MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

proAire

OAXACA
GOBIERNO DEL ESTADO

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, BIODIVERSIDAD, ENERGÍAS Y SOSTENIBILIDAD

PROGRAMA DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE DEL ESTADO DE OAXACA

2019-2028



Dirección General de Gestión de Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
DGGCARETC

2025

Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Oaxaca 2019-2028, versión 2018

DR© 2018, SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, ENERGÍAS Y DESARROLLO SUSTENTABLE
Ciudad Administrativa
Carretera Internacional Oaxaca-Istmo km. 11.5 Ciudad Administrativa, Benemérito de las Américas, edificio 5, nivel 3, C.P. 68270, Tlalixtac de Cabrera, Oaxaca

Dirección de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable
Departamento de Calidad del Aire

Teléfono: 01 (951) 501 50 00, ext.12515
http://www.medioambiente.oaxaca.gob.mx/

Primera edición 2018
Impreso en México

DIRECTORIO

Gobierno del estado de Oaxaca

Salomón Jara Cruz

Gobernador Constitucional

Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Energías y Sostenibilidad

Karime Unda Harp

Secretaria de Medio Ambiente, Biodiversidad, Energías y Sostenibilidad

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Alicia Bárcena Ibarra

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

AGRADECIMIENTOS

Por su participación para la realización de este documento, se agradece a las siguientes instituciones:

GOBIERNO FEDERAL

- Comisión Nacional Forestal (Conafor) Oaxaca
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) Oaxaca
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) Delegación Oaxaca
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Delegación Oaxaca

GOBIERNO ESTATAL

- Comisión Estatal Forestal de Oaxaca
- Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca
- Secretaría General de Gobierno
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Pesca y Acuacultura
- Secretaría de Desarrollo Social y Humano
- Secretaría de Finanzas
- Secretaría de las Infraestructuras y el Ordenamiento Territorial Sustentable
- Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable
- Secretaría de Movilidad
- Secretaría de Turismo y Desarrollo Económico
- Servicios de Salud

GOBIERNO MUNICIPAL

- H. Ayuntamiento de Oaxaca de Juárez
- H. Ayuntamiento de Salina Cruz
- H. Ayuntamiento de San Juan Bautista Tuxtepec
- H. Ayuntamiento de San Lorenzo Cacaotepec
- H. Ayuntamiento de Santa Cruz Xoxocotlán
- H. Ayuntamiento de Santo Domingo Tehuantepec
- H. Ayuntamiento de Villa de Zaachila

INICIATIVA PRIVADA

- Biopappel Printing S.A. de C.V.
- Cooperativa La Cruz Azul S.C.L
- Gas de Oaxaca S.A. de C.V.
- Ingenio Adolfo López Mateos S.A. de C.V.

INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN Y SECTOR ACADÉMICO

- Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca (CIIDIR)
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)
- Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)
- Universidad La Salle Oaxaca

ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO

- Kuradzo Ingeniería Ambiental S.C.
- Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable (Semaedeso)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat)

PRESENTACIÓN

Un programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) integra instrumentos y herramientas de gestión, como desarrollo de normas, establecimiento de convenios, participación de los sectores involucrados, educación ambiental, participación social, divulgación de la información y capacitación, entre otros. Por ello, se considera la principal herramienta para revertir las tendencias de deterioro de la calidad del aire en las principales ciudades de México.

En el estado de Oaxaca, la contaminación del aire es ocasionada por una amplia diversidad de fuentes de emisión, clasificadas convencionalmente como móviles (vehículos automotores), fijas (establecimientos industriales), de área (comercios y servicios) y naturales (biogénicas). Éstas han sido estimadas en el instrumento conocido como Inventario Estatal de Emisiones a la atmósfera de contaminantes criterio, con una estimación para el año 2016 que sirve de insumo para el Inventario Nacional de Emisiones de México *(INEM 2016, SEMARNAT).*

De acuerdo con el inventario de emisiones a la atmósfera realizado para el año 2016, la principal fuente de emisión en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Oaxaca (ZMCO) son las fuentes móviles, mientras que en el municipio de Salina Cruz, son las fijas: las industrias federales del petróleo y petroquímica, con un alto aporte de dióxido de azufre (SO_2) y partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM_{10} y $PM_{2.5}$). Por otra parte, en el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec, las fuentes fijas de jurisdicción local (ingenios azucareros pertenecientes a la industria de alimentos y bebidas) tienen una contribución importante de PM_{10} y $PM_{2.5}$.

Los resultados obtenidos durante este estudio señalan que en el estado de Oaxaca se generan anualmente 53,468 toneladas de PM_{10}, 44 950 de $PM_{2.5}$, 102 726 de dióxido de azufre (SO_2), 401 965 de monóxido de carbono (CO), 162,369 de óxidos de nitrógeno (NOx), 2 322 185 de compuestos orgánicos volátiles (COV) y 65 149 de amoniaco (NH_3).

Debido al aumento en el número de fuentes por actividad antropogénica en el estado, resultado del acelerado crecimiento poblacional de Oaxaca, el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable de Oaxaca (IEEDS), decidió elaborar en 2014 el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) de la ZMCO. La intención de éste era controlar y reducir los niveles de emisiones contaminantes del aire mediante desarrollo e implementación de medidas y acciones que van desde la regulación de una fuente emisora hasta la participación ciudadana a partir de concientización en materia de calidad del aire. Sin embargo, este programa no tuvo la implementación que se esperaba.

El Programa de gestión para mejorar la calidad del aire del estado de Oaxaca 2019-2028 se ha elaborado retomando este esfuerzo previo, ahora bajo un enfoque estatal de cuencas atmosféricas. Con su implementación se pretende dar cumplimiento a las normas oficiales mexicanas vigentes en materia de calidad del aire, cuyo objetivo primordial es proteger la salud de la población, sobre todo la de los grupos más vulnerables, como niños menores a cinco años, adultos mayores y personas con enfermedades respiratorias crónicas.

El ProAire 2019-2028 se alinea además con la Estrategia Nacional de Calidad del Aire (ENCA), el instrumento rector de planeación nacional que orienta las acciones para controlar, mitigar y prevenir la emisión y concentración de contaminantes en la atmósfera.

La ENCA valora la calidad del aire como un bien social que atañe a todos los mexicanos, por lo que debe ser considerada una prioridad. Bajo esta óptica, convoca a todos los actores que inciden en la contaminación del aire –autoridades, instituciones y sociedad– para fortalecer su gestión mediante la convergencia de responsabilidades que apunten hacia una misma meta: construir un relato, una visión y un conjunto de acciones compartidas para mejorar la calidad del aire y, en consecuencia, prevenir afectaciones a la salud de la población y conservar los ecosistemas.

RESUMEN EJECUTIVO

En el estado de Oaxaca, como en otras zonas del país, la contaminación del aire es ocasionada por una amplia diversidad de fuentes de emisión, clasificadas convencionalmente como móviles (sobre todo, vehículos particulares), fijas (establecimientos industriales), de área (comercios y servicios) y naturales (biogénicas). Debido a ello, resulta necesario contar con una herramienta para la gestión de la calidad del aire en el estado.

Esta se traduce en la elaboración del ProAire 2019-2028, donde se identifican y se fomenta la aplicación de medidas para la reducción y el control de emisiones. Mediante el análisis de tendencias en la emisión de contaminantes de mayor importancia durante la elaboración del ProAire, se prioriza la atención en las fuentes, se generan elementos para la toma de decisiones y se actualiza la legislación en materia ambiental para la implementación de medidas de control de emisiones.

El ProAire del estado de Oaxaca se plantea con una vigencia de diez años, de 2019 a 2028, lo que representará un gran avance de la administración estatal para la implementación de medidas de control y gestión de la calidad del aire con la finalidad de mitigar la generación de emisiones contaminantes y partículas al aire provenientes de fuentes fijas, móviles, naturales y de área.

El ProAire 2019-2028 cuenta con siete capítulos, cuyo contenido se describe brevemente a continuación:

En el capítulo 1, se describen las principales características del estado de Oaxaca, como sus condiciones geográficas, físicas y socioeconómicas, y su crecimiento poblacional, entre otras. Esta información es fundamental para comprender la problemática que puede presentarse en materia de contaminación atmosférica debido a las condiciones naturales del lugar en conjunto con las actividades antropogénicas.

En el capítulo 2, se realiza un diagnóstico referente al monitoreo atmosférico y el Programa de Verificación Vehicular que operan en la zona de estudio. Cabe señalar que, en el estado de Oaxaca, sólo la ZMCO cuenta con monitoreo (cuya primera estación fija de monitoreo atmosférico opera desde abril de 2013), por lo cual se requierie fortalecer el sistema con otras estaciones dentro de la ZMCO y otras regiones del estado, a fin de integrar una red que permita obtener datos representativos de la calidad del aire. Respecto al Programa de Verificación Vehicular, se describe su operación y se reflejan los puntos a mejorar para que pueda ser funcional en cuanto a su aplicación técnica.

En el capítulo 3, se efectúa el diagnóstico del aporte de emisiones por las cuatro diferentes fuentes emisoras (fijas, de área, móviles y naturales) de contaminantes criterio usando el inventario de emisiones

a nivel estatal con el correspondiente análisis de la contribución de emisiones por tipo de fuente para el estado de Oaxaca.

En el capítulo 4, se presenta la información sobre los efectos en la salud de la población que tienen los principales contaminantes, tanto primarios como secundarios, y la correspondiente evaluación de impactos en la salud dentro de las zonas del estado que cuentan con datos validados de monitoreo atmosférico.

En el capítulo 5, se muestra el diagnóstico sobre la situación actual de comunicación y educación en materia de calidad del aire en la ZMCO, con un resumen de los principales talleres y notas informativas, y la difusión que el Gobierno del estado de Oaxaca y la Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable (Semaedeso) han dado al tema de calidad del aire entre la población del estado de Oaxaca. También se presentan los resultados de la aplicación de una encuesta de percepción sobre el tema de calidad del aire.

En el capítulo 6, se definen las diversas estrategias, medidas y acciones que deben ser implementadas para reducir las emisiones a la atmósfera y proteger la salud de la población. Destacan las medidas diseñadas para la reducción de emisiones en fuentes fijas y móviles, pues son las principales fuentes de emisión de contaminantes a la atmósfera.

En el capítulo 7, se recopilan las principales fuentes de financiamiento a las cuales se podrá recurrir para implementar las medidas y ejecutar cada una de las acciones que las integran.

