ozono | Teledyne T400 |
| Metano, Monóxido de Carbono, Dióxido de Carbono | Picarro G2401 |
| Materia Particulada Fina (PM _{2.5}) | Met One BAM-1020 |
| Carbono Negro | Met One BC-1054 |
| COVs especificados | Sistema Markes Air Server-Unity, Cromatógrafo de Gases Thermo Trace 1300 con detección de ionización de llama |

Se obtuvieron muestras independientes, o muestras recogidas en horarios previamente designados, que fueron analizadas por varios laboratorios de análisis para una amplia gama de compuestos. Los compuestos se enumeran en la Tabla 2.2, junto con los medios de prueba y los instrumentos de muestreo.

Tabla 2.2 Lista de contaminantes medidos en muestras independientes y los correspondientes medios de muestreo y métodos de análisis

| Contaminantes Medidos | Medios de Prueba y Método de Muestreo | Método(s) de Análisis |
|--|---|--|
| PAHs | Espuma de poliuretano, resina XAD™ y filtro de fibra de cuarzo, utilizando un muestreador de alto volumen | Cromatografía de gases-espectrometría de masas utilizando el método EPA TO-13 |
| Carbonilos | Cartuchos DNPH que utilizan un muestreador multicanal tóxico ATEC | Cromatografía líquida de alto rendimiento y detección UV con MLD 022 |
| Glicoles | Tubos XAD™-7 con un muestreador multicanal tóxico ATEC | Cromatografía de gases - detección por ionización de llama utilizando NIOSH 5523 |
| Metales | Filtros de teflón con un muestreador multicanal tóxico ATEC | Espectroscopia fluorescente de rayos X utilizando el MLD 034 de CARB |
| COVs especificados | Recipientes Summa con un muestreador multicanal tóxico ATEC | Cromatografía de gases-espectrometría de masas con el MLD 058 y MLD 066 de CARB |
| Compuestos Gaseosos que contienen Azufre | Recipientes Summa con un muestreador multicanal tóxico ATEC | Cromatografía de gases-espectrometría de masas utilizando el método ASTM D5504 |

También se recopilaron datos meteorológicos en el tráiler de monitoreo fijo a lo largo de toda la duración del monitoreo. Esta información incluía la dirección del viento, velocidad del viento, temperatura, presión atmosférica y la humedad relativa.

2.3.3 Vehículo de Monitoreo Móvil

El vehículo de monitoreo móvil estaba equipado con instrumentación para medir metano, etano, sulfuro de hidrógeno y los BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos), un sistema de posicionamiento global (GPS) y una cámara de vídeo para registrar la ubicación del vehículo y su entorno. Todos los datos en tiempo real se

recopilaron mediante un registrador de datos que sincronizó los datos del GPS y de los instrumentos en un archivo electrónico central que se utilizó para el análisis de datos. El vehículo de monitoreo móvil también fue capaz de recolectar muestras de captación de COVs con recipientes Summa para análisis analíticos de seguimiento cuando fuera necesario. Los detalles sobre los contaminantes medidos a través del vehículo de monitoreo móvil del SNAPS se muestran en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Lista de contaminantes gaseosos medidos a través del monitoreo móvil con vehículo, el equipo de monitoreo correspondiente y la frecuencia de medición.

| Contaminantes Gaseosos Medidos | Nombre del Equipo | Frecuencia |
|--|-------------------|---------------------|
| Metano, Sulfuro de Hidrógeno | Picarro G2204 | Continua |
| Metano, Etano | Aeris MIRA Pico | Continua |
| COVs especificados (muestras de captación) | GC-MS | Según sea Necesario |

CARB utilizó el monitoreo móvil para complementar y suplementar las mediciones realizadas en el tráiler fijo, con el personal de CARB realizando monitoreo móvil en Lost Hills aproximadamente una vez cada dos meses. Algunos ejemplos de cómo se utilizó el monitoreo móvil para proporcionar información al programa SNAPS incluyen:

- Proporcionar datos adicionales para verificar las concentraciones medidas en el tráiler del SNAPS (Sección 3.6.1).
- Caracterizar las tendencias horarias en determinadas concentraciones de contaminantes (Sección 3.6.2).
- Detectar fugas de gas natural en la comunidad (Sección 3.6.3).
- Detectar y localizar "columnas" de metano que se mueven transitoriamente a través de Lost Hills (Sección 3.6.4).

2.4 Cronograma de Monitoreo en Lost Hills

A continuación se muestra un cronograma para el monitoreo del SNAPS en Lost Hills en la Figura 2.4. Para obtener un cronograma de las reuniones comunitarias de Lost Hills, consulte el Apéndice A.

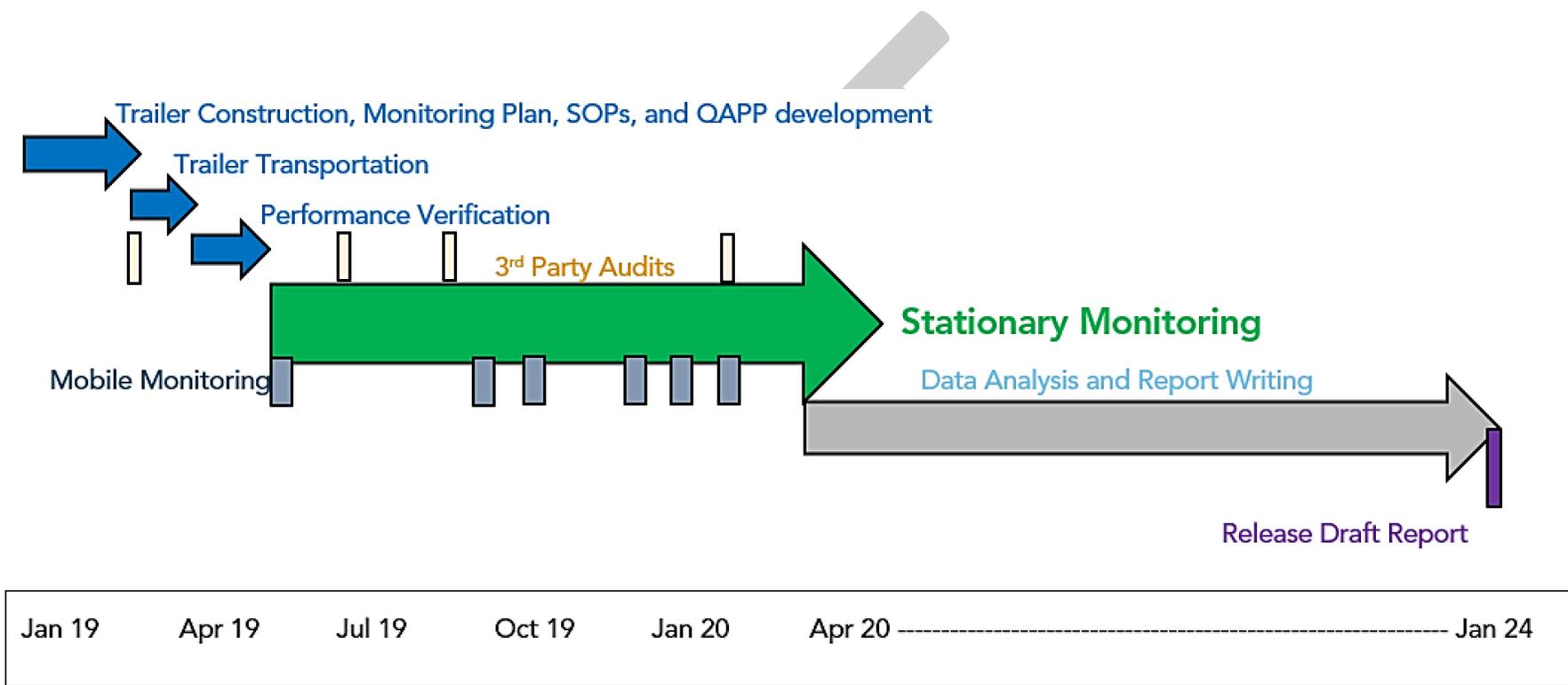


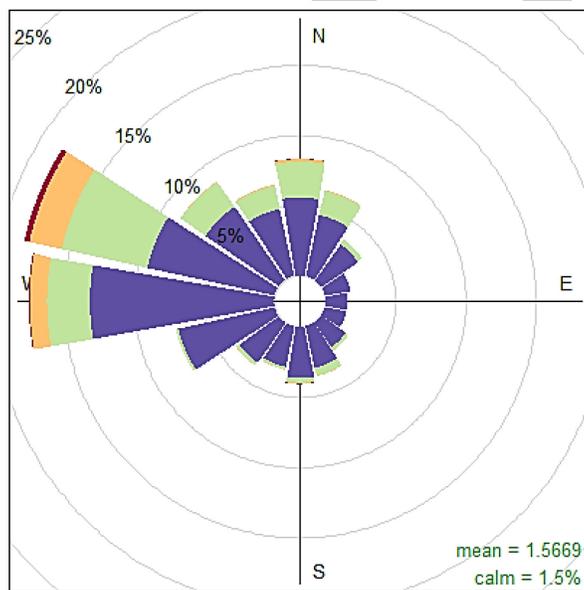
Figura 2.4 Calendario de preparación, monitoreo y análisis de datos del SNAPS en Lost Hills.

3 Resultados y Discusión

3.1 Condiciones Meteorológicas

Hallazgo 1: El viento medido en el tráiler del SNAPS procedía en su mayoría del oeste al oeste-noroeste, lo que significa que la comunidad de Lost Hills estaba a menudo a favor del viento del Campo Petrolifero de Lost Hills.

La velocidad y la dirección del viento se midieron en el tráiler del SNAPS a lo largo de la campaña de monitoreo de casi un año en Lost Hills. La dirección del viento predominante en Lost Hills fue de oeste a oeste-noroeste durante todo el año de monitoreo (Figura 3.1). Esto significa que el viento soplaba principalmente desde la dirección del Campo Petrolifero de Lost Hills hacia la comunidad de Lost Hills.



Frequency of counts by wind direction (%)

Figura 3.1 Velocidad del viento (en metros por segundo) y dirección en el tráiler del SNAPS de mayo de 2019 a abril de 2020. La velocidad del viento está representada por varios colores, mientras que la longitud de cada porción de color corresponde al porcentaje de tiempo que se midió el viento a esa velocidad desde esa dirección específica.

3.2 Resumen de los Datos por Hora

Hallazgo 2: Las condiciones atmosféricas influyeron categóricamente en las concentraciones de contaminantes en Lost Hills.

El SNAPS midió una amplia gama de compuestos por el tiempo de duración del monitoreo del aire en Lost Hills (Sección 2.3). Las concentraciones medidas en el tráiler del SNAPS de muchos contaminantes, siguieron tendencias claras, influidas por las condiciones atmosféricas. Por ejemplo, las condiciones atmosféricas estables que suelen darse durante la noche pueden atrapar las emisiones, provocando un aumento de las concentraciones de contaminantes del aire. Los cambios en las condiciones atmosféricas a lo largo del tiempo pueden diluir las concentraciones de contaminantes del aire. La Figura 3.2 destaca que las concentraciones de carbono negro (BC), BTEX, metano, monóxido de carbono (CO) y sulfuro de hidrógeno (H₂S) fueron más elevadas durante la noche y en las primeras horas de la mañana.⁵² Las velocidades más bajas del viento y una capa límite planetaria más baja (la capa de aire más cercana a la superficie de la Tierra), da como resultado una menor dispersión de contaminantes durante esos momentos. Estas condiciones atmosféricas pueden atrapar las emisiones cerca del nivel del suelo de las fuentes que rodean la comunidad, lo que lleva a un aumento de las concentraciones de contaminantes del aire durante esas horas. Se observaron tendencias similares de concentraciones más altas durante el otoño y/o el invierno, también debido a que la meteorología mantiene los contaminantes más cerca de la superficie en Lost Hills - esto se detalla más a fondo en las siguientes páginas. Para interpretar la Figura 3.2, observe que la hora del día se encuentra en el eje horizontal (x), con el contaminante etiquetado en el eje vertical (y). Cada casilla sombreada en colores cálidos denota concentraciones superiores a la promedio observado durante esa hora a lo largo del año de monitoreo, mientras que una casilla sombreada en colores fríos denota concentraciones inferiores a la promedio.

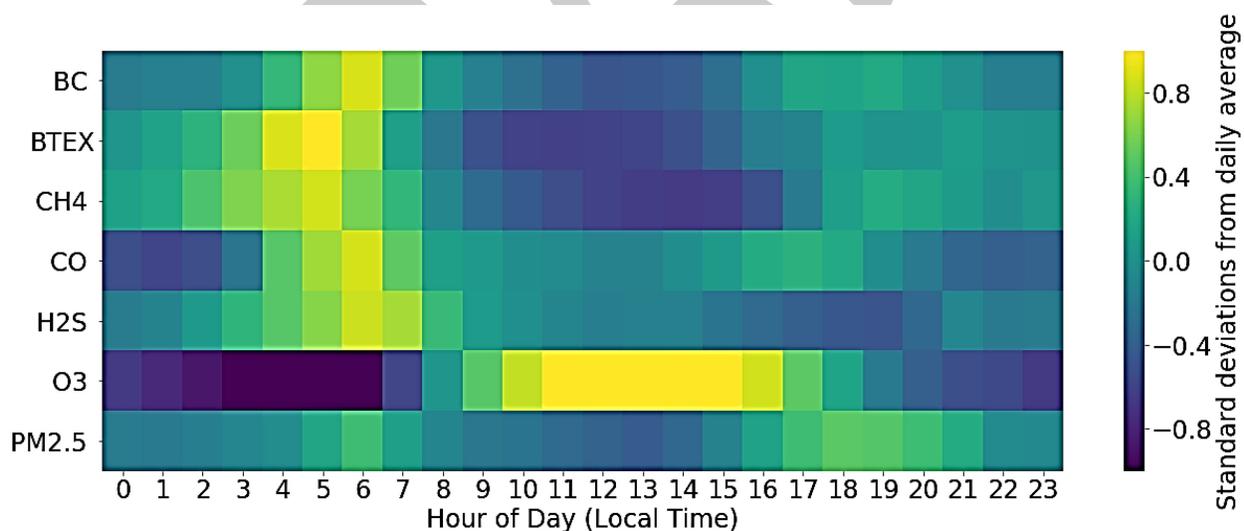


Figura 3.2 Mapa de calor que denota las concentraciones horarias relativas de carbono negro (BC); benceno, tolueno, etilbenceno, xilenos (BTEX); metano (CH₄); monóxido de carbono (CO); sulfuro de hidrógeno (H₂S); ozono (O₃); y PM_{2.5}.

⁵² Servicio Meteorológico Nacional. Capa Límite.
<https://forecast.weather.gov/glossary.php?word=boundary%20layer>

Las concentraciones de PM_{2.5} alcanzaron su punto máximo tanto a primera hora de la mañana como al atardecer. Los puntos máximos en las concentraciones de ozono ocurrieron durante el mediodía, probablemente como resultado de procesos fotoquímicos (impulsados por el sol). Véase más adelante un análisis adicional sobre PM_{2.5} y ozono (Sección 3.2.1).

La Tabla 3.1 resume los resultados de todos los compuestos/clases de compuestos que se midieron cada hora en el tráiler del SNAPS, incluidos los seis contaminantes que se mostraron en tiempo real en el sitio web del SNAPS, así como los BTEX, alcanos, alquenos y aromáticos.

Tabla 3.1 Resumen de los datos por hora de la duración del monitoreo en Lost Hills. Los compuestos se agrupan en categorías como los BTEX, alcanos, alquenos y aromáticos (de los cuales los BTEX son un subconjunto).⁵³

| Parámetro | Número de Mediciones (Por hora) | Promedio (Medio) | Desviación Estándar | Mínimo* | Mediano | Máximo | Fecha del Máximo |
|---|---------------------------------|------------------|---------------------|---------|---------|--------|------------------|
| CH ₄ (ppm) | 8089 | 2.2 | 0,46 | 1,9 | 2.1 | 13 | 12/16/2019 |
| H ₂ S (ppb) | 7204 | 0,58 | 0,63 | 0 | 0.48 | 8,1 | 7/28/2019 |
| PM _{2.5} (µg/m ³) | 8011 | 8.3 | 8,6 | 0 | 6,1 | 18 | 3/30/2020 |
| O ₃ (ppb) | 7697 | 27 | 12 | 0,9 | 26 | 66 | 6/18/2019 |
| BC (ng/m ³) | 7109 | 24 | 18 | 3.8 | 2 | 33 | 12/25/2019 |
| CO (ppm) | 8088 | 0.13 | 0,04 | 0,07 | 0.13 | 2 | 1/13/2020 |
| BTEX (µg/m ³) | 5449 | 1,6 | 2.1 | 0.11 | 0.91 | 52 | 8/30/2019 |
| Alcanos de Cadena Recta (µg/m ³) | 5449 | 43 | 14 | 1.1 | 13 | 39 | 12/16/2019 |
| Alcanos Ramificados y Cíclicos (µg/m ³) | 5449 | 19 | 57 | 0,64 | 4,1 | 15 | 9/20/2019 |

⁵³ Las unidades se denotan en la columna de la izquierda. *Los valores mínimos se limitaron a 0.

| | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|----|-----------|
| Alquenos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 5449 | 0,93 | 0,77 | 0,31 | 0,75 | 19 | 1/13/2020 |
| Aromáticos de Anillo Simple ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 5449 | 3.6 | 3,1 | 0,75 | 2.6 | 55 | 8/30/2019 |

La Tabla 3.1 muestra que las concentraciones de contaminantes y sus valores máximos variaron a lo largo del período de monitoreo, con las fechas de concentraciones máximas observadas en todas las estaciones. Para obtener una mejor imagen de cómo cambiaron estas concentraciones de contaminantes, CARB analizó más a fondo estos datos para las tendencias por hora, semanales y mensuales, y también comparó algunos contaminantes de criterio medido con concentraciones regionales.

3.2.1 PM_{2.5} y Ozono

Hallazgo 3: Las concentraciones de PM_{2.5} y ozono en Lost Hills fueron similar, aun que en promedio, más bajas que las concentraciones observadas en monitores regionales en todo el Valle de San Joaquín durante todo el año de seguimiento.

La materia particulada transportada en el aire (PM) es una mezcla compleja de metales, carbono, compuestos orgánicos y compuestos en el suelo.⁵⁴ Las partículas varían ampliamente en tamaño, forma y composición química. La materia particulada fina se define como partículas con un diámetro de 2,5 micras o menos (PM_{2.5}), que es aproximadamente 20 veces más pequeño que el diámetro de un cabello humano. La PM_{2.5} puede llegar a lo más profundo de los pulmones, y las partículas más pequeñas pueden incluso entrar en el torrente sanguíneo. La PM_{2.5} puede dañar los tejidos de las vías respiratorias y los vasos sanguíneos de todo el cuerpo. La PM_{2.5} se emite directamente desde diversas fuentes, como los tubos de escape de los vehículos, el humo de los incendios, agricultura, y la industria. La PM_{2.5} también se forma en la atmósfera mediante reacciones fotoquímicas a partir de gases, como el dióxido de azufre (SO₂) y los óxidos de nitrógeno (NO_x), y de ciertos compuestos orgánicos. Estos compuestos orgánicos pueden ser emitidos tanto por fuentes naturales, como los árboles y la vegetación, como por fuentes artificiales, como los procesos industriales y los gases de escape de los vehículos de motor.

El ozono, un componente del smog, es un gas altamente reactivo e inestable capaz de dañar las células vivas, como las del pulmón.⁵⁴ El ozono a nivel del suelo se forma en la atmósfera a través de reacciones químicas entre la luz solar y los contaminantes emitidos por vehículos, fábricas y otras fuentes industriales, la combustión de combustibles fósiles, los productos de consumo, la evaporación de pinturas y muchas otras fuentes.

⁵⁴ CARB. Contaminantes del Aire Comunes. <https://ww2.arb.ca.gov/resources/common-air-pollutants/>

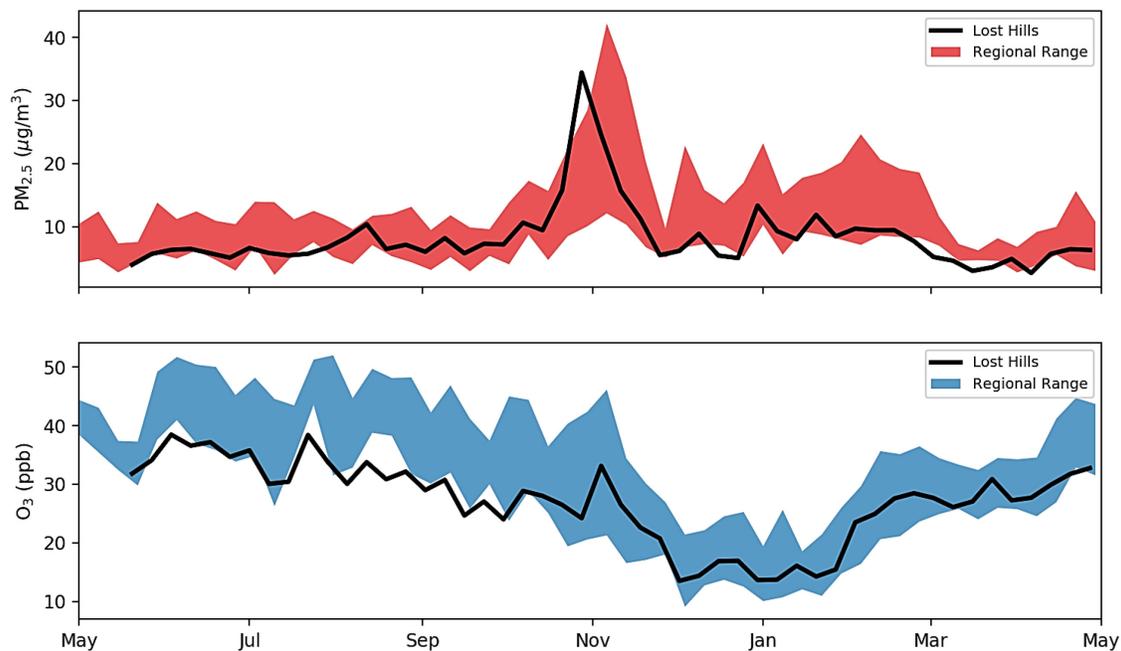


Figura 3.3 Promedio de siete días de PM_{2.5} (arriba) y O₃ (abajo) en el sitio de monitoreo de Lost Hills (línea negra) y el rango para otros sitios en la región (área sombreada). Los datos regionales de PM_{2.5} y O₃ incluyen 10 sitios del Valle Central (Manteca, Tracy, Modesto, Turlock, Visalia, Hanford, Corcoran, Porterville, Oildale y Bakersfield).

Las concentraciones de PM_{2.5} en Lost Hills fueron relativamente estables durante todo el año, con un fuerte aumento en las concentraciones observadas en todo el Valle Central y en Lost Hills en octubre y noviembre de 2019 (Figura 3.3), coincidiendo con un período de vientos más fuertes (ver Sección 3.4.2 para más detalles). Se midieron concentraciones elevadas de metales en Lost Hills y en todo el Valle Central, lo que sugiere que el polvo arrastrado por el viento fue uno de los factores que contribuyeron al aumento de PM_{2.5}.⁵⁵ Los análisis adicionales mostraron un gran aumento en aerosoles inorgánicos, probablemente de fuentes móviles y agrícolas, y es típico para el otoño/invierno en el Valle Central. La PM_{2.5} orgánica también aumentó en octubre y noviembre, probablemente por el humo de los incendios forestales (como el Incendio de Kincade⁵⁶ en el Condado de Sonoma) y la transición a fuentes de quema de madera a medida que la temperatura bajó hacia el final del año. Después de este punto máximo, las concentraciones disminuyeron drásticamente a nivel regional en diciembre de 2019, con aumentos y disminuciones más pequeños observados hasta mayo de 2020. Las concentraciones de PM_{2.5} en Lost Hills tendieron a seguir los niveles observados en otros monitores regionales, aunque las concentraciones en Lost Hills fueron, en promedio, más bajas que las observadas en todo el Valle Central.

⁵⁵ Basado en mediciones y análisis de filtros específicos.

⁵⁶ CalFire. Incendio de Kincade. <https://www.fire.ca.gov/incidents/2019/10/23/kincade-fire/>.

Las concentraciones de ozono en Lost Hills y en todo el Valle Central disminuyeron gradualmente desde el verano de 2019 hasta el invierno de 2019-20. Las concentraciones mínimas de ozono se produjeron entre diciembre-febrero y luego aumentaron gradualmente en toda la región hasta Mayo de 2020. Este máximo de verano y el mínimo de invierno eran esperados y probablemente se debían al aumento de las temperaturas y de la luz solar, lo que provocó una mayor formación de ozono durante el verano y una menor formación durante los meses más fríos del invierno. Al igual que las PM_{2.5}, las concentraciones de ozono en Lost Hills siguieron los perfiles de concentración similar a las del resto del Valle Central, pero fueron en promedio más bajas.

Los posibles impactos en la salud asociados con las concentraciones de PM_{2.5} y ozono en Lost Hills, y otros contaminantes medidos por hora, se pueden encontrar en la evaluación de riesgos para la salud (Sección 4). La evaluación de riesgos para la salud destacará que las mediciones de PM_{2.5} y ozono en Lost Hills cumplieron con sus estándares relevantes de calidad del aire ambiente (Sección 4.3.3).

Hallazgo 4: Si bien los valores del AQI rara vez alcanzaron el umbral para que la calidad del aire se considere "insalubre", las condiciones en todo el Valle Central a fines de octubre y principios de noviembre de 2019 contribuyeron al aire "insalubre" para algunas personas. Observe que el AQI no tiene en cuenta los riesgos potenciales para la salud asociados con los COVs, los metales y los TACs (en la Sección 4 se detallan más análisis sobre estos posibles riesgos para la salud).

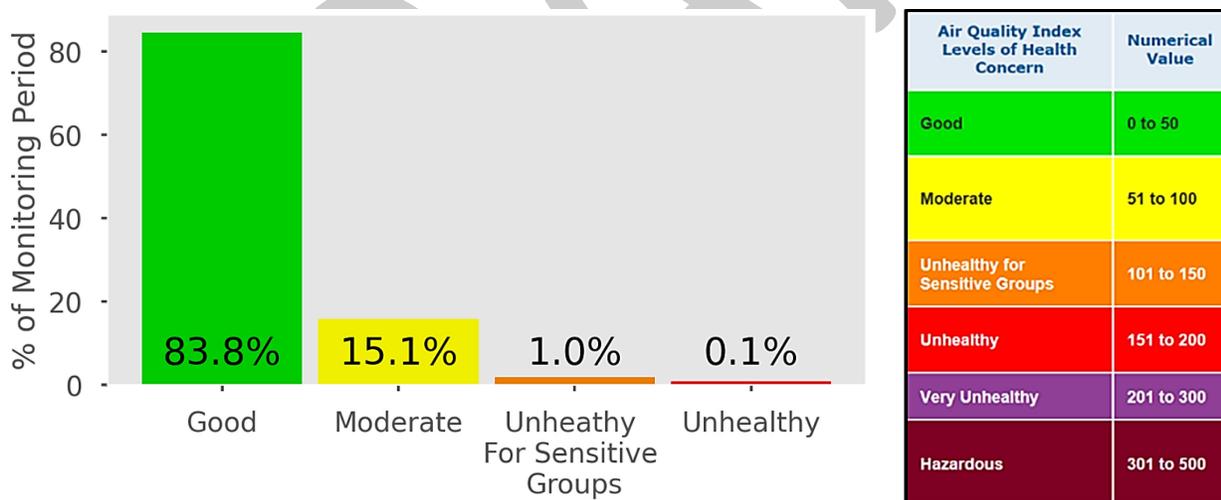


Figura 3.4 El Índice de Calidad del Aire (AQI) en Lost Hills durante el periodo de monitoreo del SNAPS (mayo de 2019 - abril de 2020), basado en un promedio continuo de 24 horas para PM_{2.5} y un promedio continuo de 8 horas para O₃.

El Índice de Calidad del Aire (AQI) es una herramienta útil para describir los niveles de contaminación en el aire exterior. El AQI es un valor numérico que se puede calcular utilizando las concentraciones medidas de PM y ozono y se asocia con acciones de

protección de la salud.⁵⁷ Cuando el AQI está por debajo de 100 (calidad del aire "buena" o "moderada"), el aire exterior corresponde a concentraciones de aire ambiente menores o iguales al estándar nacional de calidad del aire ambiente a corto plazo y es poco probable que la mayoría de la población se vea afectada por impactos negativos en la salud (Figura 3.4). Cuando el AQI es de 101 a 150, el aire exterior puede ser insalubre para los grupos susceptibles, incluidos aquellos con condiciones de salud subyacentes y sensibilidades. Un AQI superior a 150 indica que el aire se considera insalubre para todos.

Basándose en las mediciones del SNAPS, el AQI en Lost Hills se consideró de Bueno o Moderado (es decir, satisfactorio o aceptable) el 98,9% de las veces, e Insalubre para Grupos Susceptibles o Insalubres el 1,1% de las veces. Los índices de calidad del aire (AQI) en el rango de insalubridad para los grupos susceptibles o de insalubridad, que indican un aire más contaminado, sólo se produjeron a finales de octubre y principios de noviembre (Sección 3.4.2).

Hallazgo 5: Las concentraciones de PM_{2.5} alcanzaron su punto máximo durante las primeras horas de la mañana, la noche y el otoño.

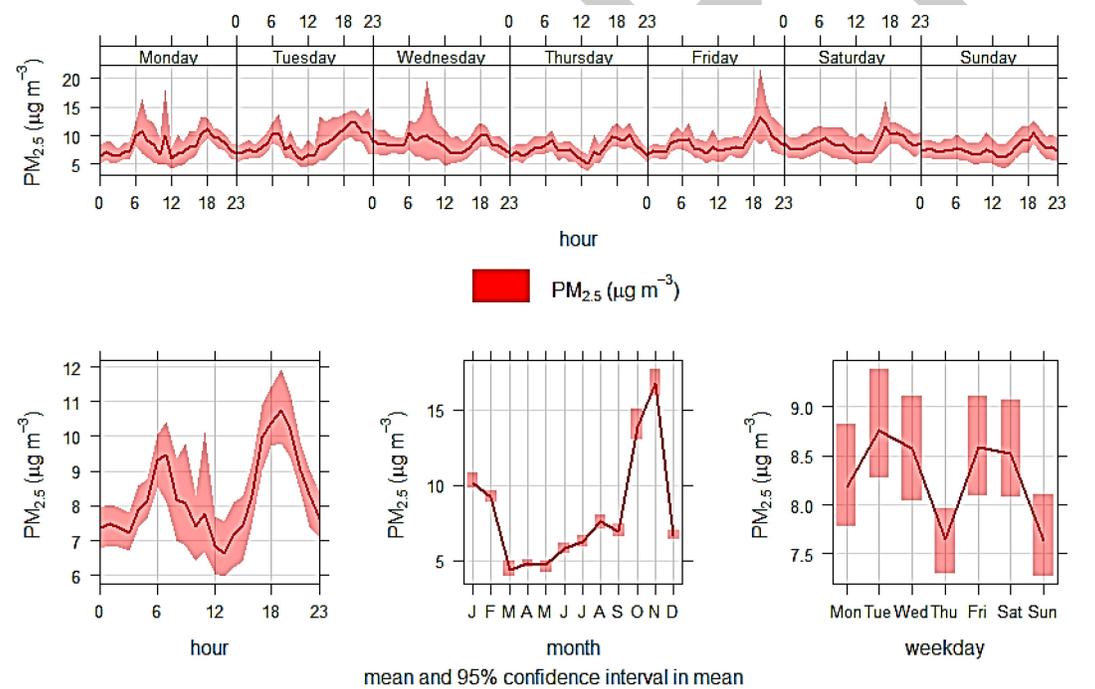


Figura 3.5 Diagrama de variación de tiempo⁵⁸ para la PM_{2.5}, incluidas las tendencias de contaminantes por hora, día y mes. La línea continua denota la concentración promedio de contaminantes, mientras que el sombreado indica el rango potencial del promedio.

⁵⁷ AirNow. Aspectos Básicos del AQI. <https://www.airnow.gov/aqi/aqi-basics/>

⁵⁸ Openair. Herramientas para el Análisis de Datos sobre Contaminación del Aire. <https://www.rdocumentation.org/packages/openair/versions/2.8-1>

Los datos indican que las concentraciones de $PM_{2.5}$ en Lost Hills siguieron una clara tendencia diurna, con dos puntos máximos cada día: uno por la mañana alrededor de las 6-7 a.m., y un punto máximo ligeramente más fuerte en la noche alrededor de las 6-7 p.m. (Figura 3.5). Estos puntos máximos fueron seguidos por dos mínimos diarios de $PM_{2.5}$ alrededor de la medianoche y el mediodía. Estos puntos máximos matutinos y vespertinos pueden atribuirse a los patrones de tráfico asociados a las horas matutinas y vespertinas de mucho tráfico (Apéndice C). Sin embargo, no hubo una tendencia clara en las concentraciones promedio de $PM_{2.5}$ de un día a otro de la semana (de lunes a domingo).

Las concentraciones promedio más altas de $PM_{2.5}$ se observaron en la temporada de otoño (más en la Sección 3.4.2), con la concentración promedio más alta de más de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en noviembre de 2019. Las concentraciones promedio más bajas de $PM_{2.5}$ se dieron en la temporada de primavera, con concentraciones promedio de menos de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que ocurrieron en marzo, abril y mayo. Estas tendencias estacionales podrían atribuirse al humo de incendios forestales, la quema de madera residencial y/o la meteorología regional, con condiciones más secas y ventosas en el otoño que permiten un aumento del polvo atmosférico más bajo y otras partículas, en comparación con las condiciones más húmedas y frías del invierno y la primavera.

Hallazgo 6: Las concentraciones máximas de ozono se produjeron a mediodía y durante la temporada de verano.

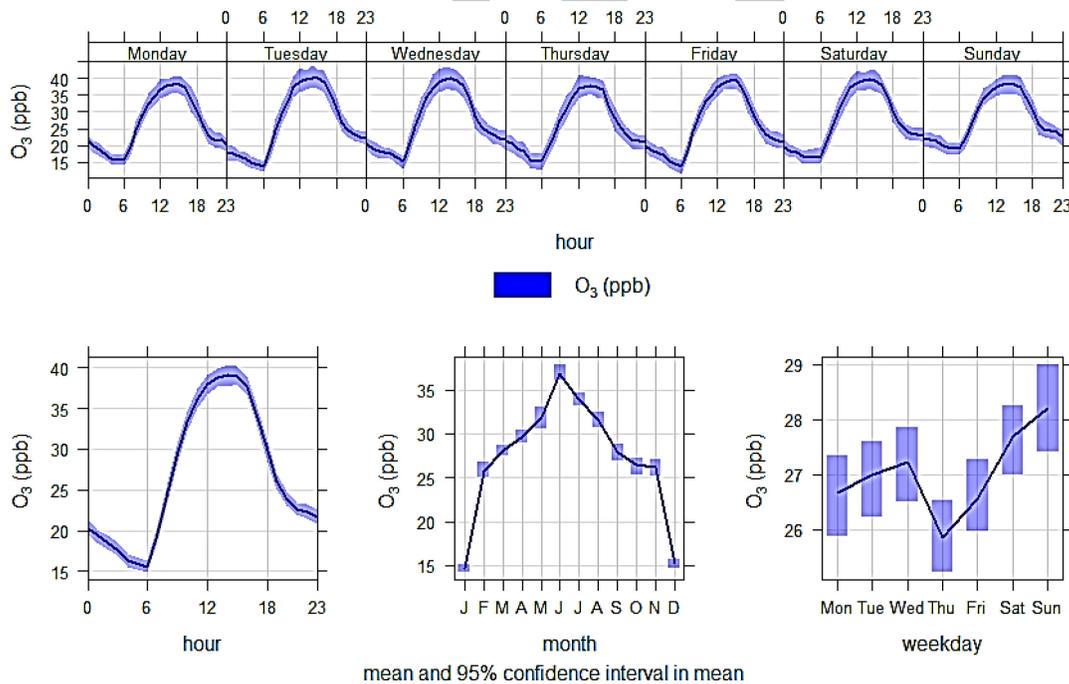


Figura 3.6 Diagrama de variación de tiempo⁵⁸ para el ozono, incluidas las tendencias de contaminantes por hora, día y mes. La línea continua denota la concentración promedio de contaminantes, mientras que el sombreado indica el rango potencial del promedio.

Los datos indican que las concentraciones de ozono en Lost Hills mostraron una clara tendencia diurna, con un punto máximo cada día por la tarde (Figura 3.6). Este punto máximo mantuvo correspondencia con un mínimo diario de ozono durante la noche alrededor de las 5-6 a.m., que es el comportamiento esperado dados los procesos fotoquímicos naturales (impulsados por el sol). El rango diario promedio de concentraciones de ozono fue de 15 ppb a 39 ppb, aunque estos valores fluctuaron según la temporada.

Las concentraciones promedio de ozono más altas se observaron en la temporada de verano, y las concentraciones promedio de ozono más bajas se produjeron durante la temporada de invierno. Estas tendencias según la estación probablemente estén relacionadas con la meteorología, con una mayor formación de ozono durante los días más calurosos y soleados y una disminución de la formación de ozono durante los días más fríos que recibieron menos luz solar. Si bien no fue sustancial, hubo un aumento notable en las concentraciones de ozono medidas los fines de semana en comparación con los días de semana. La tendencia de este fin de semana de una mayor formación de ozono en California ha sido documentada previamente,⁵⁹ aunque estudios posteriores han demostrado que este efecto ha disminuído en las últimas dos décadas^{60,61}

3.2.2 Metano, Sulfuro de Hidrógeno, Carbono Negro, Monóxido de Carbono, Carbono Negro y Benceno

Hallazgo 7: Las concentraciones de metano, sulfuro de hidrógeno, carbono negro, monóxido de carbono y los BTEX (incluido el benceno) fueron más elevadas durante la noche y durante el otoño y/o el invierno.

Metano

El metano es un importante gas de efecto invernadero, responsable de alrededor del 20 por ciento del calentamiento global actual asociado con el cambio climático. Según el Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el metano tiene un impacto de calentamiento 28 veces mayor que el dióxido de carbono en un intervalo de tiempo de 100 años, y un impacto de calentamiento 84 veces mayor que el dióxido de carbono en un intervalo de tiempo de 20 años.⁶² Las fuentes potenciales de metano incluyen la producción de petróleo y gas y la transmisión y distribución de gas natural, pero también la agricultura (productos lácteos, ganado y

⁵⁹ Marr and Harley. Análisis espectral de las diferencias entre semana y fines de semana en las series temporales de ozono ambiental, óxido de nitrógeno e hidrocarburos distintos al metano en California. 2002. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231002001887>

⁶⁰ de Foy et al. Cambios en el régimen fotoquímico del ozono en Fresno, California, de 1994 a 2018 deducidos de los cambios en el efecto de fin de semana. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114380>

⁶¹ Wolff et al. El efecto de desaparición del ozono entre semana/fines de semana. 2013. <https://doi.org/10.1080/10962247.2012.749312>

⁶² CARB. Programa de Investigación sobre el Metano en California. <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/methane-research/>

métodos de cultivo de arroz) y los vertederos.⁶³ El metano es relevante para el SNAPS porque otros contaminantes a menudo se emiten conjuntamente con el metano, incluidos los que se originan en los yacimientos petrolíferos y otras fuentes de petróleo y gas. Sin embargo, el metano no tiene efectos directos sobre la salud a niveles típicamente vistos al aire libre (alrededor de 2 ppm).

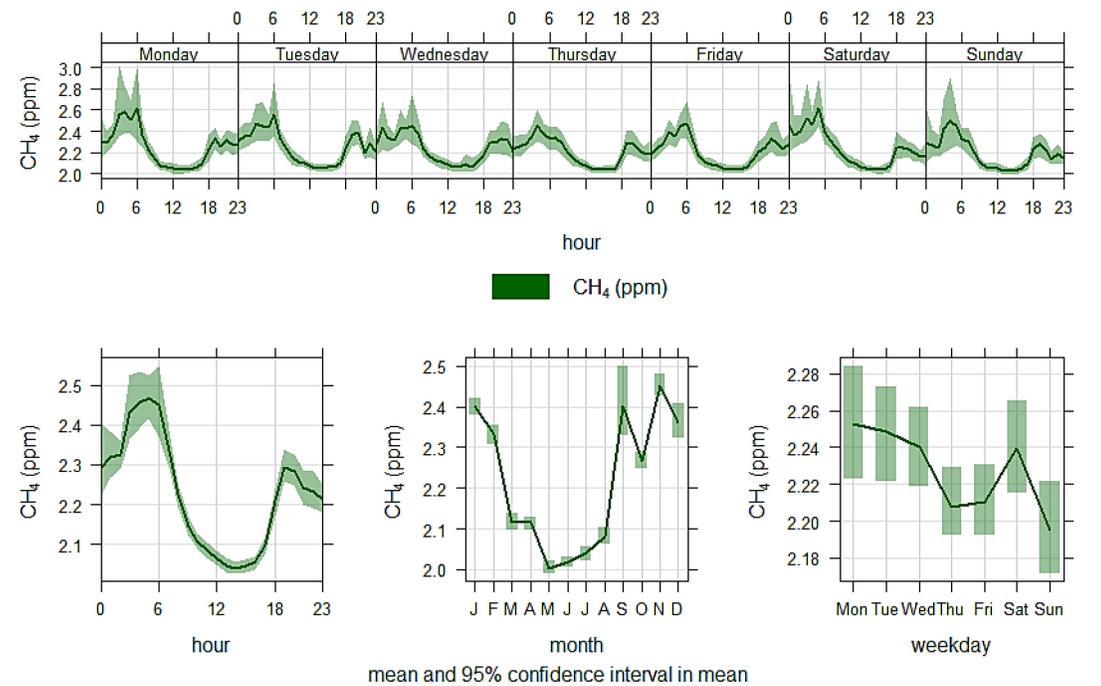


Figura 3.7 Diagrama de variación de tiempo⁵⁸ para el metano, incluidas las tendencias de contaminantes por hora, día y mes. La línea continua denota la concentración promedio de contaminantes, mientras que el sombreado indica el rango potencial del promedio.

Los datos indican que las concentraciones de metano en Lost Hills tuvieron una clara tendencia diaria, con dos puntos máximos cada día: uno por la mañana alrededor de las 5-6 a.m., y un punto máximo pico ligeramente más pequeño en la noche alrededor de las 6-7 p.m., (Figura 3.7). Se produjo un mínimo diario de metano en torno a las 2:00 p.m. El rango promedio diario de las concentraciones de metano fue de 2,05 ppm a 2,45 ppm. El aumento de las concentraciones de metano en las primeras horas de la mañana fue posiblemente el resultado de una menor mezcla atmosférica y vientos apacibles que ocurrieron durante la noche, lo que permitió la acumulación de metano hasta que la mezcla aumentó después del amanecer. Se observaron tendencias horarias similares y la influencia potencial del clima con el sulfuro de hidrógeno, el carbono negro, el monóxido de carbono y el benceno (en las próximas páginas se ofrecen más detalles sobre estos contaminantes).

⁶³ CARB. Inventario de Contaminantes Climáticos de Corta Duración de los GHG. <https://ww2.arb.ca.gov/ghg-scp-inventory/>

Similar a las $PM_{2.5}$, las concentraciones promedio más altas de metano se observaron en el otoño y el invierno, y las concentraciones promedio más bajas de metano ocurrieron en las temporadas de primavera y principios de verano. Estas tendencias según la estación, también se atribuyen potencialmente a la meteorología, con una menor mezcla atmosférica y una capa límite más baja durante el invierno y una mayor mezcla y una capa límite más alta durante el verano. Estas tendencias diurnas y estacionales en los contaminantes, con un vínculo sustancial con el clima/meteorología, también se han documentado en la literatura revisada por expertos.⁶⁴

El personal analizó más a fondo las posibles fuentes y causas del aumento de las concentraciones de metano, que se detallan más adelante en este informe (Sección 3.5). Sin embargo, el análisis muestra que no hay cambios significativos día a día en las concentraciones de metano.

Sulfuro de Hidrógeno

El sulfuro de hidrógeno (H_2S) es un gas incoloro con olor a huevos podridos.⁵⁴ Las fuentes más comunes de emisiones de H_2S son la extracción y el procesamiento de petróleo y gas natural, y las emisiones naturales de los campos geotérmicos. También se forma durante la descomposición bacteriana de desechos humanos y animales, y está presente en las emisiones procedentes de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales y vertederos. El sulfuro de hidrógeno puede tener un olor fuerte y desagradable en las concentraciones observadas en el aire. En concentraciones muy elevadas, puede ser perjudicial para la salud humana, aunque el sulfuro de hidrógeno está regulado como perjudicial en base a su nivel de detección de olores y en los síntomas fisiológicos de dolor de cabeza y náuseas.⁹⁶

⁶⁴ Zhao et al. Variaciones anuales y diurnas de contaminantes gaseosos y particulados en 31 capitales de provincia según los datos de monitoreo de la calidad del aire in situ del Centro Nacional de Monitoreo Ambiental de China. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.11.003>

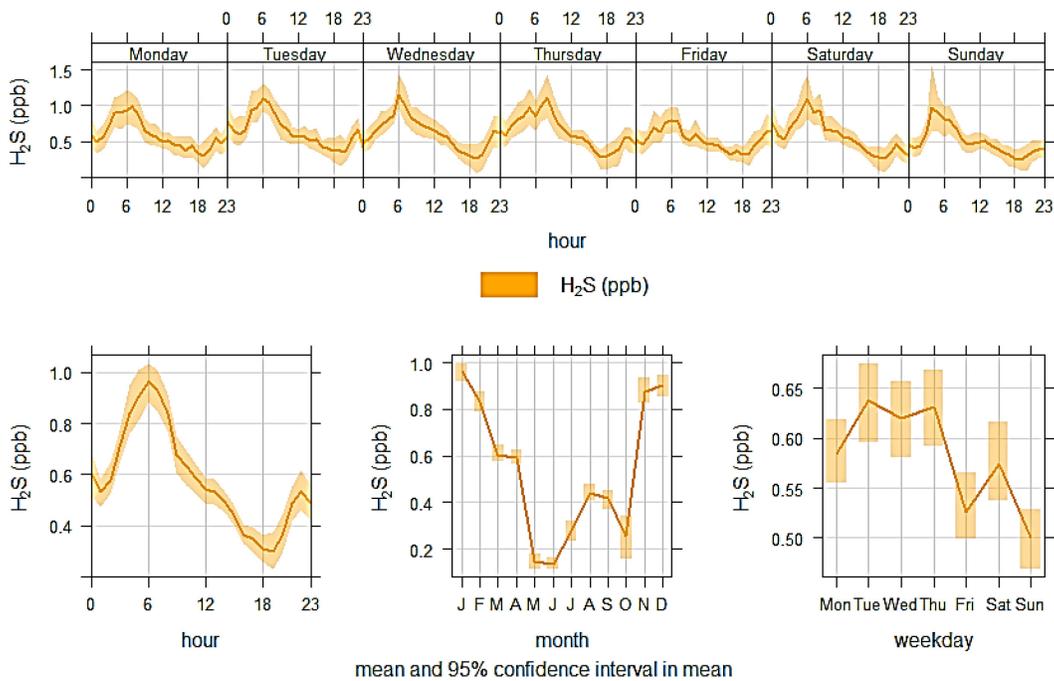


Figura 3.8 Diagrama de variación de tiempo⁵⁸ para el sulfuro de hidrógeno, incluidas las tendencias de contaminantes por hora, día y mes. La línea continua denota la concentración promedio de contaminantes, mientras que el sombreado indica el rango potencial del promedio.

Los datos indican que los niveles de sulfuro de hidrógeno tuvieron una tendencia diurna notable, con dos puntos máximos cada día: uno por la mañana alrededor de las 6:00 a.m. y un punto máximo más pequeño por la noche alrededor de las 10-11 p.m. (Figura 3.8). Las concentraciones mínimas de sulfuro de hidrógeno ocurrieron alrededor de las 6-7 p.m. El rango diario promedio de concentraciones de sulfuro de hidrógeno fue de menos de 0,40 ppb a 0,95 ppb.

Las mayores concentraciones promedio de sulfuro de hidrógeno se observaron en la estación de invierno, y las menores concentraciones promedio de sulfuro de hidrógeno se dieron a finales de la primavera y principios del verano. Al igual que las tendencias del metano según la estación, estas tendencias en el sulfuro de hidrógeno también se atribuyen potencialmente a la meteorología, con una menor mezcla atmosférica y una capa límite más baja durante el invierno y una mayor mezcla y una capa límite más alta durante el verano.

Aunque no son sustancialmente diferentes, las concentraciones promedio más bajas de sulfuro de hidrógeno se produjeron los domingos y las concentraciones promedio más altas los martes, miércoles y jueves. Esto se puede atribuir potencialmente a un ligero aumento en la actividad entre semana en el Campo Petrolífero de Lost Hills.

Las mediciones por hora de sulfuro de hidrógeno cumplieron con el Estándar de Calidad del Aire Ambiental de California (CAAQS) (Sección 4.3.3).

Cabono Negro

El Carbono Negro (BC) es un componente de PM resultante de la combustión incompleta de combustibles fósiles. Las concentraciones de BC se pueden utilizar para estimar la materia partícula diésel (PM diésel), que es un carcinógeno conocido (metodología de estimación en el Apéndice B). En la sección 4 se puede encontrar más información sobre los posibles impactos cancerígenos de la materia particulada diésel en la salud basados en las mediciones realizadas en Lost Hills. Se sabe que el BC contribuye al cambio climático, con fuentes potenciales que incluyen vehículos de motor (en carretera y fuera de carretera), chimeneas y estufas de leña, y combustión industrial de combustible.⁶³

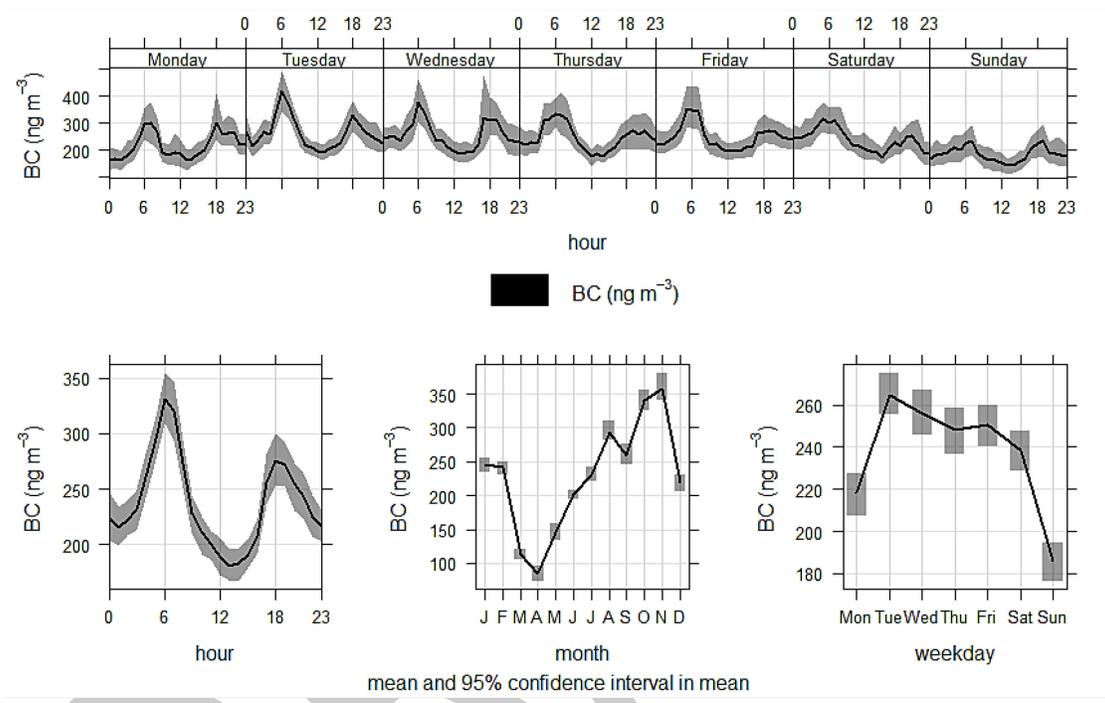


Figura 3.9 Diagrama de variación de tiempo⁵⁸ para el carbón negro, incluidas las tendencias de contaminantes por hora, día y mes. La línea continua denota la concentración promedio de contaminantes, mientras que el sombreado indica el rango potencial del promedio.

Los datos indican que hubo dos puntos máximos en las concentraciones de BC cada día en Lost Hills, que se produjeron en momentos similares al del metano: uno por la mañana alrededor de las 6:00 a.m. y un punto máximo más pequeño en la noche alrededor de las 6:00 p.m. (Figura 3.9). Los mínimos diarios de BC ocurrieron alrededor de las 2:00 p.m., y también fueron más bajos en las horas de medianoche. El rango diario promedio de concentraciones de BC fue de 180 ng/m³ a 330 ng/m³. Más allá de las influencias relacionadas con el clima, estos puntos máximos probablemente se asociaron con un aumento de las emisiones de los vehículos de motor en la SR 46 y/o la I-5 durante las horas de la mañana y la noche de mayor tráfico (Apéndice C).

Las concentraciones promedio más altas de BC se observaron durante el otoño, con las concentraciones promedio más bajas de carbono negro ocurriendo durante la primavera, aunque esto podría atribuirse al aumento de las precipitaciones de primavera y/o a las órdenes de quedarse en casa emitidas en marzo de 2020 (Sección 3.2.3).

En comparación con los contaminantes mencionados anteriormente, las concentraciones de BC mostraron diferencias notables en dependencia del día de la semana. Los puntos máximos de las concentraciones de BC ocurrieron durante la mitad de la semana, sobre todo de martes a viernes. Esta tendencia posiblemente estuvo vinculada con un mayor tráfico de vehículos en estos días en comparación con el fin de semana, particularmente un aumento del tráfico de camiones durante la mitad de la semana en la I-5 (Apéndice C).

Monóxido de Carbono

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro que resulta de la combustión incompleta de combustibles que contienen carbono, como el gas natural, gasolina o la madera, y es emitido por una amplia variedad de fuentes de combustión, incluidos vehículos de motor, centrales eléctricas, incendios forestales e incineradoras.⁶⁵ En todo el estado, la mayoría de las emisiones de CO al aire libre provienen de los vehículos.⁶⁵ Aunque los niveles de CO que se encuentran generalmente en la atmósfera han estado en gran medida bajo control durante décadas, CARB está interesada en el CO porque existen pruebas sustanciales de que puede afectar negativamente a la salud humana y participar en las reacciones químicas atmosféricas que dan lugar a la formación de contaminación del aire por ozono, que puede contribuir al cambio climático.⁵⁴ El CO puede indicar y ser un buen localizador de fuentes móviles (vehículos).

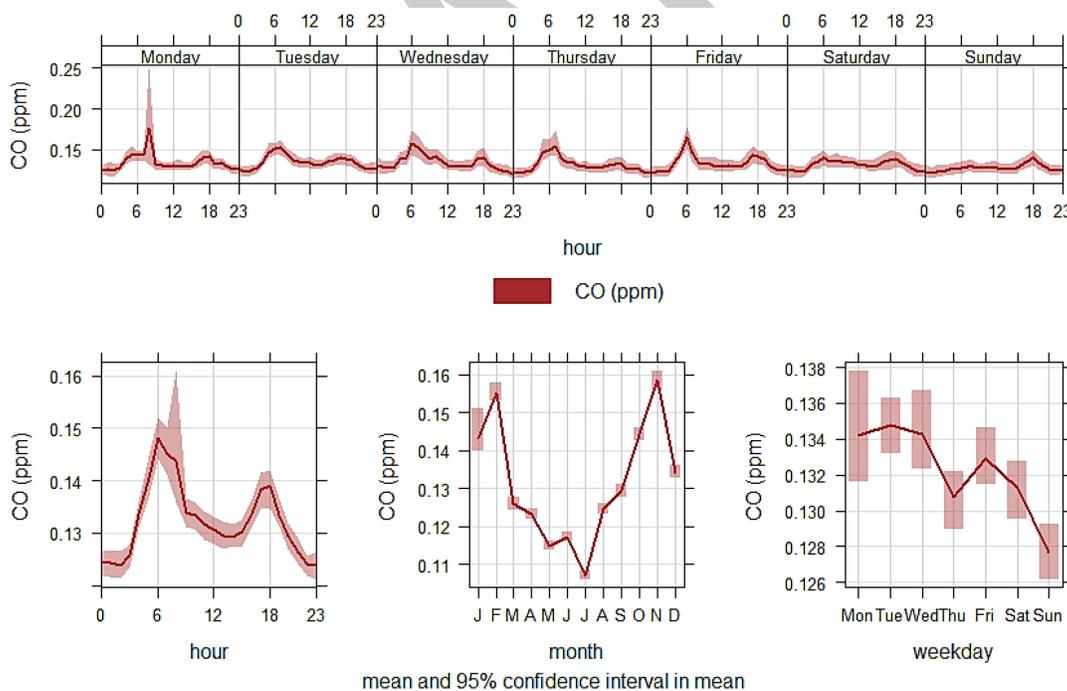


Figura 3.10 Diagrama de variación de tiempo⁵⁸ para el monóxido de carbono, incluidas las tendencias de contaminantes por hora, día y mes. La línea continua denota la concentración

⁶⁵ CARB. Datos de Proyección de Emisiones del SIP de 2016, Emisiones Promedio Anuales Estimadas de 2012, en todo el Estado. https://www.arb.ca.gov/app/emsvin/2017/emseic1_query.php?F_DIV=-4&F_YR=2012&F_SEASON=A&SP=SIP105ADJ&F_AREA=CA

promedio de contaminantes, mientras que el sombreado indica el rango potencial del promedio.

Muchas tendencias diarias, semanales y mensuales de las concentraciones de CO en Lost Hills siguieron a las de BC. Hubo dos puntos máximos diurnos: uno por la mañana alrededor de las 6:00 a.m., y uno ligeramente más pequeño en la tarde alrededor de las 6:00 p.m. (Figura 3.10). Estos puntos máximos fueron seguidos por dos mínimos diarios de CO alrededor de las 2-3 p.m. y 1-2 a.m, aunque el mínimo, alrededor de las 2-3 p.m., fue sustancialmente más alto en comparación con el mínimo alrededor de la 1-2 am. Al igual que el carbono negro, ambos puntos máximos fueron probablemente el resultado del aumento de las emisiones de los vehículos de motor en la SR 46 y la I-5 durante las horas de la mañana y la noche de mayor tráfico (Apéndice C), además de las influencias relacionadas con el clima. Los puntos máximos de concentraciones de CO se produjeron durante los días de semana, con concentraciones que generalmente disminuyeron durante los fines de semana, posiblemente relacionadas con un mayor tráfico de vehículos durante la semana en la región (Apéndice C).

Las mediciones de CO por hora y cada 8 horas en Lost Hills cumplieron con sus estándares relevantes de calidad del aire ambiente de California (Sección 4.3.3).

COVs - Benceno

Los COV incluyen una amplia gama de compuestos emitidos como gases de una variedad de fuentes, incluidos productos de consumo, fuentes naturales (por ejemplo, árboles), vehículos e infraestructura de petróleo y gas.⁶⁶ Se sabe que los COV aumentan la formación de smog. Los BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos) son un grupo de COVs que suelen estar presentes en los productos petrolíferos y pueden tener efectos negativos para la salud (Sección 4). El benceno es un componente de los BTEX, un carcinógeno, y puede encontrarse en el aire ambiente a partir de una amplia gama de fuentes potenciales, como la producción de petróleo y gas, los vehículos de motor, las gasolineras y los incendios forestales.

⁶⁶ CARB. Programa de Productos de Consumo. <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/consumer-products-program/>

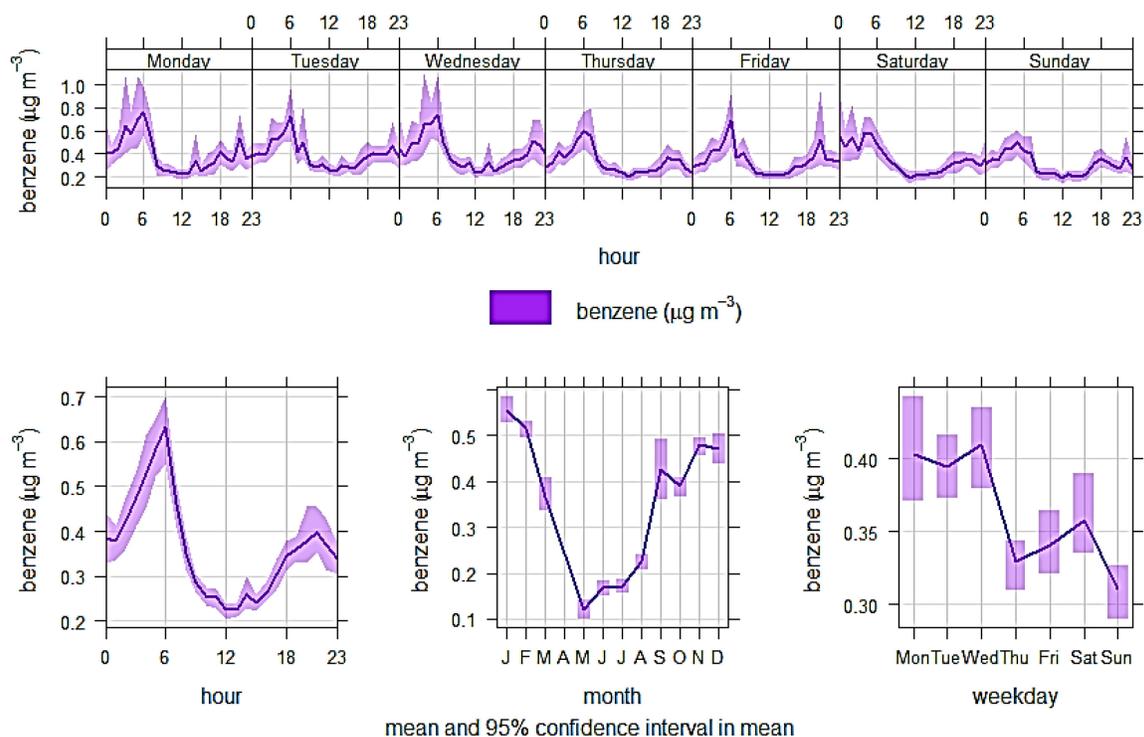


Figura 3.11 Diagrama de variación de tiempo⁵⁸ para el benceno, incluidas las tendencias de contaminantes por hora, día y mes. La línea continua denota la concentración promedio de contaminantes, mientras que el sombreado indica el rango potencial del promedio.

Los datos de monitoreo recopilados muestran que los niveles de benceno tuvieron una tendencia diurna notable, con dos puntos máximos cada día: uno por la mañana alrededor de las 6:00 a.m. y uno más débil por la noche alrededor de las 10:00 p.m. (Figura 3.11). El mínimo diario de benceno se produjo alrededor del mediodía y también disminuyó durante las últimas horas de la noche, al menos parcialmente influenciado por el clima que permite la acumulación de benceno en la superficie durante la noche, así como los patrones de tráfico, particularmente con la hora de mayor tráfico de la mañana (Apéndice C). El rango promedio diario de las concentraciones de benceno fue de $0,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $0,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las concentraciones promedio mensuales más altas de benceno se observaron en invierno, alcanzando su punto máximo en enero de 2020. Las concentraciones promedio más bajas de benceno ocurrieron terminando la primavera y dando inicio al verano (nota: no se recopilaron datos de benceno en abril). Estas tendencias en las concentraciones de benceno también se atribuyeron potencialmente a la meteorología, con una menor mezcla atmosférica y una capa límite más baja durante el invierno y una mayor mezcla y una mayor altura de la capa límite durante finales de primavera y verano. Si bien no son sustancialmente diferentes, las concentraciones promedio más altas de benceno ocurrieron los lunes, martes y miércoles, posiblemente relacionadas con un mayor tráfico de vehículos durante la semana en la región (Apéndice C) o con un ligero aumento en la actividad en el Campo Petrolífero de Lost Hills entre semana.

3.2.3 Impactos de la Orden de Quedarse en Casa de Marzo de 2020

Hallazgo 8: Si bien la orden de quedarse en casa del 19 de marzo de 2020 puede haber contribuido a reducir las concentraciones de contaminantes en Lost Hills y en todo el Valle de San Joaquín, un cambio en el patrón climático desde finales de febrero a principios de marzo probablemente también jugó un papel importante.

El gobernador de California, Gavin Newsom, emitió una orden de quedarse en casa el 19 de marzo de 2020 debido a la pandemia del COVID-19⁶⁷ en un esfuerzo por "proteger la salud y el bienestar de todos los californianos y establecer uniformidad en todo el estado para frenar la propagación del COVID-19." El resultado fue una reducción de la actividad económica y el tráfico de vehículos a medida que los residentes de California se quedaban en casa, lo que podría afectar la contaminación del aire en todo el estado.

Cuando la orden de quedarse en casa entró en vigencia, el tráiler del SNAPS estaba monitoreando la calidad del aire en Lost Hills, capturando posibles impactos en la calidad del aire. Los equipos que miden los COV, metales y muchos TACs se desconectaron en marzo para garantizar la seguridad del personal que no podía viajar durante ese tiempo. Sin embargo, los seis contaminantes en tiempo real que se muestran en el sitio web del SNAPS estuvieron funcionales hasta el 29 de abril. Los análisis siguientes examinan los datos del tráiler del SNAPS y el tráfico de vehículos para captar los posibles cambios en la calidad del aire antes y después de la orden de quedarse en casa.

Las Figuras 3.12 y 3.13 ilustran los cambios en las concentraciones de PM_{2.5}, concentraciones de monóxido de carbono y el tráfico de vehículos de motor, el último de los cuales disminuyó en más del 25% en el condado de Kern entre marzo y Abril de 2020.

⁶⁷ Orden Ejecutiva N-33-20. <https://www.gov.ca.gov/wp-content/uploads/2020/03/3.19.20-attested-EO-N-33-20-COVID-19-HEALTH-ORDER.pdf>

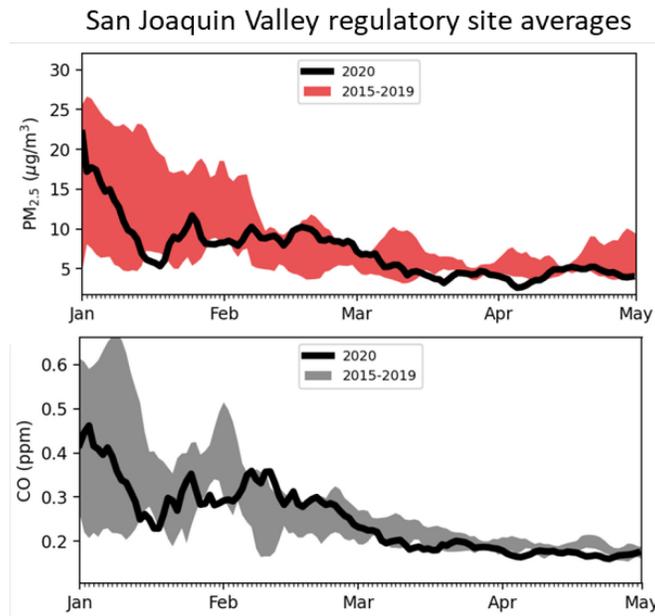


Figura 3.12 Concentraciones promedio de PM_{2.5} y monóxido de carbono (CO) en los lugares de regulación del Valle de San Joaquín en 2020 (líneas negras) en comparación con 2015-2019 (áreas sombreadas).

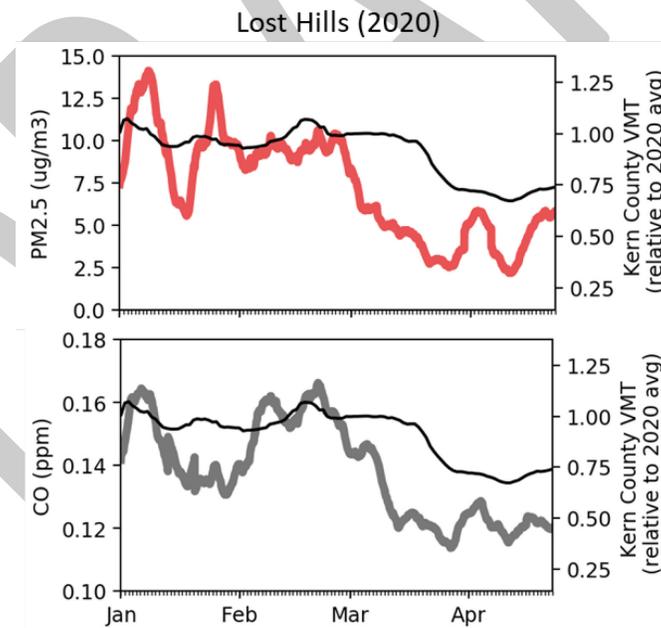


Figura 3.13 Concentraciones de PM_{2.5} y monóxido de carbono (CO) en Lost Hills de enero a abril de 2020. Las líneas negras más finas denotan las VMT del condado de Kern (millas recorridas por vehículo).

Las concentraciones de PM_{2.5} y monóxido de carbono observadas en los lugares de regulación del Valle de San Joaquín y Lost Hills fueron típicamente más bajas de marzo a

mayo de 2020 en comparación con los cinco años anteriores. Si bien esto indica un papel para la reducción de las millas recorridas por vehículo (VMT) en la mejora de la calidad del aire durante ese período de tiempo, fue difícil de cuantificar separando los efectos de la meteorología de los efectos de los cambios relacionados con la actividad en las emisiones de las VMT en la calidad del aire. Las tendencias de cinco años en PM_{2.5} y CO indican disminución en las concentraciones a partir de febrero-abril. Las mayores disminuciones en las concentraciones de PM_{2.5} y monóxido de carbono en Lost Hills ocurrieron varias semanas *antes* de que el Gobernador emitiera la orden de quedarse en casa y antes de que descendieran las VMT. Además, el momento de la orden de quedarse en casa coincidió con un cambio en el patrón climático⁶⁸; un invierno relativamente seco a principios y mediados de la transición a un marzo y abril más lluviosos. A medida que el patrón climático cambió, es probable que este cambio aumentara la dispersión de contaminantes en el Valle de San Joaquín, lo que resultó en reducciones en las concentraciones de PM_{2.5} y CO. Tenga en cuenta que se produjeron tendencias similares con otros contaminantes: metano, sulfuro de hidrógeno y carbono negro.

3.3 Resumen de las Muestras de Laboratorio

Hallazgo 9: Los métodos de laboratorio detectaron 26 de 120, o el 22%, de los compuestos a lo largo del período de monitoreo de Lost Hills, algunos de los cuales fueron medidos en concentraciones con potenciales impactos en la salud de la comunidad (Sección 4).

Más allá de los datos por hora resumidos anteriormente, CARB recopiló datos adicionales de monitoreo del aire a través de muestras de 24 horas y métodos de laboratorio (Sección 2). Estos compuestos representan una variedad de compuestos, incluidos glicoles, PAHs y otros contaminantes tóxicos del aire (Figura 3.14).

⁶⁸ Servicio Meteorológico Nacional. Clima de Bakersfield. <https://www.weather.gov/hnx/bflmain>

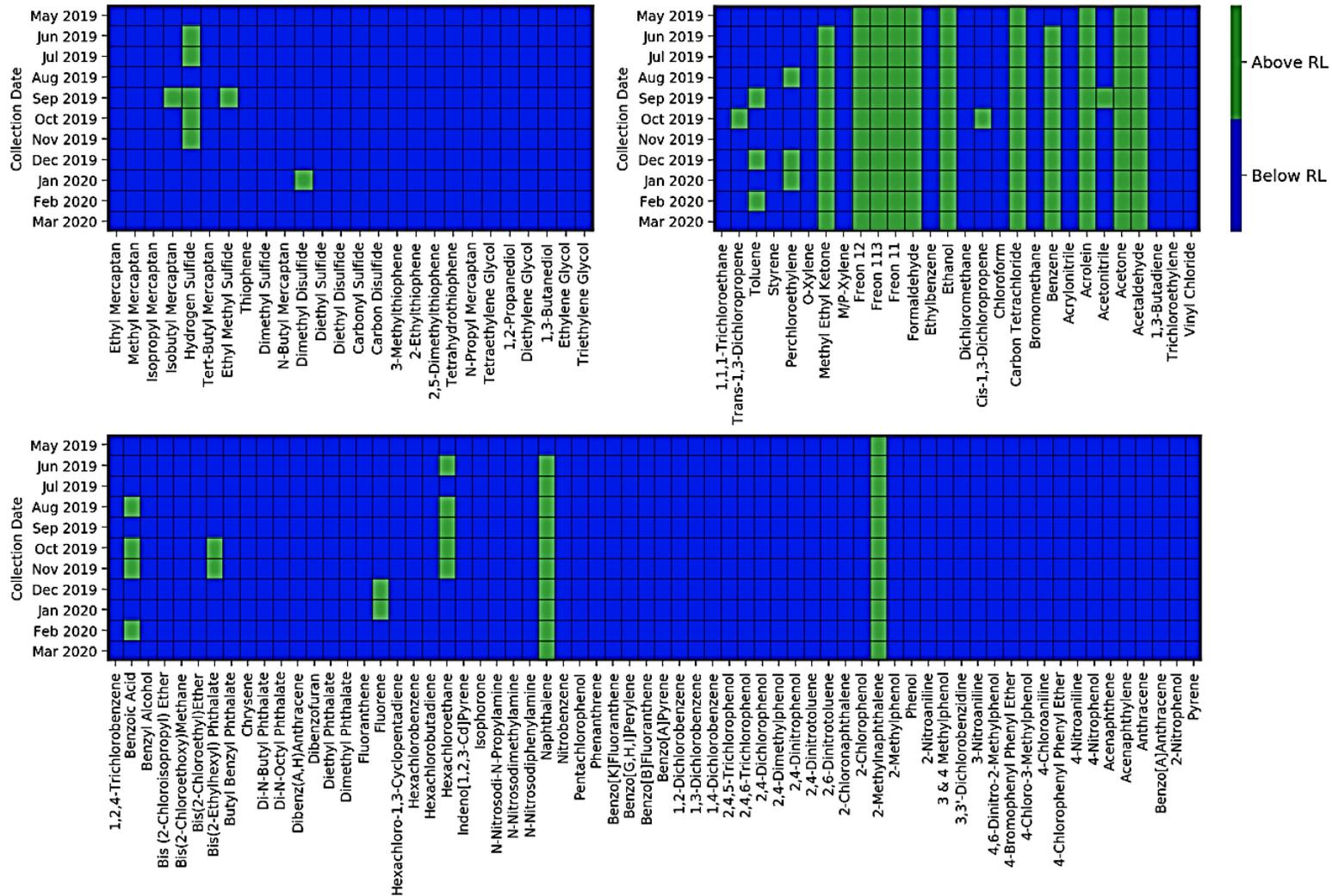


Figura 3.14 Gráfico que representa los compuestos detectados por métodos de laboratorio por encima del límite de notificación (RL) en verde y los no detectados en azul. Cada celda representa el máximo de las muestras del recipiente de 24 horas tomadas en ese mes. Los compuestos están organizados por métodos de recuperación, divididos en Glicoles y Azufre (arriba a la izquierda), compuestos analizados por la División de Monitoreo y Laboratorio [MLD] (arriba a la derecha), PAHs y otros compuestos (abajo).

En total, los métodos de laboratorio detectaron 26 de 120, o el 22%, de compuestos durante todo el período de monitoreo de Lost Hills. En la Tabla 3.2 figuran estadísticas resumidas. El personal de la OEHHA utilizó estos resultados, así como las concentraciones de otros compuestos detectados en Lost Hills, en la evaluación del riesgo para la salud para evaluar los posibles efectos cancerígenos y no cancerígenos para la salud (Sección 4).

Tabla 3.2 Resumen estadístico de los 26 compuestos detectados por el laboratorio por encima del Límite de Notificación (de los 120 medidos) en las muestras de 24 horas recogidas en Lost Hills. Las concentraciones se presentan en unidades de $\mu\text{g}/\text{m}^3$; las concentraciones medias se calcularon asumiendo una concentración de la mitad del límite de notificación para los no detectados.

| Analito | Número de Mediciones (24 horas) | Número por Encima del Límite de Notificación (Frecuencia de Detección %) | Mínimo | Mediano | Promedio (Medio) | Máximo |
|-------------------------------|---------------------------------|--|--------|---------|------------------|--------|
| 2-Metilnaftaleno | 28 | 28 (100) | 0,004 | 0.01 | 0.016 | 0.085 |
| Acetaldehido | 52 | 47 (90) | 0.076 | 1,7 | 1,9 | 8 |
| Acetona | 46 | 46 (100) | 4.7 | 10 | 11 | 36 |
| Acetonitrilo | 46 | 1 (2.2) | 0,25 | 0,25 | 0,31 | 2.7 |
| Acroleína | 43 | 39 (91) | 0,34 | 1,3 | 1,8 | 5,5 |
| Benceno | 46 | 40 (87) | 0,08 | 0,38 | 0,37 | 0,77 |
| Ácido Benzoico | 28 | 5 (18) | 0,07 | 0.075 | 0.1 | 0,32 |
| Ftalato de bis (2-etilhexilo) | 28 | 3 (11) | 0.014 | 0.014 | 0.018 | 0,065 |
| Tetra-cloruro de Carbono | 46 | 46 (100) | 0,38 | 0.45 | 0.45 | 0.52 |
| cis-1,3-Dicloropropeno | 46 | 1 (2.2) | 0,23 | 0,23 | 0,26 | 1,5 |
| Dimetil disulfuro | 23 | 1 (4,3) | 4,8 | 4,8 | 6,3 | 38 |
| Etanol | 46 | 46 (100) | 1,8 | 4,9 | 5,3 | 19 |
| Sulfuro Metil Eílico | 23 | 1 (4,3) | 7.8 | 7.8 | 9,8 | 53 |
| Fluoreno | 28 | 2 (7.1) | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0,003 |
| Formaldehído | 52 | 47 (90) | 0,038 | 2.9 | 3,1 | 7 |

| | | | | | | |
|--------------------------|----|----------|-------|-------|-------|-------|
| Freón 11 | 46 | 46 (100) | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1,5 |
| Freón 113 | 46 | 46 (100) | 0,43 | 0.49 | 0.49 | 0,58 |
| Freón 12 | 46 | 46 (100) | 1,9 | 2.2 | 2.2 | 2.6 |
| Hexacloroetano | 28 | 7 (25) | 0.014 | 0.015 | 0.028 | 0.11 |
| Sulfuro de hidrógeno | 22 | 5 (23) | 3.5 | 3.5 | 5,1 | 13 |
| Isobutilo mercaptano | 23 | 1 (4,3) | 9,2 | 9,2 | 12 | 74 |
| Butanona | 52 | 35 (67) | 0.21 | 0,5 | 0.66 | 2,5 |
| Naftaleno | 28 | 25 (89) | 0.001 | 0,007 | 0.01 | 0.039 |
| Percloroetileno | 46 | 3 (6.5) | 0,034 | 0,034 | 0.042 | 0,28 |
| Tolueno | 46 | 4 (8.7) | 0,38 | 0,38 | 0,43 | 1.1 |
| trans-1,3-Dicloropropeno | 46 | 1 (2.2) | 0,23 | 0,23 | 0,25 | 1 |

La Tabla 3.2 muestra que, de los 26 compuestos detectados, seis solo se detectaron una vez, mientras que otros se detectaron la mayor parte del año. Los compuestos detectados en más del 70% de las muestras incluyen: 2-metilnaptaleno, acetaldehído, acetona, acroleína, benceno, tetracloruro de carbono, etanol, formaldehído, freón 11, freón 113, freón 12 y naftaleno. Las muestras de captación se recolectaron en octubre de 2019 en las esquinas de King Street y Lamberson Avenue, así como en King Street y Martin Avenue en respuesta a las quejas de olores en el área. Las concentraciones de acroleína, acetona, benceno, tetracloruro de carbono y etanol fueron similares a los promedios del estudio.