CONTENIDO

Presentación 6
Resumen Ejecutivo 8
Acrónimos y siglas 18
Introducción 21

I. Descripción de la zona de estudio 23

1.1. Delimitación geográfica 24
1.2. Aspectos físicos 25
1.2.1. Relieve 25
1.2.2. Hidrografía 28
1.2.3. Clima 29
1.2.4. Uso de suelo y vegetación 30
1.2.5. Biodiversidad 35
1.2.6. Áreas naturales protegidas 35
1.2.7. Cuencas atmosféricas 36
1.3. Aspectos socioeconómicos 37
1.3.1. Demografía 37
1.3.2. Desarrollo económico 43
1.4. Vías de comunicación 45
1.5. Conclusiones y hallazgos 46

II. Diagnóstico de la calidad del aire en la zona de estudio 48

2.1. Descripción del Sistema de monitoreo atmosférico 49
2.1.1. Sistema de monitoreo atmosférico 49
2.1.2. Centro de control 51
2.1.3. Cumplimiento de la NOM-156-SEMARNAT-2012 52
2.1.4. Auditorías del sistema de monitoreo atmosférico 53
2.2. Normas vigentes de calidad del aire 54
2.3. Indicadores de la calidad del aire 54
2.3.1. Indicadores primarios de la calidad del aire 55
2.3.2. Indicadores secundarios de la calidad del aire 64
2.4. Diagnóstico del Plan de Contingencia Atmosférica (PCA) 70

2.5. Diagnóstico del Programa de Verificación Vehicular (PVV) ... 70
2.6. Conclusiones y recomendaciones ... 74

III. Inventario de emisiones 76

3.1. Comportamiento histórico de las emisiones de contaminantes criterio en la zona de estudio ... 77
3.2. Descripción general del inventario estatal de emisiones de CC&P ... 81
3.3. Actualización del inventario de emisiones por tipo de fuente ... 86
3.3.1. Análisis de resultados por fuente de emisión y contaminante ... 87
3.3.2. Análisis de resultados por categoría de emisión y contaminante ... 89
3.4. Proyección del inventario de emisiones a 10 años ... 95
3.5. Descripción general de los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero y su relación con PECC o PACMUN ... 98
3.5.1. Inventario de Gases de Efecto Invernadero ... 99
3.5.2. Inventario de Carbono Negro ... 100
3.5.3. Ejes estratégicos para la mitigación ... 101
3.6. Conclusiones y recomendaciones ... 102

IV. Impactos sobre la salud 104

4.1. La contaminación del aire y sus efectos sobre la salud ... 105
4.1.1. Impactos de la contaminación del aire sobre la salud humana ... 105
4.1.2. Efectos de los contaminantes criterio ... 107
4.1.3. Costos de la contaminación del aire ... 109
4.2. Información sobre mortalidad y morbilidad del estado de Oaxaca ... 110
4.2.1. Mortalidad ... 110
4.2.2. Morbilidad ... 112
4.3. Estimación de la mortalidad atribuible a la contaminación del aire en la ZMCO ... 113
4.3.1. Estimación de exposición a PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3 ... 113
4.3.2. Efectos a la salud seleccionados ... 114
4.3.3. Escenarios de análisis ... 115
4.3.4. Resultados de la evaluación de impactos a la salud ... 116
4.4. Cuantificación de beneficios económicos ... 120
4.5. Conclusiones y recomendaciones ... 122

V. Participación ciudadana, comunicación y educación ambiental 124

5.1. Introducción 125

5.2. Lineamientos jurídicos para la comunicación pública, educación ambiental y participación ciudadana, en materia de calidad del aire. 125

5.3. Proceso actual de comunicación y estrategias de participación ciudadana 126

5.4. Descripción de portales 130

5.5. Consideraciones para establecer los mecanismos de comunicación en el estado de Oaxaca y a la población 131

5.5.1. Diagrama del proceso de comunicación situación actual, mediano y largo plazo 133

5.5.2. Recomendaciones sobre los tres niveles de acción informativos 134
(reportar, informar y comunicar). 134

5.5.3. Análisis cualitativo de datos estadísticos encuesta 113

5.5.4. Metodología cualitativa 136

5.6. Planteamiento de la estrategia de Comunicación Pública en Materia de Calidad del Aire y Salud del estado de Oaxaca 139

5.6.1. Reconocimiento de normas sociales y posibles líneas de comunicación 140

5.7. Conclusiones y hallazgos 141

VI. Estrategias y medidas 143

6.1. Introducción 144

6.2. Objetivo 144

6.3. Metas 144

6.4. Selección de medidas para el ProAire 2019-2028 145

6.4.1. Resultados de la propuesta, jerarquización y selección de las medidas 145

6.4.2. Relación con las medidas y acciones propuestas en la ENCA 149

6.4.3. Taller de validación de medidas y reuniones específicas con sectores involucrados 150

6.5. Descripción de las medidas 151

EJE 1. Reducción de emisiones de fuentes fijas 152

EJE 2. Reducción de emisiones de fuentes móviles 163

EJE 3. Reducción de emisiones de fuentes de área 173

EJE 4. Comunicación y educación ambiental 197
EJE 5. Salud y externalidades 203
EJE 6. Fortalecimiento institucional y financiamiento 212

VII. Opciones de Financiamiento 230

7.1. Introducción y objetivo 231
7.2. Aprovechamiento de sinergias 231
7.3. Fideicomiso para mejorar la calidad del aire en el estado de Oaxaca 233
7.4. Identificación de fuentes externas de financiamiento 234
7.4.1. Recursos federales destinados a las entidades federativas y municipios 234
7.4.2. Catálogo de fuentes de recursos externos 235

Bibliografía 241
Glosario 249
Anexo I. Grupos focales 252
Anexo II. Reporte de resultados de encuesta 261
Anexo III. Oaxaca en cifras: Proyecciones de crecimiento poblacional 2018- 2030 275

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de las cuencas atmosféricas del estado de Oaxaca.
Tabla 2. Localización e inicio de operaciones de las estaciones de monitoreo del estado de Oaxaca.
Tabla 3. Parámetros que miden las estaciones de monitoreo.
Tabla 4. Zonas Metropolitanas del estado de Oaxaca.
Tabla 5. Especificaciones técnicas de las Normas Oficiales Mexicanas vigentes.
Tabla 6. Número de excedencias de PM_{10}.
Tabla 7. Comparación contra la norma anual de PM_{10} por estación.
Tabla 8. Número de excedencias de $PM_{2.5}$.
Tabla 9. Comparación contra la norma anual de $PM_{2.5}$ por estación.
Tabla 10. Valores máximos de O_3 por año.
Tabla 11. Número de registros mayores a 70 ppb de O_3 por año.
Tabla 12. Número de días con calidad del aire buena, regular y mala por PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3.
Tabla 13. Valores de concentraciones comparables con las normas de salud para PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3.
Tabla 14. Periodo en que debe realizarse la verificación voluntaria.
Tabla 15. CVV que operan en el estado de Oaxaca.
Tabla 16. Inventario estatal de emisiones, 2005.
Tabla 17. Inventario estatal de emisiones, 2008.
Tabla 18. Inventario estatal de emisiones, 2011.
Tabla 19. Inventario Estatal de Emisiones, 2016.
Tabla 20. Distribución porcentual del Inventario Estatal de Emisiones, 2016.
Tabla 21. Emisión de contaminantes por categoría en el estado de Oaxaca, 2016.
Tabla 22. Proyección del inventario de fuentes fijas a 10 años.
Tabla 23. Proyección del inventario de fuentes de área a 10 años.
Tabla 24. Proyección del inventario de fuentes móviles a 10 años.
Tabla 25. Proyección del inventario de fuentes naturales a 10 años.
Tabla 26. Inventario Estatal de GEI 2013 (Gg CO_2eq/año).
Tabla 27. Inventario Estatal de CN 2013.
Tabla 28. Principales impactos de la contaminación del aire sobre la mortalidad y morbilidad.
Tabla 29. Contaminantes criterio y sus efectos en la salud humana.

Tabla 30. Beneficios económicos al 2020 por la implementación de la Ley de Aire Limpio de los Estados Unidos.
Tabla 31. Causas de mortalidad en el estado de Oaxaca durante 2016.
Tabla 32. Incidencia de casos nuevos de enfermedad en el estado de Oaxaca durante 2017 (20 principales causas).
Tabla 33. Información de calidad del aire para la Evaluación de Impactos a la Salud en la ZMCO.
Tabla 34. Identificación de impactos vinculados a la mortalidad de largo plazo.
Tabla 35. Escenarios análisis de reducción de concentraciones de contaminantes para evaluar la mortalidad evitable.
Tabla 36. Cobertura de población analizada y línea de base de mortalidad en la ZMCO.
Tabla 37. Mortalidad atribuible a la contaminación por PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3 por causas generales en la ZMCO.
Tabla 38. Mortalidad atribuible a la contaminación por partículas PM_{10} en la ZMCO durante 2016 (Referencia: Estación CED).
Tabla 39. Mortalidad atribuible a la contaminación por partículas PM_{10} en la ZMCO durante 2017 (Referencia: Estación CHO).
Tabla 40. Mortalidad atribuible a la contaminación por partículas $PM_{2.5}$ en la ZMCO durante 2017 (Referencia: Estación CHO).
Tabla 41. Valoración económica de la mortalidad atribuible a la contaminación del aire en la ZMCO.
Tabla 42. Análisis FODA sobre la difusión de la información en materia de calidad del aire.
Tabla 43. Planteamiento metodológico sobre el grupo focal vigilancia de la calidad del aire.
Tabla 44. Planteamiento metodológico sobre el grupo focal verificación vehicular.
Tabla 45. Resultados del diagnóstico de la situación de la calidad del aire en Oaxaca.
Tabla 46. Principales fuentes de emisión según tipo de contaminante.
Tabla 47. Medidas coincidentes entre el PECC y el ProAire 2019-2028.
Tabla 48. Fuentes de financiamiento externo de medidas del ProAire 2019-2028.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. División geoestadística municipal por regiones.
Figura 2. Fisiografía del estado de Oaxaca.
Figura 3. Altimetría y cuencas atmosféricas del estado de Oaxaca.
Figura 4. Dirección y velocidad de los vientos del estado de Oaxaca.
Figura 5. Hidrografía del estado de Oaxaca.
Figura 6. Clima del estado de Oaxaca.
Figura 7. Uso del suelo.
Figura 8. Vegetación.
Figura 9. Uso de suelo por tipo de agricultura.
Figura 10. Tipos de erosión en el estado de Oaxaca.
Figura 11. Áreas Naturales Protegidas de Oaxaca.
Figura 12. Población por municipio.
Figura 13. Población ocupada en actividades secundarias.
Figura 14. Población ocupada en el sector primario.
Figura 15. Población ocupada en la industria.
Figura 16. Infraestructura de salud
Figura 17. Comunicaciones y transportes.
Figura 18. Sitio de monitoreo CHO.
Figura 19. Sitios de monitoreo atmosférico de la ciudad de Oaxaca y cuenca atmosférica.
Figura 20. Promedio de 24 horas de PM_{10} en la estación CED durante 2016.
Figura 21. Promedio de 24 horas de PM_{10} en la estación CHO durante 2017.
Figura 22. Promedio de 24 horas de PM_{10} en la estación CED hasta mayo de 2018.
Figura 23. Promedio anual de PM_{10}.
Figura 24. Promedio de 24 horas de $PM_{2.5}$ en la estación CHO durante 2017.
Figura 25. Promedio de 24 horas de $PM_{2.5}$ en la estación CED hasta mayo de 2018.
Figura 26. Promedio anual de $PM_{2.5}$.
Figura 27. Promedio de 1 hora de O_3 en la estación CED en 2016.
Figura 28. Promedio de 1 hora de O_3 en la estación CHO en 2017.
Figura 29. Promedio de 1 hora de O_3 en la estación CED hasta mayo de 2018.
Figura 30. Promedio de 8 horas de O_3 en la estación CED en 2016.
Figura 31. Promedio de 8 horas de O_3 en la estación CHO en 2017.
Figura 32. Promedio de 8 horas de O_3 en la estación CED hasta mayo de 2018.
Figura 33. Comportamiento horario típico de PM_{10}.
Figura 34. Comportamiento horario típico de $PM_{2.5}$.
Figura 35. Comportamiento horario típico de O_3.