Algunos de estos compuestos, incluidos los tres compuestos de freón y el tetracloruro de carbono (refrigerantes) persisten en la atmósfera y tienen una larga vida. Las concentraciones de estos cuatro compuestos estaban casi en línea con el fondo promedio global,^{69,70,71,72} lo que indica que no hay fuentes locales de estos cuatro compuestos.

Hallazgo 10: Se determinó que solo dos compuestos detectados a través de métodos de laboratorio tenían posibles impactos agudos (a corto plazo) o crónicos (a largo plazo) no

⁶⁹ NOAA. Clorofluorocarbono-11 (CCI3F) - Conjunto de Datos Combinados. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/hats/combined/CFC11.html>

⁷⁰ NOAA. Clorofluorocarbono-12 (CCI2F2) - Conjunto de Datos Combinados. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/hats/combined/CFC12.html>

⁷¹ NOAA. Clorofluorocarbono-113 (C2CI3F3) - Conjunto de Datos Combinados. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/hats/combined/CFC113.html>

⁷² ATSDR. 2005. Perfil Toxicológico del Tetracloruro de Carbono. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp30.pdf>.

cancerígenos sobre la salud, por si mismos. Acroleína, que se detectó en concentraciones que fueron sustancialmente elevadas en comparación con las concentraciones en otros sitios de monitoreo en el Valle Central. La acroleína puede provenir de muchas fuentes, incluidos los procesos de combustión (por ejemplo, el escape de automóviles y del diesel), la agricultura, las reacciones fotoquímicas en la atmósfera, las plantas y las operaciones de los campos petroleros.

Se llevó a cabo una caracterización adicional de la calidad del aire comparando las concentraciones de contaminantes tóxicos en Lost Hills con las de otros sitios en el Valle Central. En la Figura 3.15 se muestran Acroleína y los BTEX. Estos lugares se seleccionaron en función de su proximidad geográfica a Lost Hills.

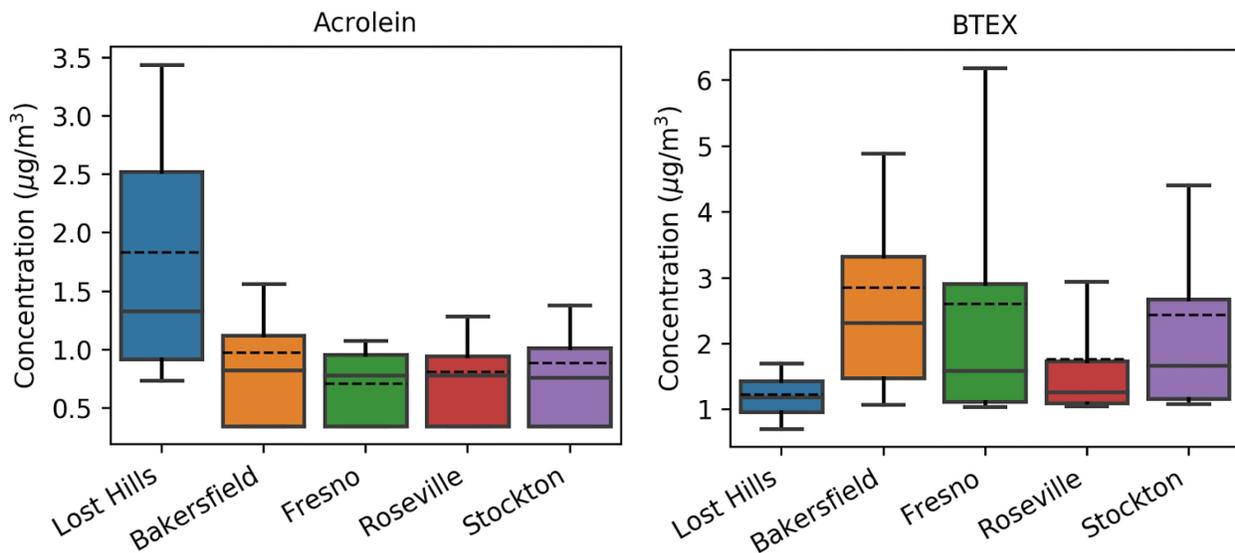


Figura 3.15 Concentraciones de acroleína (izquierda) y BTEX (derecha) medidas en Lost Hills vs. en cuatro sitios regionales en el Valle Central. Los datos de Lost Hills provienen de equipos de monitoreo del SNAPS de 2019-20. Los datos de los sitios regionales proceden del conjunto de datos de iADAM⁷³ para los años 2016-19. La concentración mediana en cada sitio se indica con líneas continuas individuales dentro de cada cuadro, mientras que la concentración media (promedio) se indica con líneas discontinuas individuales dentro de cada cuadro.

El benceno (un componente de los BTEX) se clasificó como uno de los cuatro contribuyentes principales al riesgo de cáncer en Lost Hills; sin embargo, las concentraciones de benceno no representaron un riesgo sustancial para la salud no relacionado con el cáncer (Sección 4). Las concentraciones de muchos compuestos medidos en Lost Hills, como los BTEX, fueron comparables o menores que las concentraciones en todo el Valle Central. Sin embargo, la acroleína fue significativamente elevada. La acroleína fue el mayor contribuyente al riesgo no-cancerígeno, con posibles impactos en la salud, incluida la irritación a los ojos y daño al

⁷³ CARB. iADAM: Estadísticas de Datos de Calidad del Aire. 2021. <https://www.arb.ca.gov/adam/>

tracto respiratorio⁷⁴ (más información sobre los potenciales impactos de la acroleína en la salud en la Sección 4). La acroleína está comúnmente presente en el aire ambiente por la combustión de combustibles, maderas y plásticos.⁷⁵ La acroleína es también un producto de la fotoxidación de varios contaminantes de hidrocarburos, está presente en el humo del tabaco y se emite al cocinar.^{75,76,77} La acroleína se usa como plaguicida cuando se agrega a los canales de riego y al agua en plantas industriales para controlar el crecimiento de plantas submarinas, algas y limo.⁷⁶ En 2019, la acroleína se utilizó como plaguicida en el Condado de Kern en servidumbres de paso, sin embargo, no se disponía de más información sobre la ubicación de la aplicación, lo que dificultaba la estimación de la contribución potencial a las concentraciones medidas en Lost Hills.⁷⁸ La acroleína también se puede utilizar como biocida y eliminador de sulfuro de hidrógeno en los procesos de producción de petróleo y gas natural aguas arriba y se emite desde la combustión de combustible por vehículos y equipos en el campo.^{76,77} La acroleína también puede ser producida por las plantas, lo que proporciona una fuente de acroleína que puede contribuir a la base natural de la acroleína en áreas remotas. En muchos casos, esta base natural excede la concentración de referencia de la EPA de los Estados Unidos para la acroleína.^{79,80,81}

Sin embargo, a pesar del monitoreo localizado del SNAPS y el análisis exhaustivo de datos, la contribución relativa de varias fuentes a la concentración de acroleína en el aire en Lost Hills sigue sin estar clara. El personal de CARB está trabajando para desarrollar métodos novedosos de muestreo y análisis que mejorarán nuestra comprensión de los niveles de acroleína en Lost Hills (consulte la Sección 5.3).

En la Sección 4 se puede encontrar un análisis más detallado sobre los impactos estimados a la salud resultante de la acroleína medida en Lost Hills, en particular los impactos en la salud no relacionados con el cáncer. Aunque hubo algunos riesgos destacables para la salud no relacionados con el cáncer, asociados con las concentraciones de acroleína medidas en Lost Hills, hay varias incertidumbres asociadas con medición de la acroleína ambiental (Apéndice B). Por lo tanto, es importante tener precaución cuando se está comparando directamente

⁷⁴ OEHHA. Acroleína. <https://oehha.ca.gov/chemicals/acrolein>

⁷⁵ Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer. 2021. Carcinogenicidad de la acroleína, crotonaldehído y arecolina. *Lancet Oncol* 22:19-20.

⁷⁶ ATSDR. 2007. Perfil Toxicológico de la Acroleína. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp124.pdf>.

⁷⁷ Garcia-Gonzales DA, Shonkoff SBC, Hays J, Jerrett M. 2019. Contaminantes del Aire Peligrosos Asociados a la Explotación de Petróleo y Gas Natural Aguas Arriba: Una Síntesis Crítica de la Literatura Actual Revisada por Expertos. *Annu Rev Public Health* 40:283-304.

⁷⁸ DPR. 2019. Datos del Informe sobre el Uso de Plaguicidas en el Condado de Kern en 2019. <https://www.cdpr.ca.gov/docs/pur/purmain.htm>.

⁷⁹ Cahill, T.M., 2014. Concentraciones ambientales de acroleína en regiones costeras, remotas y urbanas de California. *Environ. Sci. Technol.* 48 (15), 8507–8513.

⁸⁰ Moghe, A., Ghare, S., Lamoreau, B., Mohammad, M., Barve, S., McClain, C., Joshi-Barve, S., 2015. Mecanismos moleculares de toxicidad por acroleína: relevancia para la enfermedad humana. *Toxicol. Sci.* 143 (2), 242–255.

⁸¹ Seaman, V.Y., Charles, M.J., Cahill, T.M., 2006. Un método susceptible para la cuantificación de la acroleína y otros carbonilos volátiles en el aire ambiente. *Anal. Chem.* 78 (7), 2405–2412.

las concentraciones de acroelina, particularmente cuando la colección y los métodos analíticos puedan diferir entre los sets de datos.

3.4 Análisis de Datos de Metales

3.4.1 Resumen de Metales

Hallazgo 11: El ochenta por ciento de los metales detectados en Lost Hills (y PM_{2.5}) estuvieron en sus concentraciones más altas desde finales de octubre hasta principios de noviembre de 2019, asociado con vientos más fuertes observados en todo el Valle Central durante ese tiempo.

La Tabla 3.3 destaca los resultados de los metales medidos en el tráiler del SNAPS que fueron analizados posteriormente en un laboratorio.

Tabla 3.3 Resumen estadístico de las 25 muestras de metales detectados por encima del Límite de Notificación (de los 28 medidos) en las muestras de 24 horas recogidas en Lost Hills. Las unidades están en nanogramos por metro cúbico (ng/m³); los medios se calcularon asumiendo una concentración de la mitad del límite de notificación para los no detectados.

| Metal | Número de Mediciones | Número por Encima del Límite de Notificación (Frecuencia de Detección%) | Mínimo | Mediano | Promedio (Medio) | Percentil 90 | Máximo | Fecha del Máximo |
|-----------|----------------------|---|--------|---------|------------------|--------------|--------|------------------|
| Aluminio | 46 | 46 (100) | 100 | 1400 | 2000 | 3600 | 18000 | 10/30/2019 |
| Antimonio | 46 | 14 (30) | 4,4 | 4,4 | 7,1 | 14 | 21 | 6/14/2019 |
| Arsénico | 46 | 29 (63) | 0,28 | 0,95 | 1,5 | 2 | 23 | 10/30/2019 |
| Bario | 46 | 42 (91) | 4,4 | 36 | 50 | 88 | 280 | 6/20/2019 |
| Bromo | 46 | 46 (100) | 1.2 | 4,5 | 5 | 8,4 | 16 | 10/30/2019 |

| | | | | | | | | |
|-----------|----|----------|------|------|------|-------|-------|------------|
| Calcio | 46 | 46 (100) | 110 | 1400 | 1800 | 2900 | 15000 | 10/30/2019 |
| Cloro | 46 | 46 (100) | 38 | 120 | 250 | 520 | 2900 | 9/30/2019 |
| Cromo | 46 | 44 (96) | 0.56 | 5,1 | 5,9 | 8,6 | 51 | 10/30/2019 |
| Cobre | 46 | 46 (100) | 3.8 | 9,3 | 11 | 16 | 70 | 10/30/2019 |
| Hierro | 46 | 46 (100) | 79 | 1500 | 2500 | 3800 | 32000 | 10/30/2019 |
| Plomo | 46 | 41 (89) | 0.56 | 2,8 | 2.9 | 4,6 | 6 | 11/11/2019 |
| Manganeso | 46 | 46 (100) | 1,4 | 26 | 41 | 60 | 510 | 10/30/2019 |
| Níquel | 46 | 36 (78) | 0,84 | 3,3 | 3.8 | 5,8 | 28 | 10/30/2019 |
| Fósforo | 46 | 46 (100) | 9,3 | 91 | 120 | 190 | 840 | 10/30/2019 |
| Potasio | 46 | 46 (100) | 43 | 630 | 910 | 1400 | 10000 | 10/30/2019 |
| Rubidio | 46 | 41 (89) | 0,28 | 3,3 | 5,8 | 8,6 | 89 | 10/30/2019 |
| Selenio | 46 | 12 (26) | 0,28 | 0,28 | 0,42 | 0,85 | 1.1 | 1/4/2020 |
| Silicona | 46 | 46 (100) | 220 | 4300 | 5900 | 10000 | 51000 | 10/30/2019 |
| Estroncio | 46 | 45 (98) | 0.56 | 17 | 21 | 32 | 230 | 10/30/2019 |
| Sulfuro | 46 | 46 (100) | 120 | 460 | 490 | 700 | 1400 | 10/30/2019 |
| Estaño | 46 | 33 (72) | 4,4 | 11 | 11 | 16 | 20 | 12/11/2019 |
| Titanio | 46 | 46 (100) | 7 | 140 | 230 | 340 | 2900 | 10/30/2019 |
| Vanadio | 46 | 42 (91) | 0.56 | 6,2 | 8.9 | 14 | 93 | 10/30/2019 |

| | | | | | | | | |
|-------|----|----------|------|------|----|-----|-----|-------------|
| Itrio | 46 | 11 (24) | 0.56 | 0.56 | 1 | 1,8 | 12 | 10/30 /2019 |
| Zinc | 46 | 46 (100) | 6 | 27 | 34 | 51 | 240 | 10/30 /2019 |

De los 28 metales analizados, el cobalto, mercurio y molibdeno no se detectaron durante el monitoreo en Lost Hills. Más allá de estos tres metales, hubo una amplia gama de detecciones, con 20 de los 28 metales detectados en al menos 40 de las 45 muestras recogidas (89%). Las concentraciones más altas de 20 de los 25 metales detectados se produjeron entre finales de octubre y principios de noviembre (2019). Estas concentraciones máximas se describen con más detalle en la siguiente sección.

3.4.2 Evento de Viento de Octubre a Noviembre de 2019

Las concentraciones de PM_{2.5} y 20 de los 25 metales detectados en Lost Hills alcanzaron su punto máximo desde finales de octubre hasta principios de noviembre de 2019 (Figura 3.16).

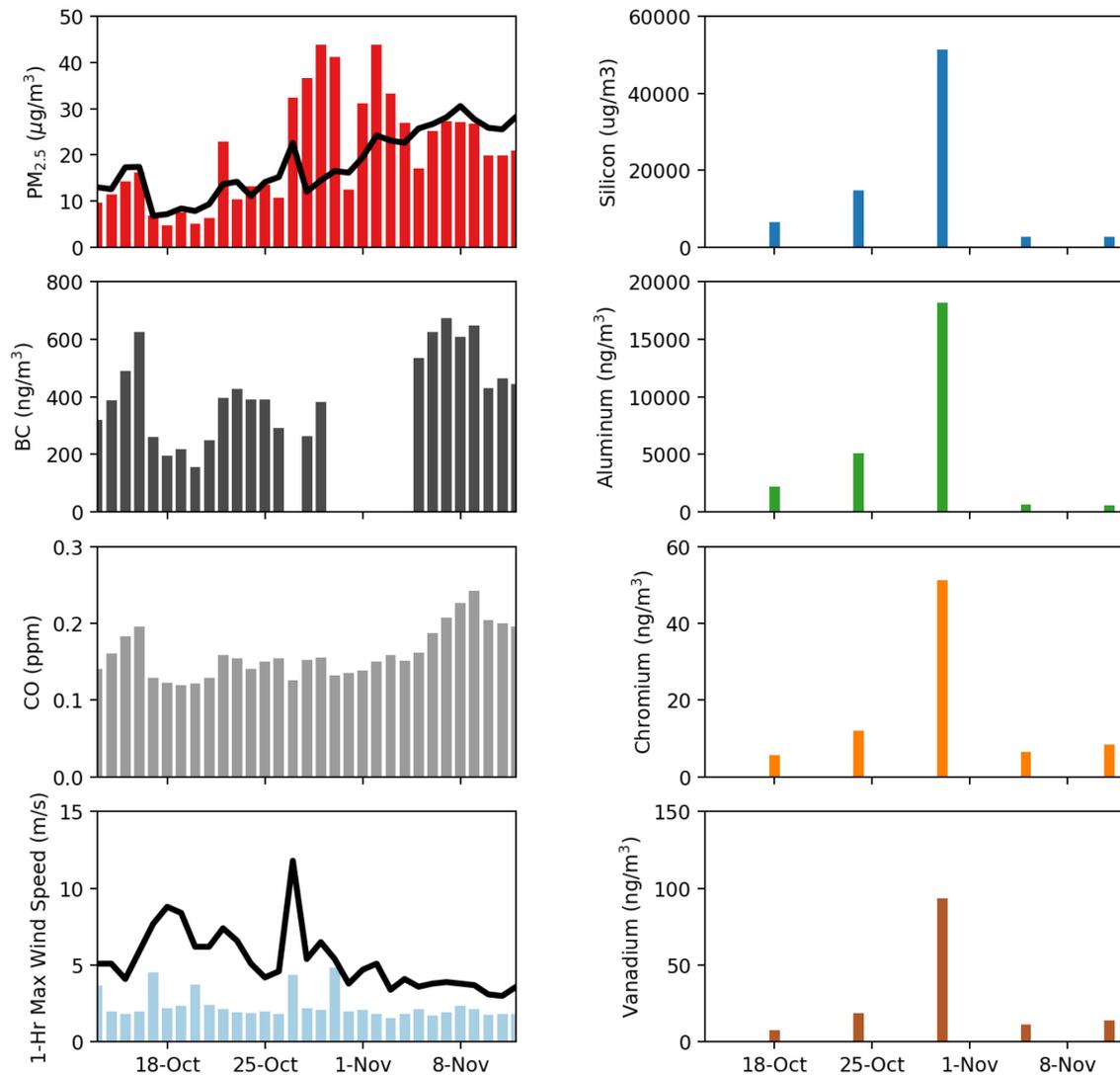


Figura 3.16 Promedios seleccionados de Lost Hills de 24 horas de velocidad máxima del viento de 1 hora (abajo a la izquierda), contaminantes (izquierda) y metales (derecha) desde finales de octubre hasta principios de noviembre de 2019, denotados por barras. Las concentraciones promedio regionales de $PM_{2.5}$ de 24 horas y las velocidades máximas del viento de 1 hora (en todos los sitios) se denotan con líneas negras. Los días en los que faltan barras indican que ese día no se realizó ninguna medición.

Como se indica en la Figura 3.5, las concentraciones promedio de $PM_{2.5}$ en Lost Hills fueron más altas durante el otoño de 2019, como lo fueron las concentraciones de $PM_{2.5}$ en todo el Valle Central (Figura 3.3). La meteorología desempeñó un papel importante en estos incrementos, ya que estas mayores concentraciones coincidieron con vientos más fuertes en Lost Hills y el Valle Central. Durante este evento de viento, las concentraciones semanales de $PM_{2.5}$ aumentaron de un promedio de menos de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a mediados de octubre a $34\text{-}35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la última semana de octubre, disminuyendo gradualmente hasta el mes de noviembre. Se observaron tendencias similares en las concentraciones de $PM_{2.5}$ en todo el Valle de San Joaquín, como se ve mediante la línea negra en la Figura 3.16. Aunque con un ligero retraso, las concentraciones de carbono negro y monóxido de carbono también aumentaron durante la primera semana de noviembre, antes de estabilizarse a finales de ese mes. Las concentraciones máximas de la mayoría de los metales se produjeron durante este periodo de tiempo (Tabla 3.3). El silicio, aluminio, cromo y vanadio fueron aproximadamente 5 veces sus valores promedio en comparación con el resto del período de monitoreo. Los potenciales impactos a la salud provenientes de los metales detectados están más detallados en la evaluación de riesgos para la salud (Sección 4).

El personal utilizó mediciones de la Red de Especiación Química para identificar los componentes de $PM_{2.5}$ que contribuyen a la elevación de $PM_{2.5}$ durante octubre y noviembre. La Figura 3.17 muestra la composición promedio de $PM_{2.5}$ derivada de mediciones de 24 horas tomadas cada 1 de 3 días en los sitios de Bakersfield y Fresno en el Valle de San Joaquín.

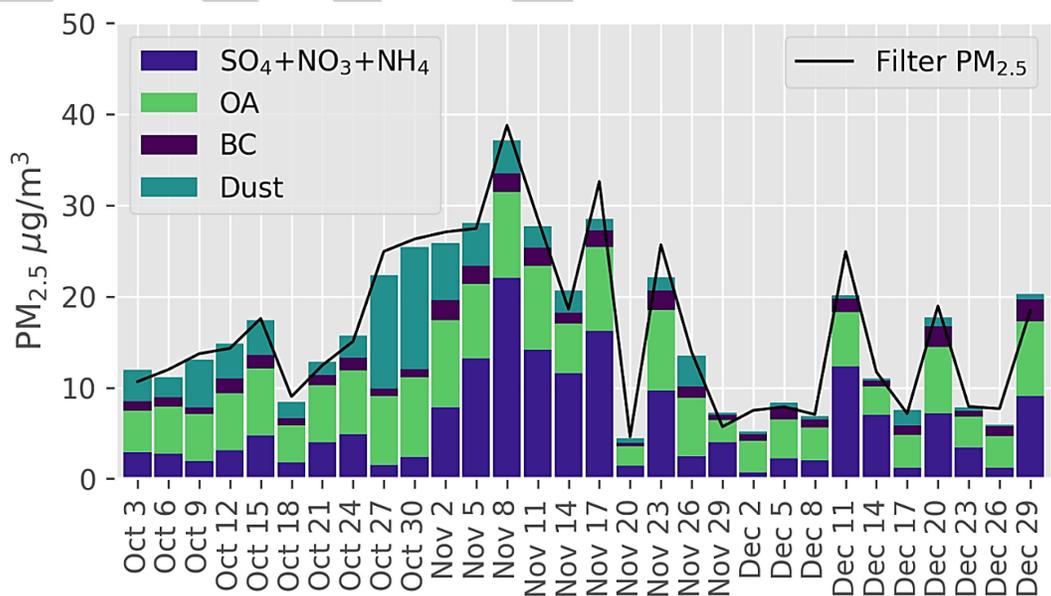


Figura 3.17 Componentes de $PM_{2.5}$ derivados de los sitios de la Red de Especiación Química en Bakersfield y Fresno. Los componentes inorgánicos (sulfato+nitrato+amonio [$SO_4+NO_3+NH_4$]), orgánicos (OA), de carbono negro (BC) y de polvo se muestran con el filtro de $PM_{2.5}$ a partir de mediciones de filtros independientes. El personal calculó los OA a partir de las mediciones de carbono orgánico y polvo de metales siguiendo Malm y Hand, 2007⁸².

La suma de $PM_{2.5}$ de los componentes (barras) coincide con las mediciones de $PM_{2.5}$ de los filtros (línea), lo que indica que los componentes mostrados explican los cambios de $PM_{2.5}$. Los componentes de $PM_{2.5}$ indican que el polvo arrastrado por el viento contribuyó a la mayor parte del aumento a fines de octubre. La mayor parte del aumento de $PM_{2.5}$ en noviembre fue impulsado por un aumento en el aerosol inorgánico, probablemente de fuentes agrícolas y móviles, y es típico en el otoño/invierno en el Valle de San Joaquín. La $PM_{2.5}$ orgánica también se elevó durante octubre y noviembre. La fuente fue probablemente incendios forestales durante octubre (como el incendio forestal de Kincade⁵⁶ en Sonoma), y la transición a otras fuentes de quema de madera a medida que la temperatura desciende hacia el final del año. La similitud de la $PM_{2.5}$ en Lost Hills con la región (Figura 3.3) indica que las mismas fuentes probablemente impulsaron el aumento de $PM_{2.5}$ en Lost Hills durante octubre y noviembre.

El cis-1,3-dicloropropeno y trans-1,3-dicloropropeno, entre los pocos plaguicidas monitoreados en Lost Hills, se detectaron solo una vez durante el período de monitoreo, y esto ocurrió durante el evento de viento del 26 de octubre de 2019. Estas singulares detecciones podrían atribuirse a los elevados vientos que dispersan los contaminantes del aire en la región.

3.5 Comparación de los Datos del SNAPS con las Operaciones del Campo Petrolífero de Lost Hills

CARB recibió datos de actividad de dos de los operadores más grandes que comprenden el 76% de la producción total de petróleo en el Campo Petrolífero de Lost Hills en 2019⁸³, con respecto al reacondicionamiento de pozos, perforación, quema y planta de procesamiento de gas para mayo de 2019 a abril de 2020. El personal de CARB analizó estos datos junto con los datos obtenidos en el tráiler del SNAPS para determinar si los eventos operativos afectaron las concentraciones de contaminantes del aire.

3.5.1 Eventos de Perforación, Estimulación y Reacondicionamiento de Pozos

Hallazgo 12: El número de eventos del operador en el Campo Petrolífero de Lost Hills (perforación, estimulación y mantenimiento de pozos) y la distancia de estos eventos desde el tráiler de monitoreo no correspondieron al aumento de las concentraciones de

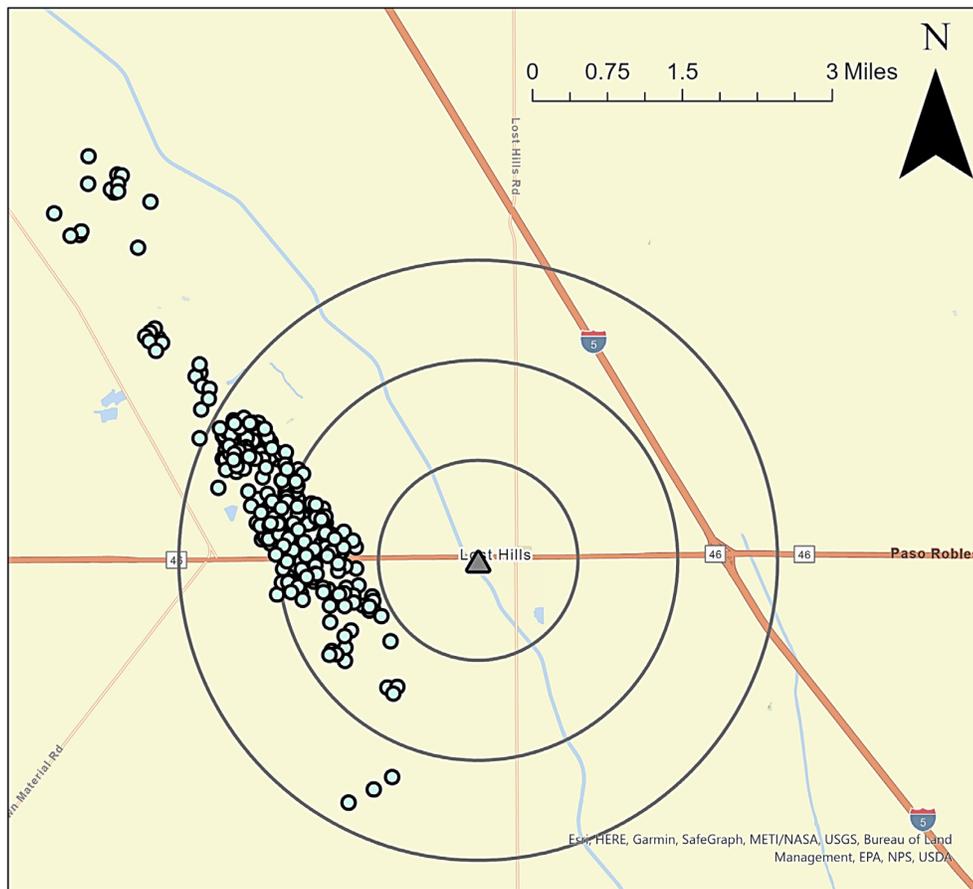
⁸² Malm, W. C., Hand, J. L., Un examen de las propiedades físicas y ópticas de los aerosoles recogidos en el programa IMPROVE, Atmospheric Environment, Volume 41, Edición 16, 2007, 3407-3427, ISSN 1352-2310, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.12.012>

⁸³ CalGEM. Informes de Resumen de Producción e Inyección de Pozos. "2019californiaoilandgaswellmonthlyproduction.csv." https://filerequest.conservation.ca.gov/?q=production_injection_data.

contaminantes en el sitio del tráiler del SNAPS. Esto no descarta una influencia de las emisiones fugitivas de los pozos y otras actividades de los campos petrolíferos en la calidad del aire en Lost Hills.

El personal de CARB analizó los datos de tres tipos principales de eventos en el Campo Petrolífero de Lost Hills: perforación, estimulación de pozos (es decir, "fracking") y reacondicionamiento/mantenimiento (Figura 3.18). Estos tres tipos de actividades son comunes en la producción de petróleo y gas, definidas de la siguiente manera:

- Perforación: El uso de una plataforma y un equipo para convertir un pozo en una fuente, pozo de inyección, de observación o pozo de producción⁸⁴
- Tratamiento de estimulación de pozos: El tratamiento de un pozo para mejorar la producción o recuperación de petróleo y gas aumentando la permeabilidad de la formación⁸⁵
- Reacondicionamiento/mantenimiento: Trabajos de reparación de los equipos dentro de un pozo para aumentar el caudal⁸⁴



⁸⁴ Comisión de Conservación de Petróleo y Gas de Colorado. Glosario de Términos sobre Petróleo y Gas. https://cogcc.state.co.us/COGIS_Help/glossary.htm.

⁸⁵ Departamento de Conservación de California. Glosario sobre Tratamiento de Estimulación de Pozos. <https://www.conservation.ca.gov/calgem/faqs/Pages/Glossary.aspx>.

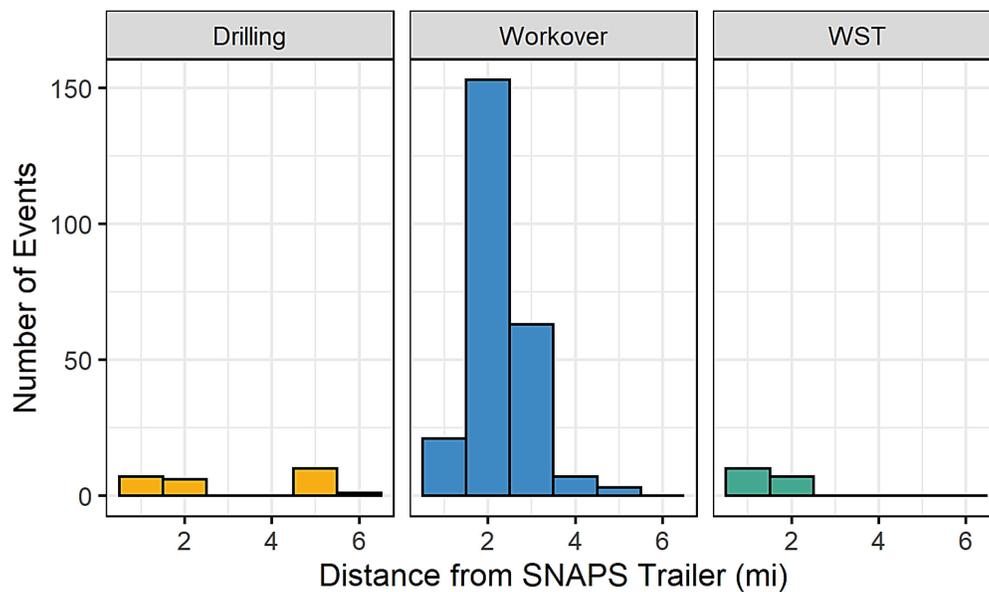


Figura 3.18 Arriba: Mapa de eventos de operadores que se produjeron en el Campo Petrolífero de Lost Hills desde mayo de 2019 hasta marzo de 2020 (datos de dos operadores en el campo petrolífero). Cada círculo negro concéntrico representa un radio de 1, 2 y 3 millas desde el tráiler del SNAPS (denotado por el triángulo), con los eventos en círculos: perforación ($n = 24$), estimulación de pozos ($n = 15$) y reacondicionamiento ($n = 247$). Abajo: Distribución en el espacio de los eventos del operador en el Campo Petrolífero de Lost Hills en relación con el tráiler del SNAPS.

La mayoría de los eventos tuvieron lugar dentro de las 3 millas de distancia al tráiler del SNAPS, incluyendo todas las estimulaciones de pozos, el 92,7% de los reacondicionamientos y el 54,2% de los eventos de perforación. Todos los eventos de estimulación de pozos ocurrieron a 1-2 millas del tráiler.

El personal de CARB comparó el número, tipos y ubicaciones de estos eventos con las concentraciones de contaminantes seleccionados observadas en el tráiler del SNAPS para ver si había asociaciones claras. Se seleccionaron contaminantes que a menudo pueden estar relacionados con fuentes de petróleo y gas, como metano, etano, benceno y tolueno. Los siguientes resultados se centran en el metano; sin embargo, los resultados para otros contaminantes asociados al petróleo y el gas fueron similares.

En primer lugar, el personal de CARB comparó la distancia y el número de todos los eventos del operador con las concentraciones de metano (Figura 3.19). En general, las concentraciones de metano se mantuvieron por debajo de 2,5 ppm durante todo el año de monitoreo. Las concentraciones de metano no parecieron aumentar con el incremento del número de eventos. Además, las concentraciones de metano no cambiaron con el aumento de la distancia desde el tráiler del SNAPS.

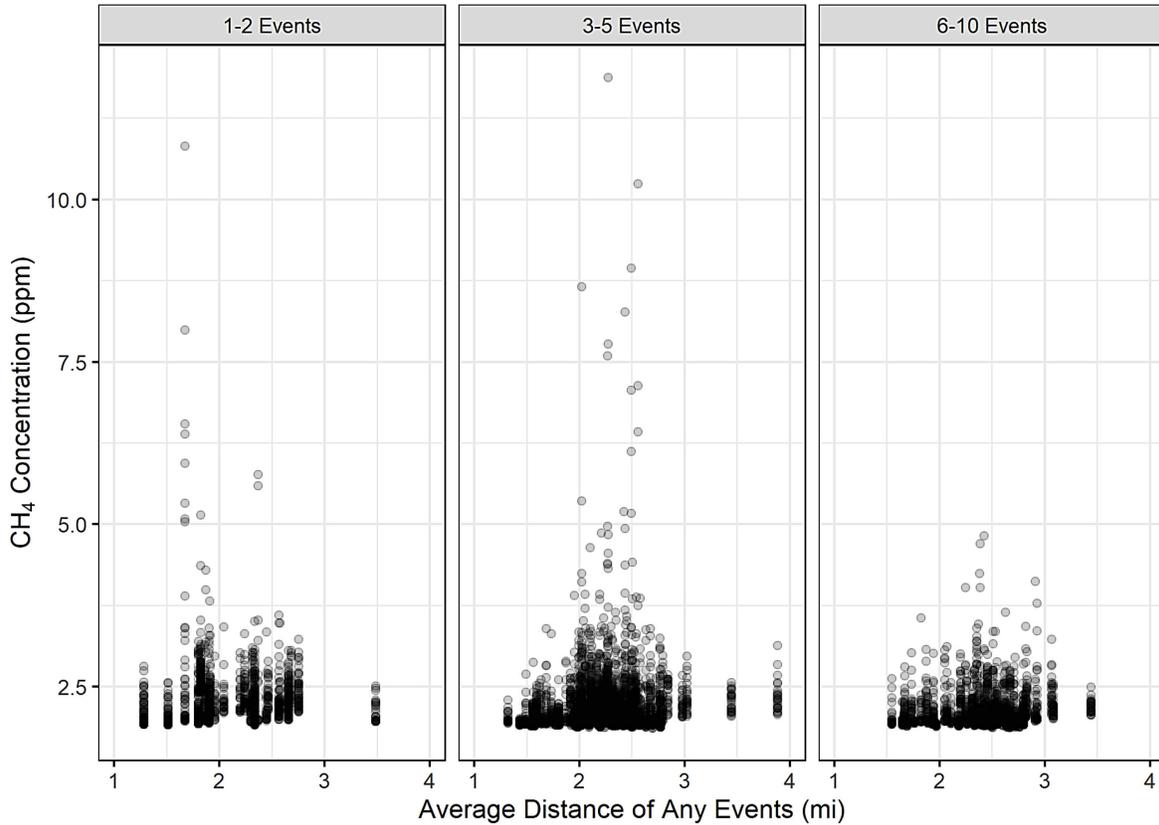


Figura 3.19 Distancia de los eventos del operador desde el tráiler del SNAPS frente a la concentración de metano medida. Cada recuadro individual representa un rango específico en el número de eventos del operador en un día determinado.

Sin embargo, los datos de la Figura 3.19 indican un aumento de las concentraciones de metano en algunos momentos. El examen de los datos según la estación (Figura 3.20) reveló concentraciones más altas en el otoño que en otras estaciones, con varios puntos máximos por encima de 5 ppm. Una evaluación adicional de los datos basados en las estaciones también muestra que la distancia de un evento de un campo petrolífero con respecto al tráiler del SNAPS no parecía estar asociada con un aumento de los niveles de metano, particularmente durante las temporadas de primavera, verano e invierno. Del mismo modo, el número de eventos tampoco pareció estar correlacionado con las concentraciones de metano dentro de cada temporada (Apéndice D). En la Sección 3.2.2 se pueden encontrar análisis más detallados de las concentraciones de metano en el otoño.

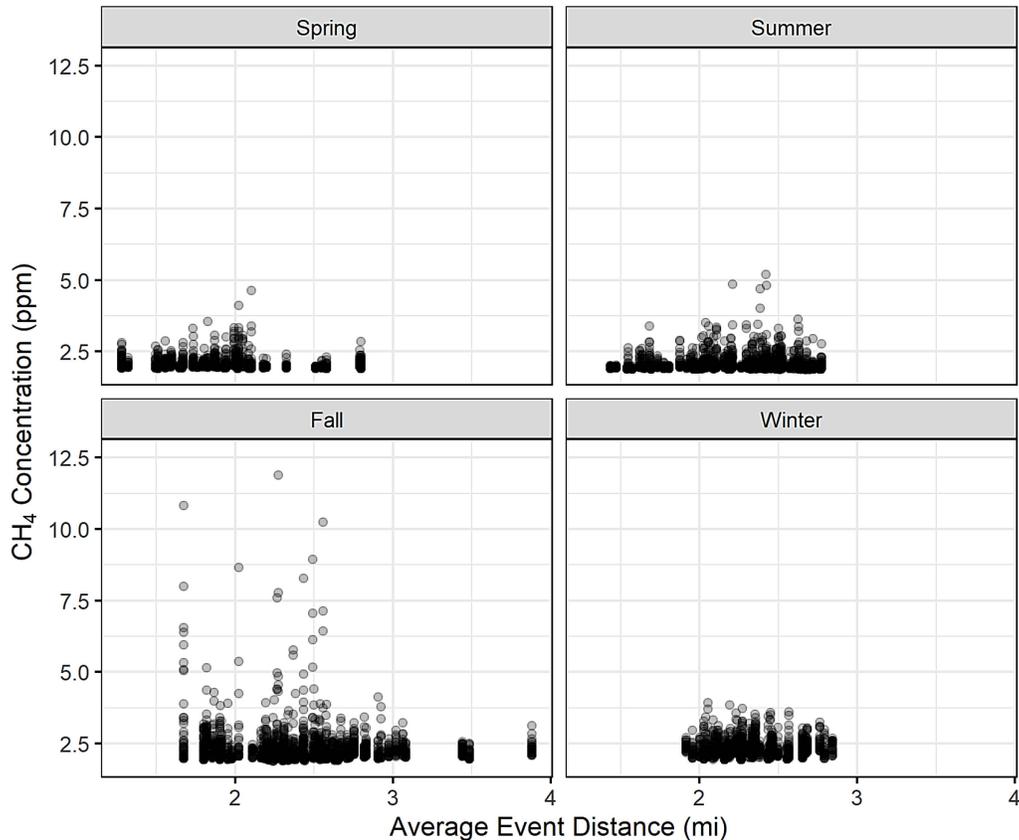


Figura 3.20 Distancia de los eventos del operador desde el tráiler del SNAPS frente a la concentración de metano observada, separada por estación (primavera, verano, otoño e invierno).

El personal de CARB analizó más a fondo los datos del operador por estación y por tipo de evento: estimulación de pozos, perforación y reacondicionamiento (Apéndice D). El número de eventos que se produjeron en el Campo Petrolífero de Lost Hills no tuvo una asociación notable con las concentraciones de metano en Lost Hills cuando se separaron por tipo de evento. También se observaron resultados similares con otros compuestos que podrían surgir de las operaciones relacionadas con petróleo y el gas. Como se señaló en la Figura 3.7, se observaron concentraciones elevadas de metano en el otoño, aunque éstas no parecieron estar asociadas con eventos de estimulación y reacondicionamiento de pozos (ni eventos de perforación, que solo ocurrieron en la primavera y el verano de 2019). Esto es consistente con los resultados del monitoreo del aire de estimulación de pozos del SB 4 de 2016-2018, que indicaron que el WST por sí solo no era una fuente importante de COVs o TACs (Sección 1.2.5).

El personal de CARB evaluó además los datos basados en eventos ocurridos a favor del viento del equipo de monitoreo de Lost Hills (dentro de +/- 30 grados). Este análisis pretendía centrarse en eventos cuyos impactos potenciales probablemente habrían sido capturados por el tráiler. Sin embargo, este análisis no mostró una relación clara entre las concentraciones de metano y los eventos del operador a favor del viento (Apéndice D).

El personal del CARB también ha creado un indicador único destinado a captar tanto la distancia como el número de eventos, denominado puntuación de ponderación de distancia inversa. Este indicador proporcionó evidencia adicional de que no había una correlación perceptible entre las concentraciones de metano, etano, benceno o tolueno y la distancia y el número de eventos del operador (Apéndice D).

Los análisis posteriores mostraron que las concentraciones de metano, etano, benceno y tolueno más consistentemente elevadas se produjeron en el segundo semestre de septiembre de 2019. La Figura 3.21 detalla estas elevadas concentraciones de metano en el mes de septiembre.

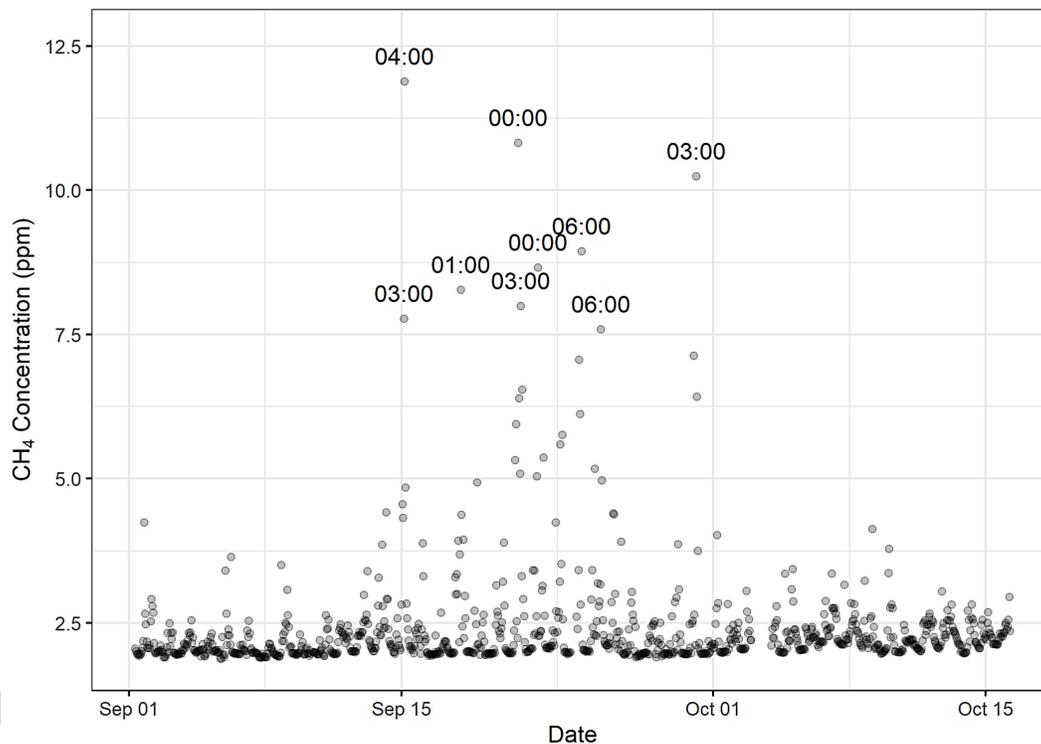


Figura 3.21 Concentraciones de metano por hora, desde septiembre de 2019 hasta mediados de octubre de 2019 en el tráiler del SNAPS. Las etiquetas en los círculos de mayor concentración son el momento de las mediciones.

La Figura 3.21 ilustra un mayor número de concentraciones elevadas de metano a mediados y finales de septiembre de 2019; estas concentraciones elevadas casi siempre se midieron durante la noche (indicadas por el tiempo impreso por encima de los puntos más altos). Esto es coherente con la tendencia diurna general de las concentraciones de metano, en la que los niveles de metano fueron más altos durante la noche y a primera hora de la mañana (Sección 3.2.2). Sin embargo, los resultados de metano mostrados en la Figura 3.20 no proporcionan evidencia que sugiera que los eventos del operador causaron este período de concentraciones más altas. Antes que los de eventos individuales del operador, estas concentraciones más altas podrían ser impulsadas por la meteorología local, con menos mezcla del aire ambiente y menos dispersión de contaminantes durante la noche en comparación con el día.

Otros análisis de laboratorio revelaron que, además del metano, hubo niveles elevados de varios otros compuestos durante el mes de septiembre, incluidos 2-metilnaftaleno, sulfuro de metilo etílico, hexacloroetano, sulfuro de hidrógeno, isobutil mercaptano y naftaleno. Sin embargo, ninguno de estos niveles se consideró un peligro inmediato para la salud; estos resultados se describirán más a fondo en la evaluación de riesgos para la salud (Sección 4).

3.5.2 Planta de Procesamiento de Gas

Resultado 13: Si bien no hubo indicios obvios de que la estimulación de pozos, el reacondicionamiento o los eventos de perforación aumentarían las concentraciones generales de contaminantes en Lost Hills, hay algunos indicios de que las actividades que ocurren en la planta de procesamiento de gas influyeron en las concentraciones de algunos hidrocarburos y COVs observadas en el tráiler.

Los contaminantes como el metano, etano, benceno y tolueno estaban en sus concentraciones promedio más altas cuando el viento era ligero y provenía del suroeste (Figura 3.22).

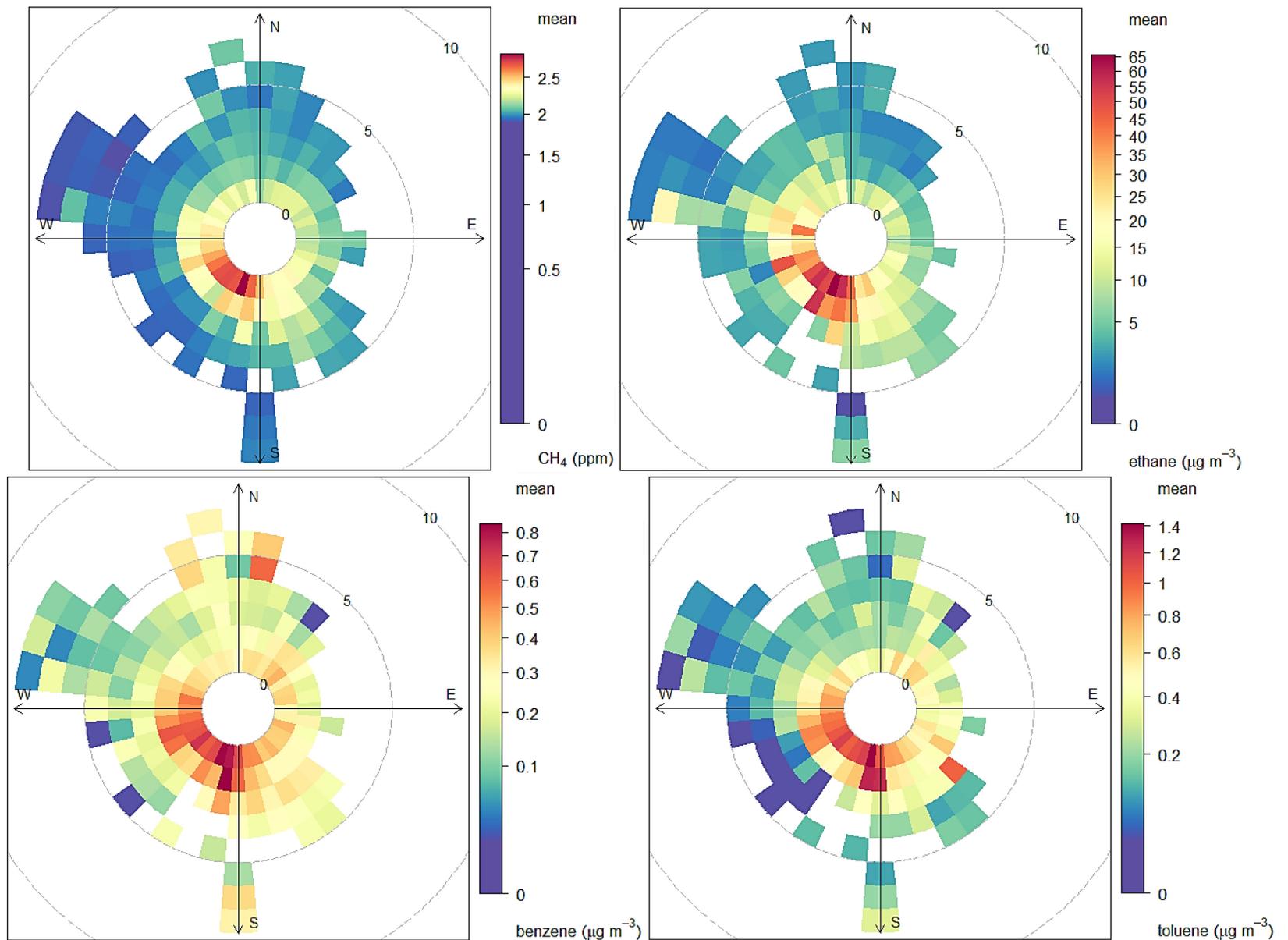


Figura 3.22 Parcelas de frecuencia polar⁵⁸ para metano, etano, benceno y tolueno. Las velocidades del viento que aumentan sucesivamente se muestran más lejos del centro de cada parcela, con la concentración promedio de cada contaminante a esa velocidad y dirección específicas del viento, sombreadas según las claves de la derecha.

La Figura 3.22 respalda los resultados de los esfuerzos de asignación de fuente (Apéndice C) que muestran que algunas de las emisiones de COV medidas se asociaron con la infraestructura de petróleo y gas, ya que la planta de procesamiento de gas se encuentra a menos de una milla al suroeste del tráiler del SNAPS (Figura 3.23). Otros esfuerzos también indican que la planta de procesamiento de gas es una fuente potencial de metano, incluido el monitoreo FluxSense, datos recopilados por aviones ⁸⁶, y el monitoreo móvil del SNAPS (Sección 3.6.4).



Figura 3.23 Mapa de la Planta de Procesamiento de Gas Cahn 3 (recuadro negro discontinuo) en relación con Lost Hills y el tráiler del SNAPS (punto azul).

En enero de 2021, el distrito local de monitoreo de la contaminación del aire realizó una inspección de la instalación, como parte de sus inspecciones anuales y emitió un Aviso de Violación por una fuga de componentes que excede las 50,000 partes por millón (ppm) de COVs. También hubo una fuga separada para un componente sujeto a los Estándares de Emisión de Gases de Efecto Invernadero de California para la regulación de Instalaciones de Petróleo Crudo y Gas Natural citado bajo el registro de la instalación S-2010 cerca de la planta de gas. El operador arregló estas fugas el mismo día en que fueron descubiertas, y fueron revisadas por el personal del Distrito para confirmar el cumplimiento. Aunque el distrito local del aire lleva a cabo inspecciones anuales, pueden realizarse inspecciones adicionales como resultado de las denuncias públicas y averías de los equipos. Además, como parte de la Fuerza de Tarea de Justicia Ambiental de la Agencia de Protección Ambiental de California (CalEPA), se está realizando información de cumplimiento y coordinación de inspecciones de instalaciones como la planta de procesamiento de gas cerca de Lost Hills e incluye a la EPA de EE. UU., CalEPA, CARB, distritos de aire locales, y las Juntas de Agua locales, el Departamento de Control de Sustancias Tóxicas y CalGEM. En una inspección conjunta de la planta de procesamiento de gas Cahn 3 en diciembre de 2021,

⁸⁶ Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA. Buscador de Fuentes de Metano.
<https://methane.jpl.nasa.gov/map>

el grupo de trabajo notó una violación en un separador de gas con una concentración de fuga de metano de 90 000 PPM. La fuga se solucionó de inmediato y el equipo verificó y confirmó la reparación antes de abandonar el sitio.

Hallazgo 14: Aunque los resultados indican una posible asociación entre la planta de procesamiento de gas Cahn 3 en el Campo Petrolífero de Lost Hills y las concentraciones elevadas de contaminantes en Lost Hills, el aumento de las concentraciones de COV e hidrocarburos a fines de septiembre de 2019 indica otras fuentes, como líneas locales de distribución de gas, pozos o tanques de almacenamiento en la parte norte del Campo Petrolífero de Lost Hills, o fuentes regionales relacionadas con el petróleo y el gas, impactaron a Lost Hills.

Aunque en promedio, la planta de procesamiento de gas parece ser una fuente potencial de metano, etano, benceno y tolueno, los datos sugieren otras fuentes que también están afectando a la comunidad. La planta de procesamiento de gas parece ser un factor menos importante durante el período de tiempo de finales de septiembre de 2019 al que se hace referencia en la Figura 3.21, cuando los niveles de metano fueron más consistentemente elevados (Figura 3.24).

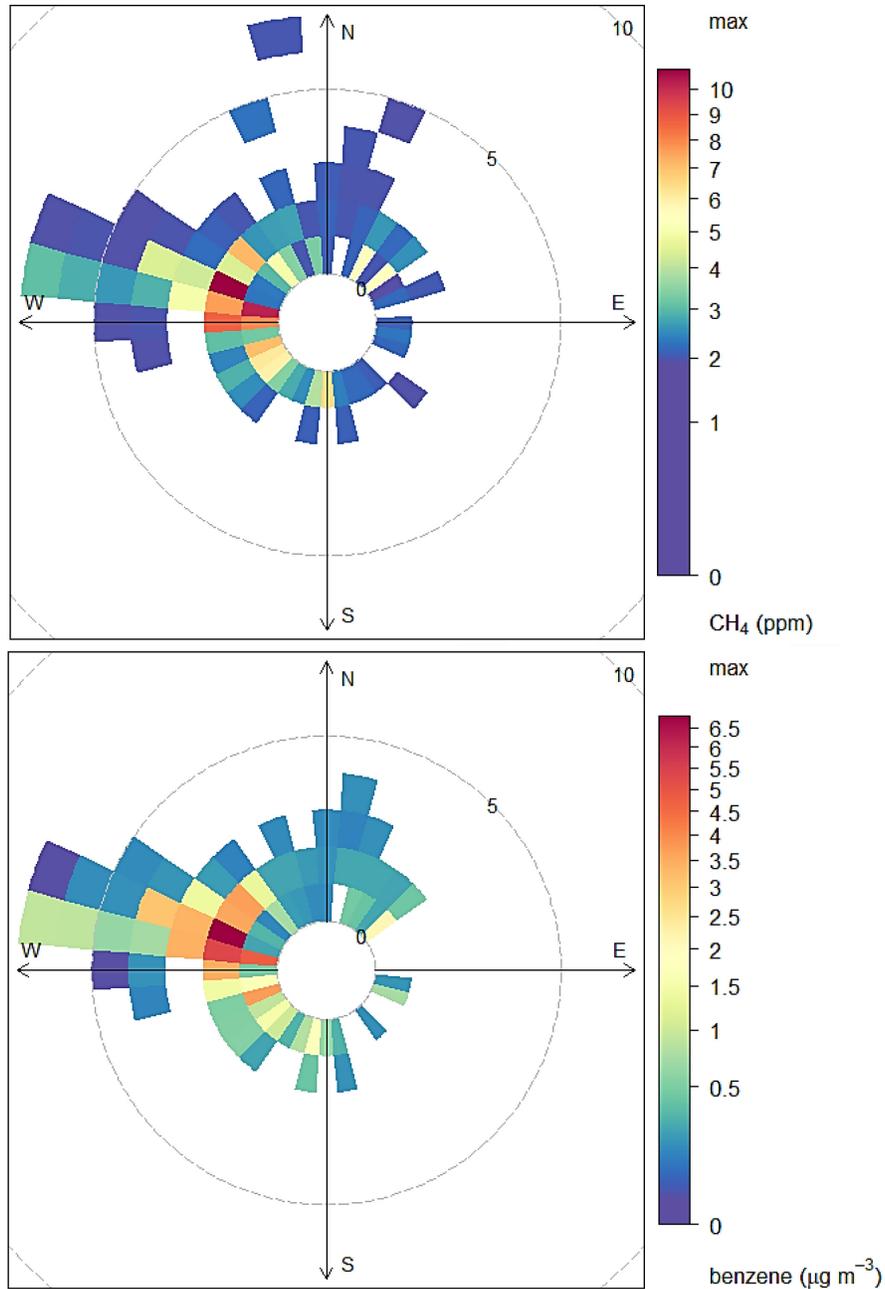


Figura 3.24 Parcelas de frecuencia polar⁵⁸ para metano y benceno, incluidas las fechas del 16-9-2020 al 30-9-2020. Las velocidades del viento que aumentan sucesivamente se muestran más lejos del centro de cada parcela, con la concentración máxima de cada contaminante a esa velocidad y dirección específicas del viento, sombreadas según las claves de la derecha.

La Figura 3.24 indica que cuando se observaron los valores más altos de metano a finales de septiembre (que incluye una gran mayoría de los valores más altos de metano observados), los vientos fueron de ligeros a moderados y provenientes del oeste-noroeste. Esto contrasta con la Figura 3.22, que indica que, en promedio, los contaminantes potenciales de petróleo y gas se originaron hacia el suroeste del tráiler del SNAPS. Los datos mostrados en la Figura

3.24 indican que era poco probable que la planta de procesamiento de gas tuviera una influencia en las concentraciones más altas de metano y benceno a mediados y finales de septiembre. Sin embargo, es posible que las emisiones fugitivas en la mitad norte del Campo Petrolífero de Lost Hills hayan desempeñado un papel en estas concentraciones más altas de metano y benceno, así como en concentraciones más altas de otros contaminantes medidos, incluidos el tolueno, sulfuro de hidrógeno y hexacloroetano.

3.6 Análisis de los Resultados del Monitoreo Móvil

El personal utilizó el monitoreo móvil para proporcionar datos adicionales de calidad del aire dentro de la comunidad de Lost Hills más allá de los del tráiler fijo (Sección 2). El monitoreo móvil se utilizó principalmente para captar "instantáneas" en tiempo de las concentraciones de metano en Lost Hills, así como en otros lugares de la comunidad a favor y en contra del viento. Debido a la naturaleza "instantánea" de las mediciones de monitoreo móvil, el uso de estos datos es limitado cuando se compara con otros conjuntos de datos. El personal realizó monitoreo móvil durante un total de 13 días entre Julio de 2019 y enero de 2020, así como el 25 de febrero de 2020 para investigar una serie de reportes de olores de la comunidad.

3.6.1 Comparación del Monitoreo Móvil con los Datos Fijos (Tráiler)

Hallazgo 15: Las comparaciones del monitoreo móvil con los datos fijos sugieren que las concentraciones por hora de metano medidas en el tráiler, eran representativas de las concentraciones de metano dentro de la comunidad de Lost Hills.

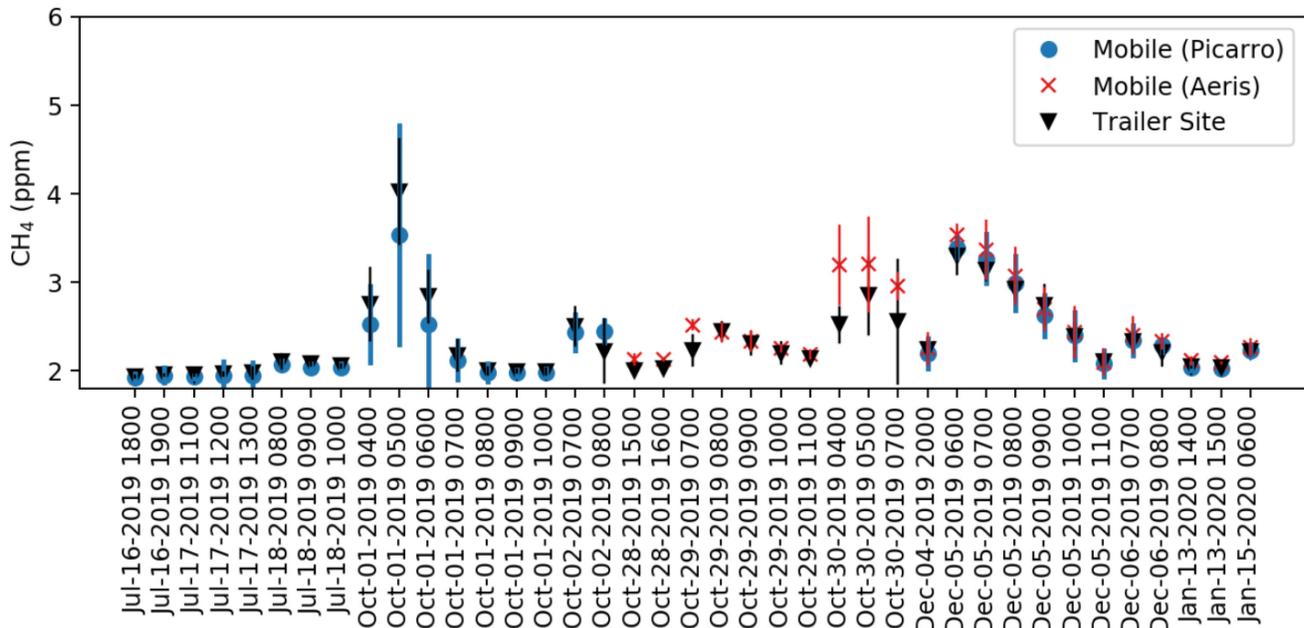


Figura 3.25 Series de tiempo de todas las horas disponibles cuando la plataforma móvil realizó mediciones dentro de 1 milla cuadrada de Lost Hills. Las barras verticales representan 1 desviación estándar de las concentraciones de CH4 medidas dentro de cada hora para cada instrumento.

El personal utilizó los datos de la plataforma móvil para evaluar la representatividad de las concentraciones de metano medidas en el tráiler en comparación con las concentraciones de metano dentro de la comunidad más grande de Lost Hills. La plataforma móvil estaba equipada con dos analizadores de metano comparables, un Picarro G2240 y un Aeris MIRA Pico (Mid-InfraRed Analyzer). El Picarro G2240 es similar al instrumento en el tráiler fijo y no se puede retirar de la plataforma mientras está en funcionamiento. El Aeris Pico es pequeño, funciona con baterías y es ultra-portátil. El Picarro se utilizó como fuente de datos principal para las tendencias de concentración por espacio y temporal y las comparaciones con el tráiler, mientras que el Aeris se utilizó principalmente para identificar fugas de gas natural (Sección 3.6.3). El personal recopiló 29 horas de datos utilizando el instrumento Picarro y 22 horas de datos del instrumento Aeris dentro de Lost Hills. Los datos de las mediciones móviles, tanto del Picarro como del Aeris, coinciden con las concentraciones observadas en el tráiler (Figura 3.25). Estas comparaciones del monitoreo móvil con los datos fijos sugieren que las concentraciones por hora de metano medidas en el tráiler fueron representativas de las de toda la comunidad de Lost Hills. Esta comparación excluye las investigaciones de monitoreo móvil de fugas aisladas de gas natural dentro de Lost Hills que produjeron concentraciones locales significativamente más altas (30 de octubre de 2019 y 15 de enero de 2020; Sección 3.6.3). Fuera de esos eventos de fugas, las concentraciones de metano del monitoreo móvil por hora rastrearon de manera similar a las concentraciones de metano del tráiler. Puede encontrarse más información sobre la comparación de las mediciones de monitoreo del tráiler y las móviles en el Apéndice E.

3.6.2 Variaciones por Hora

Hallazgo 16: Las concentraciones de metano medidas durante el monitoreo móvil fueron más altas en la madrugada.

Las concentraciones de metano fueron más altas en las primeras horas de la mañana (antes de las 10:00 a.m.) durante las ejecuciones de monitoreo móvil. Este período se alineó con los comentarios de la comunidad con respecto a los fuertes olores en la madrugada. Si bien el metano es un compuesto inodoro, puede emitirse con otros compuestos productores de olor. El personal de CARB observó las concentraciones más altas en los segmentos del 10 al 14 (Tabla 3.4) durante un evento de columna singular; sin embargo, las concentraciones promedio en todas las calles de Lost Hills fueron más altas antes de las 10:00 a.m. en relación con las mediciones de la tarde y la noche (Figura 3.26).

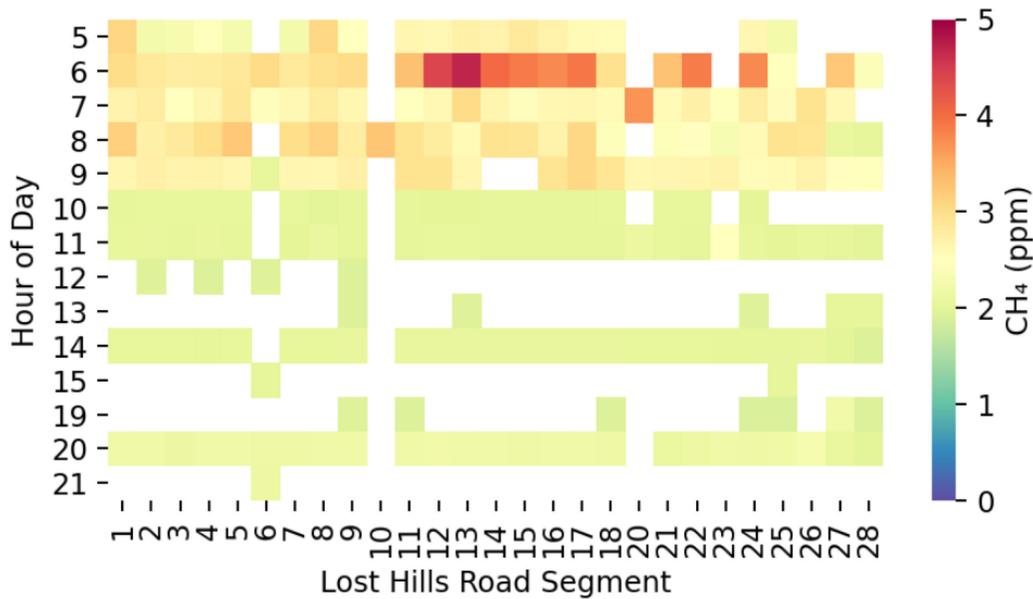


Figura 3.26 Mapa de calor de las concentraciones de metano en función del segmento (Tabla 3.4) y de la hora del día promediada en todas las series de monitoreo móvil.

Tabla 3.4 Ubicaciones de los números de segmento de ruta de monitoreo móvil.

| Número de Segmento | Calles | Número de Segmento | Calles |
|--------------------|--|--------------------|--|
| 1 | East King Street | 15 | West Tulare Street |
| 2 | East Fresno Street | 16 | West Badger Street |
| 3 | East Tulare Street | 17 | West Inyo Street |
| 4 | East Badger Street | 18 | West King Street |
| 5 | East Inyo Street | 20 | Autopista 46 desde el Acueducto hasta el borde del Campo Petrolífero de Lost Hills |
| 6 | Autopista 46 entre Lost Hills Road y Lamberson Ave | 21 | East Universal Street |
| 7 | Orlando Ave | 22 | West Universal Street |

| | | | |
|----|---|----|---|
| 8 | Lamberson Ave | 23 | Carretera al Edificio del Distrito de Agua de Lost Hills |
| 9 | South Lost Hills Road hacia King Street | 24 | Autopista 46 desde Lost Hills Road hasta el Acueducto |
| 10 | Apartamentos Southeast Lost Hills | 25 | Lost Hills Road desde la Autopista 46 hasta Lost Hills Mobile Home Park |
| 11 | South Martin Ave | 26 | Lost Hills Mobile Home Park |
| 12 | South Giddings Ave | 27 | Campus del Distrito Escolar Unificado de Lost Hills |
| 13 | South Farnsworth Ave | 28 | Autopista 46 a través del Campo Petrolífero de Lost Hills |
| 14 | West Fresno Street | | |

Las concentraciones promedio de metano oscilaron entre 2,2 y 2,8 ppm, y el diez por ciento más alto de las concentraciones de metano medidas osciló entre 2,6 y 3,7 ppm. Estos valores fueron similares al fondo regional (el promedio de 2018 del sitio de Gases de Efecto Invernadero de Arvin-Di Giorgio de CARB de 2,21 ppm), aunque los valores en Lost Hills pueden estar sesgados como altos ya que la mayoría de las mediciones móviles se tomaron en las primeras horas de la mañana o durante eventos de detección de fugas.

Todas las concentraciones promedio de sulfuro de hidrógeno de 10 segundos medidas en Lost Hills desde la plataforma de monitoreo móvil estuvieron por debajo del límite de detección del método (definido como 3 veces la desviación estándar de un cero certificado) de 6.39 ppb.

3.6.3 Detección de Fugas de Gas Natural

Hallazgo 17: Se detectaron dos fugas de gas natural separadas a través del monitoreo móvil en el área residencial de la comunidad de Lost Hills: una el 30 de octubre de 2019 y la segunda el 15 de enero de 2020. Estas fugas fueron reportadas a la Compañía de Gas del Sur de California (SoCalGas), que posteriormente inspeccionó y reparó el equipo con fugas.

El personal utilizó el Aeris MIRA Pico Mobile LDS para medir el metano y el etano durante el monitoreo móvil, y definió criterios para usar los datos de Aeris para detectar posibles fugas de gas natural. Estos criterios incluyen:

- Concentraciones de metano y etano superiores al 1% de todas las concentraciones medidas para los datos de monitoreo móvil de Lost Hills - 5 ppm y 168 ppb respectivamente.
- Correlación lineal (R) etano-metano mayor o igual a 0,9.
- Relación etano-metano superior al 1%. Utilizamos esta proporción para diferenciar el gas natural de las fuentes biogénicas, como los vertederos y las operaciones ganaderas, que no emiten mucho o nada de etano, con la presencia de etano que indica una influencia antropogénica, como una fuente de petróleo y gas.⁸⁷

Las Figuras 3.27 y 3.28 muestran dos casos en los que se detectaron fugas de gas natural durante las ejecuciones de monitoreo móvil en Lost Hills.

DRAFT

⁸⁷ Yacovitch, T. I., et. al. Demostración de un Espectrómetro de Etano para la Identificación de Fuentes de Metano. Environ. Sci. Technol. 2014, 48, 8028– 8034. DOI: 10.1021/es501475q

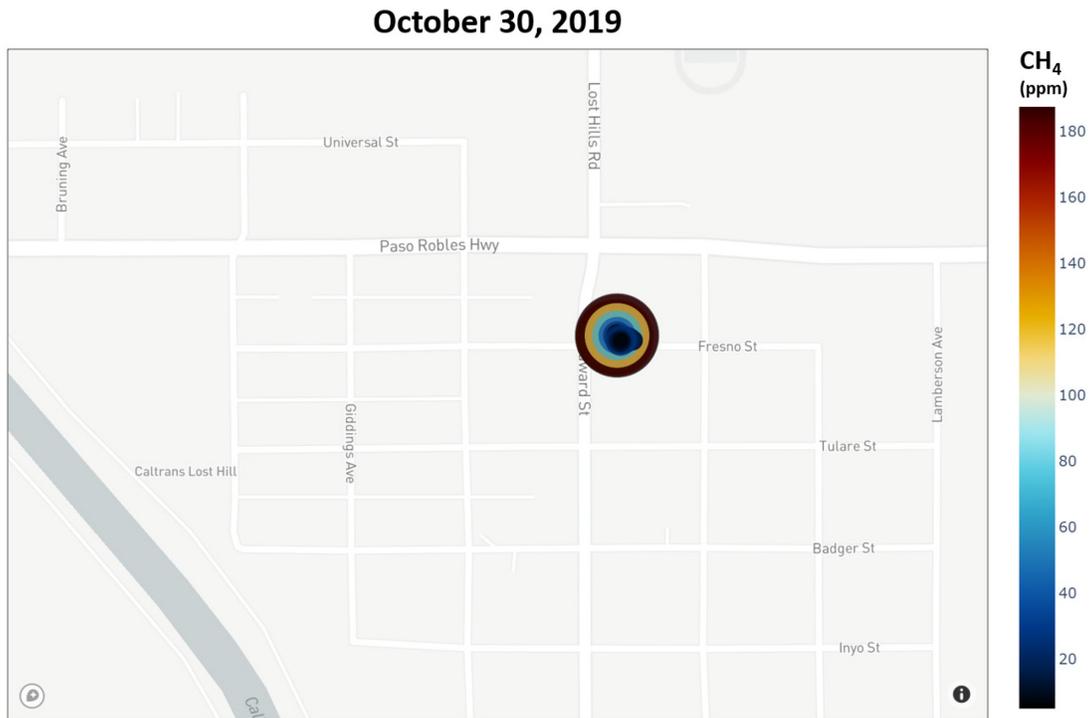
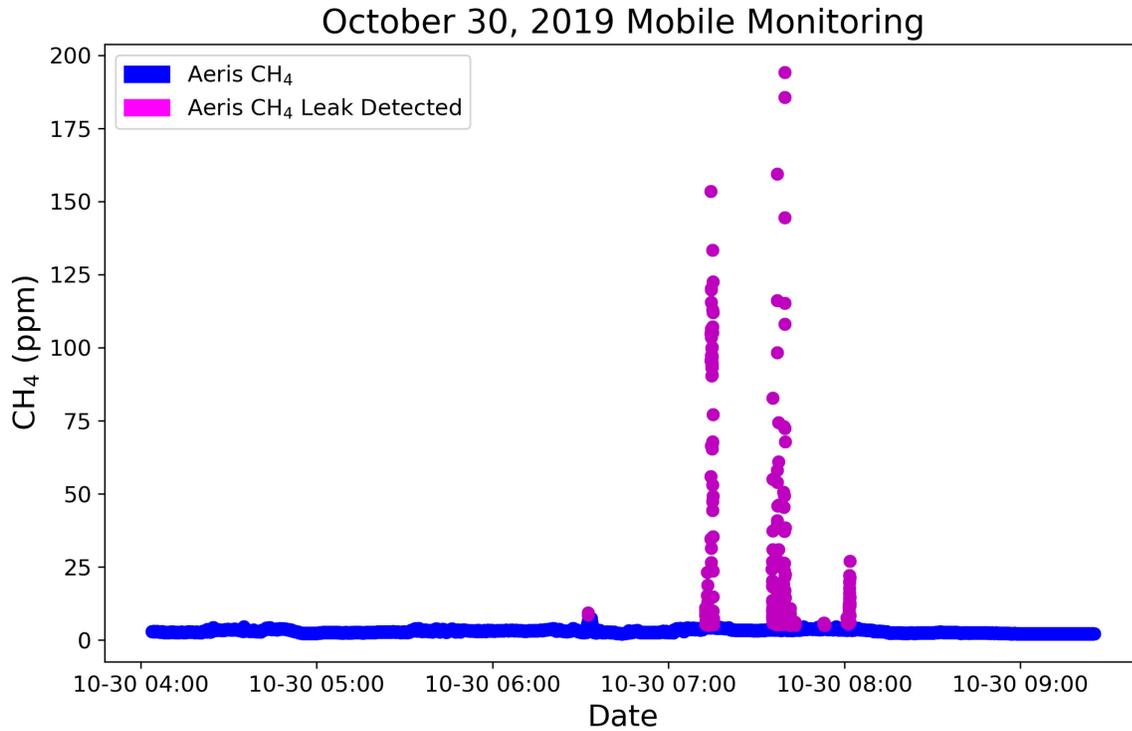


Figura 3.27 Fugas de gas natural detectadas durante la campaña de monitoreo móvil del 30 de octubre de 2019. Arriba: Series de tiempo, con las fugas de metano indicadas por los puntos rosas. Abajo: Mapa con las ubicaciones de las fugas correspondientes (el tamaño de los puntos aumenta a medida que aumenta la concentración). En este caso, el instrumento se retiró de la plataforma para tomar muestras mientras se caminaba por la acera.