Figura 36. Comportamiento semanal de PM_{10}.
Figura 37. Comportamiento semanal de O_3.
Figura 38. Comportamiento horario de PM_{10} en 2016.
Figura 39. Comportamiento horario de PM_{10} en 2017.
Figura 40. Comportamiento horario de $PM_{2.5}$ en 2017.
Figura 41. Comportamiento horario de O_3 en 2016.
Figura 42. Comportamiento horario de O_3 en 2017.
Figura 43. Total de verificaciones 2008-2017
Figura 44. Distribución porcentual de contaminantes criterio en el estado de Oaxaca por tipo de fuente, 2005.
Figura 45. Distribución porcentual de contaminantes criterio en el estado de Oaxaca por tipo de fuente, 2008.
Figura 46. Distribución porcentual de contaminantes criterio en el estado de Oaxaca por tipo de fuente, 2011.
Figura 47. Distribución porcentual de contaminantes criterio en el estado de Oaxaca por tipo de fuente, 2016.
Figura 48. Contribución porcentual de COV por sector.
Figura 49. Contribución porcentual de CO por sector.
Figura 50. Contribución porcentual de NO_x por sector.
Figura 51. Contribución porcentual de SO_2 por sector.
Figura 52. Contribución porcentual de NH_3 por sector.
Figura 53. Contribución porcentual de PM_{10} por sector.
Figura 54. Contribución porcentual de $PM_{2.5}$ por sector.
Figura 55. Diez principales factores de riesgo a la mortalidad a nivel mundial en 2016.
Figura 56. Clasificación de impactos de la contaminación del aire sobre la salud de acuerdo con su grado de severidad y población afectada.
Figura 57. Causas de mortalidad típicamente asociadas con la contaminación del aire en el estado de Oaxaca durante 2016.
Figura 58. Morbilidad hospitalaria por causas respiratorias y cardiovasculares en el estado de Oaxaca.
Figura 59. Niveles de información relacionados con la generación de información calidad del aire.
Figura 60. Portal de Semaedeso, sección dedicada al PVV.
Figura 61. Firma del primer acuerdo Metropolitano por la Calidad del Aire en Oaxaca.
Figura 62. Explicación de los niveles del Semáforo de la Calidad del Aire de la ZMCO.
Figura 63. Proceso de comunicación situación actual, escenario a mediano y largo plazo.
Figura 64. Muestra de difusión de encuesta en el portal de Semaedeso.
Figura 65. Componentes para incidir en cambios de comportamiento.
Figura 66. Población base proyectada de Oaxaca, 2010 y 2030.

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

ASEA	Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente
CC&P	Contaminantes criterio y precursores
CED	Estación de monitoreo ubicada en el CEDART
CEDART	Centro de Educación Artística Miguel Cabrera
CEVI	Comisión Estatal de Vivienda
CHO	Estación de monitoreo ubicada en Casa Hogar
CN	Carbono negro
CNP	Comité Núcleo del ProAire
CO_2	Dióxido de carbono
CO_2eq	Dióxido de carbono equivalente
Coesfo	Comisión Estatal Forestal
Conafor	Comisión Nacional Forestal
CONAPO	Consejo Nacional de Población
COT	Compuestos Orgánicos Totales
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
CVV	Centro de Verificación Vehicular
DCAV	Departamento de Calidad del Aire y Verificación Vehicular
DGE	Dirección General de Epidemiología
DGGCARETC	Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
DIGEPO	Dirección General de Población de Oaxaca
EIS	Evaluación de Impactos a la Salud
ENCA	Estrategia Nacional de Calidad del Aire
FECC	Fondo Estatal para el Cambio Climático
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
GEI	Gases de Efecto Invernadero
Gg	Gigagramo
FODA	Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas
IEEDS	Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable
IEEPO	Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INEM	Inventario Nacional de Emisiones de México
INSP	Instituto Nacional de Salud Pública
IRA	Infecciones Respiratorias Agudas
LCCEO	Ley de cambio climático para el estado de Oaxaca
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LMP	Límite Máximo Permisible
Mg	Megagramo
MMpcd	Millones de pies cúbicos diarios
MXN	Pesos mexicanos
NMX	Norma Mexicana
NOM	Norma Oficial Mexicana
NO_x	Óxidos de nitrógeno
O_3	Ozono
OMS	Organización Mundial de Salud
ONG	Organización no gubernamental
PCA	Programa de Contingencias Atmosféricas
PACMUN	Programa de Acción Climática Municipal
PECC	Programa Estatal de Cambio Climático
PM_{10}	Partículas con diámetro aerodinámico menor a 10 micrómetros
$PM_{2.5}$	Partículas con diámetro aerodinámico menor a 2.5 micrómetros
ppb	Partes por billón
ProAire	Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire
PVV	Programa de Verificación Vehicular
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
Sedapa	Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Pesca y Acuacultura
Sedesoh	Secretaría de Desarrollo Social y Humano
Sefin	Secretaría de Finanzas
Semaedeso	Secretaría del Medio Ambiente Energías y Desarrollo Sustentable
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Semovi	Secretaría de Movilidad

SENER	Secretaría de energía
SINAICA	Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire
Sinfra	Secretaría de las Infraestructuras y el Ordenamiento Territorial Sustentable
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SIPA	Seguridad Industrial y Protección Ambiental
SO_2	Dióxido de azufre
SSO	Servicios de Salud de Oaxaca
SUAVE	Sistema Único Automatizado para la Vigilancia Epidemiológica
UPR	Unidades de Producción Rural
ZMCO	Zona Metropolitana de la Ciudad de Oaxaca
ZMT	Zona Metropolitana de Tehuantepec

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica es el riesgo ambiental que más impacta a la salud de la población en el mundo, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS). Tan sólo en 2015, el deterioro de la calidad del aire estuvo relacionado con 6.5 millones de muertes en el mundo y con al menos 19 087 muertes en México, donde el costo estimado de estos eventos fue de 396 639 millones de pesos (MXN). En el estado de Oaxaca, la evaluación de impactos en salud realizada para el ProAire 2019-2028 estima que reducir las concentraciones de partículas en la ZMCO cumpliendo los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud podría evitar hasta 224 muertes prematuras atribuibles a la contaminación del aire. Mientras que, con los estándares actuales de las NOM, solo se logran evitar 29 muertes prematuras.

La valoración económica de los beneficios citados por el método de Disposición a Pagar o Valor de una Vida Estadística (VVE) determinó que estos ascienden a $443 millones de pesos (MXN), con una estimación conservadora, aunque podrían llegar a $3600 millones de pesos (MXN), si se considera el estimador más alto. Se incluyen ambos valores debido a que en diversos estudios previos realizados en México se han utilizado estimadores tanto conservadores como altos, con lo que se facilita la comparación en términos de beneficios de política pública.

En este sentido, y con el objetivo principal de proteger la salud de la población, asegurar una buena calidad del aire en la entidad es una prioridad para el Gobierno del estado de Oaxaca. Por ello, la Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable del estado de Oaxaca, con apoyo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, desarrollaron el presente ProAire del estado de Oaxaca, con una vigencia de diez años (2019-2028).

El ProAire 2019-2028 cuenta con seis estrategias y 18 medidas que buscan reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos y fortalecer la gestión de la calidad del aire en la entidad. Como punto fundamental, se han identificado los mecanismos y las fuentes de financiamiento que brindarán los recursos necesarios para implementar dichas medidas.

Cabe mencionar que el ProAire 2019-2028 no es un documento estático, sino que el diagnóstico y las medidas obtenidas deberán someterse a una actualización continua para garantizar que su propósito de mejorar la calidad del aire y proteger la salud de la población se alcance.

Desde que inició el diseño del ProAire 2019-2028 y durante todo su desarrollo, se contó con la participación de la sociedad civil, la academia, el sector privado y las instituciones de Gobierno municipal, estatal y federal, que serán reunidas en un comité, denominado Comité Núcleo del ProAire.

Este Comité tendrá la gran responsabilidad de que el ProAire 2019-2028 trascienda administraciones, dándole seguimiento a la implementación de las medidas y acciones, a la evaluación de las mismas y a su constante actualización, y comunicando dichos avances a la población. La participación de la ciudadanía, así como el diálogo permanente entre Gobierno y sociedad será clave para el éxito del mismo.

CAPÍTULO 1.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

1.1. Delimitación geográfica

En 1763, el franciscano Francisco de Ajofrín comentaba: "En esta provincia de Oaxaca parece que Dios puso todos los cerros y montañas que le sobraron después que formó el mundo". Y es que Oaxaca es una tierra de intrincadas montañas y abruptas serranías.

Este estado se localiza al sudoeste de la República Mexicana, a 560 kilómetros al sureste de la Ciudad de México, y representa 4.8 % de la superficie del país, ocupando el quinto lugar nacional, en cuanto a extensión *(INEGI, 2015)*. Las coordenadas extremas del estado de Oaxaca corresponden a 18°40'11", al norte; al sur, 15°39'26" de latitud norte; al este, 93°52'03"; y al oeste, 98°33'10" de longitud oeste *(INEGI, 2017)*. Colinda al norte con Puebla y Veracruz; al este, con Chiapas; al sur, con el Océano Pacífico; y al oeste, con Guerrero.

El estado se divide en ocho regiones geoeconómicas: Cañada, Costa, Istmo, Mixteca, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales *(INEGI, 2015)*. Estas regiones se muestran en la ***Figura 1.***

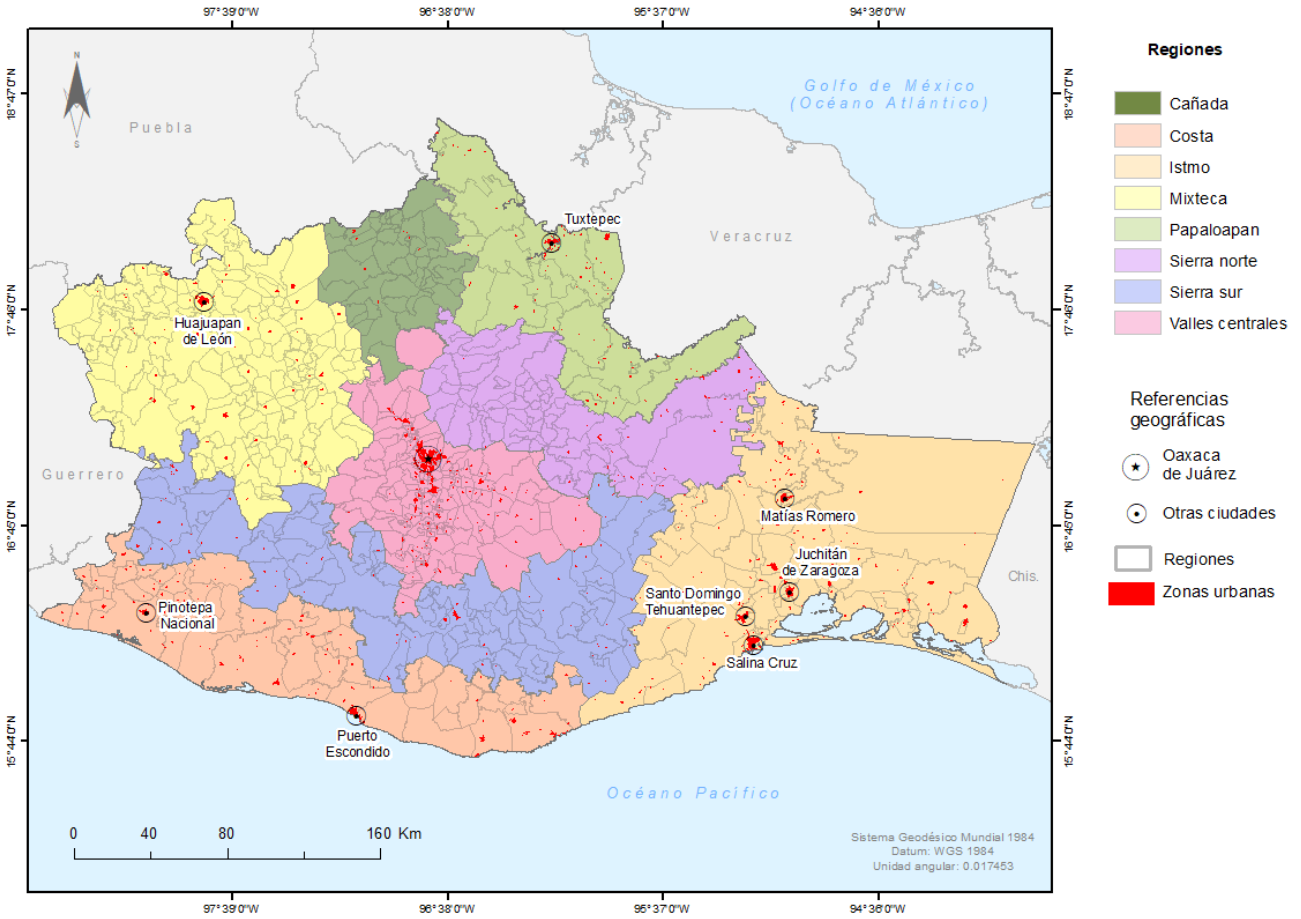


Figura 1. División geoestadística municipal por regiones.

Fuente: Elaboración propia con base en Conabio (2017).

1.2. Aspectos físicos

1.2.1.Relieve

La orografía de Oaxaca es accidentada, con una gran diversidad de sierras y cerros, como se aprecia en la ***Figura 2.*** Las sierras cubren aproximadamente 82% de la superficie del Estado; las llanuras, 8%; los lomeríos, 6%; los valles, 3%; las playas, 0.6%; las cañadas, 0.6%; y las mesetas, 0.2%. *(INEGI, 2013).*

Tal como se aprecia en la ***Figura 2***:

- La región de Valles Centrales, y específicamente la ciudad de Oaxaca de Juárez, se ubica en una depresión intermontaña rodeada por la Sierra Madre del Sur.
- La región del Istmo está ubicada, principalmente, en la planicie costera del Pacífico. También es parte de la planicie costera del Golfo y del Soconusco, aunque en menor medida. En los límites con Chiapas, toca la Sierra Madre de Chiapas.
- La región del Papaloapan, donde se ubican las grandes producciones agrícolas y los ingenios azucareros, es parte de la Planicie costera del Golfo.

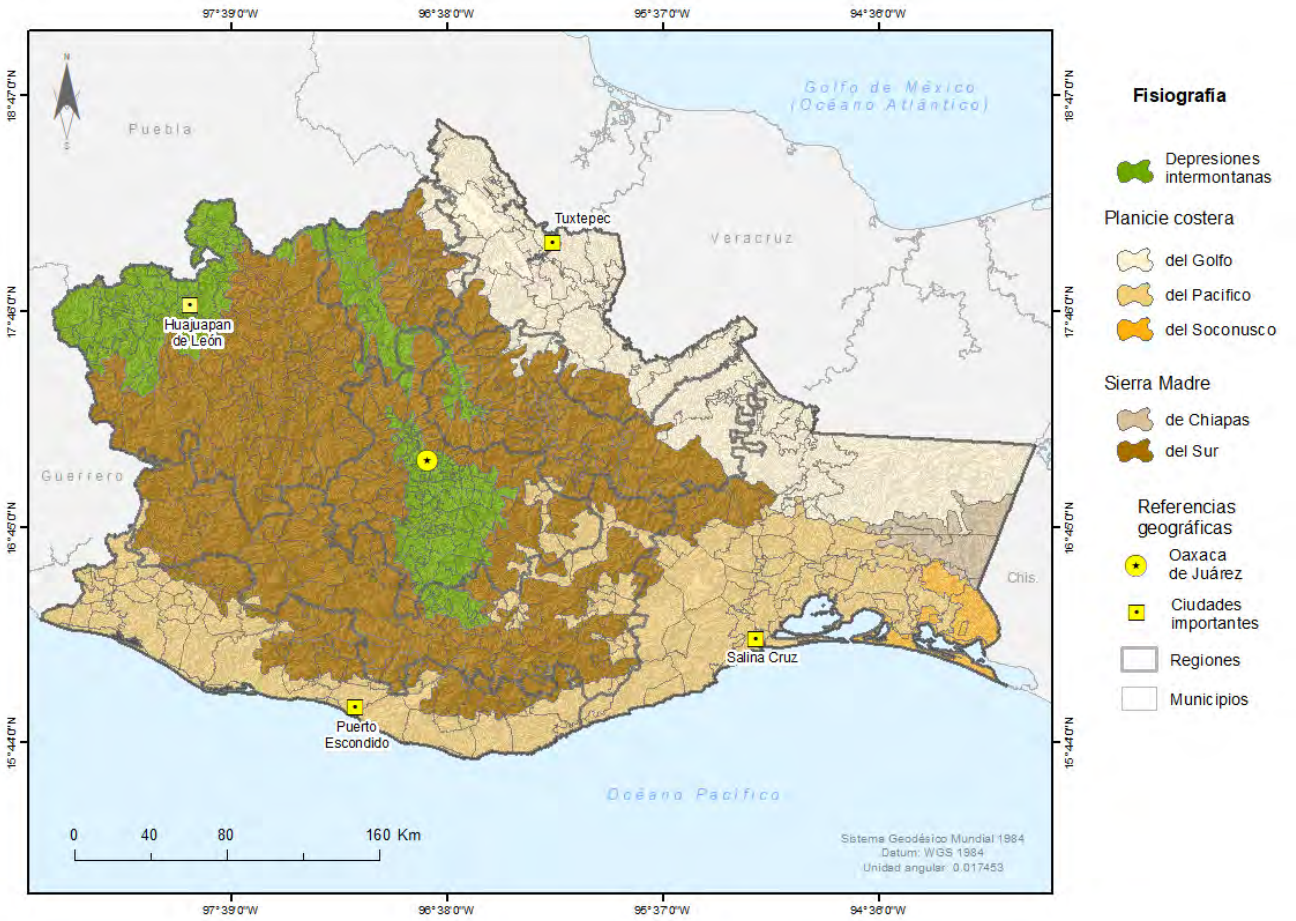


Figura 2. Fisiografía del estado de Oaxaca.

Fuente: Elaboración propia con base en Conabio (2017).

En la ***Figura 3*** se observa la altimetría del estado y se señalan las cuatro cuencas atmosféricas, donde, debido a las diferencias de altitud ligadas a la fisiografía, las plumas de contaminantes pueden verse "atrapadas", dependiendo de la velocidad del viento y las condiciones meteorológicas del momento.

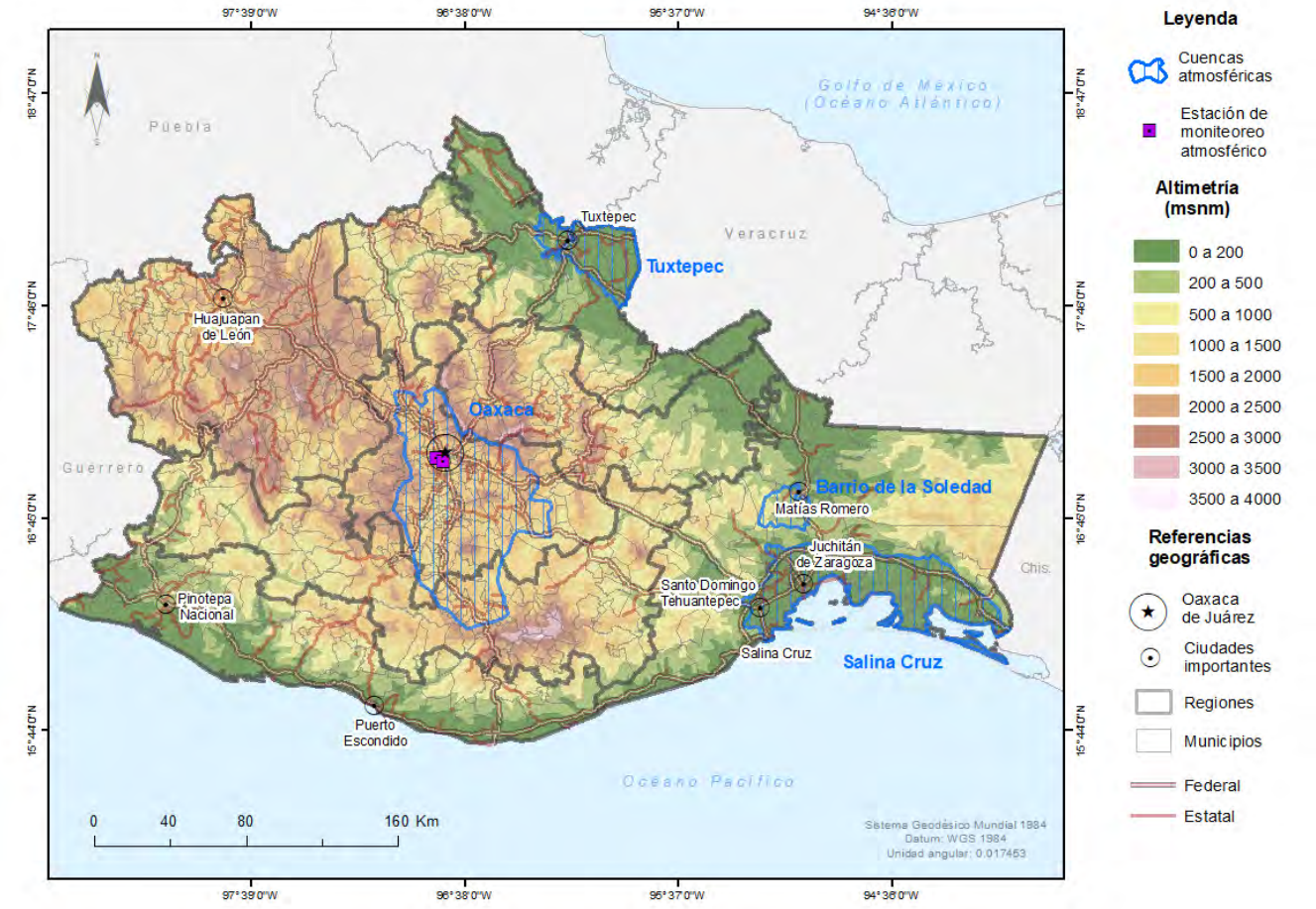


Figura 3. Altimetría y cuencas atmosféricas del estado de Oaxaca.

Fuente: Elaboración propia con base en Conabio (2017).

Los tres flujos eólicos predominantes que tienen influencia sobre Oaxaca son *(Schwarts, Scott, Haymes, Heimiller, & George, 2004):*

- Vientos de noreste a norte, de octubre a febrero (los de mayor fuerza)
- Vientos del este, de marzo a mayo (más débiles)
- Vientos alisios que soplan de manera relativamente constante de este a noreste, de junio a septiembre (más débiles)

Los vientos se canalizan con mayor fuerza en la región del Istmo, por su fisiografía. A bajas elevaciones, los vientos fuertes provienen del norte todo el año, mientras que, en lugares altos expuestos a vientos libres, provienen del noreste.

Los vientos terrestres y de brisa marina prevalecen en las **zonas de la costa del centro y oeste** del estado de Oaxaca. Las direcciones dominantes en el día son sur o suroeste, y en las noches domina la dirección del norte.

En las **cuencas y valles de las regiones centro y oeste,** las direcciones dominantes del viento dependen de la topografía local y las condiciones de estabilidad atmosférica. Los vientos son ligeros y variables, especialmente por la noche.

La ***Figura 4*** señala los vientos dominantes en cada cuenca atmosférica. Las velocidades más altas se encuentran en la zona de Salina Cruz; las más bajas, en la de Tuxtepec. La frecuencia se refiere a la dirección predominante. En la cuenca de la ciudad de Oaxaca predomina la dirección oeste a velocidades de entre 4 y 6 m/s. En Tuxtepec, predominan las direcciones norte, noreste, este y sureste en igual frecuencia a bajas velocidades. En Salina Cruz, se observa que la dirección más frecuente es noreste a velocidades mayores a 6 m/s.