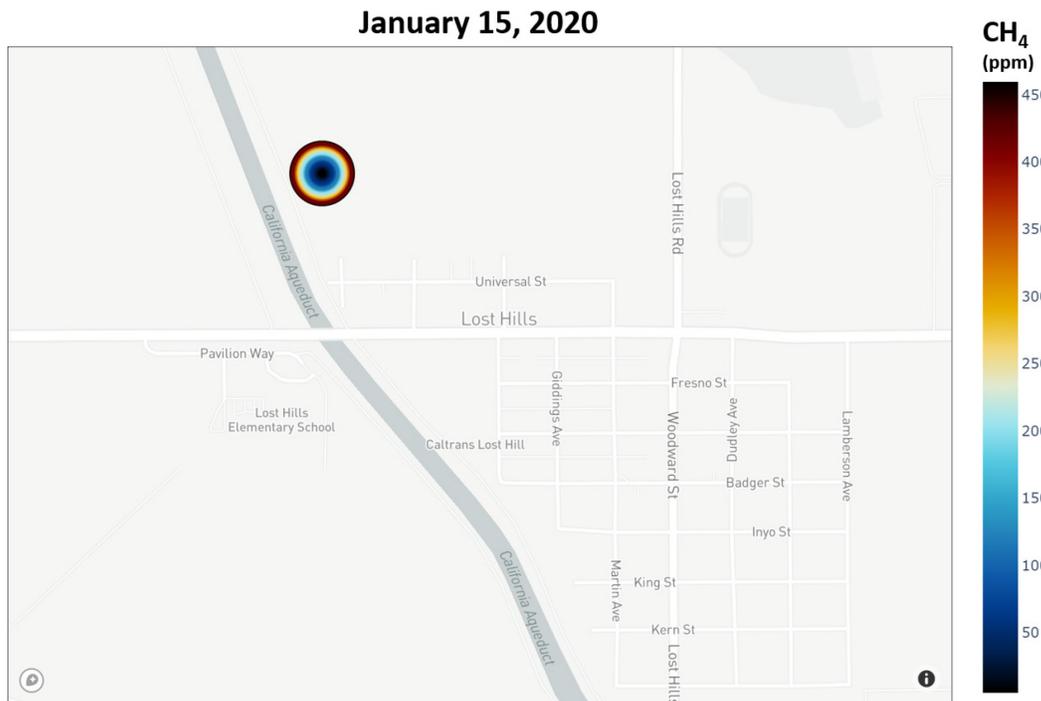
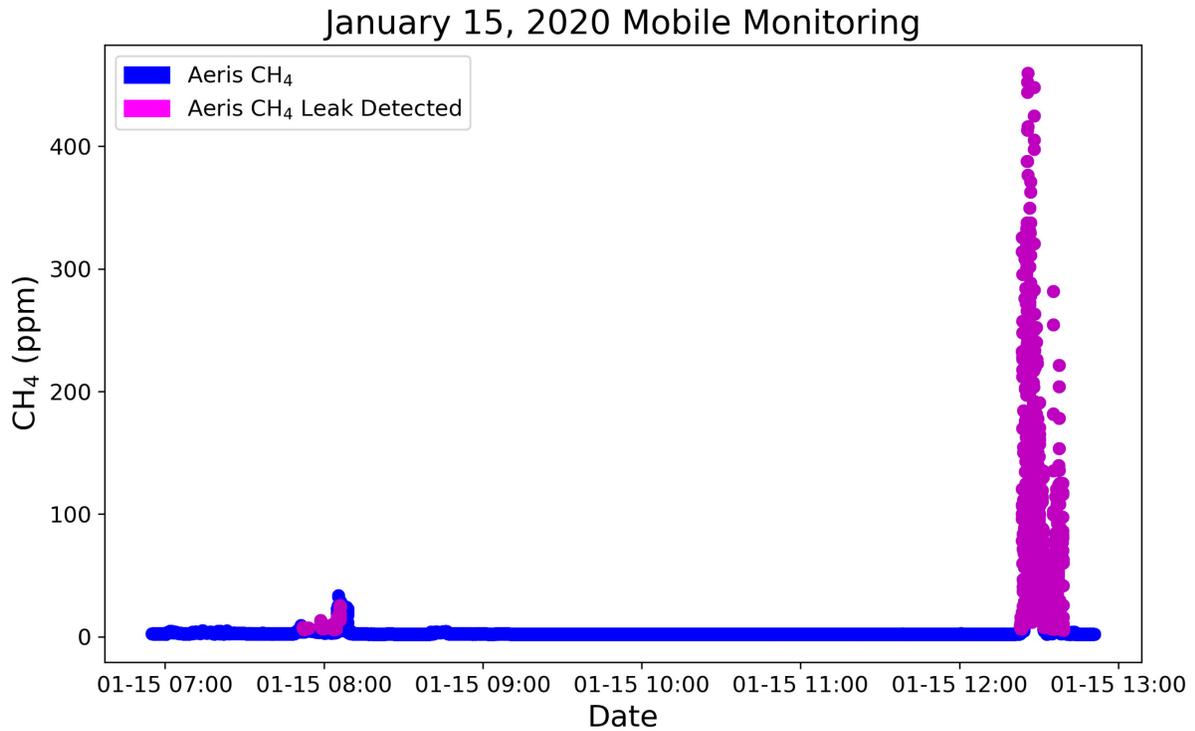


Figura 3.28 Fugas de gas natural detectadas durante el monitoreo móvil el 15 de enero de 2020. Arriba: Series de tiempo, con las fugas de metano indicadas por los puntos rosas. Abajo: Mapa con las ubicaciones de las fugas correspondientes (el tamaño de los puntos aumenta a medida que aumenta la concentración).

La fuga de gas natural detectada el 30 de octubre en una calle residencial (Figura 3.27) fue esporádica durante 30 minutos y alcanzó una concentración máxima de metano de 194 ppm. El evento del 15 de enero en las afueras del Distrito de Agua de Lost Hills (Figura 3.28) fue monitoreado por aproximadamente 20 minutos y alcanzó un máximo de 459 ppm.

Cuando se encontraron fugas, el personal informó al proveedor local de gas natural. En el caso de la Figura 3.28, la fuga confirmada ya había sido detectada y reportada por la compañía de medición FluxSense (durante las mediciones para un contrato con CARB).

Además, el personal recibió una serie de denuncias de la comunidad por olores el 25 de febrero de 2020 y desplegó el vehículo móvil de monitoreo. Sin embargo, no se detectaron fugas de gas natural.

3.6.4 Evento de Columna de Metano

Hallazgo 18: Se encontraron concentraciones elevadas de metano en la parte suroeste de Lost Hills durante un evento discreto de una "columna" el 1 de octubre de 2019.

Los datos sugieren que una columna discreta de concentraciones elevadas de metano se movió a través de Lost Hills entre las 6:30 am y las 8:00 am del 1 de octubre de 2019 durante un período de vientos del sur-suroeste (Figura 3.29).

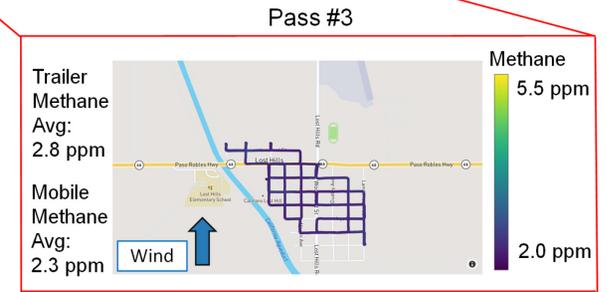
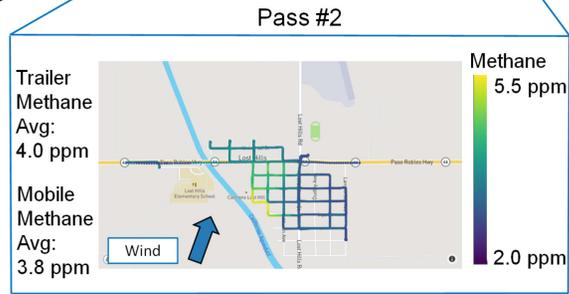
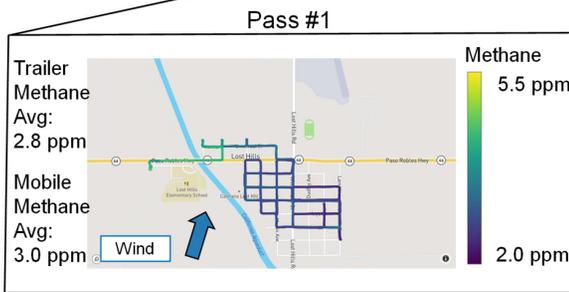
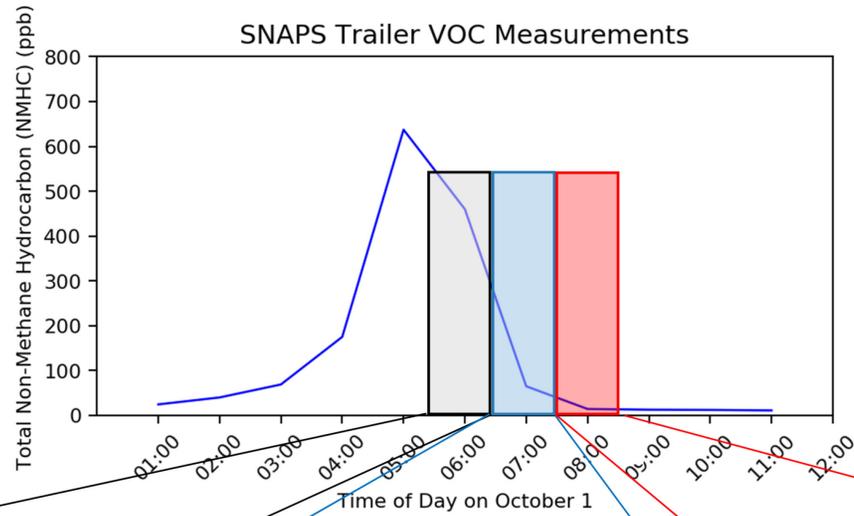


Figura 3.29 Resumen de tres rutas durante la mañana del 1 de octubre de 2019 en relación con el total de especies de hidrocarburos distintos al metano medidos en el tráiler del SNAPS.

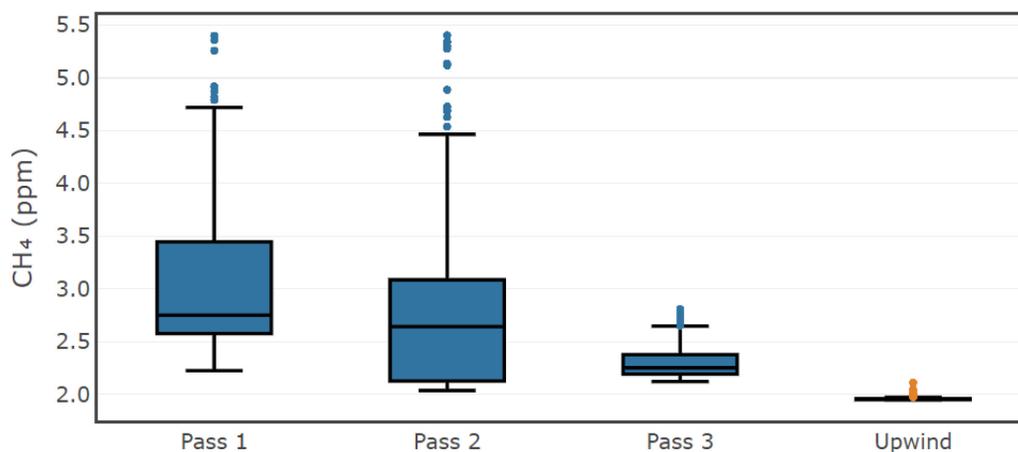


Figura 3.30 Diagrama de caja y bigote que muestra la distribución de las concentraciones de metano el 1 de octubre de 2019 durante tres tiempos transcurridos que comienzan a las 5:25, 6:25 y 7:39 am. Las mediciones a favor del viento/fondo se tomaron al oeste de Lost Hills a las 11:00 a.m., del 1 de octubre.

Las concentraciones de metano del monitoreo móvil medidas el 1 de octubre de 2019, fueron más altas a primera hora de la mañana y luego disminuyeron durante el transcurso del día (Figura 3.29, Figura 3.30). Las concentraciones globales de hidrocarburos se elevaron según lo indicado por las concentraciones elevadas de metano que coincidieron con las concentraciones elevadas de hidrocarburos distintos al metano (NMHCs) medidas en el tráiler (Figura 3.29).

Hubo varias causas potenciales de este evento de columna. En la mañana del 1 de octubre, el viento provenía del sur-suroeste, lo que podría relacionar estas elevadas concentraciones de metano con la planta de procesamiento de gas en el Campo Petrolífero de Lost Hills (Sección 3.5.2). Es probable que la meteorología también desempeñara un papel, que correspondió a concentraciones de metano consistentemente más altas que las promedio durante la noche y temprano en la mañana, medidas en el tráiler durante todo el año de monitoreo fijo (Sección 3.2.2).

En el Apéndice E se ofrece más información sobre las mediciones a favor y en contra del viento desde vehículo de monitoreo móvil.

3.7 Esfuerzos de Modelización para Identificar Categorías de Fuentes

Hallazgo 19: Los esfuerzos de modelización basados en la investigación, aunque de naturaleza limitada, identificaron dos categorías de fuentes principales para los contaminantes medidos en Lost Hills: fuentes móviles y operaciones relacionadas con el petróleo y el gas. Las fuentes biogénicas también fueron identificadas como una categoría de fuente pequeña pero contribuyente (Apéndice C).

En respuesta a los comentarios de la comunidad y las partes interesadas, el personal de CARB realizó un análisis adicional de distribución de fuentes a través de un esfuerzo de modelización basado en la investigación para identificar diferentes categorías de fuentes que afectan el sitio de monitoreo del SNAPS. Si bien este esfuerzo es útil para identificar diferentes categorías de fuentes, generalmente no se usa para identificar la influencia de la calidad del aire de una instalación específica.

El modelo de Factorización de Matriz Positiva (PMF) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), versión 5.0⁸⁸ se utilizó para identificar los diferentes tipos/categorías de fuentes basándose en los datos recopilados en el tráiler del SNAPS. El personal de CARB también utilizó la literatura revisada por expertos y la base de datos SPECIATE de la EPA de EE.UU.⁸⁹ para apoyar los resultados de la modelización de PMF. Además de los datos sobre contaminantes recopilados en el tráiler del SNAPS, se utilizaron datos meteorológicos, datos sobre la actividad del tráfico y datos sobre la actividad del operador del campo petrolífero para interpretar los resultados de la modelización de PMF.

Este análisis de distribución de fuentes se ha centrado en un grupo de COVs y otros contaminantes que contribuyen de forma importante al riesgo para la salud y aportan la información necesaria para identificar fuentes específicas, como el BC (un indicador común de PM de diésel) y los BTEX. Tenga en cuenta que solo se utilizaron datos recopilados casi en tiempo real (Sección 3.2) fueron utilizadas para el análisis de distribución de fuentes.

El análisis trimestral de distribución de fuentes sugiere que las fuentes relacionadas con el petróleo y el gas (incluyendo, entre otras, gasolineras, líneas de distribución de gas natural y la producción y procesamiento del petróleo) pueden ser responsables del 6 al 9% del BC, del 39 al 55% de los BTEX y del 83 al 94% del total de COVs, y las fuentes móviles (autos y camiones tanto dentro como fuera del campo petrolífero) pueden ser responsables del 91 al 93% del BC, del 44 al 61% de los BTEX y del 6 al 17% del total de COVs en Lost Hills (Figura 3.31). Nótese la pequeña, pero perceptible, contribución de las emisiones biogénicas en el tercer trimestre (primavera-verano) de 2019, lo cual era de esperarse y es coherente con la detección de isopreno señalada en la Sección 4.3.1.

Es importante señalar que este análisis no puede diferenciar entre las emisiones de BC, BTEX y COV de los vehículos que circulan dentro de la autopista y los vehículos que operan dentro o alrededor del campo petrolífero. Como resultado, la categoría de fuente móvil incluye las emisiones de los vehículos en las carreteras y en el campo petrolífero. El BC se utiliza a menudo como sustituto de las PM diésel, un carcinógeno (más detalles sobre los impactos en la salud de las PM diésel en la Sección 4).

⁸⁸ U.S. EPA. Modelo de Factorización de Matriz Positiva para Análisis de Datos Ambientales. <https://www.epa.gov/air-research/positive-matrix-factorization-model-environmental-data-analyses>.

⁸⁹ U.S. EPA. SPECIATE. <https://www.epa.gov/air-emissions-modeling/speciate>.

Este análisis también indica que una gran mayoría de las emisiones de COV proceden de operaciones relacionadas con el petróleo y el gas. Sin embargo, muchos de los COV individuales que arrojan este resultado no están en concentraciones tal que se esperen impactos en la salud (Sección 4).

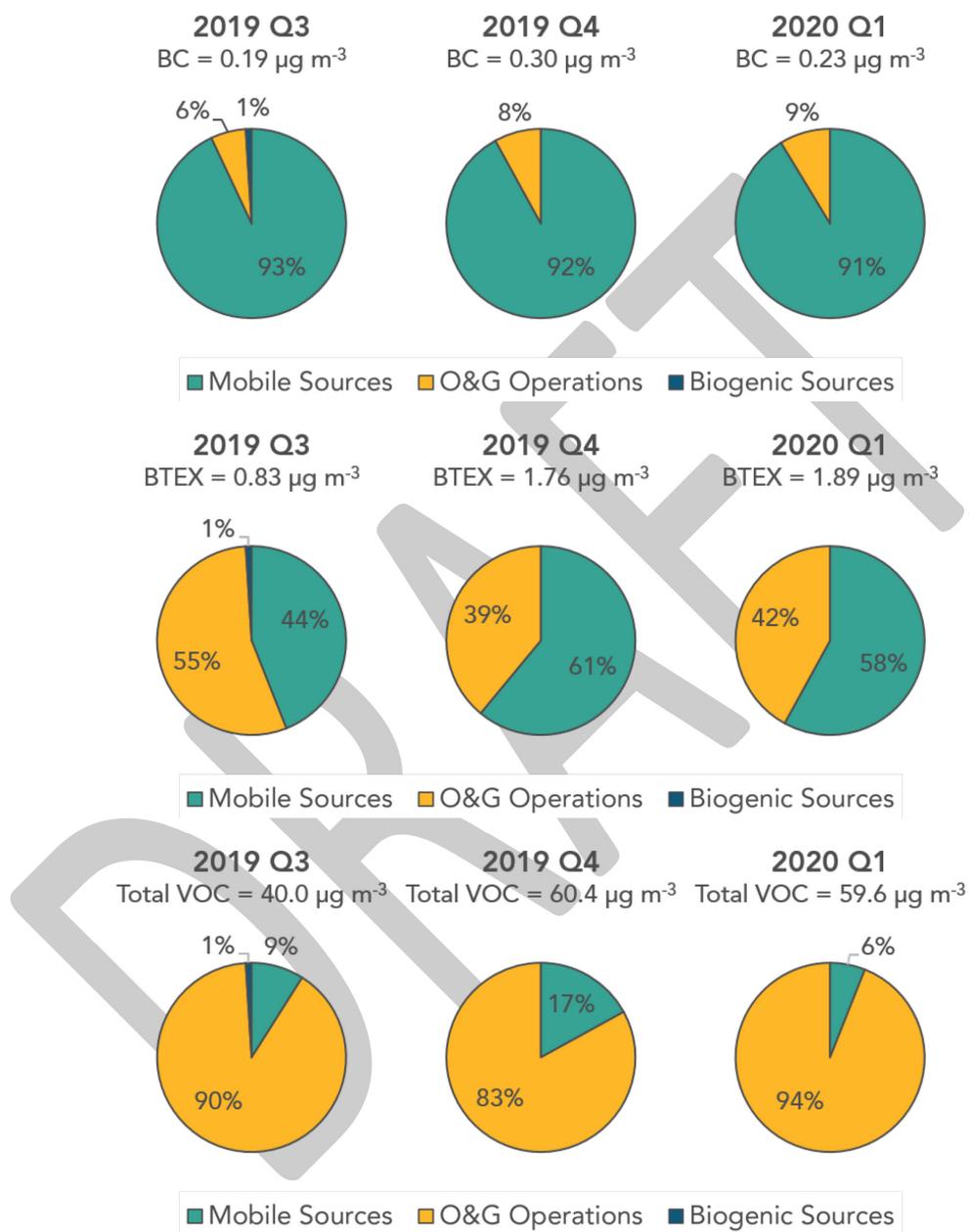


Figura 3.31 Resumen de los resultados trimestrales de la distribución de fuentes del SNAPS, que muestra las contribuciones de BC (arriba), BTEX (centro) y COV (abajo) de fuentes móviles, operaciones relacionadas al petróleo y el gas (OyG), y fuentes biogénicas. Las concentraciones representan la suma trimestral.

Existen algunas limitaciones para este método de distribución de fuente. Note que la distribución de fuentes de PMF es una de las muchas técnicas que pueden ser usadas

para evaluar la influencia potencial de las fuentes en la calidad del aire observada en el sitio receptor. Su desempeño es típicamente limitado a la lista de compuestos químicos que son medidos en el sitio receptor; entendiendo los datos de actividades del nivel de la fuente; caracterización precisa de las emisiones; entendimiento de las contribuciones de antecedentes; y la complejidad de procesos atmosféricos que afectan los contaminantes del aire en la atmósfera (e.g., química, transporte, meteorología). El modelo de PMF no es un modelo de transporte químico (CTM) y por lo tanto no cuenta como proceso atmosférico en el análisis que lleva a pérdidas/ transformaciones de contaminantes del aire emitidos directamente. A medida que el aire contaminado se desplaza de la fuente al sitio receptor, los químicos reaccionan a niveles variantes que añade a las incertidumbres en la asignación de fuentes y la representación del Factor resuelto por PMF. La co-ubicación potencial y mezcla natural de varias emisiones de varios contaminantes del aire incrementó las probabilidades crear Factores que produzcan PMF y que representen las contribuciones de fuentes mixtas. Por lo tanto, la información presentada en el informe de distribución de fuentes (Apéndice C) debe utilizarse con precaución y deben considerarse todas las advertencias antes de la interpretación de los resultados.

3.8 Debate: Impactos del Petróleo y el Gas en la Calidad del Aire

La producción de petróleo y gas puede liberar compuestos tóxicos en el medio ambiente, incluso en el aire, agua y suelo.¹⁷ Una serie de contaminantes del aire peligrosos, se han asociado con fases específicas de la explotación de petróleo y gas aguas arriba.⁷⁷ Estos incluyen carcinógenos como el benceno y el formaldehído e irritantes respiratorios como el sulfuro de hidrógeno y el cumeno (isopropilbenceno); el tráiler del SNAPS monitoreó estos contaminantes y muchos otros en Lost Hills. Si bien los datos no indican altas concentraciones de estos y otros compuestos en el tráiler, los impactos en la comunidad siguen siendo una preocupación, como se argumenta en el análisis de salud en la Sección 4.

Las fuentes de emisiones incluyen el uso de productos químicos o las emisiones fugitivas durante la producción de petróleo y gas, como las fugas de equipos y tuberías, y los motores diesel.^{77,90} Los vehículos y equipos con motor diesel y el equipo utilizado en la producción de petróleo y gas producen emisiones, incluidas las PM diesel.³² Equipos alimentados por diesel, como plataformas de perforación, plataformas de mantenimiento de pozos, generadores de emergencia, bombas de agua contra incendios y equipos de construcción (retroexcavadoras, cargadoras, niveladoras, carretillas elevadoras, etc.) pueden contribuir a la emisión de PM diesel en el campo petrolífero.³² Además, los vehículos diésel se desplazan hacia y desde las plataformas de los pozos. Mientras que un estudio estima entre 4,000 y 6,000 visitas

⁹⁰ Environmental Defense Fund. 2017. Llenando el Vacío: El valor de las Nuevas Tecnologías para Reducir la Contaminación del Aire y Mejorar la Información en los Yacimientos de Petróleo y Gas de California. https://www.edf.org/sites/default/files/california-monitoring_filling-the-void.pdf.

de vehículos pesados durante el período de 2 a 4 años de operaciones de una plataforma de perforación hidráulica⁹¹, se desconoce si las plataformas de pozos en California registran una actividad similar.

En un estudio de monitoreo del aire realizado en 2015 en Baldwin Hills, una comunidad próxima al Campo Petrolífero de Inglewood, en Los Ángeles (el mayor campo petrolífero urbano del país), el monitoreo se realizó durante un año. Los datos de BC se recopilaron durante todo el año, mientras que los metales y los COVs se recolectaron durante 2,5 meses y 2 semanas, respectivamente. Los resultados mostraron que el campo petrolífero estaba asociado con las concentraciones medidas de PM diésel (estimadas utilizando BC como sustituto), níquel, manganeso, tolueno, benceno, acroleína y acetaldehído.³³ Estos compuestos también se midieron en el tráiler del SNAPS y son consistentes con los resultados del SNAPS en que se detectó níquel, manganeso, tolueno, benceno, acroleína y acetaldehído en el tráiler SNAPS como se detalla en secciones anteriores.

4 Evaluación de Riesgos para la Salud

4.1 Introducción a la Evaluación de Riesgos

El propósito de esta evaluación de riesgos para la salud humana es evaluar los posibles impactos en la salud procedentes de las exposiciones a compuestos medidos durante el monitoreo del aire del SNAPS en Lost Hills. Esta evaluación no recopiló información sobre la salud de los residentes de Lost Hills. Los riesgos potenciales para la salud se evaluaron en función de las concentraciones de compuestos medidos en el aire y lo que se sabe sobre su toxicidad. Estas estimaciones de riesgo proporcionan una comprensión del potencial de ciertos efectos en la salud y no son predicciones de resultados de salud específicos para los residentes de Lost Hills.

La evaluación de riesgos para la salud humana es un enfoque ampliamente aceptado para evaluar los riesgos para la salud derivados de las exposiciones ambientales e implica cuatro pasos clave como se describe a continuación.⁹²

- **La identificación del peligro** caracteriza los tipos de efectos sobre la salud causados por los contaminantes. En esta evaluación, los compuestos se consideraron carcinógenos humanos potenciales si fueron reconocidos como carcinógenos por agencias autorizadas (Apéndice F). Se determinaron los efectos no cancerígenos sobre la salud y los órganos afectados (como el pulmón) para cada compuesto por exposiciones agudas (1 hora o 24 horas) y crónicas (de por vida).

⁹¹ Goodman PS, Galatioto F, Thorpe N, Namdeo AK, Davies RJ, Bird RN. 2016. Investigación de los impactos ambientales relacionados con el tráfico de las operaciones de fracturación hidráulica (fracking). Environ Int 89-90248-260.

⁹² OEHHA. 2001. Una Guía para la Evaluación de Riesgos para la Salud. <https://oehha.ca.gov/media/downloads/risk-assessment/document/hrsguide2001.pdf>.

- **La evaluación de la exposición** estima el alcance de exposición a los contaminantes. En esta evaluación, se utilizaron las concentraciones de aire medidas en el SNAPS y las suposiciones de protección de la salud (Apéndice G) para estimar las exposiciones en duraciones agudas (1 o 24 horas) y crónicas (de por vida).
- **La evaluación dosis-respuesta** evalúa la información obtenida durante la etapa de identificación del peligro para estimar la cantidad de una sustancia química que probablemente produzca un efecto concreto sobre la salud de los seres humanos, como una disminución del 10% de la función pulmonar. La relación dosis-respuesta a menudo es diferente en el caso de las sustancias químicas que provocan cáncer que en el de las que causan otros tipos de resultados adversos para la salud (efectos no cancerígenos sobre la salud), como la agudización del asma o los cambios en la función renal. Para los productos químicos que causan cáncer, la suposición general es que cualquier nivel de exposición produce algún riesgo. Para los efectos no cancerígenos, la suposición general es que existe un umbral por debajo del cual es poco probable que ocurran efectos adversos. Los HGVs se desarrollan para describir la relación entre las exposiciones y los riesgos potenciales para la salud (Figura 4.1). Los HGVs cancerígenos pueden utilizarse para estimar el riesgo de cáncer y los HGVs no cancerígenos pueden utilizarse para caracterizar el potencial de un efecto sobre la salud no relacionado con el cáncer.
- **La caracterización del riesgo** utiliza la identificación del peligro, la evaluación de la exposición y la información dosis-respuesta para estimar el potencial de efectos sobre la salud en una población expuesta (Figura 4.2). Para los carcinógenos, el riesgo se describe como un exceso de casos de cáncer en una población expuesta. Los riesgos de cáncer de los compuestos individuales se suman para obtener un riesgo acumulativo de cáncer. En el caso de los efectos no cancerígenos para la salud, el riesgo se describe como cocientes de peligrosidad (HQs), que caracteriza el potencial de efectos adversos para la salud. Los HQs de los compuestos que afectan al mismo órgano o sistema corporal, como el sistema respiratorio, se suman para obtener el índice de peligrosidad (HI), que refleja el potencial de que este órgano objetivo se vea afectado por la exposición. Las suposiciones de protección de la salud están incorporadas HGVs, de tal manera que los resultados adversos pueden no ocurrir incluso cuando se exceden, aunque no se puede descartar el daño de los compuestos. Además, la etapa de la vida (embarazo, infancia o edad avanzada), estado de salud, genética, opciones de estilo de vida y otros factores pueden influir en el riesgo. Los HGVs tienen en cuenta estos factores para proteger a los individuos más sensibles de una población.

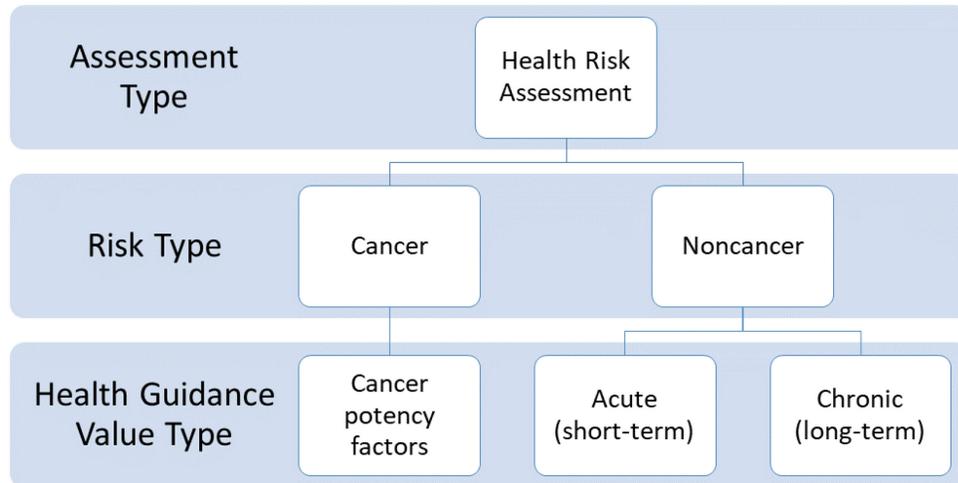


Figura 4.1 Los tipos de valores orientativos para la salud (HGVs) utilizados en esta evaluación se dividen en HGVs que pueden utilizarse para determinar el riesgo de cáncer (factores de potencia de cáncer) y HGVs que pueden utilizarse para determinar el riesgo no cancerígeno (HGVs agudos y crónicos). Un HGV agudo está destinado a la exposición a corto plazo, mientras que un HGV crónico está destinado a la exposición a largo plazo.

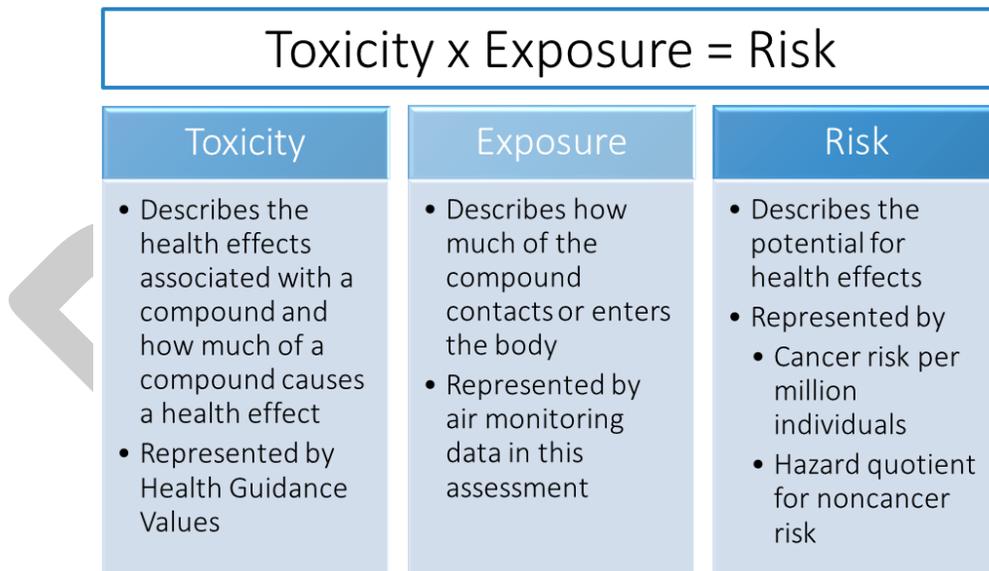


Figura 4.2 El riesgo se determina a partir del nivel de toxicidad de un compuesto y del nivel de exposición a ese compuesto. En esta evaluación, la toxicidad se describe mediante los Valores Orientativos para la Salud y la exposición se determina a partir de los datos de monitoreo del aire.

En esta evaluación, los riesgos potenciales para la salud fueron estimados utilizando la siguiente orientación de la OEHHA:

- *Selección y Ajuste de los Valores Orientativos Provisionales para la Salud por Inhalación para la Evaluación de Riesgo a Nivel de Detección (2020)*⁹³
- *Directrices para la Evaluación de Riesgos del Programa de Puntos Críticos de Tóxicos en el Aire: Manual de Orientación para la Preparación de Evaluaciones de Riesgos para la Salud (2015)*⁹⁴
- *Documento de Apoyo Técnico para la Evaluación de la Exposición y el Análisis Estocástico (2012)*⁹⁵
- *Documento de Apoyo Técnico para la Derivación de los Niveles de Exposición de Referencia No Cancerígenos (2008)*⁹⁶
- *Documento de Apoyo Técnico para los Factores de Potencia del Cáncer (2009)*⁹⁷

4.2 Métodos: Selección del Valor Orientativo para la Salud, Identificación de Peligros, Evaluación de la Exposición y Estimación Riesgos

En el Apéndice F se presentan los métodos de identificación, selección, evaluación y posible ajuste para los HGV. En el Apéndice G se presentan los métodos de evaluación de riesgos, incluyendo la identificación de peligros, evaluación de la exposición y estimación de riesgos. En el Apéndice H se presentan los HGVs cancerígenos y no cancerígenos seleccionados, así como las normas de calidad del aire ambiente pertinentes.

Se desarrollaron provisionalmente varios HGVs no cancerígenos a partir de fuentes ajenas a la OEHHA mediante los métodos descritos en el Apéndice F. Se establecieron sobre la base de suposiciones de protección de la salud y, al igual que los HGVs de la OEHHA, se espera que reflejen niveles de exposición que no

⁹³ OEHHA. 2020. Selección y Ajuste de los Valores Orientativos Provisionales para la Salud por Inhalación para la Evaluación de Riesgo a Nivel de Detección Borrador de Debate del SRP. https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2020-10/2020_SNAPS_HGVSelection_SRPDiscussion_ADA.pdf.

⁹⁴ OEHHA. 2015. Directrices para la Evaluación de Riesgos del Programa de Puntos Críticos de Tóxicos en el Aire: Manual de Orientación para la Preparación de Evaluaciones de Riesgos para la Salud. <https://oehha.ca.gov/air/cnr/notice-adoption-air-toxics-hot-spots-program-guidance-manual-preparation-health-risk-0>.

⁹⁵ OEHHA. 2012. Directrices para la Evaluación de Riesgos del Programa de Puntos Críticos de Tóxicos en el Aire: Documento de Apoyo Técnico para la Evaluación de la Exposición y el Análisis Estocástico. <https://oehha.ca.gov/air/cnr/notice-adoption-technical-support-document-exposure-assessment-and-stochastic-analysis-aug>.

⁹⁶ OEHHA. 2008. Documento de Apoyo Técnico para la Derivación de los Niveles de Exposición de Referencia No Cancerígenos. <https://oehha.ca.gov/air/cnr/notice-adoption-air-toxics-hot-spots-program-technical-support-document-derivation>.

⁹⁷ OEHHA. 2009. Documento de Apoyo Técnico para los Factores de Potencia del Cáncer: Metodologías para la derivación, lista de valores disponibles y ajustes para tener en cuenta las exposiciones en etapas tempranas de la vida. <https://oehha.ca.gov/media/downloads/cnr/tsdcancerpotency.pdf>.

produzcan efectos adversos para la salud. Sin embargo, estos valores provisionales no se han desarrollado a través del extenso proceso de revisión mediante el cual se suelen adoptar los valores de la OEHHA.

Estimación de Riesgos - Riesgo Cancerígeno

El exceso de riesgo de cáncer asociado a respirar el aire de Lost Hills durante toda la vida (70 años) se estimó utilizando métodos estándar (descritos en el Apéndice G) para los carcinógenos identificados y medidos en el estudio de monitoreo del aire de Lost Hills. Las estimaciones de riesgo se basaron en las concentraciones promedio medidas en el aire. El término "exceso" se refiere al hecho de que, sin la exposición al aire de Lost Hills, ya existe un riesgo básico de cáncer debido a otros factores (edad, genética, obesidad, tabaquismo, otras exposiciones químicas, dieta, etc.).⁹⁸ El exceso de riesgo cancerígeno es la cantidad de riesgo que una exposición *añadirá* al riesgo de cáncer de referencia. La meta de esta evaluación fue determinar la cantidad de riesgo que la exposición a lo largo de la vida al aire de Lost Hills, añade al riesgo base ya presente entre los residentes.

El exceso de riesgo cancerígeno se calculó para cada contaminante individual medido. Estos riesgos individuales se sumaron para determinar el riesgo cancerígeno acumulado de todos los contaminantes medidos en el lugar de monitoreo del aire de Lost Hills.

Los HGVs utilizados en la evaluación del cáncer para describir la potencia de los compuestos, se basan generalmente en el lugar del tumor más sensible asociado a ese compuesto (Apéndice H, Tabla H.1). Los datos sobre tumores de algunos compuestos proceden de seres humanos, por ejemplo, personas expuestas al compuesto en su ocupación. En el caso de otros compuestos, los datos proceden de estudios de laboratorio en los que se expone a ratas o ratones a una cantidad conocida de la sustancia a lo largo de su vida. En el caso de las PM diésel, el tipo de tumor principal son los tumores de pulmón observados en los trabajadores. Por el contrario, el tetracloruro de carbono provoca tumores en el hígado de los ratones y el formaldehído provoca tumores nasales en las ratas. El resto de los compuestos cancerígenos están asociados a una mezcla de tipos de tumores en animales o humanos, incluyendo tumores de pulmón, cavidad nasal, hígado, riñón y testículos. Los HGV del benceno están asociados a leucemia en los trabajadores expuestos.

En la evaluación de riesgo cancerígeno, puede darse una similitud en el lugar o el tipo de tumor entre los observados en modelos animales y los posibles efectos en la salud humana, pero no se asume, ni se requiere.⁹⁷ Como se ha descrito anteriormente, muchos de los carcinógenos detectados causan tumores del tracto respiratorio (tumores pulmonares o nasales) en humanos y/o animales (Apéndice H, Tabla H.1). Sin embargo, dado que los carcinógenos detectados pueden producir múltiples tipos de

⁹⁸ Instituto Nacional del Cáncer. 2015. Factores de Riesgo de Cáncer. <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk>.

tumores, no se asume aquí el lugar específico de riesgo cancerígeno que puede aumentar.

Estimación de Riesgos - Riesgo No Cancerígeno

Los HGVs agudos y crónicos se establecen como niveles de exposición a corto y largo plazo, respectivamente, que no se espera que produzcan efectos adversos para la salud no cancerígenos. En el análisis de los posibles efectos sobre la salud, las concentraciones de aire máximas medidas se compararon con los HGVs agudos y las concentraciones de aire promedio medidas se compararon con los HGVs crónicos.

El potencial de efectos no cancerígenos para cada compuesto se expresó como un cociente de peligrosidad (HQ), que compara la exposición estimada (concentraciones en el aire) con los HGV. Un HQ menor o igual a uno, indica que no se esperan efectos sobre la salud. Un HQ superior a uno, indica que existe un potencial de efectos sobre la salud. Hay que tener en cuenta que un HQ superior a uno, no significa que se vayan a producir efectos sobre la salud, sino que el potencial de efectos sobre la salud no es insignificante.

El índice de peligrosidad (HI) es la suma de todos los HQ químicos individuales, y puede representar los posibles problemas de salud derivados de la exposición a múltiples sustancias químicas. Por lo general, se calculan para órganos objetivo específicos, como el sistema respiratorio o nervioso, por ejemplo. Se identificaron los órganos objetivo para cada compuesto y se presentan en el Apéndice H, Tabla H.2.⁹⁶ Los HQs de los compuestos con el mismo órgano objetivo se sumaron para calcular los HIs (Figuras 4.7 y 4.10; Apéndice I, Tablas I.3 e I.4). Los HIs calculados de este modo suponen que estas concentraciones máximas se producen al mismo tiempo, lo que es poco probable, aunque el resultado es útil para detectar posibles efectos.

Esta evaluación se centró en los contaminantes transmitidos por el aire y la vía de exposición por inhalación. El sistema respiratorio fue el órgano objetivo de muchos de los compuestos.

4.3 Resultados

4.3.1 Estimaciones de Riesgo Cancerígeno

Hallazgo 20: La mayoría de los carcinógenos individuales detectados en Lost Hills, tanto antropogénicos como biogénicos, tenían estimaciones de riesgo que superaron uno en un millón. Este nivel de riesgo está por encima de un umbral de preocupación para la población general de uno en un millón. La PM diesel fue el principal contribuyente al riesgo acumulativo de cáncer (65%), lo que es consistente con evaluaciones similares del aire ambiente en California (Figura 4.3).