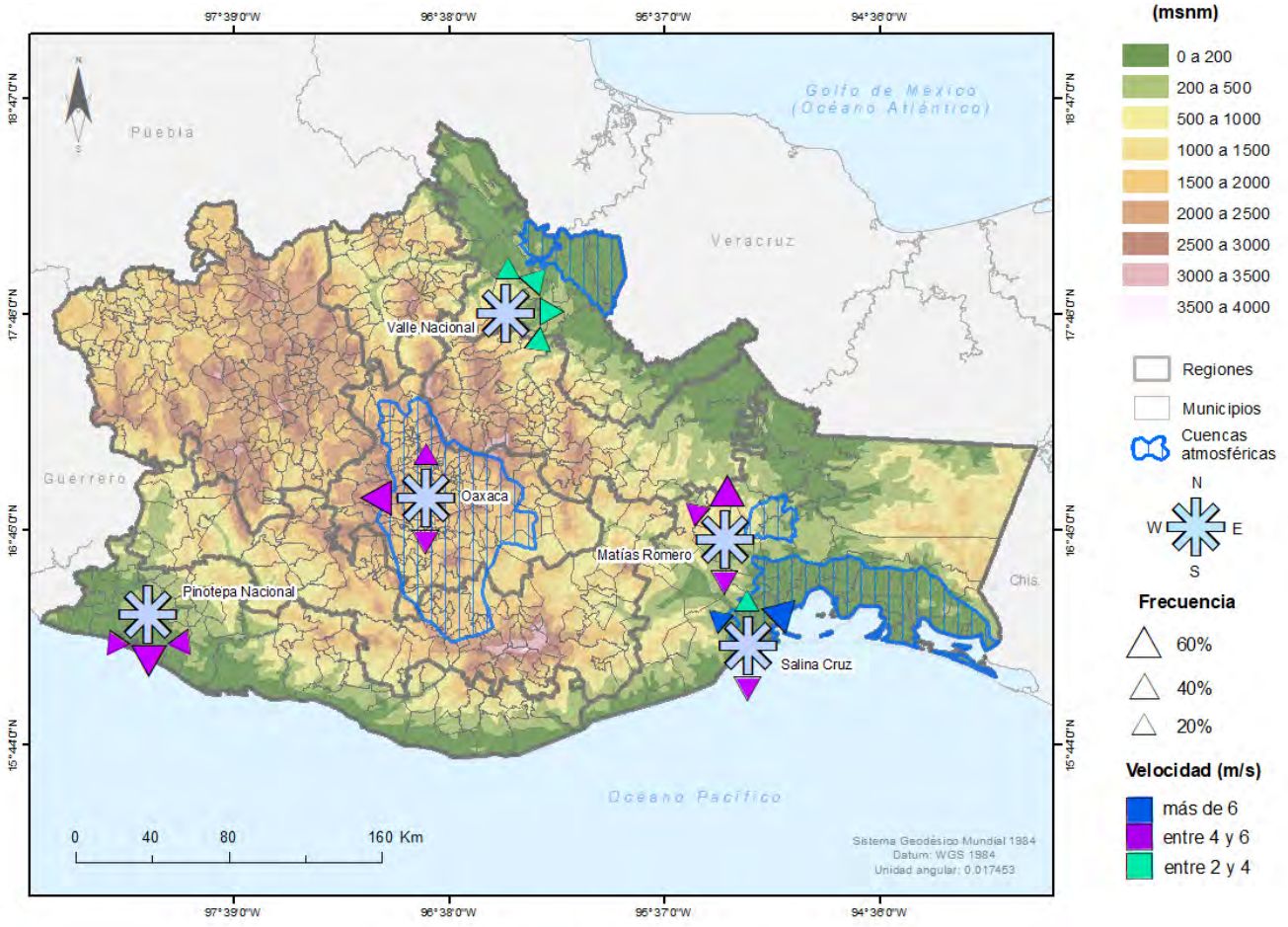


Figura 4. Dirección y velocidad de los vientos del estado de Oaxaca.

Fuente: Elaboración propia con base en el Atlas Nacional de México UNAM (2007).

1.2.2. Hidrografía

El sistema hidrográfico del Estado ***(Figura 5)*** es complicado, tanto por la gran cantidad de corrientes como por los diferentes nombres que se les atribuyen a éstas a lo largo de su recorrido. Su aprovechamiento está dirigido a la generación de energía y, únicamente en partes, a la agricultura. Estas corrientes están divididas en dos vertientes: la del Golfo y la del Pacífico *(INAFED, 2016)*.

La vertiente del Golfo comprende, principalmente, los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos, con sus respectivos afluentes. El río Papaloapan está formado por las corrientes de los ríos Grande y Salado. En la vertiente del Pacífico predomina el río de Tehuantepec, que desemboca en el Pacífico, al oriente de Salina Cruz, en la Bahía de la Ventosa.

De manera general, los principales ríos del estado de Oaxaca son: el Verde, Tonameca, de la Arena, Zimatlán, Tehuantepec, Perros, Chiapa, Papaloapan, Cajonos, de la Lana, Jaltepec, Coatzacoalcos y Encajonado *(INAFED, 2016)*.

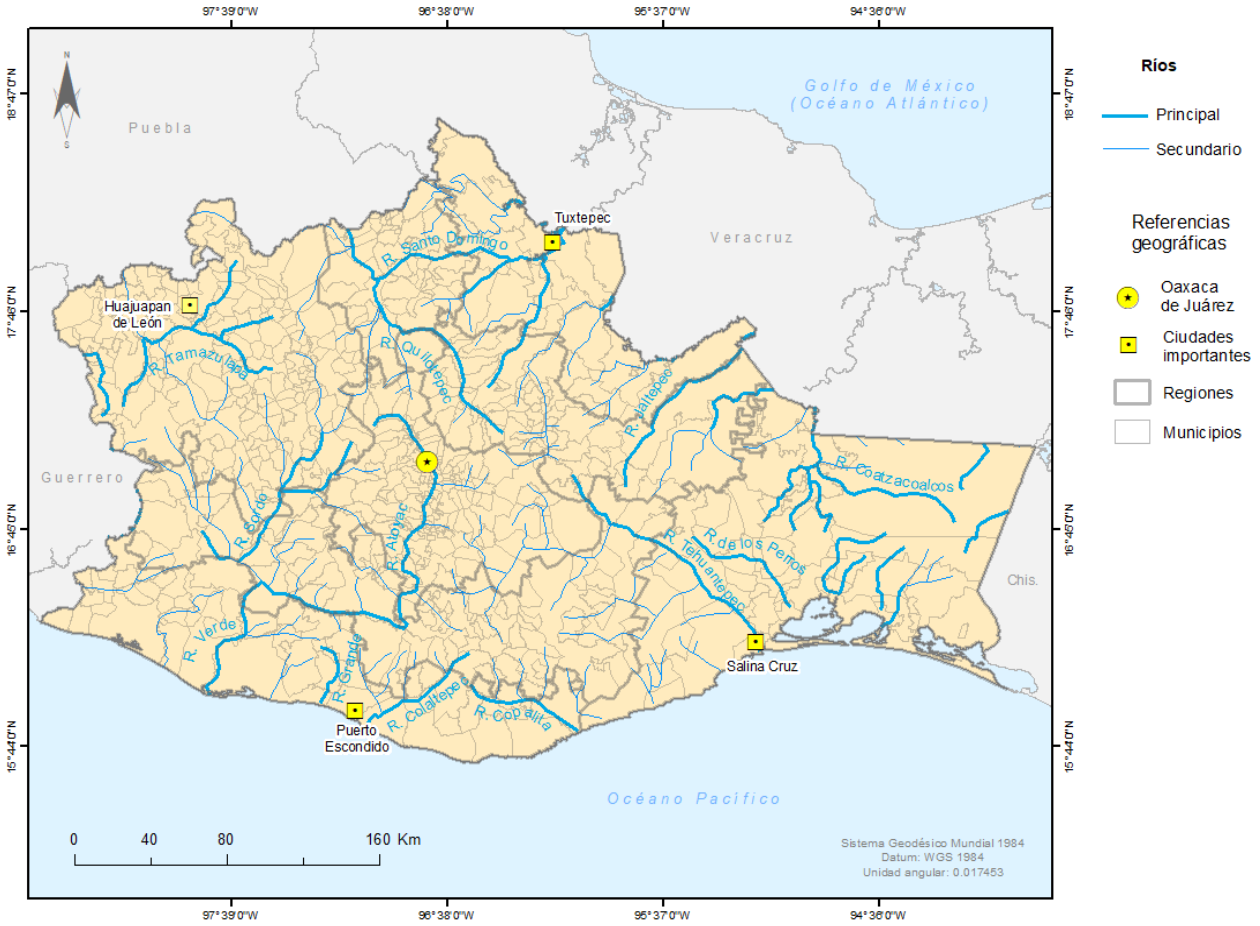


Figura 5. Hidrografía del estado de Oaxaca.

Fuente: Elaboración propia con base en Conabio (2017).

Al contar con un importante reservorio de recursos hídricos, cabe resaltar que Oaxaca es uno de los estados donde se realiza menos tratamiento de aguas residuales. "De los 1 628 municipios que no tienen servicio de saneamiento en México, el 27.7% se concentra en la entidad" *(Consejo Consultivo del Agua A.C., 2017).*

1.2.3. Clima

En el caso del clima ***(Figura 6),*** por la gran variedad de condiciones fisiográficas y de zonas térmicas, el estado de Oaxaca cuenta con doce estaciones meteorológicas. Al norte: Tuxtepec, Valle Nacional, Huajuapan de León y Asunción Nochixtlán; en el centro: Oaxaca, Tlaxiaco, Villa Alta, Ayutla Mixe y Totolapan; y en el sur: San Carlos Yautepec, Miahuatlán y Tehuantepec *(INEGI, 2017).*

El clima cálido subhúmedo con lluvias en verano predomina en toda la costa del Pacífico, y en las partes bajas del oriente del estado hay clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, mientras que, en las partes más altas, es semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Como se observa en el mapa, en la periferia del estado prevalecen climas cálidos, y en la parte central y hacia el noroeste, es templado. Finalmente, el clima seco es localizado: por ejemplo, al noroeste, en los límites con Puebla, y al suroeste de Salina Cruz. La temperatura promedio en el sur fluctúa entre 17.7°C y 28°C, según la temporada del año. La temperatura media en el estado (a excepción de la costa) es de 20.7°C.

En cuanto a los elementos que determinan el clima, la temperatura mínima media diaria en el estado va de 11 a 16°C, a lo largo del año. La máxima, de 23 a 28°C. La precipitación máxima se alcanza en junio y es de alrededor de 180 mm. La distribución temporal de la precipitación fluctúa en un promedio de 3627 mm a 480 mm, dependiendo de la región *(INAFED, 2016)*. En cuanto a la velocidad del viento, predominan las velocidades menores a 5 m/s, durante los meses de lluvia, y las que van entre 5 y 12 m/s, para el resto del año.

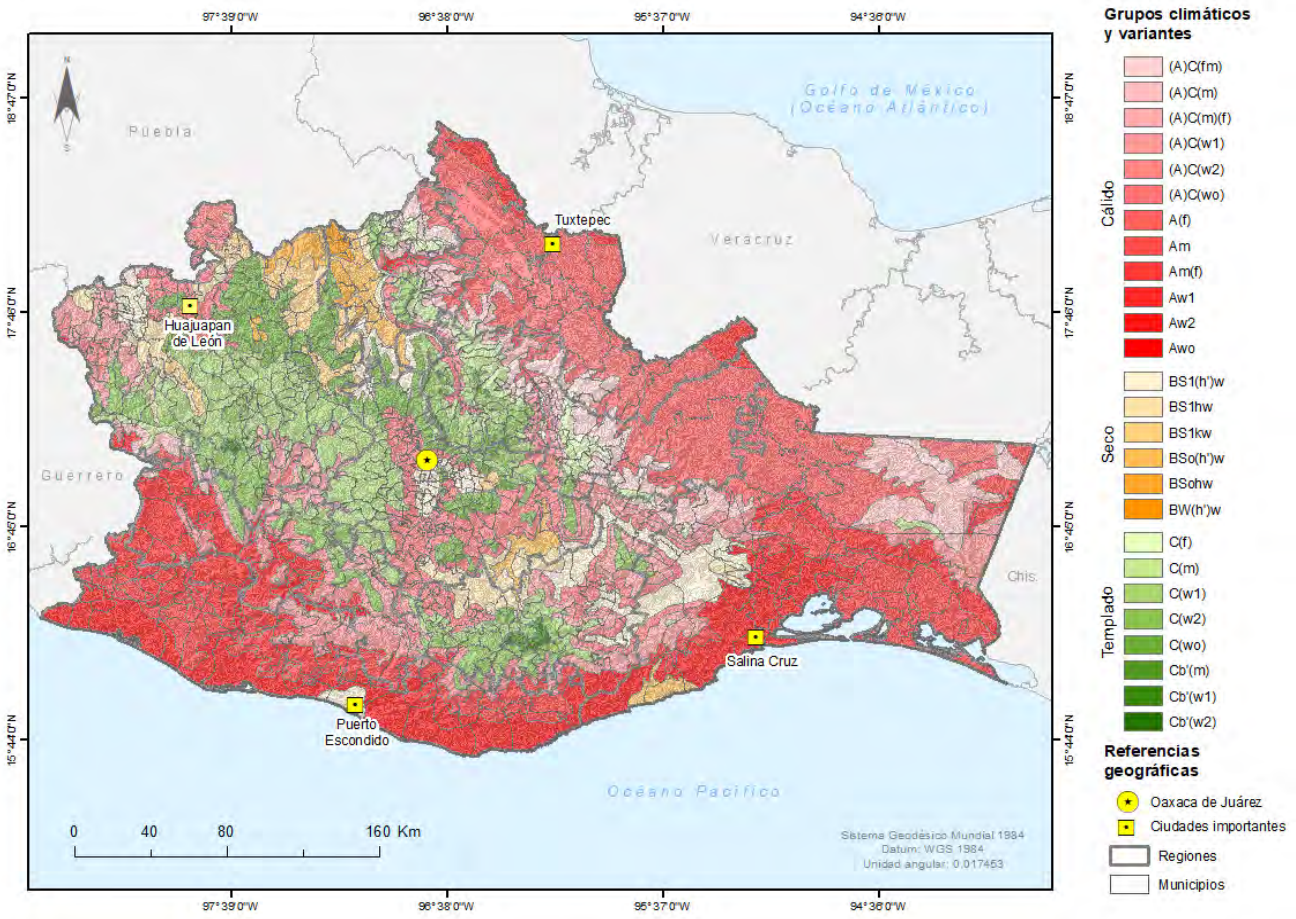


Figura 6. Clima del estado de Oaxaca.

Fuente: Elaboración propia con base en Conabio (2017).

1.2.4. Uso de suelo y vegetación

USOS DE SUELO

La vegetación secundaria representa alrededor de 40% del uso del suelo en Oaxaca. Enseguida prevalecen los usos para la producción agropecuaria, forestal y de conservación. Las zonas agrícolas ocupan alrededor de 16% de la superficie y los pastizales, 15%. Los bosques y las selvas ocupan juntos alrededor de 24%, mientras que las áreas urbanas cubren 0.4% de la superficie del estado. En contraste, en el municipio de Oaxaca de Juárez, el área urbana abarca casi 40% del suelo municipal. Como se aprecia en la Figura 7 (que muestra el uso de suelo en el estado), los usos de agricultura y pastizales prevalecen alrededor de las áreas urbanas. Así, las emisiones provenientes del tráfico vehicular y de la actividad industrial se suman a las emisiones de las actividades agropecuarias de los alrededores en las diferentes cuencas atmosféricas.

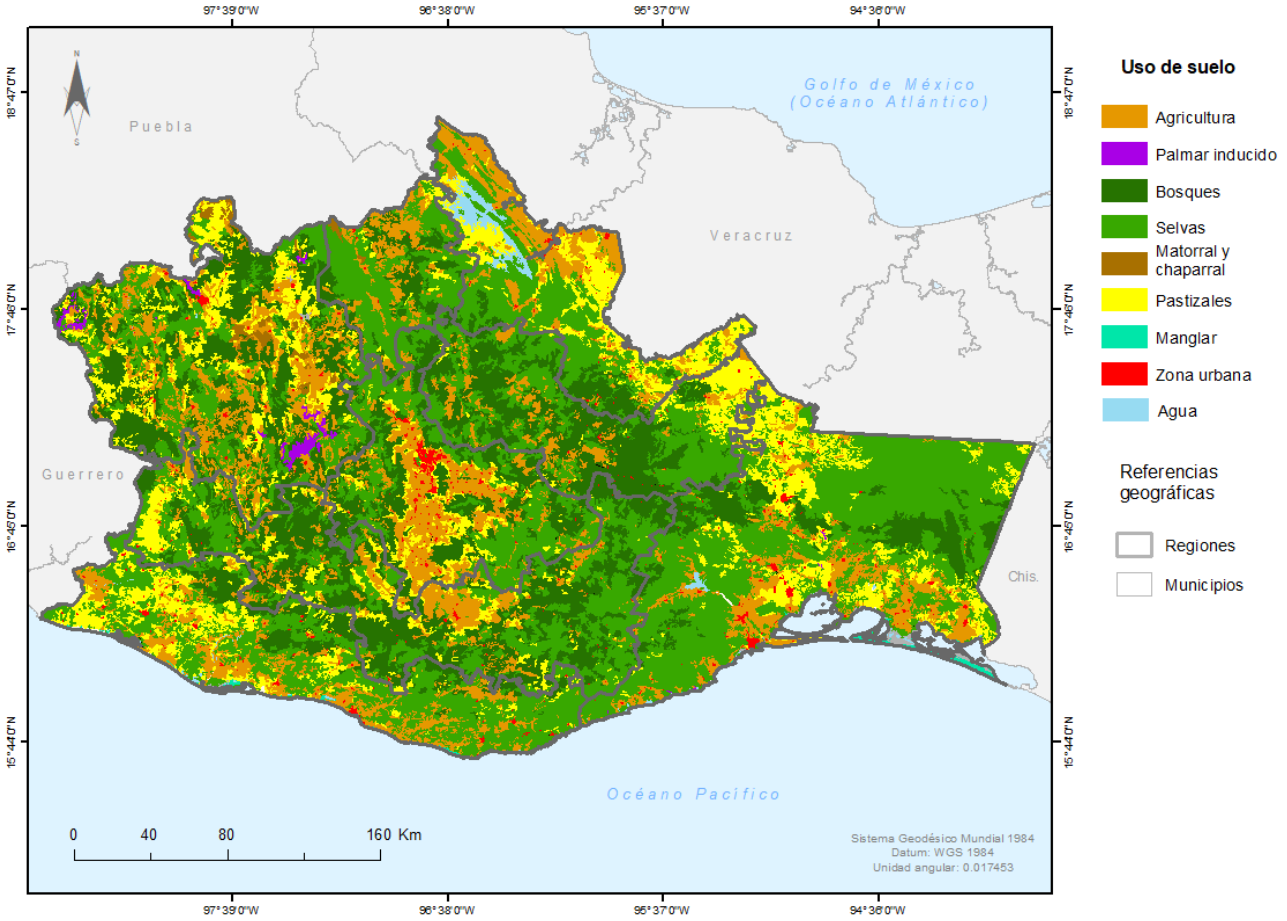


Figura 7. Uso del suelo.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2013). Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250 000.

La ***Figura 8*** muestra la distribución de la vegetación que determina directamente las emisiones biogénicas. En la zona centro, alrededor de la cuenca de la ciudad de Oaxaca, prevalecen la selva baja caducifolia y el bosque de encino, así como el bosque mixto. En la zona de Tuxtepec, prevalece la selva alta perenifolia. Hacia las cuencas de Salina Cruz y Barrio de la Soledad, prevalecen la selva baja caducifolia y la selva baja espinosa. Así, aunque las emisiones biogénicas son difíciles de controlar, sobre todo tratándose de vegetación natural en la periferia de las ciudades y las zonas agropecuarias, los compuestos orgánicos volátiles emitidos por los bosques y las selvas tienen influencia sobre la formación de ozono troposférico y aerosoles orgánicos secundarios. Por un lado, se prevé que el cambio climático exacerbe esta clase de emisiones y que ello propicie el incremento de emisiones de precursores del ozono troposférico. Por el otro, el ozono tiene efectos negativos sobre la vegetación natural y los cultivos alimentarios. En este sentido, es clave mitigar las emisiones antropogénicas de precursores del ozono.

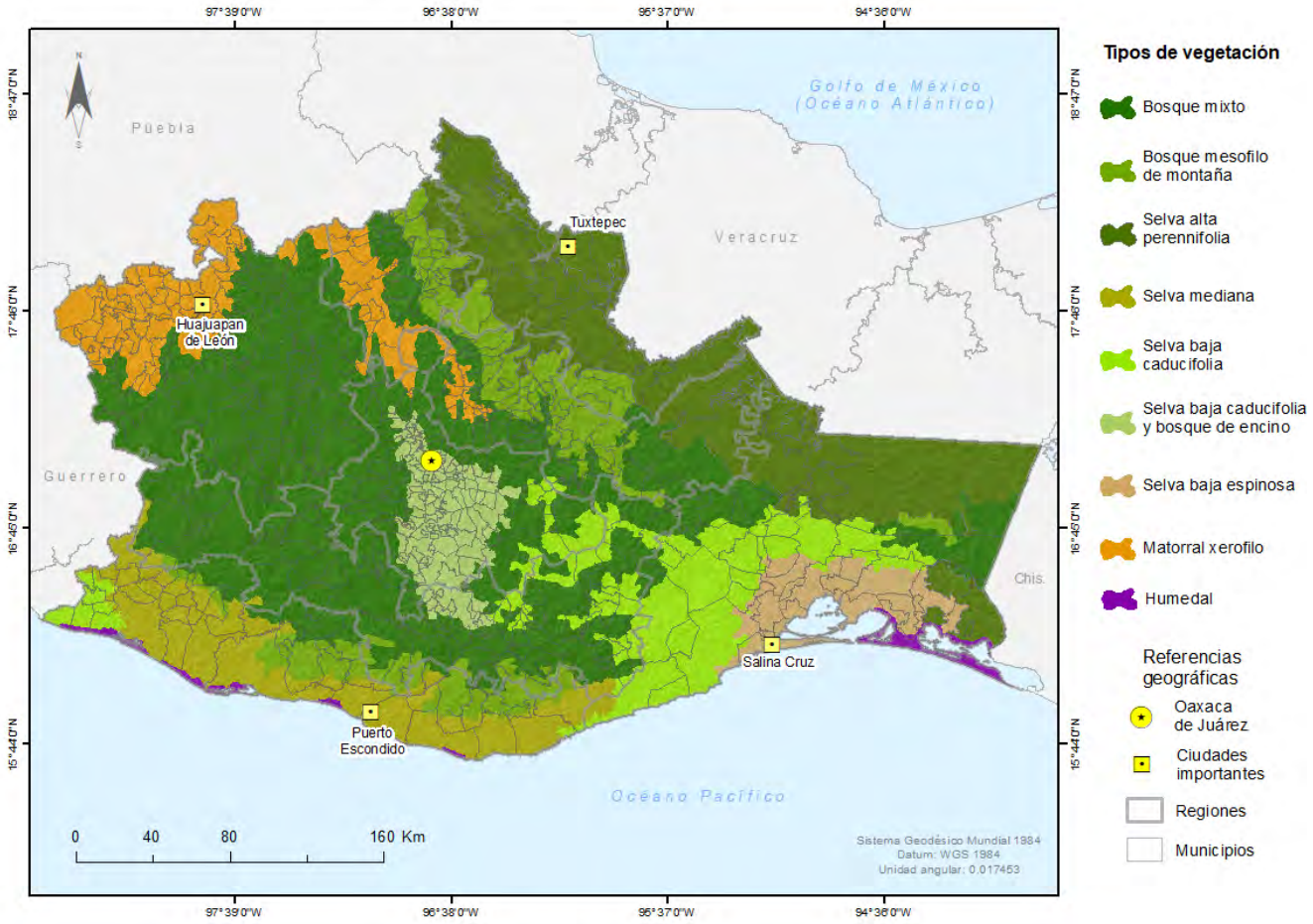


Figura 8. Vegetación.