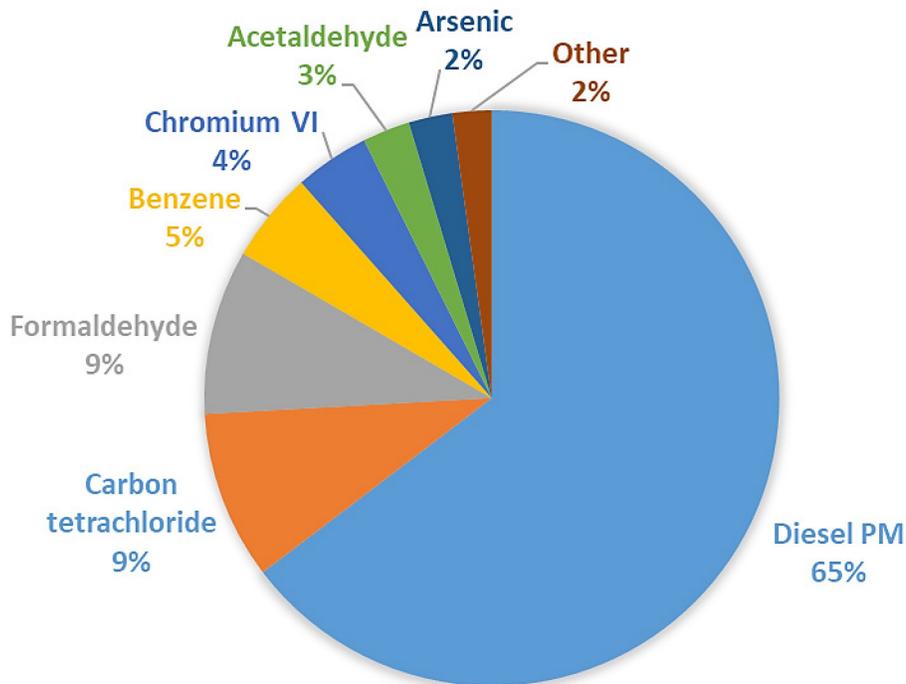


Figura 4.3 Gráfico circular que muestra el porcentaje (%) de contribución al riesgo acumulativo de cáncer para cada uno de los carcinógenos evaluados (redondeado al entero más cercano; no suma 100% debido al redondeo).

Las estimaciones de riesgo para la mayoría de los compuestos individuales superaron un umbral de preocupación para riesgo cancerígeno entre la población general de uno en un millón (0,000001) (Figura 4.4). Como se muestra en la Figura 4.3 y en el Apéndice I, Tabla I.1, la PM diesel fue el principal contribuyente al riesgo acumulativo de cáncer (65%), mientras que los siguientes contribuyentes mayores - tetracloruro de carbono (9%) y formaldehído (9%) - contribuyeron mucho menos.

Otros carcinógenos que se detectaron pero que no se incluyeron en la evaluación del riesgo de cáncer incluyen acroleína, cis-1,3-dicloropropeno y trans-1,3-dicloropropeno. Aunque la acroleína fue clasificada recientemente como probablemente cancerígena para los seres humanos por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC)⁷⁵, no se identificó un VHG de cáncer, que es necesario para evaluar el riesgo de cáncer de la acroleína. La OEHHA está explorando el desarrollo de un HGV contra el cáncer para la acroleína, lo que facilitaría la evaluación de la acroleína en futuras evaluaciones de riesgos de SNAPS. El cis-1,3-dicloropropeno y el trans-1,3-dicloropropeno se excluyeron de la evaluación del riesgo de cáncer porque se detectaron solo en una de las 46 muestras, lo que no refleja la exposición crónica (Apéndice G, Sección b.ii).

Biogénicos e Isopreno*

El isopreno se monitoreó continuamente en el estudio, pero se detectó el 37 % de las veces (Apéndice I, Tabla I.1). Debido a que el cálculo del riesgo asume una exposición continua durante toda la vida, el riesgo real puede ser diferente de la estimación. Para

valores por debajo del RL, las concentraciones promedio utilizadas en la evaluación del cáncer se calcularon mediante la práctica estándar de suponer un valor de la mitad del límite de informe (RL) (discusión sobre el manejo de no detectados en el Apéndice G, Sección c.ii. 4) para valores por debajo de la RL.

Al presente, OEHHA está en el proceso formal de desarrollar un valor de potencia cancerígena para el isopreno. El HGV utilizado para el isopreno en este informe es un valor preliminar elaborado por OEHHA y está siendo revisado por el Panel de Revisión Científica de California sobre Contaminantes Tóxicos del Aire. El valor final puede diferir del valor preliminar utilizado en este borrador del informe, se realizarán actualizaciones de la evaluación del riesgo de cáncer después de que se establezca el nuevo HGV.

El isopreno proviene tanto de fuentes naturales como de la actividad humana. Sin embargo, el análisis indica que, a diferencia de otros compuestos detectados por SNAPS, el isopreno es el único compuesto con emisiones dominadas por fuentes biogénicas² (naturales) (Apéndice C). Una fuente biogénica común de isopreno incluye plantas, y el isopreno es un hidrocarburo importante en el aliento humano.^{99,100} el isopreno se detectó principalmente en Lost Hills en el verano (datos no mostrados) cuando las emisiones de las plantas son más altas¹⁰¹. Otras evaluaciones de riesgo acumulativo del aire ambiental han incluido contribuciones de fuentes biogénicas^{102,103} y la Evaluación Nacional de Tóxicos en el Aire de la EPA de EE. UU. incluyó emisiones de fuentes biogénicas en su análisis a escala nacional.¹⁰⁴

Si bien las fuentes no biogénicas de isopreno en Lost Hills probablemente eran menores en comparación con las fuentes biogénicas, las posibles fuentes no biogénicas pueden incluir el humo del tabaco y el humo de los cigarrillos y las alternativas al tabaco.⁹⁹ Otras fuentes de isopreno en la atmósfera provenientes de la actividad humana incluyen la madera -estufas y chimeneas, otra combustión de biomasa, gasolina, gases de escape de turbinas y automóviles, producción de etileno mediante el craqueo de nafta, pulpa de madera e incendios de petróleo.¹⁰¹ Además,

⁹⁹ PubChem. 2020. Isoprene, CID=6557. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Isoprene>.

¹⁰⁰ Joseph T. Haney, Tracie Phillips, Robert L. Sielken, Ciriaco Valdez-Flores, Development of an inhalation unit risk factor for isoprene. 2015. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, Volume 73, Issue 3, Pages 712-725, ISSN 0273-2300. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2015.10.030>.

¹⁰¹ National Toxicology Program. 2016. Report on Carcinogens, Fourteenth Edition. <https://ntp.niehs.nih.gov/go/roc14>.

¹⁰² Xiong Y, Bari MA, Xing Z, Du K. Ambient volatile organic compounds (VOCs) in two coastal cities in western Canada: Spatiotemporal variation, source apportionment, and health risk assessment. *Sci Total Environ*. 2020 Mar 1;706:135970. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.135970. Epub 2019 Dec 9. PMID: 31846882. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719359650?via%3Dihub>.

¹⁰³ Bari MA, Kindzierski WB. Ambient volatile organic compounds (VOCs) in Calgary, Alberta: Sources and screening health risk assessment. *Sci Total Environ*. 2018 Aug 1;631-632:627-640. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.023. Epub 2018 Mar 16. PMID: 29533799. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718307782?via%3Dihub>.

¹⁰⁴ US Environmental Protection Agency (NATA, 2014). National Air Toxics Assessment. 2014 NATA: Assessment Methods. <https://www.epa.gov/national-air-toxics-assessment/2014-nata-assessment-methods>.

el isopreno es un compuesto altamente reactivo que se degrada rápidamente en la atmósfera.¹⁰⁵

DRAFT

¹⁰⁵ Whalley L, Stone D, Heard D. 2012. New Insights into the Tropospheric Oxidation of Isoprene: Combining Field Measurements, Laboratory Studies, Chemical Modelling and Quantum Theory. *Top Curr Chem* (2014) 339: 55–96.

Hallazgo 21: El riesgo acumulativo de cáncer estimado para los carcinógenos medidos en el estudio de Lost Hills, tanto antropogénicos como biogénicos era de 710 por millón. Este nivel de riesgo está por encima de un umbral de preocupación para la población general de uno en un millón. Los principales contribuyentes al riesgo de cáncer en Lost Hills (PM diésel, tetracloruro de carbono, y formaldehído) son emitidos un número posible de fuentes y están asociados a ellas.

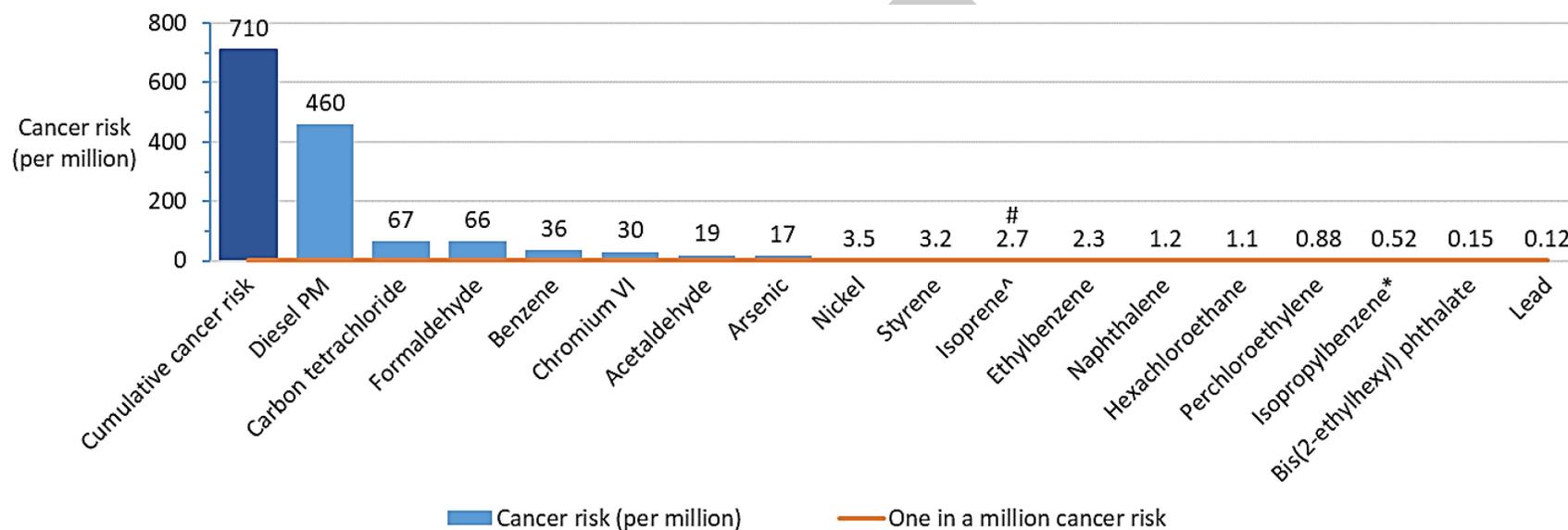


Figura 4.4 Estimaciones de riesgo cancerígeno para los carcinógenos medidos en el aire de Lost Hills. El riesgo acumulativo de cáncer (izquierda; barra azul oscura) y las estimaciones de riesgo cancerígeno para cada compuesto (barras azules más claras) están ordenadas por riesgo cancerígeno en orden descendente. La línea horizontal naranja representa el riesgo cancerígeno de uno en un millón, que es un umbral de preocupación para el cáncer entre la población general. [^]Indica que el valor de referencia para la salud utilizado para calcular el riesgo de isopreno es un valor preliminar y está siendo revisado por el Panel de Revisión Científica de California sobre Contaminantes Tóxicos del Aire. ^{*}Indica que los valores orientativos para la salud utilizados para calcular el riesgo de isopropilbenceno es preliminar (no derivado por la OEHHA). [#] Indica que es probable que el isopreno provenga de fuentes biogénicas.

El riesgo acumulativo de cáncer de todos los compuestos cancerígenos medidos se presenta en la Figura 4.4. La línea naranja de la Figura 4.4 representa un exceso de riesgo cancerígeno de uno entre un millón (0,000001), que es un umbral de preocupación para el riesgo de cáncer entre la población general. La estimación del riesgo acumulativo de cáncer significa que respirar el aire en el lugar de monitoreo de Lost Hills durante toda la vida se estima que aumenta el riesgo de cáncer en 710 por millón de personas. En términos porcentuales, este riesgo representa un aumento del 0,071% en la probabilidad de contraer cáncer, o casi 1/10 del 1%. Es posible que el riesgo acumulativo de cáncer por la contaminación del aire ambiental en Lost Hills sea mayor. La estimación del riesgo acumulativo de cáncer puede ser una subestimación, ya que la acroleína, un carcinógeno recientemente identificado⁷⁵, no se evaluó cuantitativamente en la evaluación debido a la falta de un valor de potencia del cáncer.

Los principales contribuyentes al riesgo cancerígeno en Lost Hills, la PM diesel, isopreno, tetracloruro de carbono y formaldehído, son discutidos más adelante.

PM diésel

La PM diésel es la porción de partículas de los gases de escape diésel emitidos por los motores de combustión diésel, típicamente asociados con camiones y equipos pesados.¹⁰⁶ Las partículas consisten en un núcleo de carbono rodeado de compuestos en el aire que pueden incluir aldehídos como formaldehído y acetaldehído, alquenos, PAHs y metales.¹⁰⁶ Casi toda la PM diésel tiene un diámetro inferior o igual a 10 micras (PM₁₀) y la mayoría es inferior a 2,5 micras (PM_{2,5}), lo que significa que las partículas pueden desplazarse hasta las pequeñas vías respiratorias y la región alveolar del pulmón cuando se inhalan.¹⁰⁶ Los efectos agudos y crónicos no cancerígenos de la exposición a la PM diésel se evalúan en la Sección 4.3.2.

La PM diésel es producida por motores diesel en fuentes móviles en carretera (vehículos), como camiones y autobuses, fuentes móviles fuera de carretera como tractores, trenes y equipos de construcción, y fuentes estacionarias como generadores y bombas de riego agrícola.¹⁰⁷ Las fuentes de PM diesel que se pueden utilizar en la producción de petróleo y gas incluyen motores diesel en plataformas de perforación, plataformas de mantenimiento de pozos, generadores de emergencia y bombas de agua contra incendios, equipos de construcción (retroexcavadoras, cargadoras, niveladoras, carretillas elevadoras, etc.) y vehículos diésel in situ.³²

Tetra-cloruro de Carbono

El tetracloruro de carbono es un contaminante global que se encuentra comúnmente en el aire en los Estados Unidos en concentraciones de fondo que exceden el nivel de

¹⁰⁶ Panel de Revisión Científica sobre Contaminantes Tóxicos del Aire. 1998. Conclusiones del Panel de Revisión Científica del Informe Sobre los Gases de Escape de los Motores Diesel. <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/classic/toxics/dieseltac/de-fnds.pdf>.

¹⁰⁷ CARB. 2015. Programas y Actividades Diésel. <https://ww3.arb.ca.gov/diesel/diesel.htm>.

riesgo cancerígeno de uno en un millón.^{108,109,110} El tetracloruro de carbono es un compuesto clorado volátil y sintético que se produjo en grandes cantidades para fabricar refrigerantes y propelentes para latas de aerosol.¹⁰⁸ Sin embargo, debido a que se descubrió que el tetracloruro de carbono agota la capa de ozono, su producción y la mayoría de los usos se han eliminado gradualmente.¹⁰⁸ Aunque las emisiones han disminuido sustancialmente, el tetracloruro de carbono se degrada muy lentamente en la atmósfera.¹⁰⁸ Las concentraciones globales de fondo son de aproximadamente 0,6 µg/m³ (0,1 ppb) o 0,5 µg/m³ (0,085 ppb) en los Estados Unidos^{108,110} Los niveles de tetracloruro de carbono medidos en Lost Hills son similares a los niveles de fondo, con una concentración media de 0,45 µg/m³.

Formaldehído

El formaldehído se mide comúnmente en el aire en los Estados Unidos a niveles que exceden uno en un millón de riesgos cancerígenos.¹⁰⁹ El formaldehído es un contaminante ambiental generalizado y un subproducto de la combustión que se encuentra en las emisiones de los vehículos.¹¹¹ También es un subproducto de los procesos naturales y tiene una serie de usos y fuentes industriales, incluido el uso como pesticida y en la producción de petróleo y gas.^{111,112,113} El formaldehído reacciona y se degrada rápidamente, con una vida atmosférica de unas pocas horas.¹¹⁴

El formaldehído no figuraba en el informe de uso de plaguicidas de 2019 en el Condado de Kern. Las instalaciones avícolas o lácteas pueden usar formaldehído, pero no se identificaron tales instalaciones dentro de un perímetro de cinco millas de Lost Hills.

El formaldehído también se ha identificado como una emisión fugitiva liberada de los compresores en la explotación de petróleo y gas aguas arriba.⁷⁷ Además, el formaldehído se puede utilizar en actividades rutinarias de explotación de petróleo y

¹⁰⁸ ATSDR. 2005. Perfil Toxicológico del Tetracloruro de Carbono. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp30.pdf>.

¹⁰⁹ McCarthy MC, O'Brien TE, Charrier JG, Hafner HR. 2009. Caracterización del riesgo y peligrosidad crónicos de los contaminantes del aire peligrosos en Estados Unidos mediante datos de monitoreo ambiental. *Environ Health Perspect* 117(5):790-796.

¹¹⁰ Brown SG, Lam Snyder J, McCarthy MC, Pavlovic NR, D'Andrea S, Hanson J, et al. 2020. Evaluación de Tóxicos del Aire Ambiente y Contaminación por Humo de Madera entre las Comunidades del Condado de Sacramento. *Int J Environ Res Public Health* 17(3).

¹¹¹ DPR. 2009. Monitoreo del Aire de Plaguicidas en Parlier, CA. DPR, Agencia de Protección Ambiental de California. Solicitado y Recibido del DPR en diciembre de 2020.

¹¹² Stringfellow WT, Camarillo MK, Domen JK, Sandelin WL, Varadharajan C, Jordan PD, et al. 2017. Identificación de sustancias químicas preocupantes en los fluidos de fracturación hidráulica utilizados para la producción de petróleo. *Environ Pollut* 220(Pt A):413-420.

¹¹³ Stringfellow WT, Camarillo MK, Domen JK, Shonkoff SBC. 2017. Comparación del uso de productos químicos entre la fracturación hidráulica, la acidificación y la explotación rutinaria de petróleo y gas. *PLoS One* 12(4):e0175344.

¹¹⁴ Jones, N. B. et al. "Concentraciones de formaldehído troposférico a largo plazo deducidas a partir de mediciones infrarrojas solares por transformada de Fourier basadas en tierra." 2009. <https://doi.org/10.5194/acp-9-7131-2009>.

gas. En el área de Los Ángeles, el SCAQMD exige informes sobre estas actividades, que incluyen la finalización de pozos, rectificación de pozos y perforación de pozos. Desde el 4 de junio de 2013 hasta el 2 de Septiembre de 2015, los operadores utilizaron formaldehído (probablemente como biocida) en el 57% de las actividades rutinarias de explotación de petróleo y gas.¹¹³ La cantidad media utilizada en los informes para el SCAQMD fue pequeña, inferior a 0,1 kg por tratamiento, con un máximo de 1,9 kg por evento, aunque se desconoce si los operadores del Campo Petrolífero de Lost Hills utilizan productos químicos similares durante las actividades rutinarias de explotación de petróleo y gas.

Hallazgo 22: Una comparación de los datos de monitoreo del aire de otras localidades de California, incluido el Valle Central, proporciona estimaciones de riesgo cancerígeno similares para los cuatro principales contribuyentes al riesgo en el estudio Lost Hills (PM diesel, tetracloruro de carbono, formaldehído y benceno).

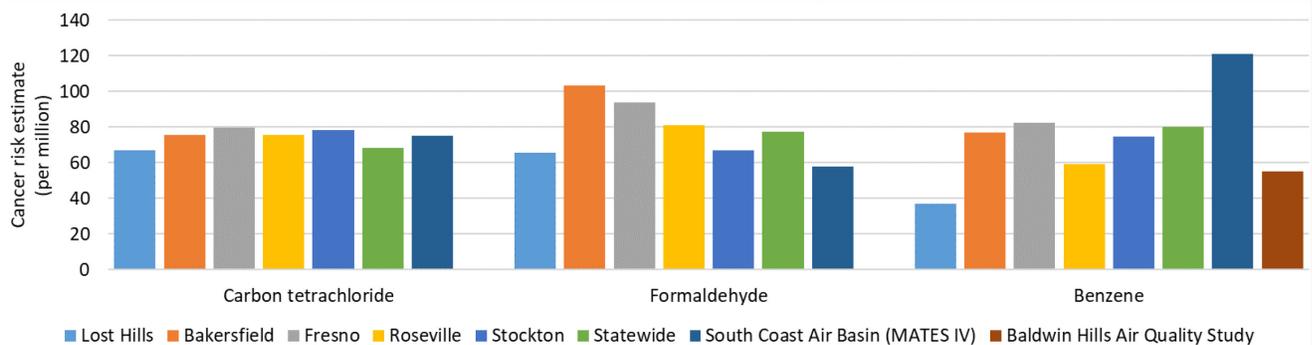


Figura 4.5 Comparaciones de la estimación del riesgo cancerígeno para el tetracloruro de carbono, formaldehído y benceno basadas en las concentraciones promedio de: (1) datos discretos del SNAPS para Lost Hills (monitoreo 2019-2020), (2) varios sitios del Valle lo Central (CARB; monitoreo 2016-2019⁷³), (3) a nivel estatal (CARB; 2017 para formaldehído y 2018 para tetracloruro de carbono y benceno⁷³), (4) estudio de monitoreo del aire MATES IV de la Cuenca del Aire de la Costa Sur (monitoreo 2012-2013)¹¹⁵, y (5) el Estudio sobre la Calidad del Aire en Baldwin Hills³³ (monitoreo 2013; no se midió el tetracloruro de carbono; no se reportaron datos de formaldehído). Los riesgos cancerígenos se estimaron utilizando los métodos descritos en el Apéndice G.

Varios otros estudios de control del aire en el Valle Central y otros lugares de California, permiten comparar los riesgos de ciertos contaminantes del aire medidos o estimados que contribuyen al riesgo cancerígeno.^{33,73,115} CARB controla el tetracloruro de carbono, el formaldehído y el benceno en todo el estado utilizando métodos muy similares a los utilizados en el estudio de Lost Hills, por lo que estos datos son apropiados para una comparación cuantitativa del riesgo. La Figura 4.5 muestra una

¹¹⁵ Distrito de Gestión de la Calidad del Aire de la Costa Sur. 2015. Informe final: Estudio de Exposición a Múltiples Tóxicos del Aire en la Cuenca de Aire de la Costa Sur. MATES-IV. <https://www.aqmd.gov/home/air-quality/air-quality-studies/health-studies/mates-iv>.

comparación de las estimaciones de riesgo para Lost Hills (monitoreo 2019-2020) con estimaciones basadas en concentraciones promedio para sitios en el Valle Central⁷³, en todo el Estado⁷³, la Cuenca del Aire de la Costa Sur (MATES IV)¹¹⁵, y el Estudio sobre la Calidad del Aire en Baldwin Hills³³. Los sitios de Bakersfield, Fresno, Roseville y Stockton fueron seleccionados en función de su proximidad geográfica a Lost Hills, mientras que el promedio estatal se presenta para el contexto a mayor escala, el estudio MATES IV de la Cuenca del Aire de la Costa Sur, se presenta como un ejemplo de una evaluación del aire ambiente para una región (área de Los Ángeles) y el Estudio sobre la Calidad del Aire de Baldwin Hills como el único estudio de monitoreo del aire disponible de un campo petrolífero identificado en California. El SCAQMD y CARB utilizaron métodos similares (muestras recogidas en recipientes aplicadas por GC-MS para el tetracloruro de carbono y el benceno y un cartucho DNPH aplicado por HPLC para el formaldehído), mientras que el Estudio sobre la Calidad del Aire en Baldwin Hills utilizó un método en tiempo real para medir los contaminantes (un Espectrómetro de Masas de Tiempo de Vuelo de Reacción de Transferencia de Protones). Por lo tanto, la comparación con el Estudio sobre la Calidad del Aire en Baldwin Hills debe interpretarse con precaución.

La Figura 4.5 muestra la similitud en el riesgo estimado de cáncer para el tetracloruro de carbono en Lost Hills en comparación con los otros lugares. Las estimaciones de Lost Hills para el formaldehído y el benceno tienden a mostrar estimaciones de riesgo cancerígeno más bajas que los otros lugares. Estos resultados son consistentes con el hecho de que el tetracloruro de carbono es un contaminante de fondo con poca variabilidad regional, mientras que los niveles de formaldehído y benceno son más variables y dependen de las fuentes de emisión locales. Tenga en cuenta que todas las estimaciones de riesgo cancerígeno en la Figura 4.5, independientemente de la ubicación, superan una en un millón, que es un umbral de preocupación para el riesgo de cáncer en la población general. Por lo tanto, aunque los riesgos estimados para Lost Hills son similares a los estimados para los otros lugares, los riesgos cancerígenos estimados son preocupantes para todos los lugares.

Las estimaciones de riesgo acumulativo de diferentes evaluaciones son difíciles de comparar porque miden diferentes conjuntos de compuestos, utilizan diferentes métodos de laboratorio y se basan en diferentes suposiciones y ecuaciones para calcular el riesgo. Teniendo esto en cuenta, el MATES IV estimó un nivel de riesgo acumulativo de cáncer similar al estimado para Lost Hills en función del promedio de datos de 10 sitios de monitoreo y de los niveles de tóxicos del aire modelados utilizados para calcular el riesgo cargado por la población para la Cuenca Aérea de la Costa Sur. Se han publicado estimaciones más bajas del riesgo acumulativo de cáncer, como la estimada en el Estudio sobre la Calidad del Aire en Baldwin Hills del Campo Petrolífero de Inglewood en Los Ángeles³³, pero esta estimación se calculó utilizando suposiciones y ecuaciones considerablemente diferentes de la metodología actual de la OEHHA para la evaluación del riesgo cancerígeno de la población general, que supone una duración de exposición de 70 años, sensibilidad a los carcinógenos en las primeras etapas de la vida y tasas de respiración en el extremo superior (percentil 95).⁹⁴

Curiosamente, el 1,3-butadieno, que es uno de los principales contribuyentes al riesgo acumulativo de cáncer en muchas evaluaciones (como el MATES IV¹¹⁵ y el Estudio de Calidad del Aire de Baldwin Hills³³), no se detectó en Lost Hills. Se detectó en el 20-30% de las muestras recolectadas en los sitios de monitoreo regional de Bakersfield, Fresno, Roseville y Stockton en los años 2016-2019⁷³; éstas muestras se analizaron utilizando los mismos métodos que los utilizados en el SNAPS. Este compuesto también se ha asociado a las emisiones procedentes de la producción y el procesamiento de petróleo y gas.⁷⁷ El 1,3-butadieno es un producto químico industrial, utilizado en la producción de plásticos comerciales y cauchos sintéticos, y se liberan grandes cantidades a la atmósfera desde los procesos comerciales.¹¹⁶ También se encuentra en los gases de escape de los vehículos, el humo de los cigarrillos y el humo de la madera.¹¹⁶ La falta de fuentes comerciales en Lost Hills puede explicar la falta de detección de 1,3-butadieno.

El PM de diésel es otro el contribuyente principal al riesgo de cáncer y se discute a continuación.

PM Diésel y Carbón Negro

La exposición a PM diésel a menudo conduce las evaluaciones acumulativas del riesgo de cáncer, como lo hizo en esta evaluación, contribuyendo con el 65% del riesgo de cáncer. Por ejemplo, un estudio de monitoreo del aire de 2012-2013 del Campo Petrolífero de Inglewood en Los Ángeles³³ estimó los niveles de PM diésel basados en BC (como en este estudio) y encontró que ~ 74% del exceso de riesgo cancerígeno del aire ambiente de todas las fuentes era atribuible a la PM diesel (250 de 340 por millón). Del mismo modo, un estudio de la Cuenca del Aire de la Costa Sur (que incluye Los Ángeles)¹¹⁵ encontró que la PM diésel contribuyó con el 68% del riesgo de cáncer según los datos de monitoreo del aire (promedio para 10 sitios de monitoreo) y el 76% basado en concentraciones modeladas por computadora. Estos valores también son consistentes con la estimación de CARB de que alrededor del 70% del riesgo total conocido de cáncer relacionado con los tóxicos del aire en California es atribuible a la PM diésel.¹¹⁷

La estimación de la concentración de PM diésel para Lost Hills de 0,42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ es aproximadamente la mitad de la estimada en el MATES IV para la Cuenca de Aire de la Costa Sur (0,95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)¹¹⁵, y la mitad de la estimada en los sitios perimetrales a favor del viento en el Campo Petrolífero de Inglewood (0,83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).³³ El MATES IV se basa en los datos de monitoreo del aire del 1 de Julio de 2012 al 30 de junio de 2013, mientras que el estudio del Campo Petrolífero de Inglewood se monitoreó del 15 de Noviembre de 2012 al 15 de Noviembre de 2013. El riesgo estimado de cáncer de PM diésel para Lost Hills también es aproximadamente la mitad del estimado para los estudios MATES IV y el Campo Petrolífero de Inglewood. Las estimaciones de los

¹¹⁶ ATSDR. 2012. Perfil toxicológico del 1,3-Butadieno. <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp28.pdf>.

¹¹⁷ CARB. Resumen: Impactos de la Materia Particulada Diésel en la Salud. https://ww2.arb.ca.gov/resources/summary-diesel-particulate-matter-health-impacts#footnote1_locnryh.

niveles promedio de PM diésel para el 2012 en la Cuenca de Aire del Valle de San Joaquín y en todo el Estado fueron de $0,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $0,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.¹¹⁸ Sin embargo, dado que los niveles de PM diésel en el Estado han disminuido con el tiempo¹¹⁸, estas estimaciones de 2012 y las estimaciones del MATES IV y el campo petrolífero de 2012-2013 probablemente sobrestiman los niveles más recientes. Las estimaciones de PM diésel citadas se calcularon utilizando diferentes métodos y son más apropiadas para una amplia caracterización de las diferencias.

Para una comparación más cuantitativa, se pueden comparar los niveles de BC medidos con un etalómetro en Lost Hills, MATES IV y Baldwin Hills. El BC se utiliza a menudo como indicador de PM diésel. La concentración promedio de BC en Lost Hills fue de $0,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mucho más baja que la promedio de $0,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el Estudio sobre Calidad del Aire en Baldwin Hills y de $\sim 1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el MATES IV.

En resumen, los niveles de PM diésel en Lost Hills parecen ser más bajos que los valores anteriores en la Cuenca del Aire de la Costa Sur y la Cuenca del Aire del Valle de San Joaquín. Esta diferencia es probablemente atribuible, al menos en parte, a la disminución en todo el estado en los niveles de PM diésel a lo largo del tiempo.

4.3.2 Estimaciones de Riesgo No Cancerígeno

4.3.2.1 Riesgo Agudo No Cancerígeno

Hallazgo 23: En el análisis de exposiciones agudas, se detectaron acroleína y disulfuro de dimetilo (DMDS) en una concentración máxima con el potencial de causar efectos adversos para la salud, específicamente, efectos respiratorios (acroleína y DMDS) e irritación ocular (acroleína). Todos los demás compuestos en el análisis agudo se detectaron en concentraciones máximas que, por sí solas, no se prevé que causen efectos no cancerígenos en la salud. *Tenga en cuenta que existen problemas técnicos conocidos con la medición de la acroleína en el aire ambiente, lo que aumenta la incertidumbre en la estimación del riesgo de acroleína.*

La acroleína y el DMDS fueron los únicos compuestos con un HQ mayor que uno (Acroleína HQ = 2,2, DMDS HQ = 2.0), lo que indica un potencial de efectos adversos para la salud (Figura 4.6). La acroleína superó el REL agudo de la OEHHA en el 30% de las muestras (13 de 43 muestras; 4 de 43 muestras estaban por debajo del límite de notificación). El REL agudo de la OEHHA ($2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se basa en la irritación ocular en humanos con el apoyo de lesiones nasales observadas en la rata.⁹⁶ Los RELs agudos de la OEHHA están diseñados para proteger las exposiciones poco frecuentes, por lo que a medida que aumenta la frecuencia de la exposición, aumenta el nivel de preocupación. Las exposiciones por encima del REL no indican que se produzca necesariamente un efecto sobre la salud. Sin embargo, el aumento de las concentraciones por encima del REL aumenta la probabilidad de que puedan ocurrir

¹¹⁸ Propper R, Wong P, Bui S, Austin J, Vance W, Alvarado Á, et al. 2015. Tendencias Ambientales y de Emisiones de Contaminantes Tóxicos del Aire en California. Environ Sci Technol 49(19):11329-11339.

efectos adversos para la salud.^{96,94} A continuación, se discuten las exposiciones agudas a la acroleína. Por último, existen algunos problemas técnicos conocidos con la medición de la acroleína en el aire ambiente (discutidos en la Sección 3.3 y el Apéndice B), por lo que existe una mayor incertidumbre en cuanto a la estimación del riesgo de la acroleína. Se midió DMDS por encima del límite informado de 9,63 µg/m³ en solo una de 23 muestras, a una concentración de 38,12 µg/m³ medida durante 24 horas. Esto es el doble del p-HGV de 19 µg/m³, que se basa en la degeneración del epitelio olfativo nasal (el revestimiento de la cavidad nasal) observada en ratas.¹¹⁹

Todos los demás compuestos en el análisis de la exposición aguda tenían HQs inferiores a uno, lo que indica que no se esperan efectos adversos para la salud de estos compuestos individualmente (Apéndice I, Tabla I.2, Figura I.1). El margen de seguridad entre la concentración medida y el HGV para la mayoría de los compuestos fue sustancial, pero siete compuestos tenían una concentración máxima en el aire dentro de 10 veces del HGV agudo (discutido en el Apéndice I).

Hubo 16 compuestos que tenían muestras de 24 horas en las que el HGV agudo estaba destinado a una duración de exposición de 1 hora (Apéndice J, Sección b). Es probable que el promedio máximo de 24 horas subestime el promedio máximo de 1 hora, por lo que es probable que los HQs también sean un cálculo demasiado bajo para estos compuestos.

¹¹⁹ ECHA (European Chemicals Agency). 2017. Registration Dossier: Dimethyl disulphide. Toxicological information. Acute Toxicity: inhalation. 002 Key | Experimental result. <https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/13671/7/3/3/?documentUUID=dfb2669d-75f6-4f29-b2e7-e21b36b3aad7>.

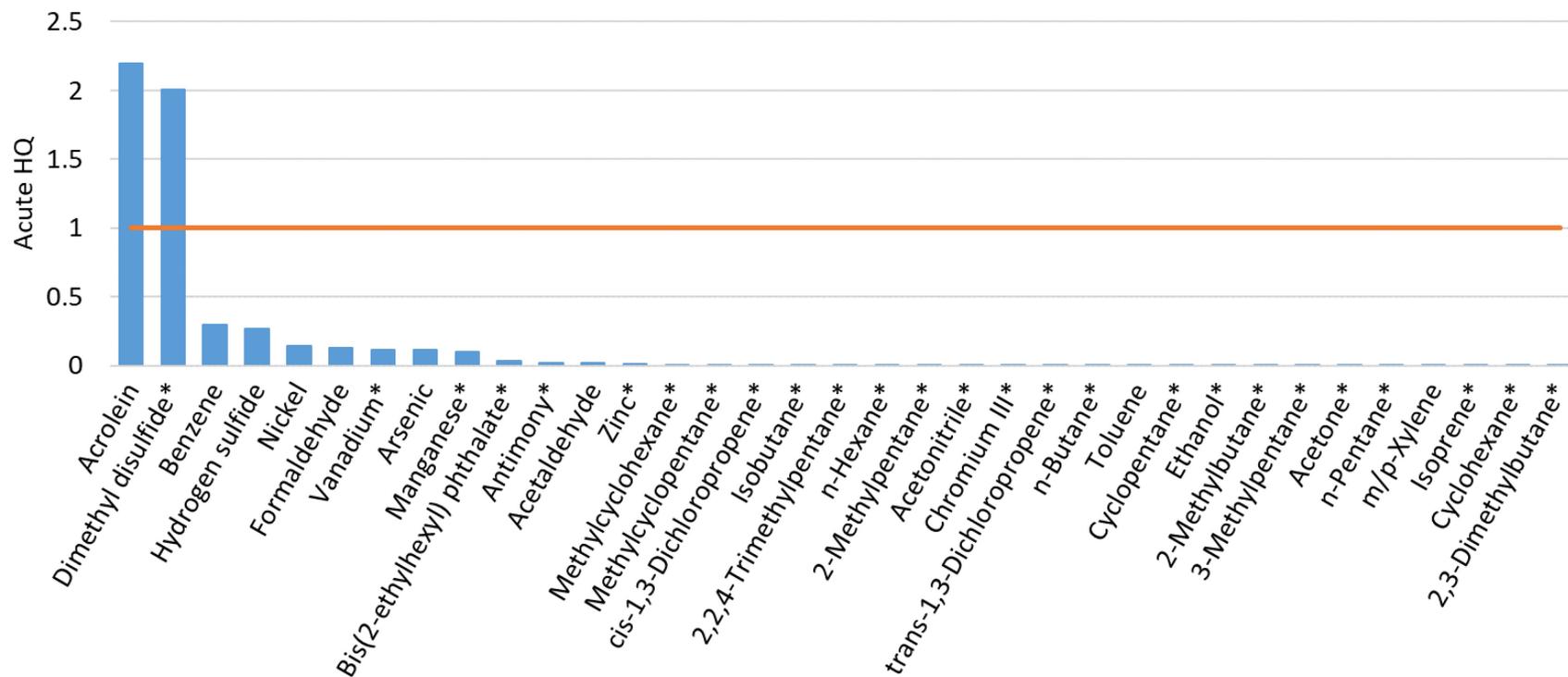


Figura 4.6 Cocientes de peligrosidad aguda (HQs) para compuestos medidos durante el monitoreo del aire del SNAPS en Lost Hills con un HQ mayor o igual a 0.001. Los HQs son presentados de los más altos a los más bajos. La línea horizontal naranja indica un HQ de uno, por debajo del cual no se espera que ocurran efectos adversos a la salud. *El HGV es provisional (el HGV no es un REL agudo de la OEHHA).

Hallazgo 24: En el análisis de exposiciones agudas, los índices de peligrosidad (HI) para el sistema respiratorio y los ojos superan uno, lo que indica que existe la posibilidad de efectos sobre la salud en estos sistemas de órganos debido a exposiciones acumulativas a múltiples sustancias químicas. El riesgo para el sistema respiratorio es impulsado en gran medida por la acroleína y el DMDS y el riesgo para los ojos es impulsado en gran medida por la acroleína.