Fuente: Elaboración propia con base en Conabio (2017).

En relación con el uso del suelo para agricultura y ganadería, conviene señalar su relevancia en la generación de emisiones de amoniaco, derivada de la aplicación de fertilizantes, así como la generación de partículas por los movimientos de ganado, las operaciones de maquinaria agrícola y las quemas de cultivos. La aplicación de plaguicidas y herbicidas también contribuye a las emisiones de compuestos orgánicos volátiles. Así, la zona de la cuenca de Tuxtepec resalta por su actividad agropecuaria con agricultura de temporal, como se observa en la ***Figura 9,*** y en las cuencas de la ciudad de Oaxaca y Salina Cruz, hay más presencia de agricultura de riego. Por las características del estado, de gran agrobiodiversidad y con presencia de grupos indígenas, el sector presenta un potencial especial para adoptar prácticas de producción de alimentos que regeneren tanto recursos humanos como tejido social.

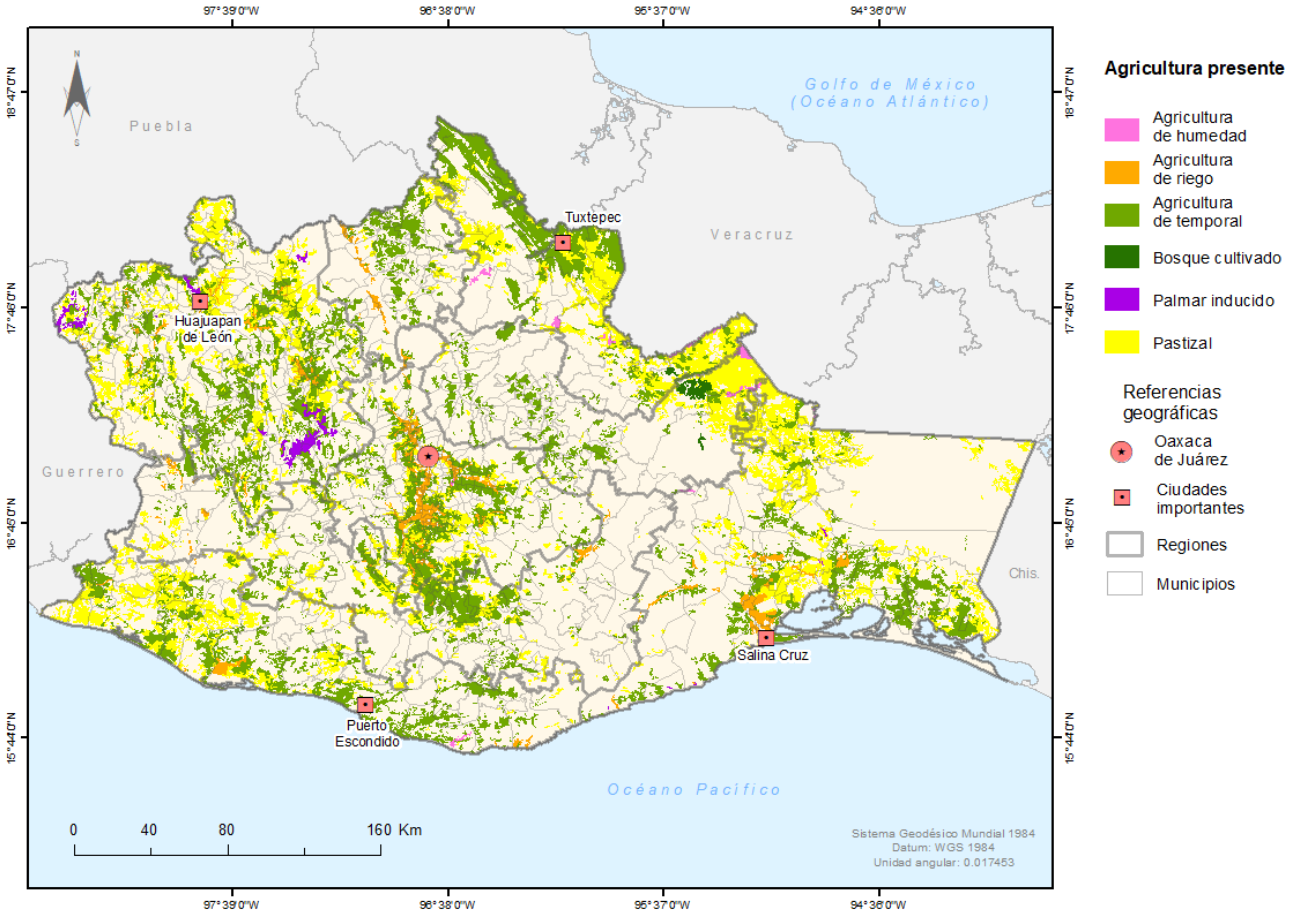


Figura 9. Uso de suelo por tipo de agricultura.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2013). Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250 000.

EDAFOLOGÍA

En Oaxaca hay una gran diversidad de suelos: predominan el vertisol, caracterizado por pertenecer a grietas anchas y profundas en época de sequía; el acrisol, que se encuentra en zonas tropicales o templadas y muy lluviosas; el luvisol crómico, con un enriquecimiento de arcilla muy alto y colores rojos o amarillentos; el luvisol pélico, donde abundan los suelos negros y gris oscuro, de alta susceptibilidad a la erosión; y los regosoles, con escasa vocación agrícola, aunque su uso depende de su profundidad y fertilidad *(INAFED, 2016)*.

En general, la fertilidad de los suelos del estado se clasifica como moderada. Y en el caso de algunos tipos de suelos, como los acrisoles predominantes en casi una cuarta parte de la superficie, la calidad para fines agrícolas es baja, por la pérdida de sus constituyentes o por su cercanía al nivel freático y la presencia de sales. Con el paso del tiempo y las prácticas agropecuarias predominantes, la degradación de los suelos en el estado, tal como en el resto del mundo, se ha convertido en un fenómeno preocupante.

EROSIÓN

La erosión se define como el desgaste producido en la superficie del suelo por la acción del viento y la lluvia, y su proceso se acelera por la forma en que se aprovechan los suelos. El 64% de éstos presentaban algún grado de erosión en 2012: 9% era erosión apreciable (fuerte y extrema) y 55%, erosión leve o moderada. Las causas de la degradación en Oaxaca se originan en primer lugar por las actividades agropecuarias (25%) y en segundo, por la deforestación y sobreexplotación de la vegetación (12%) (Bolaños González, y otros, 2016). Los tipos de erosión descritos se presentan en la ***Figura 10.***

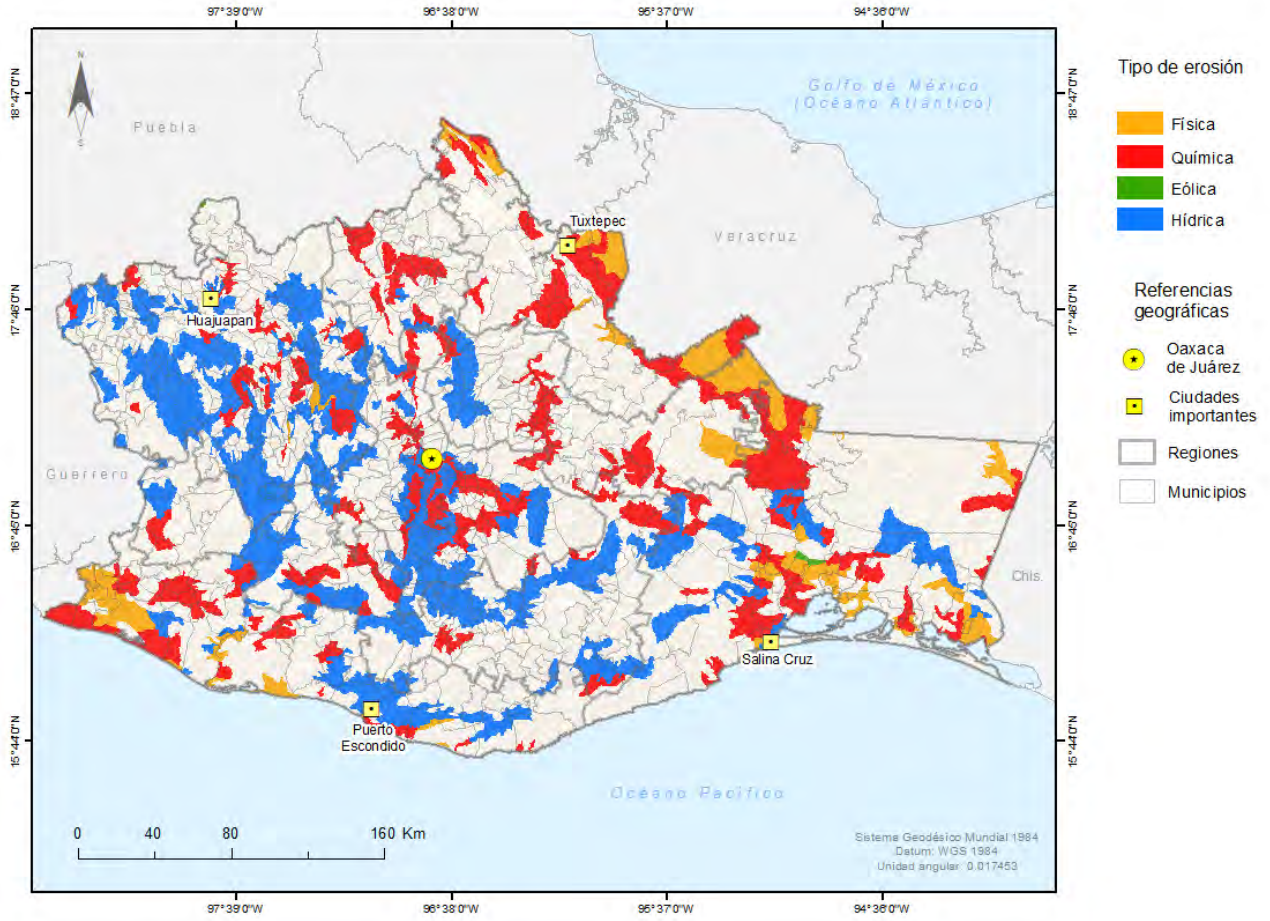


Figura 9. Uso de suelo por tipo de agricultura.

Fuente: Elaboración propia con base en Conabio (2017).

La erosión eólica, que es la menos frecuente, resulta apenas visible en el mapa en la zona de la cuenca atmosférica de Salina Cruz, donde, como se mencionó, se registran los vientos más veloces presentes en el estado. En las zonas de las dos cuencas atmosféricas, de Salina Cruz y de Tuxtepec, prevalece la erosión física y química consistente con prácticas agropecuarias de uso intensivo de agroquímicos, labranza intensa y quema de cultivos.