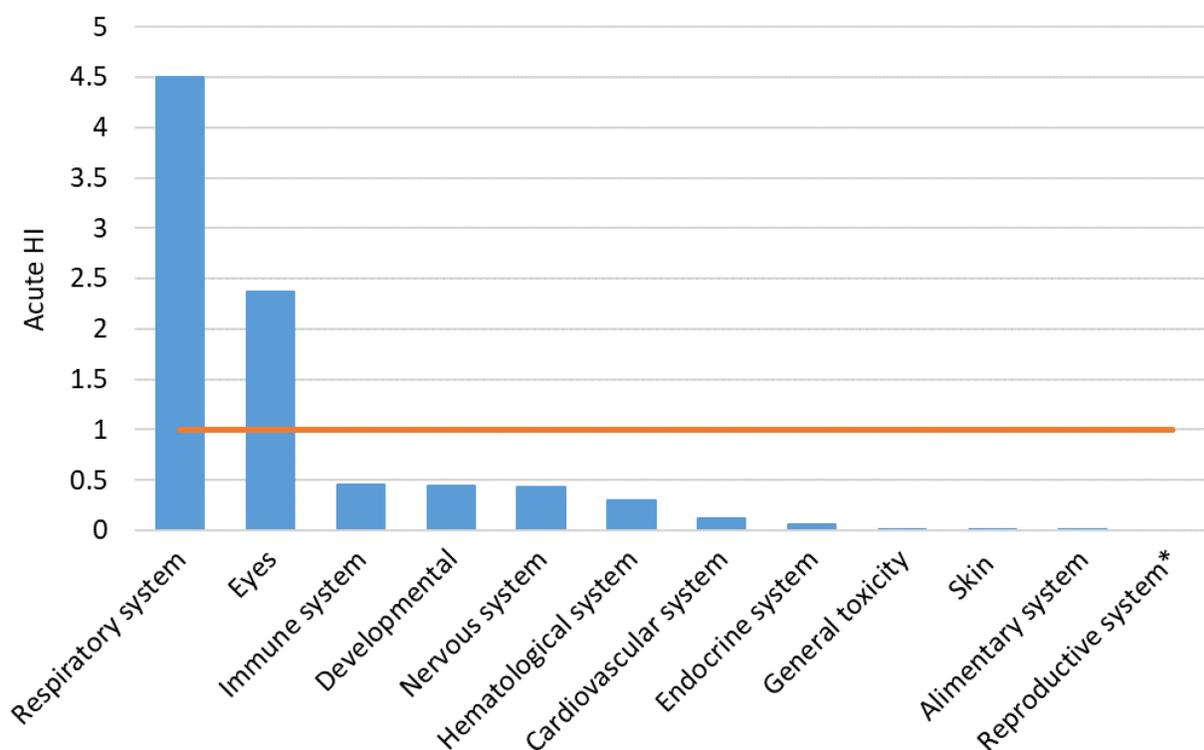


Figura 4.7 Los índices de peligrosidad aguda (HIs), que representan la suma de los cocientes de peligrosidad (HQs) para compuestos con el mismo órgano objetivo, se presentan de mayor a menor. La línea horizontal naranja indica un HI de uno, por debajo del cual no se espera que ocurran efectos sobre la salud. *Ninguno de los compuestos tenía el sistema reproductivo como el órgano diana.

Los HIs calculados para el sistema respiratorio (HI = 4,5) y ojos (HI = 2,4) superan la unidad, lo que indica un potencial de efectos añadidos a la salud en estos órganos objetivo (Figura 4.7, Apéndice I, Tabla I.3). El HI para el sistema respiratorio está impulsado por la acroleína (49%) y el DMDS (45%), que contribuyen en total con el 94% del HI. El HI de los ojos está impulsado de manera similar por la acroleína, que contribuye con el 93% del HI. Las exposiciones agudas a la acroleína y al DMDS se analizan más adelante, en el Hallazgo 25. Tenga en cuenta que en esta evaluación a nivel de detección, los HI se calcularon utilizando el supuesto de protección de la salud de que las concentraciones máximas de cada compuesto ocurrieron al mismo tiempo. Esto sirve para sobreestimar el riesgo. Es importante destacar que el único día en que el DMDS se midió por encima del límite de informe, la acroleína se midió

por debajo del límite de informe y, por lo tanto, las concentraciones máximas de los dos compuestos no coincidieron. Por tanto, el HI del sistema respiratorio está sobreestimado. Sin embargo, se encontró que la acroleína superaba repetidamente el REL agudo de OEHHA (ver arriba), de modo que el HI agudo para el sistema respiratorio (y los ojos) estaba por encima de uno en múltiples ocasiones basándose únicamente en la acroleína. Dado que la acroleína es en gran medida responsable de la HI aguda en los ojos, la coexistencia de la HI en el ojo es irrelevante.

Ninguno de los otros HI de los órganos diana superaron la unidad, lo que indica que no se prevén efectos adversos añadidos para la salud de esos órganos diana.

Hallazgo 25: La acroleína y el DMDS son factores de riesgo en el análisis de posibles efectos agudos no cancerígenos en la salud. Ambos contaminantes del aire son habituales en California, con múltiples fuentes potenciales. La concentración de aire del percentil 90 de acroleína medida en Lost Hills es más alta que en otras zonas de California y presenta problemas de salud.

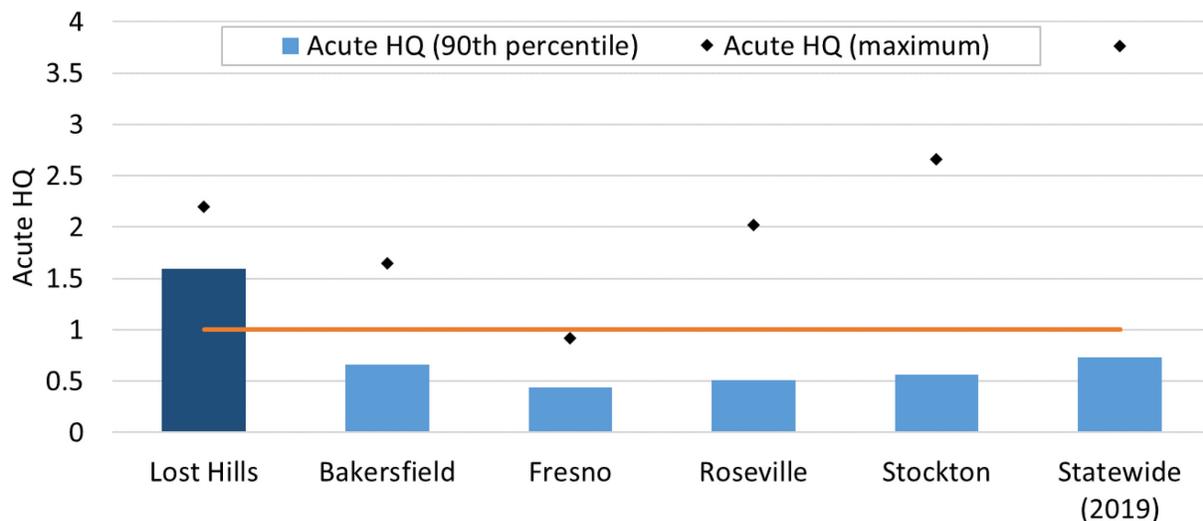


Figura 4.8 Cocientes de peligrosidad aguda (HQs) para la acroleína calculados utilizando el percentil 90 o la concentración máxima de aire en Lost Hills (datos de monitoreo del aire del SNAPS), en varios sitios regionales en el Valle Central (2016-2019⁷³) y en todo el estado en 2019 (el año más reciente con datos completos⁷³). La línea horizontal naranja indica un HQ de uno, por debajo del cual no se espera que ocurran efectos a la salud.

Para caracterizar las altas concentraciones en el aire en varios lugares, el HQ agudo para acroleína se calculó con el percentil 90 o la concentración máxima en el aire. El percentil 90 de acroleína en el HQ agudo de Lost Hills es mayor que el de otras zonas del Valle Central y del Estado (Figura 4.8). Los sitios del Valle Central fueron seleccionados en función de su proximidad geográfica a Lost Hills. El HQ agudo máximo de acroleína para Lost Hills es similar al de otros sitios (Figura 4.8). La concentración de acroleína del percentil 90 en Lost Hills y la concentración máxima de acroleína en la mayoría de las ubicaciones de la Figura 4.8 exceden el REL, lo que

resulta en un HQ agudo mayor que uno. Esto significa que existe el riesgo de efectos agudos en la salud por las concentraciones máximas de acroleína medidas en todos los lugares, excepto en Fresno.

Toxicidad Aguda y Fuentes Potenciales de Acroleína

La acroleína es una sustancia química irritante con efectos sobre la salud que generalmente ocurren en el sitio de contacto, como los ojos y el sistema respiratorio.⁹⁶ La irritación sensorial es el principal efecto sobre la salud asociado a las exposiciones agudas a bajas concentraciones de acroleína.⁹⁶

Las concentraciones de acroleína observadas en Lost Hills (un máximo de $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) son lo suficientemente elevadas como para no poder descartar el potencial de irritación ocular y de efectos respiratorios. Se sabe que las concentraciones de acroleína de $138 \mu\text{g}/\text{m}^3$ causan irritación ocular en las personas después de 5 minutos y los modelos muestran que la exposición a $147 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante una hora causa efectos respiratorios en los animales.⁹⁶

La contribución relativa de las distintas fuentes a la concentración de acroleína en el aire de Lost Hills no está clara. En el Hallazgo 10, se discuten las fuentes potenciales de acroleína. Es importante señalar que existen varias incertidumbres asociadas al análisis de la acroleína ambiental (Apéndice B). Por lo tanto, es importante tener precaución cuando se está comparando directamente las concentraciones de acroleína, particularmente cuando la colección y los métodos analíticos puedan diferir entre los sets de datos.

Comparación con Otros Estudios

La acroleína es un contaminante del aire presente en todas partes en Estados Unidos.¹⁰⁹ La concentración máxima de acroleína en el aire ambiente a cabo del estado en 2019 fue superior a la máxima medida en Lost Hills ($5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).⁷³ Entre 2003 y 2019, el máximo estatal osciló entre $2,98$ y $36,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figura 4.8).⁷³ En un informe del Departamento de Regulación de Plaguicidas (DPR) de 2009 que describe un año monitoreo del aire en Parlier, California, la concentración máxima de acroleína superó el REL agudo de la OEHHA, pero fue similar al de Lost Hills ($5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Dado que no hubo reporte de ningún uso agrícola de la acroleína en la zona de Parlier durante el período de monitoreo del aire (2006), el DPR señaló otras posibles fuentes, como los gases de escape de los motores y el humo del tabaco.¹¹¹ Los métodos de muestreo y análisis del DPR no fueron idénticos a la metodología del SNAPS, por lo que la comparación es cualitativa. Un estudio de monitoreo del aire de 2012-2013 del Campo Petrolífero de Inglewood en Los Ángeles, el Estudio sobre la Calidad del Aire en Baldwin Hills, midió la acroleína y la concentración máxima no superó el REL, pero los métodos analíticos no fueron idénticos a la metodología del SNAPS, por lo que la comparación es cualitativa.³³ MRS también examinó los riesgos para la salud cerca del Campo Petrolífero de Inglewood utilizando los niveles de emisiones de los equipos y operaciones del campo petrolífero, los datos meteorológicos y los patrones para predecir las concentraciones de aire y los posibles resultados para la salud en varios escenarios y puntos geográficos.³² En un escenario que refleja las operaciones de 2019, el HI para efectos agudos de todas las sustancias químicas no superó la unidad

en ningún lugar. Esto indica que el HQ agudo de la acroleína no excedió la unidad, aunque la acroleína fue identificada como el principal contribuyente para el riesgo, en este análisis.³² Este método sólo consideraba la acroleína procedente del campo petrolífero. Es posible que las concentraciones de acroleína excedan los niveles de preocupación si se consideraran fuentes adicionales o la formación fotoquímica de acroleína.

Los autores del Estudio sobre la Calidad del Aire en Baldwin Hills indicaron que el patrón entre la acroleína y otros compuestos "sugiere que [es] predominantemente de fuentes de combustión locales y regionales" y señalaron que es posible que el campo petrolífero contribuya, pero no había pruebas convincentes.³³ Sin embargo, los autores asociaron algunas concentraciones elevadas de acroleína con las operaciones de perforación.³³

Toxicidad Aguda y Fuentes Potenciales de Disulfuro de Dimetilo

DMDS es un irritante que contiene azufre y tiene un olor acre parecido al del ajo.¹²⁰ Algunas fuentes potenciales de DMDS en el aire ambiente incluyen pesticidas, quema de biomasa, fábricas de papel, tratamiento de aguas residuales, vertederos y uso en refinerías.^{121, 122, 123, 124, 125, 126} DMDS no está registrado para su uso como pesticida en California.¹²⁷ Se midió DMDS por encima del límite informado de 9,63 µg/m³ en solo una de 23 muestras, a una concentración de 38,12 µg/m³ medida durante 24 horas. Esto es el doble del p-HGV de 19 µg/m³, que se basa en la degeneración del epitelio olfativo nasal (el revestimiento de la cavidad nasal) observada en ratas expuestas a 34.000 µg/m³ durante 24 horas, mientras que no se observó ningún efecto a 19.000 µg/m³ (véanse los Cuadros H.2 y H.3). Se aplicó un factor de incertidumbre acumulativo de 1000 a la concentración sin efectos adversos observados, que consta

¹²⁰ ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). 2007. Dimethyl Disulfide, Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices Cincinnati, OH.

¹²¹ Chevron Phillips (Chevron Phillips Chemical LP Specialty Chemicals). n.d. Technical Data Sheet: Dimethyl disulfide, CH₃-S-S-CH₃ | CAS#: 624-92-0. https://www.cpchem.com/sites/default/files/2020-04/Dimethyl%2520Disulfide%2520TDS_0_0.PDF.

¹²² Duan Z, Scheutz C, Kjeldsen P. 2021. Trace gas emissions from municipal solid waste landfills: A review. Waste Manag 11939-62.

¹²³ Han Z, Qi F, Li R, Wang H, Sun D. 2020. Health impact of odor from on-situ sewage sludge aerobic composting throughout different seasons and during anaerobic digestion with hydrolysis pretreatment. Chemosphere 249126077.

¹²⁴ Meinardi S, Simpson IJ, Blake NJ, Blake DR, Rowland FS. 2003. Dimethyl disulfide (DMDS) and dimethyl sulfide (DMS) emissions from biomass burning in Australia. Geophysical Research Letters 30(9).

¹²⁵ Scott PS, Andrew JP, Bundy BA, Grimm BK, Hamann MA, Ketcherside DT, et al. 2020. Observations of volatile organic and sulfur compounds in ambient air and health risk assessment near a paper mill in rural Idaho, U. S. A. Atmos Pollut Res 11(10):1870-1881.

¹²⁶ US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2010. Pesticide Fact Sheet. Name of Chemical: Dimethyl Disulfide. Reason for Issuance: New Chemical. July 9, 2010. Office of Chemical Safety and Pollution Prevention, US EPA. https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/pending/fs_PC-029088_09-Jul-10.pdf.

¹²⁷ ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). 2007. Dimethyl Disulfide, Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices Cincinnati, OH.

de un factor de 10 para la extrapolación entre especies y un factor de 100 para la variabilidad intraespecies. Según la guía de la OEHHA, este último factor se eleva por encima del valor predeterminado de 30 de la OEHHA porque el DMDS es un irritante y, por lo tanto, podría exacerbar el asma, una preocupación particular en los niños.⁹⁶ Por lo tanto, si bien existe el potencial de efectos adversos en la concentración medida en una sola muestra, existe un amortiguador sustancial entre el p-HGV y el nivel al que se observaron los efectos en estudios controlados con animales.

Comparación con Otros Estudios

El DMDS no se mide a través de las redes de monitoreo regional de CARB, la EPA de EE. UU. o el Distrito de Gestión de la Calidad del Aire de la Costa Sur, ni se midió como parte del Estudio de Calidad del Aire de Baldwin Hills cerca del Campo Petrolífero de Inglewood ni se incluyó en las estimaciones de emisiones para el Campo Petrolífero de Inglewood por MRS.^{32,33,73,115,128} Varios estudios del aire ambiente cerca de los sitios de producción, compresión y procesamiento de petróleo y gas en Texas han medido el DMDS. Dos estudios no detectaron DMDS, mientras que otro midió DMDS en niveles altos (75, 201,8, 768,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante 24 horas) cerca de estaciones compresoras de gas natural en Dish, Texas.^{31,129,130}

4.3.2.2 Riesgo No Cancerígeno

Hallazgo 26: En el análisis de exposiciones crónicas, se detectó acroleína a una concentración promedio, con el potencial de causar efectos adversos para la salud, específicamente, efectos respiratorios. Todos los demás compuestos del análisis crónico se produjeron en concentraciones promedio que, por sí solas, no se prevé que causen efectos no cancerígenos sobre la salud.

Se calcularon los HQ crónicos para cada compuesto (Figura 4.9 y Apéndice I, Tabla I.2, Figura 1.2). La acroleína fue el único compuesto con un HQ superior a uno (HQ = 5,2), lo que indica que la concentración promedio de acroleína superó el REL crónico y que existe la posibilidad de que se produzcan efectos adversos para la salud (Figura 4.9). En el estudio crónico con ratas utilizado para derivar el REL (0,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), se observaron lesiones en el epitelio respiratorio (superficie del tracto respiratorio) a 1.400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pero no a 460 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tras una exposición de 6 horas al día, 5 días a la semana durante 65 días.⁹⁶ La exposición por encima del REL no indica que se produzca necesariamente un efecto sobre la salud. Sin embargo, el aumento de las concentraciones por encima del REL aumenta la probabilidad de que pueda ocurrir

¹²⁸ US EPA. 2020. Air Data: Air Quality Data Collected at Outdoor Monitors Across the US. Pre-Generated Data Files (as of 11 Sep 2023). https://aq5.epa.gov/aqsweb/airdata/download_files.html; <https://www.epa.gov/amtic/amtic-ambient-monitoring-archive-haps>.

¹²⁹ Titan Engineering, Inc. on behalf of Barnett Shale Energy Education Council. 2010. Ambient Air Quality Study, Natural Gas Sites, Cities of Fort Worth & Arlington, Texas. No longer available online.

¹³⁰ Wolf Eagle Environmental. 2009. Dispersion Modeling of Emissions from Natural Gas Compressor Stations, Town of Dish, Texas. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiKj_lu6iBAxVbIUQIHU26CusQFnoECB8QAQ&url=https%3A%2F%2Frc.library.uta.edu%2Ffuta-ir%2Fbitstream%2Fhandle%2F10106%2F26299%2FDISH_Report.pdf1.pdf%3Fsequence%3D1%26isAll.

un efecto para la salud.^{96,94} A continuación, se discuten las exposiciones crónicas a la acroleína.

Todos los demás compuestos en el análisis de la exposición crónica tenían HQs inferiores a uno, lo que indica que no se esperan efectos adversos para la salud de estos compuestos individualmente (Apéndice I, Tabla I.2, Figura I.2). El margen de seguridad entre la concentración medida y el HGV para la mayoría de los compuestos fue sustancial, pero ocho compuestos tenían concentraciones promedio en el aire que estaban dentro de 10 veces de sus respectivos HGVs (discutido en el Apéndice I).

DRAFT

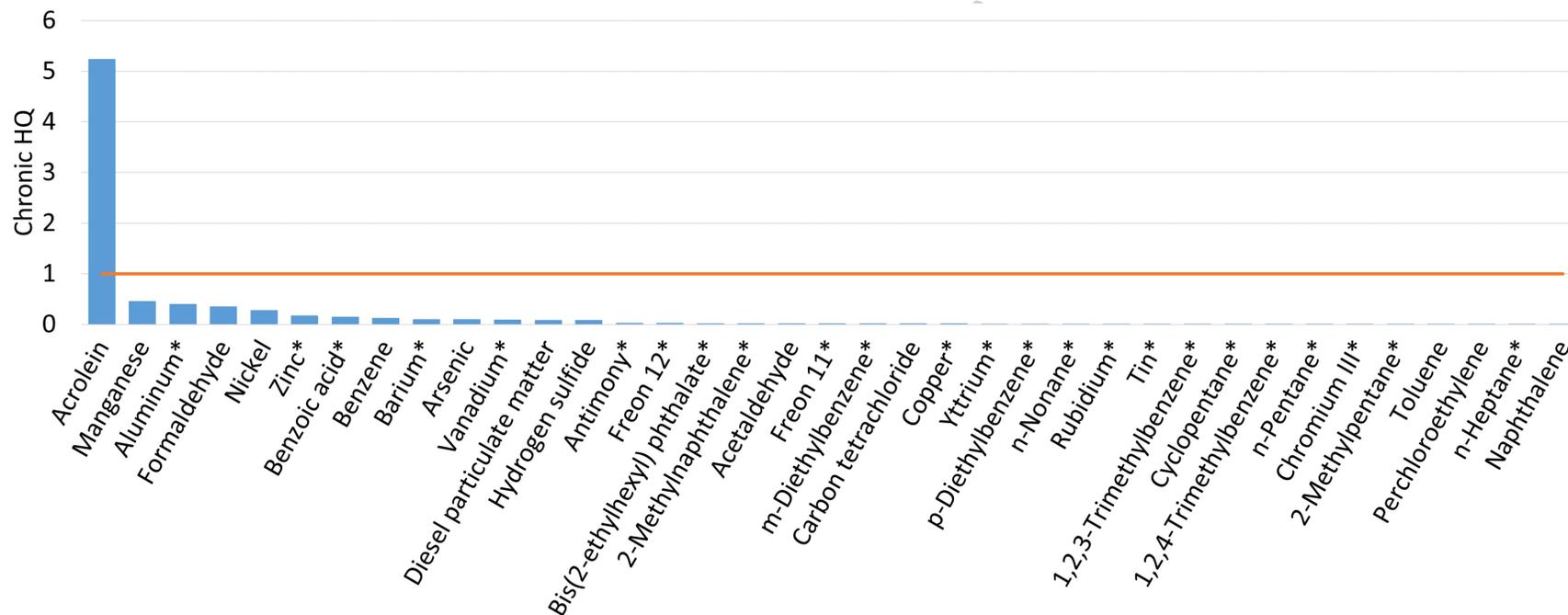


Figura 4.9 Cocientes de peligrosidad crónica (HQs) para compuestos medidos durante el monitoreo del aire del SNAPS en Lost Hills con un HQ mayor o igual a 0.001. Los HQs son presentados de los más altos a los más bajos. La línea horizontal naranja indica un HQ de uno, por debajo del cual no se espera que ocurran efectos a la salud.

*El HGV es provisional (no es un REL crónico de la OEHHA).

Hallazgo 27: En el análisis de exposiciones crónicas, el índice de peligrosidad (HI) para el sistema respiratorio y el sistema nervioso superó la unidad, lo que indica que existe la posibilidad de que se produzcan efectos en la salud respiratoria y del sistema nervioso por la exposición acumulativa a múltiples productos químicos. El riesgo para el sistema respiratorio se debe en gran medida a la acroleína.

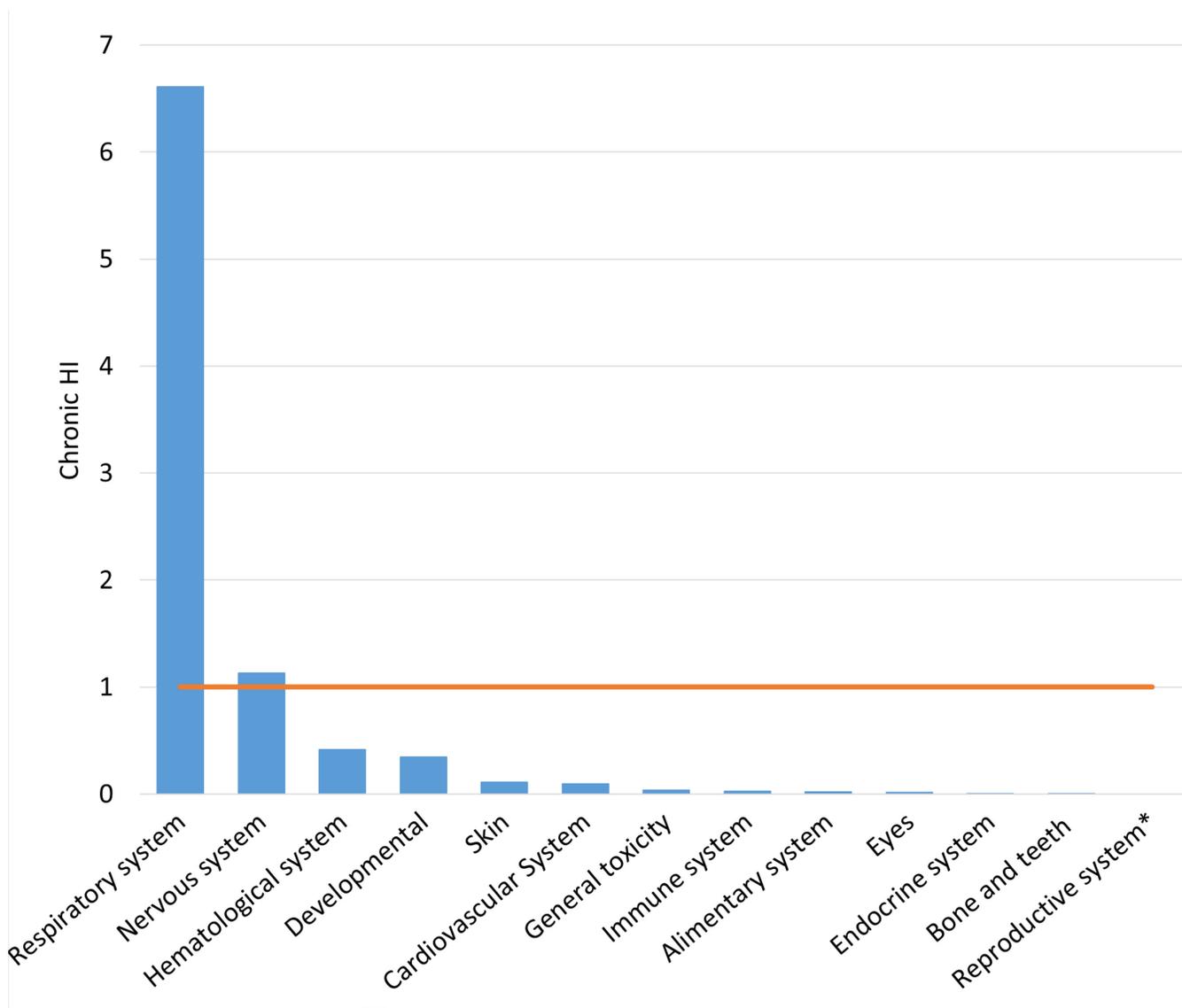


Figura 4.10 Los índices de peligrosidad crónica (HIs), que representan la suma de los cocientes de peligrosidad (HQs) para compuestos con el mismo órgano objetivo, se presentan de mayor a menor. La línea horizontal naranja indica un HI de uno, por debajo del cual no se espera que ocurran efectos sobre la salud. *Ninguno de los compuestos tenía el sistema reproductivo como el órgano diana.

Se identificaron los órganos objetivo para cada compuesto y se presentan en el Apéndice H, Tabla H.2.⁹⁶ Los HQs de los compuestos con el mismo órgano objetivo se sumaron para

calcular el HI (Figura 4.10; Apéndice I, Tabla I.4). Esta evaluación se centró en los contaminantes transmitidos por el aire y la vía de exposición por inhalación. El sistema respiratorio fue el órgano objetivo de muchos de los compuestos. El HI para el sistema respiratorio superó la unidad (HI = 6,46), lo que indica que existe la posibilidad de que se produzcan efectos en la salud respiratoria. El HI para el sistema respiratorio está impulsado en gran medida por la acroleína, que contribuye en un 79% al HI. El segundo mayor contribuyente fue el formaldehído, que representa el 5,43% del HI.

El HI para el sistema nervioso superó ligeramente la unidad (HI = 1,1), lo que indica que existe la posibilidad de efectos sobre el sistema nervioso. Los mayores contribuyentes al HI para el sistema nervioso fueron el manganeso, el aluminio, el benceno y el arsénico, que representan el 40%, 35%, 11%, and 8.6% del HI, respectivamente (para más información sobre estos compuestos, véase el Apéndice I). El HI para todos los demás órganos diana fue menos de uno, lo que indica que no se esperan efectos sobre la salud.

Hallazgo 28: La acroleína es el principal factor de riesgo en el análisis de enfermedades crónicas no relacionadas al cáncer. La concentración promedio y la estimación del riesgo crónico no cancerígeno en Lost Hills son aproximadamente dos veces superiores a las medidas en otros lugares del Valle Central y en todo el Estado.

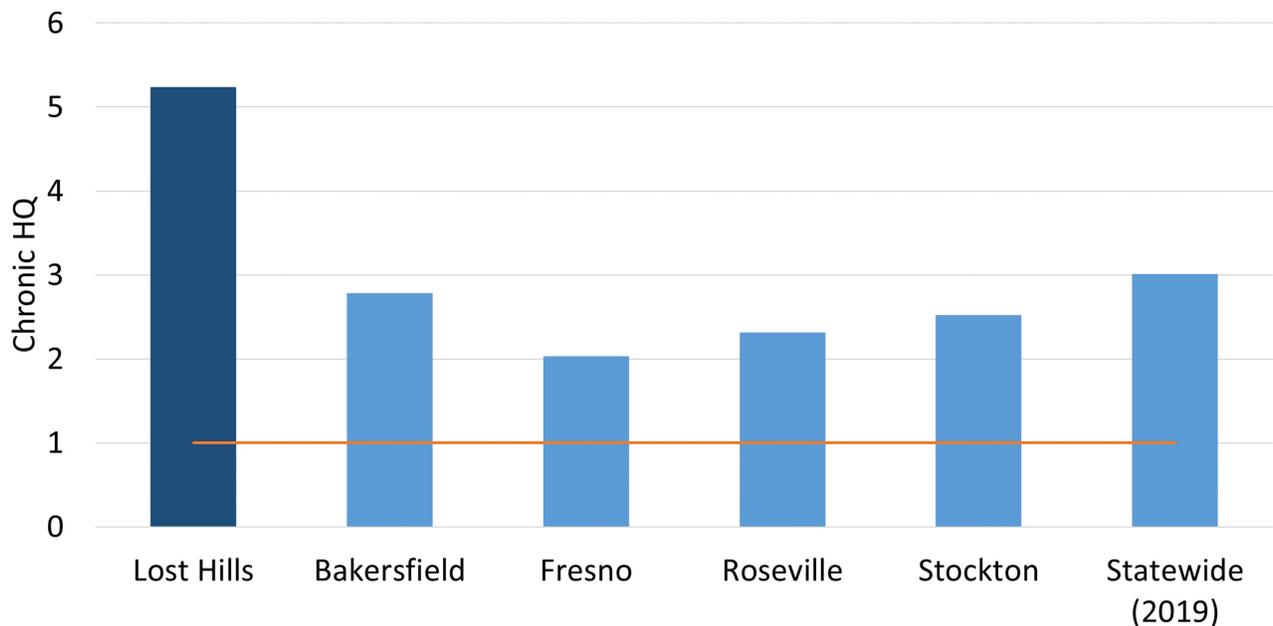


Figura 4.11 Cocientes de peligrosidad crónica (HQs) para la acroleína en Lost Hills (datos de monitoreo del aire del SNAPS), en varios sitios regionales en el Valle Central (2016-2019)⁷³, y en todo el estado en 2019 (el año más reciente con datos completos⁷³). La línea horizontal naranja indica un HQ de uno, por debajo del cual no se espera que ocurran efectos a la salud.

La concentración promedio de acroleína (1,83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y el HQ crónico resultante en Lost Hills son aproximadamente dos veces más altos que los determinados para otros lugares del Valle Central en el periodo 2016-2019 y que los determinados para el Estado entero en 2019, pero

está dentro del rango estatal durante el periodo 2003-2018 (0,733 - 2,13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Figura 4.11). Los HQs crónica para la acroleína en varios lugares del Valle Central y en todo el Estado también han superado la unidad (Figura 4.11). Esto significa que existe un riesgo de efectos crónicos sobre la salud derivados de la acroleína en todos los lugares representados en la Figura 4.11.

En el Hallazgo 10, se discuten las fuentes potenciales de acroleína en el aire ambiente. La contribución del campo petrolífero y del tráfico/equipo del campo petrolífero en relación con otras fuentes potenciales (combustión de combustible, uso de plaguicidas, fotooxidación, humo de tabaco y cocina) no está clara. Las concentraciones promedio de acroleína de Lost Hills superan las de las zonas urbanas y suburbanas cercanas, donde se espera que la contribución de la combustión de combustibles (tráfico) sea mayor.

Toxicidad Crónica de la Acroleína

La información relativa a la toxicidad crónica de la acroleína en humanos es limitada.⁹⁶ Se ha sugerido que la exposición crónica a la acroleína puede contribuir a la inflamación pulmonar y agudizar las respuestas alérgicas.⁹⁶ En animales de experimentación, la exposición crónica se ha asociado a cambios estructurales y funcionales en el tracto respiratorio.⁹⁶

La acroleína es un contaminante del aire presente en todas partes en Estados Unidos.¹⁰⁹ Las concentraciones promedio trienales de 2003-2005 de acroleína en el aire ambiente en Estados Unidos superaron los niveles de referencia de la EPA en el 77% de los 53 puntos de monitoreo del aire.¹⁰⁹

Comparaciones con Otros Estudios

En el informe de 2009 del DPR que describe un año de monitoreo del aire en 2006 en Parlier, California,¹¹¹ la concentración promedio de acroleína es similar a la de Lost Hills e impulsa el riesgo en esa evaluación. Dado que no hubo reporte de ningún uso agrícola de la acroleína en la zona de Parlier durante el período de monitoreo del aire (2006), el DPR señaló otras posibles fuentes, como los gases de escape de los motores y el humo del tabaco.¹¹¹ Los métodos de muestreo y análisis del DPR no fueron idénticos a la metodología del SNAPS, por lo que la comparación es cualitativa.

El Estudio sobre la Calidad del Aire de 2012-2013 en Baldwin Hills, en el Campo Petrolífero de Inglewood, en Los Ángeles, midió la acroleína (promedio de 2 semanas), que no superó el HGV (HQ = 0,94).³³ Los métodos de análisis del DPR no fueron idénticos a la metodología del SNAPS, por lo que la comparación es cualitativa. MRS también examinó el Campo Petrolífero de Inglewood utilizando las emisiones estimadas de los equipos y operaciones del campo petrolífero, los datos meteorológicos y la modelización para predecir las concentraciones de aire y los posibles resultados para la salud en varios escenarios y puntos geográficos.³² En el escenario de operaciones de 2019, el HI crónica no excedió la unidad en ningún lugar, lo que indica que el HQ crónica de acroleína tampoco excedió la unidad. La acroleína no se identificó como un contribuyente principal al riesgo en este análisis crónico.³² Este método sólo consideraba las fuentes de acroleína procedentes del campo petrolífero. Las concentraciones de acroleína posiblemente superarían los niveles de preocupación si también se consideraran las fuentes adicionales o la formación fotoquímica de acroleína.

En cuanto al estudio de Baldwin Hills, los autores indicaron que el patrón entre la acroleína y otros compuestos "sugiere que [es] predominantemente de fuentes de combustión locales y regionales" y señalaron que es posible que el campo petrolífero contribuya, pero no había pruebas convincentes.³³

4.3.3 Comparación con los Estándares de Calidad del Aire Ambiente

Hallazgo 29: Los criterios de concentración de contaminantes del aire y del sulfuro de hidrógeno en Lost Hills cumplieron con los estándares relevantes de calidad del aire ambiente. Sin embargo, la exposición a estos contaminantes a niveles inferiores a los estándares puede aumentar los riesgos para la salud de los tóxicos del aire analizados en esta evaluación.

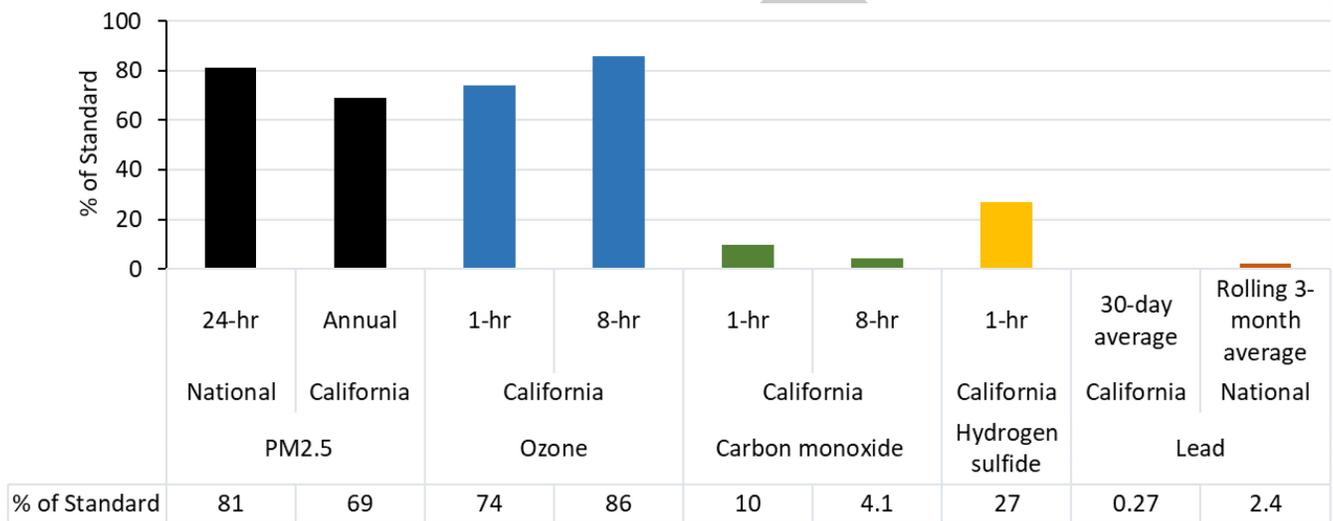


Figura 4.12 Concentraciones de contaminantes criterio del aire y sulfuro de hidrógeno medidos en Lost Hills como in porcentaje (%) de los estándares relevantes de calidad del aire ambiente (California o Nacional). Los valores trazados en relación con el estándar son (de izquierda a derecha) el percentil 98 diario de 24 horas para PM_{2.5}, el promedio de datos por hora durante el período de monitoreo para PM_{2.5}, los valores máximos diarios de 1 hora y 8 horas para el ozono, el máximo diario de 1 hora y el máximo de 8 horas continuas para el monóxido de carbono, el máximo diario de 1 hora para el sulfuro de hidrógeno, y el promedio máximo de 30 días y el promedio máximo de 3 meses continuos para el plomo (véase la Tabla 4.1 para más detalles). Todos estos parámetros eran inferiores al 100% del estándar, lo que significa que las concentraciones cumplían con los estándares.

Existen estándares de calidad del aire ambiente para algunos de los contaminantes criterio del aire controlados en Lost Hills, así como para el sulfuro de hidrógeno. Las concentraciones en Lost Hills fueron comparadas con los Estándares de Calidad del Aire Ambiental de California (CAAQS) cuando estaban disponibles; de lo contrario, se utilizaron los Estándares Nacionales de Calidad del Aire Ambiental (NAAQS) primarios (basados en la salud). Los estándares seleccionados para la comparación se resumen en el Apéndice H, Tabla H.4.

La Tabla 4.1 presenta una comparación de las concentraciones medidas en Lost Hills con los estándares seleccionados. Las concentraciones medidas en Lost Hills estuvieron por debajo de sus respectivos estándares durante el periodo de monitoreo. Como se muestra en la Figura 4.12, los niveles de PM_{2.5} y de ozono son los que más se acercan a los estándares, con concentraciones que representan el 81% de los NAAQS de 24 horas (PM_{2.5}) y el 86% de los CAAQS de 8 horas (ozono). Esto es consistente con el hecho de que el Valle de San Joaquín haya incumplido en el pasado y en el presente los estándares para PM_{2.5} y ozono.¹³¹

Si bien las concentraciones de contaminantes criterio en Lost Hills están por debajo de los estándares, estas concentraciones tienen el potencial de impactos en la salud. Por ejemplo, la EPA de EE.UU. ha revisado estudios que muestran asociaciones entre concentraciones de PM_{2.5} y el ozono similares a las de Lost Hills y efectos respiratorios, incluida la agudización del asma.^{132,133} Esto es especialmente preocupante porque la evaluación del riesgo para la salud no relacionado con el cáncer, que no incluía los contaminantes criterio, identificó un nivel de riesgo preocupante para el sistema respiratorio (HI>1). Por lo tanto, aunque las concentraciones de PM_{2.5} y ozono están por debajo de los estándares, estas concentraciones aún pueden afectar el tracto respiratorio y contribuir al peligro total para el tracto respiratorio. Esta cuestión se abordó, al menos en parte, mediante la consideración de la PM diésel, un componente de las PM_{2.5}, en la evaluación del riesgo no cancerígeno. Del mismo modo, la PM_{2.5} se asocia con la mortalidad e incidencia de cáncer de pulmón,¹³² y aunque la PM_{2.5} no se consideró en la evaluación del cáncer, la PM diésel sí.

Como se señala en el pie de página d en la Tabla 4.1, el valor que debe compararse con el estándar anual de PM_{2.5} de California (12 µg/m³) es el "Promedio Anual Estatal", que es el promedio de los promedios trimestrales del año. Sin embargo, dado que solo se disponía de tres trimestres completos de datos durante los 11 meses de monitoreo (T3 y T4 de 2019, T1 de 2020), se utilizó la media aritmética de los datos por hora durante los 11 meses de monitoreo (8,3 µg/m³) para la comparación. El T2 de 2019 y de 2020 estaban cada uno de ellos <50% completados, pero combinados (mayo y junio de 2019 con abril de 2020) están 73% completados. Las concentraciones promedio para este T2 incompleto combinado es de 5,1 µg/m³. Por lo tanto, las concentraciones que faltan del T2 tendrían que ser irrealmente altas para poner el promedio anual por encima del estándar.

*Tabla 4.1 Comparación de las concentraciones de contaminantes de criterio y del sulfuro de hidrógeno medidas en Lost Hills con los Estándares de Calidad del Aire Ambiental de California (CAAQS) (si se dispone) o con los Estándares Nacionales Primarios de Calidad del Aire Ambiental (NAAQS).**

¹³¹ SJVAPCD. Estándares de Calidad del Aire Ambiente y Estado de Logro del Valle. <https://www.valleyair.org/airinfo/attainment.htm>.

¹³² US EPA. 2019. Evaluación Científica Integrada de la Materia Particulada. EPA/600/R-19/188. <https://cfpub.epa.gov/ncea/isa/recordisplay.cfm?deid=347534>.

¹³³ US EPA. 2020. Evaluación Científica Integrada del Ozono y los Oxidantes Fotoquímicos Relacionados. EPA/600/R-20/012. <https://cfpub.epa.gov/ncea/isa/recordisplay.cfm?deid=348522>.

| Contaminante | Estándar de Calidad del Aire | | | Medido en Lost Hills | | |
|---|------------------------------|---|---------------------------------------|---|-----------------------------|------------------------|
| | Fuente del Estándar | Tiempo Promediado | Concentración ^a | Tiempo Promediado | Concentración | Cumple con el Estándar |
| Materia Particulada Fina (PM _{2.5}) | Nacional | 24 horas | 35 µg/m ^{3b} | Percentil 98 diario de 24 horas (día calendario) ^b | 28 µg/m ³ | Sí |
| | California | Muestras de 24 horas, media aritmética anual | 12 µg/m ^{3c,d} | Media aritmética de los datos por hora durante los 11 meses de monitoreo | 8.3 µg/m ³ | Sí |
| Ozono (O ₃) | California | 1 hora | 0.09 ppm (180 µg/m ^{3c,e}) | Máximo de 1 hora diaria | 0.07 ppm | Sí |
| | | 8 horas | 0.070 ppm (137 µg/m ^{3c,f}) | Máximo de 8 horas diarias | 0.0600 ppm | Sí |
| Monóxido de Carbono (CO) | California | 1 hora | 20 ppm (23 mg/m ³) | Máximo de 1 hora diaria | 2.0 ppm | Sí |
| | | 8 horas | 9.0 ppm (10 mg/m ^{3g}) | Máximo de 8 horas continuas | 0.37 ppm | Sí |
| Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) | California | 1 hora | 0.03 ppm (42 µg/m ³) | Máximo de 1 hora diaria | 0.0081 ppm | Sí |
| Plomo | California | Promedio de 30 días | 1.5 µg/m ³ | Promedio máximo de 30 días ^h | 0.0041 µg/m ³ⁱ | Sí |
| | Nacional | Promedio de 3 meses continuos durante 3 años ^j | 0.15 µg/m ³ | Promedio máximo de 3 meses continuos durante el periodo de monitoreo ^k | 0.0036 µg/m ^{3i,k} | Sí |

*Adaptado de <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2020-07/aaqs2.pdf>. PM₁₀, SO₂ y NO₂ también son contaminantes criterio del aire, pero éstos no fueron monitoreados en Lost Hills.

^aConcentración expresada primero en unidades en las que fue publicada. Las unidades equivalentes indicadas entre paréntesis son conversiones basadas en una temperatura de referencia de 25°C y una presión de referencia de 760 torr. La mayoría de las mediciones de la calidad del aire deben corregirse a una temperatura de referencia de 25°C y una presión de referencia de 760 torr; las ppm en esta tabla se refieren a ppm por volumen, o micromoles de contaminante por mol de gas.

^b Los NAAQS de PM_{2.5} de 24 horas se alcanzan cuando el 98% de las concentraciones diarias, promediadas durante tres años, son iguales o inferiores al estándar. El monitoreo del SNAPS duró 11 meses, por lo que se presenta el percentil 98 de las concentraciones diarias durante este período.

^c Los estándares de California para el ozono, el monóxido de carbono (excepto las 8 horas de Lake Tahoe), el dióxido de azufre (1 y 24 horas), el dióxido de nitrógeno y la materia particulada (PM₁₀, PM_{2.5}, y partículas reductoras de visibilidad), son valores que no deben superarse. Todos los demás no deben ser igualados ni superados. Los estándares de calidad del aire ambiente de California se enumeran en la Tabla de Estándares del Artículo 70200 del Título 17 del Código de Regulaciones de California.

^d El "Promedio Anual Estatal" para PM_{2.5} es el promedio de los promedios trimestrales del año. El estándar anual de California es *excedido* cuando el Promedio Anual del Estado es superior a 12 µg/m³ y se *viola* cuando el Valor de Designación Estándar Anual del Estado (el promedio anual estatal más alto durante tres años consecutivos) es mayor que 12 µg/m³ (<https://www.arb.ca.gov/adam/explains/annavgpm25st.html>; consultado el 10 de feb 2021).

^e El estándar de 1 hora para el ozono es *excedido* cuando la observación máxima diaria de 1 hora (después de redondear a dos decimales) es mayor que 0,09 ppm (<https://www.arb.ca.gov/adam/explains/st1hrdaysmaxdays.html>; consultado el 10 de feb 2021).

^f El estándar estatal de 8 horas para el ozono estatal es *excedido* siempre que el promedio máximo diario de ozono de 8 horas (después de redondear a tres decimales) es mayor que 0,070 ppm (<https://www.arb.ca.gov/adam/explains/st8hrdaysmaxdays.html>; consultado el 10 feb 2021).

^g Lake Tahoe tiene un estándar especial para el monóxido de carbono de 8 horas de 6 ppm (7 mg/m³).

^h Máximo de promedios consecutivos de 30 días a partir del primer día de muestreo.

ⁱ Las concentraciones <RL se sustituyeron por ½ RL en los cálculos del promedio.

^j El tiempo promedio es un período continuo de 3 meses con una forma máxima (no superado), evaluado durante un período de 3 años (2008 Estándar del Plomo: p. 66964).

^k Datos evaluados para determinar su integridad según la p. 67014 del Estándar Federal del Plomo de 2008 (el único valor que faltaba en el programa de muestreo de uno de cada seis entre junio de 2019 y febrero de 2020 fue en enero de 2020) y el promedio continuo de 3 meses calculado según la p. 67013-67014 del Estándar Federal del Plomo de 2008 (Estándar del Plomo de 2008).

4.3.4 Evaluación de Olores a Nivel de Detección

El olor es una de las denuncias más comunes sobre la calidad del aire ambiente y puede afectar la calidad de vida y el bienestar. Se realizó una evaluación de olores a nivel de detección utilizando datos de monitoreo del aire del SNAPS (Apéndice K). Los objetivos de esta evaluación de olores a nivel de detección fueron: (1) caracterizar el potencial de detección de olores en función de los resultados del monitoreo del aire y los umbrales de olor publicados, y (2) revisar las denuncias sobre olores en Lost Hills recibidas durante el monitoreo del SNAPS en el contexto de los datos de monitoreo del aire.

Sesenta y cinco de los compuestos detectados tenían umbrales de olor reportados. La concentración máxima de ocho sustancias químicas excedió el umbral de olor seleccionado:

acetaldehído, disulfuro de dimetilo, sulfuro de metilo etílico, sulfuro de hidrógeno, isobutil mercaptano, m-dietilbenceno, p-dietilbenceno y ozono. Estos niveles sugieren que los compuestos pueden ser detectados por el olfato (Apéndice K, Tabla K.1, Figura K.1).

El sulfuro de hidrógeno y el ozono superaron el umbral de olor seleccionado con mayor frecuencia. Los compuestos que excedieron el umbral de olor seleccionado fueron principalmente aldehídos y compuestos que contienen azufre, que suelen tener umbrales de olor bajos y olores desagradables. Durante el periodo de muestreo hubo varias denuncias por olores por parte de los miembros de la comunidad. En cuanto a los compuestos que superaron sus umbrales de olor, sólo las concentraciones de ozono estaban elevadas al momento de las denuncias por olores. En particular, la identidad y las fuentes de los olores pueden ser difíciles de identificar. Este análisis sugiere que varios compuestos del aire ambiente podrían ser percibidos por los residentes de Lost Hills a través del olor.

4.4 Limitaciones del Análisis

Hay varias limitaciones para esta evaluación de riesgos para la salud:

- Esta evaluación considera el riesgo potencial para la salud sólo a partir de la inhalación del aire ambiente en lugar de la exposición combinada de todas las vías (incluidas la oral y la dérmica) y fuentes. La evaluación no tiene en cuenta las exposiciones por inhalación entre los residentes de Lost Hills a causa de los productos de cuidado personal, oficio, formas de desplazamiento, etc., que varían mucho entre los residentes.
- La evaluación supone que las concentraciones medidas en el tráiler de monitoreo del aire son representativas de la exposición comunitaria. Este puede no ser el caso por varias razones:
 - Los compuestos en el aire ambiente pueden entrar en el ambiente en interiores, donde las personas pasan gran parte de su tiempo. Una estimación de cómo el aire ambiente de Lost Hills podría influir en las concentraciones de aire en interiores estaba fuera del alcance de esta evaluación.
 - Esta evaluación caracteriza la exposición y el riesgo sólo durante el período de monitoreo. No tiene en cuenta los posibles aumentos o disminuciones de las emisiones relacionadas con la explotación del petróleo y el gas u otras actividades que podrían afectar a las futuras concentraciones en el aire.
- La capacidad de captar los puntos máximos de exposición, importantes para el cálculo del riesgo agudo, se vio influida por el método de recolección de muestras.
 - En el caso de las muestras en tiempo real, la resolución de los datos de monitoreo del aire es suficiente para caracterizar los puntos máximos de exposición en la comunidad. Para los datos discretos de monitoreo del aire, que incluyen los metales, se recolectaron muestras durante 24 horas, lo que dificulta la caracterización de los puntos máximos.
 - Los HGVs agudos suelen referirse a exposiciones infrecuentes de corta duración en una persona que, de otro modo, no está expuesta. No abordan la posibilidad de que se produzcan efectos acumulativos por exposiciones máximas frecuentes o por una exposición de fondo continua.⁹⁶ Se trata de una limitación habitual a la hora de

establecer los HGVs agudos y evaluar el potencial de efectos, y puede conducir a una subestimación de los riesgos agudos para la salud.

- No hay HGVs para varios compuestos detectados, especialmente para el escenario de exposición aguda. Estos compuestos no pueden evaluarse cuantitativamente y no se abordan aquí.
 - Uno de los carcinógenos (acroleína) detectados en el aire de Lost Hills que cumplía el requisito de frecuencia mínima de detección carecía de un HGV basado en el cáncer. Recientemente, la acroleína ha sido clasificada como probablemente cancerígena para el ser humano.
 - Veinticinco de los 103 (24%) compuestos no asfixiantes carecían de HGVs agudos no cancerígenos.
 - Nueve de los 89 (10%) compuestos no asfixiantes que cumplían el requisito de frecuencia de detección carecían de HGVs crónicos no cancerígenos.
 - No se identificaron HGVs no cancerígenos para muchos metales (Apéndice H, Tabla H.2). Los metales en el aire a menudo existen en combinación con otros elementos. Los HGVs están disponibles para algunos de estos compuestos. El metal total (por ejemplo, hierro total) se midió en el análisis del SNAPS sin identificar los compuestos específicos que contienen metales, que pueden variar sustancialmente en su capacidad para causar efectos adversos para la salud. Sin información específica sobre el compuesto, es difícil seleccionar los HGVs adecuados.
- No se midieron todos los compuestos que pueden utilizarse o emitirse en la producción de petróleo y gas.
- El riesgo potencial acumulativo para la salud que plantea la exposición simultánea a numerosos compuestos es difícil de estimar con precisión.
 - La parte de riesgo acumulativo de esta evaluación asume que los riesgos que plantea cada compuesto son aditivos, pero las interacciones entre los compuestos pueden ser más que aditivas (sinérgicas) o menos que aditivas (antagónicas)¹³⁴, por lo que esta suposición puede subestimar o sobrestimar el riesgo. La determinación de tales efectos de mezcla es un desafío y un área activa de estudio.¹³⁵
 - Los contaminantes criterio se consideraron por separado de las evaluaciones relacionadas y no relacionadas al cáncer. porque existen estándares regulatorios para los contaminantes criterio y no son equivalentes a los HGVs utilizados en las evaluaciones relacionadas y no relacionadas al cáncer. Mientras que los HGVs se derivan exclusivamente de consideraciones de salud, los estándares regulatorios para los contaminantes criterio pueden reflejar consideraciones de política. El resultado de considerar los contaminantes criterio por separado es que sus efectos

¹³⁴Martin O, Scholze M, Ermler S, McPhie J, Bopp SK, Kienzler A, et al. 2021. Diez años de investigación sobre sinergias y antagonismos en mezclas químicas: Una revisión sistemática y una reevaluación cuantitativa de los estudios sobre mezclas. *Environ Int* 146:106206.

¹³⁵Kar S, Leszczynski J. 2019. Exploración de Enfoques Computacionales para Predecir la Toxicidad de las Mezclas Químicas. *Tóxicos* 7(1).

potenciales sobre la salud en las concentraciones medidas no se incorporan en las evaluaciones relacionadas o no al cáncer.

- Hay factores que pueden aumentar la susceptibilidad a la exposición química que no se tuvieron en cuenta en la evaluación, en gran parte porque es difícil cuantificar su impacto. Estos incluyen factores que pueden afectar a la respuesta a los contaminantes o a las exposiciones que esta evaluación no aborda.
 - Los factores socioeconómicos como la pobreza, la falta de acceso a la atención médica y la calidad de la vivienda, y los factores de salud como las condiciones concurrentes y el estrés, pueden afectar las respuestas.^{136,137,138,139,140}
 - El sector censal en el que se encuentra Lost Hills (sector censal 6029004500) ocupa un lugar destacado (más agobiado) en comparación con otros sectores censales de California para varios indicadores de contaminación de CalEnviroScreen 4.0, incluyendo la contaminación del agua potable (percentil 99), el uso de plaguicidas (percentil 84), las amenazas a las aguas subterráneas (percentil 96), y los sitios e instalaciones de residuos sólidos (percentil 96).¹⁴¹
 - La alta puntuación de CalEnviroScreen 4.0 en el indicador de uso de plaguicidas refleja la ubicación de Lost Hills en una región agrícola intensiva. Además de la exposición a plaguicidas por vivir en un área agrícola, algunos residentes de Lost Hills pueden experimentar exposición a plaguicidas a través de su trabajo en el sector agrícola. Esta exposición química adicional puede aumentar su riesgo acumulativo de exposición a contaminantes del aire monitoreados en el SNAPS.

5 Conclusiones, Próximos Pasos y Recursos

5.1 Conclusiones

La mayoría de los carcinógenos individuales detectados en Lost Hills tenían estimaciones de riesgo que excedían de uno en un millón, que es un umbral de preocupación para el riesgo cancerígeno en la población general. El riesgo acumulativo estimado de cáncer de

¹³⁶ Solomon GM, Morello-Frosch R, Zeise L, Faust JB. 2016. Impactos Ambientales Acumulativos: Ciencia y Política para Proteger a las Comunidades. *Annu Rev Public Health* 37:83-96.

¹³⁷ Lewis AS, Sax SN, Wason SC, Campleman SL. 2011. Factores estresantes no químicos y evaluación del riesgo acumulativo: una visión general de las iniciativas actuales y de las posibles interacciones de los contaminantes del aire. *Int J Environ Res Public Health* 8(6):2020-2073.

¹³⁸ Vesterinen HM, Morello-Frosch R, Sen S, Zeise L, Woodruff TJ. 2017. Efectos acumulativos de la exposición prenatal a sustancias químicas exógenas y estrés psicosocial sobre el crecimiento fetal: Revisión sistemática de la evidencia humana y animal. *PLoS One* 12(7):e0176331.

¹³⁹ Barrett ES, Padula AM. 2019. Impacto Conjunto de los Factores Estresantes Químicos y No Químicos Sintéticos en la Salud de los Niños. *Curr Environ Health Rep* 6(4):225-235.

¹⁴⁰ Hibbert K, Tolve NS. 2019. Revisión del Estado de la Ciencia de los Factores Estresantes No Químicos que se Encuentran en el Entorno Social de un Niño. *Int J Environ Res Public Health* 16(22).

¹⁴¹ OEHHA. 2021. Herramienta de Evaluación de la Salud Ambiental de las Comunidades de California (CalEnviroScreen), Versión Preliminar 4.0. Febrero 2021. Resultados del sector censal 6029004500. <https://oehha.ca.gov/calenviroscreen/report/draft-calenviroscreen-40>.

fuentes antropogénicas y biogénicas de 710 en un millón también superó este umbral. La PM diésel es el principal contribuyente al riesgo acumulativo de cáncer, lo que coincide con evaluaciones similares.

- Más allá de la PM diésel, los principales contribuyentes al riesgo cancerígeno en Lost Hills fueron el tetracloruro de carbono, el formaldehído y el benceno. Estos compuestos que son emitidos por, y asociados con, una serie de posibles fuentes.
- Una comparación de datos de otras ubicaciones de California (con y sin producción de petróleo y gas), incluido el Valle Central, mostró estimaciones similares de riesgo cancerígeno para los cuatro principales contribuyentes al riesgo en el estudio de Lost Hills (PM diésel, tetracloruro de carbono, formaldehído y benceno). Todas las estimaciones excedieron uno en un millón, lo que indica niveles de riesgo cancerígeno preocupantes para estos contaminantes en todos los lugares que fueron comparados, así como en Lost Hills.
- Es posible que el riesgo acumulativo de cáncer por la contaminación del aire ambiental en Lost Hills sea mayor, porque no se incluyó la acroleína en la evaluación, un carcinógeno recientemente identificado, debido a la falta de un valor de potencia del cáncer. La OEHHA está explorando el desarrollo de un factor de potencia del cáncer para la acroleína, que facilitaría la evaluación de la acroleína en futuras evaluaciones de riesgo del SNAPS.

Aunque los contaminantes individuales no suponen en general un problema de salud no relacionado al cáncer para la comunidad de Lost Hills, las concentraciones de acroleína y disulfuro de dimetilo y la exposición acumulativa a múltiples compuestos sí indican un riesgo potencial para la salud no relacionado al cáncer.

- Las concentraciones de PM_{2.5} y de ozono en Lost Hills fueron similar a, pero en promedio, más bajas que las concentraciones observadas en los monitores regionales de todo el Valle Central; los valores del AQI rara vez superaron el umbral "moderado".
- Las concentraciones de acroleína podrían suponer impactos no cancerígenos para la salud de la comunidad, y se encontró que eran sustancialmente mayores en comparación con otros sitios regionales. Las fuentes potenciales de acroleína incluyen fuentes móviles (vehículos), agricultura, quema residencial, humo de cigarrillo y operaciones relacionadas con petróleo y gas.
 - Para las exposiciones agudas (a corto plazo), la acroleína fue uno de dos contaminantes detectados en una concentración máxima con el potencial de causar efectos adversos para la salud no cancerígenos, específicamente, efectos respiratorios e irritación ocular.
 - Para las exposiciones crónicas (a largo plazo), la acroleína fue el único contaminante detectado en una concentración promedio con el potencial de causar efectos adversos para la salud no cancerígenos, específicamente, efectos respiratorios.

- Los resultados indicaron que existe la posibilidad de que se produzcan efectos en la salud del sistema respiratorio y nervioso por la exposición acumulativa crónica (a largo plazo) a múltiples productos químicos, así como efectos en la salud del sistema respiratorio y los ojos por la exposición aguda (a corto plazo) a múltiples productos químicos. El riesgo para el sistema respiratorio de la exposición a corto plazo fue impulsado por la acroleína y el disulfuro de dimetilo, mientras que el riesgo de la exposición a largo plazo fue impulsado por la acroleína. **Las condiciones atmosféricas influyeron fuertemente en las concentraciones de contaminantes.**
- Las concentraciones de metano, carbono negro, sulfuro de hidrógeno, BTEX y otros COVs fueron más elevadas durante la noche y durante el otoño y/o el invierno, cuando las condiciones atmosféricas eran estables y los contaminantes podían acumularse cerca del nivel del suelo.
- Las concentraciones máximas de ozono se produjeron al mediodía y durante el verano, probablemente como resultado de los procesos químicos impulsados por la luz solar. Estas tendencias coinciden con las de otros lugares del Valle Central y de otros lugares.
- Las concentraciones máximas de PM_{2.5} y metales se produjeron a finales de octubre de 2019/principios de noviembre de 2019, coincidiendo con un periodo de vientos más fuertes. El AQI alcanzó umbrales "insalubres" durante este tiempo, y también se observó un aumento de PM en otros monitores del Valle Central.

Los aumentos de metano, BTEX y otros COVs podrían haber estado asociados a la planta de procesamiento de gas situada en el Campo Petrolífero de Lost Hills.

- Otras actividades de monitoreo de la calidad del aire, incluidas las mediciones móviles de FluxSense y los datos recogidos por los aviones, también han observado posibles aumentos procedentes de la planta de procesamiento de gas.
- Los resultados del monitoreo móvil respaldan posibles columnas de metano de la planta de procesamiento de gas.
- Sin embargo, no se determinaron asociaciones claras entre la estimulación de pozos, la perforación, actividades de mantenimiento y las concentraciones de contaminantes.

Los esfuerzos de distribución de fuentes identificaron dos categorías principales de fuentes: fuentes móviles y fuentes relacionadas con el petróleo y el gas.

- La mayoría de los COVs y aproximadamente la mitad de las concentraciones de los BTEX estaban relacionadas con petróleo y gas, mientras que la mayoría de las concentraciones de BC, y por lo tanto las concentraciones de PM de diésel, se atribuyeron a fuentes móviles, aunque este análisis tiene sus limitaciones y no apunta a ninguna fuente específica más allá de estas categorías.
- Además de la planta de procesamiento de gas, las posibles fuentes de petróleo y gas podrían incluir fugas en la línea de distribución local en la comunidad o emisiones fugitivas de pozos, separadores y tanques de almacenamiento.

5.2 Acciones y Trabajo en Curso

5.2.1 Fuentes Móviles

Los datos de SNAPS indican que las fuentes móviles son una fuente sustancial de contaminación con posibles impactos sobre la salud de la comunidad de Lost Hills. El 23 de Septiembre de 2020, el Gobernador Newsom firmó la Orden Ejecutiva N-79-202 que establecía la meta de que el 100 por ciento de las ventas de automóviles y camiones nuevos de pasajeros y camiones de California sean de cero emisiones para el 2035.¹⁴² El 25 de agosto de 2022, CARB aprobó la regla innovadora Advanced Clean Cars II, que establece los pasos, año por año, para que para 2035, el 100 % de los autos y camiones ligeros nuevos vendidos en California sean vehículos de cero emisiones, incluidos vehículos eléctricos híbridos de enchufe.^{143,144} La regulación realiza y codifica los objetivos de vehículos ligeros establecidos en la EO del Gobernador. La EO también establece una meta para que todos los camiones medianos y pesados hagan la transición a cero emisiones para 2045, cuando sea factible (con camiones de acarreo que hagan la transición a cero emisiones para 2035). Además, la EO establece un objetivo de cero emisiones para vehículos y equipos todoterreno para 2035. La implementación de esta EO y la regla Advanced Clean Cars II, así como las regulaciones adicionales y los programas de incentivos adoptados por CARB, significarán mejoras sustanciales en la calidad del aire para la comunidad de Lost Hills y el Valle Central en general.

5.2.2 Fuentes de Petróleo y Gas

Los resultados del monitoreo del SNAPS de Lost Hills indicaron una posible contaminación originada por fuentes de petróleo y gas. El estado de California aprobó recientemente una legislación para abordar algunas de estas fuentes de contaminación. La legislación firmada recientemente incluye aseguranzas de un camino hacia la neutralidad de carbono a más tardar en 2045¹⁴⁵ y establecer una zona de amortiguamiento de 3200 pies entre las poblaciones sensibles y las operaciones relacionadas con el petróleo y el gas.¹⁴⁶

Como se detalla en la Sección 1.2.5 de este informe, CARB tiene múltiples esfuerzos además del SNAPS para comprender y reducir los impactos de las operaciones relacionadas con petróleo y gas en la calidad del aire. Estos esfuerzos incluyen los Estándares de Emisión de Gases de Efecto Invernadero para Instalaciones de Petróleo Crudo y Gas Natural, una regulación diseñada para reducir las emisiones de metano asociadas con las instalaciones de

¹⁴² Orden Ejecutiva N-79-20 <https://www.gov.ca.gov/wp-content/uploads/2020/09/9.23.20-EO-N-79-20-Climate.pdf>

¹⁴³ CARB. "California moves to accelerate to 100% new zero-emission vehicle sales by 2035." <https://content.govdelivery.com/accounts/CARB/bulletins/329a48c>.

¹⁴⁴ CARB. Advanced Clean Cars II. <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/advanced-clean-cars-program/advanced-clean-cars-ii>.

¹⁴⁵ Muratsuchi. 2022. AB 1279.

https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=202120220AB1279.

¹⁴⁶ Gonzalez and Limon. 2022. SB 1137.

https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=202120220SB1137.

petróleo y gas. Los resultados del primer y segundo año de implementación incluyeron una reducción del 29% y 12% en las emisiones de los componentes sujetos a la regulación (por ejemplo, válvulas, bridas y conectores). Las reducciones totales de emisiones durante los primeros dos años de implementación se estimaron en aproximadamente 8,400 toneladas métricas de metano, o alrededor de 216,000 toneladas métricas de CO₂e.¹⁴⁶ A medida que CARB y los distritos de aire continúan implementando esta regulación, y sus reglas locales, los contaminantes potenciales, incluidos, entre otros, el metano, de los campos petrolíferos como el Campo Petrolífero de Lost Hills seguirá siendo controlado a cabo del tiempo.

En relación con las fugas de distribución de gas natural como las encontradas en Lost Hills (Sección 3.6.3), el SB 1371¹⁴⁷ exige a la Comisión de Servicios Públicos de California (CPUC), en consulta con CARB, que adopte reglas y procedimientos para reducir las emisiones de metano de las instalaciones de tuberías de gas natural reguladas por la comisión. En junio de 2017, la CPUC aprobó la decisión de la primera fase (D.17-06-015), que estableció un objetivo de emisiones para reducir las emisiones de metano un 40% por debajo de los niveles de 2013 para 2030. La decisión de la primera fase también exigía a las corporaciones de gas la aplicación de 26 mejores prácticas y la presentación de planes de cumplimiento bienal, a partir de 2018, para ayudar a alcanzar el objetivo de reducción de emisiones previsto.

Además, en Abril de 2021, el Gobernador Newsom ordenó a CalGEM que dejara de expedir nuevos permisos de fracturación hidráulica para 2024, y solicitó a CARB que analizara las vías para eliminar gradualmente la extracción de petróleo para el 2045.¹⁴⁸ El Plan de Alcance 2022 de CARB para Lograr la Neutralidad de Carbono establece el plan para lograr las metas de neutralidad de carbono y reducir las emisiones antropogénicas de GEI en un 85 por ciento por debajo de los niveles de 1990 a más tardar en 2045, según lo dispuesto por el Proyecto de Ley 1279 de la Asamblea. Las acciones y resultados del plan lograrán: reducciones significativas en la quema de combustibles fósiles mediante el despliegue de tecnologías y combustibles limpios, mayores reducciones en los contaminantes climáticos de vida corta, apoyo al desarrollo sostenible, mayor acción en tierras naturales y laborales para reducir las emisiones y secuestrar carbono, y la captura y almacenamiento de carbono.^{149,150}

De forma más directa, los datos del SNAPS han dado lugar a respuestas prácticas en Lost Hills y sus alrededores. Los datos del monitoreo móvil detectaron dos fugas de gas natural distintas en la comunidad. El personal respondió inmediatamente llamando a SoCalGas para

¹⁴⁷ Leno, Capítulo 525, Estatutos de 2014.

https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=201320140SB1371

¹⁴⁸ Oficina del Gobernador Gavin Newsom. "El Gobernador Newsom toma Medidas para Eliminar Gradualmente la Extracción de Petróleo en California". <https://www.gov.ca.gov/2021/04/23/governor-newsom-takes-action-to-phase-out-oil-extraction-in-california/>.

¹⁴⁹ CARB. Plan de Alcance del Cambio Climático del AB 32. <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/ab-32-climate-change-scoping-plan>.

¹⁵⁰ CARB. Plan de Alcance 2022 para Lograr la Neutralidad de Carbono <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2023-04/2022-sp.pdf>

que inspeccionara y reparara el equipo con fugas. Los datos de monitoreo fijo y móvil del SNAPS coinciden con otros esfuerzos de monitoreo del aire que muestran que la planta de procesamiento de gas es una fuente potencial de contaminación para la comunidad. En enero de 2021, el distrito local de monitoreo de la contaminación del aire realizó una inspección de la instalación, como parte de sus inspecciones anuales y emitió un Aviso de Violación (NOV) por una fuga de componentes que excede las 50,000 partes por millón (ppm) de COVs. También hubo una fuga separada para un componente sujeto a los Estándares de Emisión de Gases de Efecto Invernadero de California para la regulación de Instalaciones de Petróleo Crudo y Gas Natural citado bajo el registro de la instalación S-2010 cerca de la planta de gas. El operador arregló estas fugas el mismo día en que fueron descubiertas, y fueron revisadas por el personal del Distrito para confirmar el cumplimiento. El distrito del aire también realizó inspecciones de la S-55 en noviembre y diciembre de 2022. Se emitieron dos NOV como resultado de las inspecciones. El primer NOV fue por tres fugas que excedieron las 50,000 ppm, las cuales fueron reparadas y inspeccionadas de nuevo por la instalación y confirmadas por el personal del distrito de aire. El segundo NOV se emitió por una fuga que también excedió 50,000 ppm, que fue reparada y reinspeccionada el mismo día. Además, como parte de la Fuerza de Tarea de Justicia Ambiental de CalEPA, se está realizando información de cumplimiento y coordinación de inspecciones de instalaciones como la planta de procesamiento de gas cerca de Lost Hills e incluye a la EPA de EE. UU., CalEPA, CARB, distritos de aire locales, y las Juntas de Agua locales, el Departamento de Control de Sustancias Tóxicas y CalGEM. Se han realizado inspecciones coordinadas de varias agencias de otras instalaciones en otras comunidades del Valle de San Joaquín, como Shafter, Arvin, Maricopa, Fellows y Bakersfield. En una inspección conjunta de la planta de procesamiento de gas Cahn 3 en diciembre de 2021, el grupo de trabajo notó una violación en un separador de gas con una concentración de fuga de COV de 90 000 PPM. La fuga se solucionó de inmediato y el equipo verificó y confirmó la reparación antes de abandonar el sitio.

5.2.3 Otras Fuentes

Si bien no está en el alcance del monitoreo del SNAPS, otras fuentes potenciales de contaminación cerca de Lost Hills, incluidas la agricultura, los productos lácteos y la ganadería, están siendo abordadas por otros programas y regulaciones a nivel estatal, regional y local.

Los productos lácteos y el ganado son responsables de más de la mitad de las emisiones de metano de California.¹⁵¹ Mejorando la gestión del estiércol lácteo ofrece un potencial significativo para lograr reducciones en las emisiones de metano del Estado, y las posibles tecnologías de reducción de emisiones entéricas de lecherías y ganaderas ofrecen un potencial para las reducciones adicionales de emisiones de gases de efecto invernadero. En respuesta a esta importante contribución a las emisiones del Estado y a la exigencia del SB

¹⁵¹ CARB. Grupo de Trabajo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Productos Lácteos y Ganado. <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/dairy-and-livestock-wg>

1383¹⁵² de reducir las emisiones de metano un 40% por debajo de los niveles de 1990 para 2030, se espera que el sector lácteo y ganadero alcance 4,6 millones de toneladas métricas de MMTCO₂e en reducciones anuales de emisiones de metano para 2030 sin implementar proyectos adicionales de manejo del estiércol y adoptando estrategias de mitigación del metano entérico. Esto incluye 2,3 de MMTCO₂e procedentes de las disminuciones anticipadas de la población ganadera; 2,1 de MMTCO₂e de la inversión del Estado en digestores lácteos y proyectos alternativos de gestión de estiércol financiados a través de California Climate Investments; y 0,2 de MMTCO₂e adicionales procedentes de proyectos de gestión del estiércol financiados con fondos privados. Estos proyectos reducen las emisiones de metano de las operaciones lácteas, al tiempo que reducen los COVs, el sulfuro de hidrógeno y las emisiones de olores molestos. También pueden reducir la contaminación del agua y mejorar su conservación en comparación con las lagunas descubiertas. El progreso hacia los objetivos de reducción de metano descritos en el SB 1383 se discute en el Análisis del progreso hacia el logro de la meta de emisiones de metano del sector lácteo y ganadero para 2030^{153, 154}.

5.3 Próximos Pasos

Aunque el distrito local del aire realiza inspecciones anuales de las instalaciones de petróleo y gas, incluyendo la planta de procesamiento de gas Cahn 3, pueden realizarse inspecciones adicionales como resultado de las denuncias públicas y de las averías de los equipos.

Se descubrió que las concentraciones de acroleína representan riesgos para la salud no relacionados con el cáncer para la comunidad de Lost Hills y aumentaron sustancialmente en comparación con otros sitios regionales. La acroleína, carcinógeno recientemente identificado, no se incluyó en la evaluación del riesgo de cáncer debido a la falta de un valor de potencia del cáncer. La OEHHA está explorando el desarrollo de un valor de potencia cancerígena para la acroleína, lo que facilitaría la evaluación de la acroleína en futuras evaluaciones de riesgos de SNAPS. Además, la identificación de la fuente de acroleína en este informe estuvo limitada por el método analítico disponible, que tenía una frecuencia de muestreo baja y una resolución de tiempo baja. El personal de CARB ahora está trabajando en nuevos enfoques de monitoreo que emplean técnicas de vanguardia. Estas nuevas técnicas permitirán mediciones ambientales de acroleína con resolución de tiempo por hora (es decir, mediciones más frecuentes) y permitirán un mejor análisis de distribución de fuentes. La investigación adicional de las fuentes de acroleína se centrará en dos períodos de muestreo (verano e invierno) cuando se observaron concentraciones elevadas de acroleína durante el monitoreo del aire de SNAPS en Lost Hills. El personal de CARB llevará a cabo un seguimiento de la acroleína y otros COV durante un período de tiempo en cada una de estas temporadas. Después de recopilar estos datos adicionales, se realizará un análisis de

¹⁵² Lara, Capítulo 395, Estatutos de 2016.

https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=201520160SB1383.

¹⁵³ CARB. Analysis of Progress toward Achieving the 2030 Dairy and Livestock Sector Methane Emissions Target. <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2022-03/final-dairy-livestock-SB1383-analysis.pdf>.

distribución de fuentes para explorar las principales fuentes que contribuyen a las concentraciones de acroleína en Lost Hills.

OEHHA está en el proceso formal para desarrollar un valor de potencia cancerígena para el isopreno. El valor preliminar está siendo revisado por el Panel de Revisión Científica de California sobre Contaminantes Tóxicos del Aire. Es probable el valor final difiera del valor provisional utilizado en este borrador del informe, se realizarán actualizaciones de la evaluación del riesgo de cáncer después de que se establezca el nuevo HGV.

Aunque Lost Hills fue la primera comunidad en recibir el monitoreo del SNAPS, monitoreo en la segunda comunidad ubicada cerca de instalaciones de petróleo y gas va en curso ahorita. En junio de 2023, el personal comenzó el monitoreo del aire en la segunda comunidad seleccionada para el programa SNAPS, las comunidades cercas al Campo Petrolífero de Inglewood. El personal monitoreará la calidad del aire en dos lugares fijos y desplegará el vehículo de monitoreo móvil para caracterizar la calidad del aire cerca del Campo Petrolífero de Inglewood durante aproximadamente un año. El personal de CARB y OEHHA analizará los datos finales obtenidos del estudio de monitoreo del aire en las Comunidades del Campo Petrolífero de Inglewood, permitiendo una comparación entre el sitio rural de Lost Hills y los sitios urbanos de las Comunidades del Campo Petrolífero de Inglewood. Se considerarán comunidades adicionales para el monitoreo del SNAPS en los próximos años.

Después del monitoreo cerca del Campo Petrolífero de Inglewood, el personal ubicará el equipo de monitoreo del SNAPS en McKittrick/Derby Acres, en el Condado de Kern, o en el Sur de Los Ángeles, en el Condado de Los Ángeles. Los esfuerzos del SNAPS en estas primeras cuatro comunidades, incluyendo Lost Hills, proporcionarán una cantidad sustancial de datos que pueden ayudar a caracterizar la calidad del aire en una variedad de entornos que están cerca de operaciones relacionadas con petróleo y gas.

Los datos obtenidos del estudio de monitoreo de SNAPS en Lost Hills se publicarán, potencialmente para análisis adicionales por parte de agencias reglamentarias y partes interesadas, después de que se hayan considerado los comentarios públicos sobre este borrador del informe.

5.4 Recursos

SNAPS

- **Para comentarios sobre el Borrador del Informe Final de Lost Hills (aceptando hasta el 2 de abril de 2024):**
 - Llame: (279) 208-7687 o (279) 208-7749
 - Correo electrónico: SNAPS@arb.ca.gov
 - Correo: 1001 I St, Sacramento, CA 95814
Attn: Jonathan Blufer
- Sitio web: <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/study-neighborhood-air-near-petroleum-sources> (Lista completa de enlaces en el Apéndice A)
 - Plan de Proyecto de Garantía de Calidad

- <https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/quality-assurance-project-plan-study-neighborhood-air-near-petroleum-sources>
- Plan de Monitoreo de Aire de Lost Hills
 - <https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/lost-hills-air-monitoring-plan-snaps>
- Para preguntas generales, llame al (279) 208-7749

Reporte de denuncias sobre la calidad del aire y los olores

- Sitio de Internet de IVAN Kern¹⁵⁵
 - <https://www.kernreport.org/>
- Llame al SJVAPCD¹⁵⁶ al (800) 926-5550

Centro de Recursos del Programa Comunitario de Protección del Aire de CARB

- Sitio web: https://ww2.arb.ca.gov/ocap_resource_center
 - *Introducción a la Calidad del Aire en la Comunidad*
 - <https://ww2.arb.ca.gov/introduction-community-air-quality>
 - *Salud Comunitaria*
 - <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/community-health>
 - *Esfuerzos de las Agencias Estatales Relacionadas*
 - <https://ww2.arb.ca.gov/related-state-agency-efforts>

¹⁵⁵ IVAN Kern. <https://www.kernreport.org/>

¹⁵⁶ SJVAPCD. Presente una denuncia. <https://ww2.valleyair.org/file-a-complaint>