En una escala de 0 a 1 sobre el grado de calidad de diferentes elementos de análisis del suelo, Oaxaca calificó con 0.7, sólo por encima de Baja California, Baja California Sur y el Estado de México. Asimismo, la concentración de materia orgánica en sus suelos es baja: alrededor de 3%, medida a 30 cm de profundidad *(FAO-Sagarpa, 2012)*. De lo anterior se puede afirmar que las partículas de la erosión de los suelos están contribuyendo al estado de la calidad del aire, aunque no se pueda reflejar con alta certidumbre en el inventario de emisiones (dada la falta de datos de actividad sobre las prácticas agropecuarias). El que los suelos se estén erosionando no sólo afecta la calidad del aire y el suelo; implica que los recursos naturales del estado se están degradando en lugar de ser aprovechados en acciones de mitigación y adaptación ante el cambio climático (a través de aumento de materia orgánica y cobertura en los suelos).

1.2.5. Biodiversidad

El estado de Oaxaca es el más biodiverso de México. Su compleja topografía, geología y climatología han determinado un gran número de suelos y tipos de vegetación y, por tanto, un alto porcentaje de especies de plantas y animales. En el Istmo de Tehuantepec sobreviven los bosques y las selvas tropicales húmedas más importantes del país por su biodiversidad y extensión conservada *(Berumen Barbosa, 2003)*.

En Oaxaca hay 8 431 especies de plantas vasculares de las 22,350 especies de plantas conocidas en México y 1 431 especies de vertebrados terrestres *(DIGEPO, 2016a)*. Además, el estado alberga 40% del total de especies de mamíferos, 63% de las aves, 35% de los anfibios, 26% de los reptiles y 23% de los peces dulceacuícolas del país *(PMD, 2017)*. Se estima que 2 800 especies de plantas son utilizadas en Oaxaca para alimentación, remedios medicinales y fabricación de artículos, de las cuales, 40% tienen más de un uso. De las 808 especies de reptiles registradas a nivel nacional, 245 se encuentran en el estado *(DIGEPO, 2016a)*.

1.2.6. Áreas naturales protegidas

El estado de Oaxaca cuenta con ocho áreas naturales protegidas federales y seis estatales, y es pionero en la conservación voluntaria, ocupando el primer lugar a nivel nacional, con 89 áreas certificadas. Esto comprende 106 289.11 hectáreas conservadas por iniciativa de sus propietarios, esfuerzos entre los que destacan los grupos étnicos chinantecos y zapotecos del Istmo y la Chinantla *(DIGEPO, 2016a)*.

En la ***Figura 11*** se presentan las áreas naturales protegidas federales. Como puede verse, ninguna está cerca de las cuencas atmosféricas del estado. Sin embargo, parte de la protección a estas áreas implica ser conscientes de que, tanto la vegetación como los animales de estas zonas, igual que la población humana, se ven afectado por los contaminantes atmosféricos.

Los parques nacionales Huatulco y Lagunas de Chacahua, así como Escobilla, son reconocidas como Región Marina Prioritaria. En la zona de Lagunas de Chacahua, que fue la primera área natural creada

en México (decretada en 1937) están registradas 280 especies de invertebrados, 12 de anfibios, 26 de reptiles, 175 de aves sujetas a protección especial y 67 de mamíferos. Entre ellas, destacan el oso hormiguero arborícola, o brazo fuerte *Tamandua mexicana,* y la musaraña Megasorex gigas, designadas como especies amenazadas.

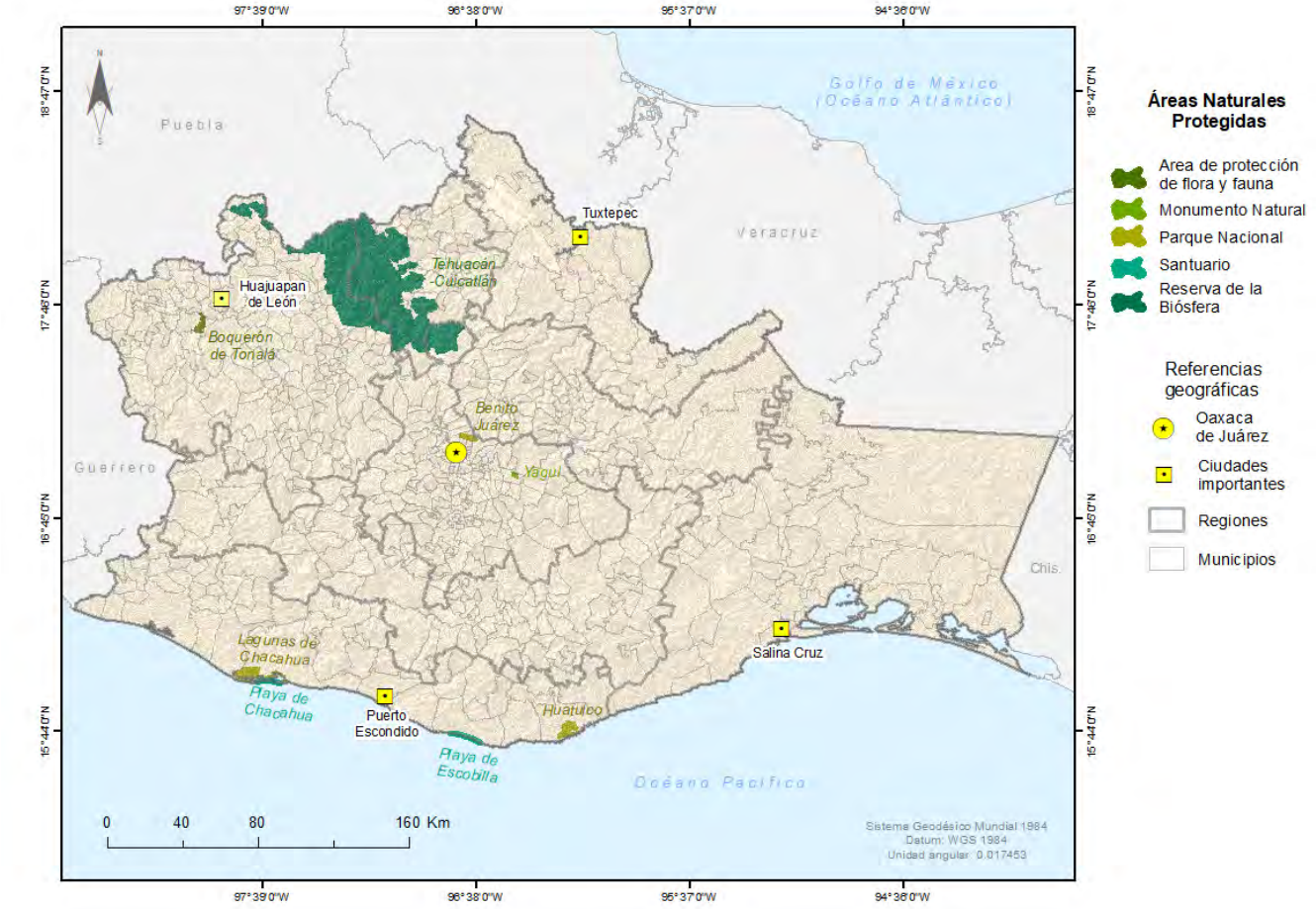


Figura 11. Áreas Naturales Protegidas de Oaxaca.

Fuente: Elaboración propia con base en Conabio (2017). Áreas Naturales Protegidas Federales de México.

1.2.7. Cuencas atmosféricas

Una cuenca atmosférica, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, se define como un espacio geográfico parcial o totalmente delimitado por elevaciones montañosas u otros atributos naturales, con características meteorológicas y climáticas afines, donde la calidad del aire a nivel estacional está influenciada por las fuentes de emisión antropogénicas y naturales en el interior de la misma y, en ciertos casos, por el transporte de contaminantes provenientes de otras cuencas atmosféricas.

En el estado de Oaxaca se han definido cuatro cuencas atmosféricas *(CMM, 2011),* como se mencionó al inicio del capítulo. Éstas son: Tuxtepec, Barrio de la Soledad, Salina Cruz y ZMCO ***(Figura 3).*** Las características de cada una se resumen a continuación, en la ***Tabla 1.***

Tabla 1. Características de las cuencas atmosféricas del estado de Oaxaca.

Características	Oaxaca de Juárez	Tuxtepec	Barrio de la Soledad	Salina Cruz
Tipo	Cerrada	Semi cerrada	Semi cerrada	Cerrada
Superficie	5892 km²	1291 km²	420 km²	4296 km²
Gradiente entre el nivel medio del valle y los puntos más elevados	650m	200m	75m	550m
T° media anual	22°C	25.3°C	26.5°C	28.7°C
Población	511 642 habitantes	205 395 habitantes	39 952 habitantes	415 677 habitantes
Principales características meteorológicas	El 90% de los vientos viene del noroeste todo el año; la velocidad del viento va de 2 a 4 m/s y la calma es igual a 5.	Prácticamente 0% de los vientos viene del este y suroeste; la velocidad del viento va de 4 a 6 m/s y la calma es igual a 2.	El 70% de los vientos viene del noroeste; la velocidad del viento es 8 m/s en promedio. Durante el invierno, los vientos aumentan tanto en intensidad como en velocidad.	El 70% de los vientos viene del noroeste; la velocidad del viento es 8 m/s en promedio. Durante el invierno, los vientos aumentan tanto en intensidad como en velocidad. La calma es igual a 7.

Fuente: Elaboración propia con base en propuesta de cuencas atmosféricas, (CMM, 2011).

Cada cuenca tiene características específicas que reflejan la presencia de contaminantes que afectan la calidad del aire. Éstos dependen, en gran medida, del desarrollo de cada región.

Las cuencas de Oaxaca de Juárez y Tuxtepec se ven afectadas por el parque vehicular, mientras que las fuentes móviles son la segunda fuente generadora de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno. Por su parte, en la cuenca de Salina Cruz prevalecen actividades industriales y otras fuentes fijas que generan bióxido de azufre. En todo el estado, la quema de biomasa de actividades agrícolas y el uso de leña para calefacción y preparación de alimentos emiten partículas y carbono negro. Además, la fabricación de ladrillo también representa emisiones relevantes en las cuencas de Oaxaca de Juárez y Barrio de la Soledad.

Hasta 2018, la única cuenca donde se realiza monitoreo atmosférico es la de Oaxaca de Juárez. El municipio con el mismo nombre cuenta con dos estaciones, las cuales conforman la red de monitoreo de la ZMCO *(Semaedeso, 2015)*.

1.3. Aspectos socioeconómicos

1.3.1. Demografía

En 2015, Oaxaca ocupaba el décimo lugar a nivel nacional en cuanto al número de habitantes: 3.97 millones, o 3.3% de la población en México *(INEGI, 2016a)*. Y, de acuerdo con las proyecciones de CONAPO, la población en 2018 asciende a 4.08 millones de personas.

POBLACIÓN Y DISTRIBUCIÓN

Por cada 100 mujeres hay 91 hombres. Y la edad media de la población es 26 años, con una mediana de 27. A ello hay que sumar que, por cada 100 personas en edad productiva, hay en el estado 62 en edad de dependencia *(INEGI, 2016a)*. Destaca que 32% de los habitantes de tres años en adelante son hablantes de alguna lengua indígena, cuando el indicador nacional es apenas 7%. Además, 65.7% de la población se considera indígena y 5%, afrodescendiente. El grado promedio de escolaridad es primero de secundaria *(INEGI, 2016a)*.

A nivel geográfico, la población de Oaxaca se distribuye en 570 municipios. Los más poblados son los que están dentro de alguna de las cuencas atmosféricas del estado, como se observa en la ***Figura 12***, que muestra la población total por municipio. Resaltan Tuxtepec, la ciudad de Oaxaca, la zona de Salina Cruz, Huajuapan y Santiago Pinotepa Nacional, al suroeste.

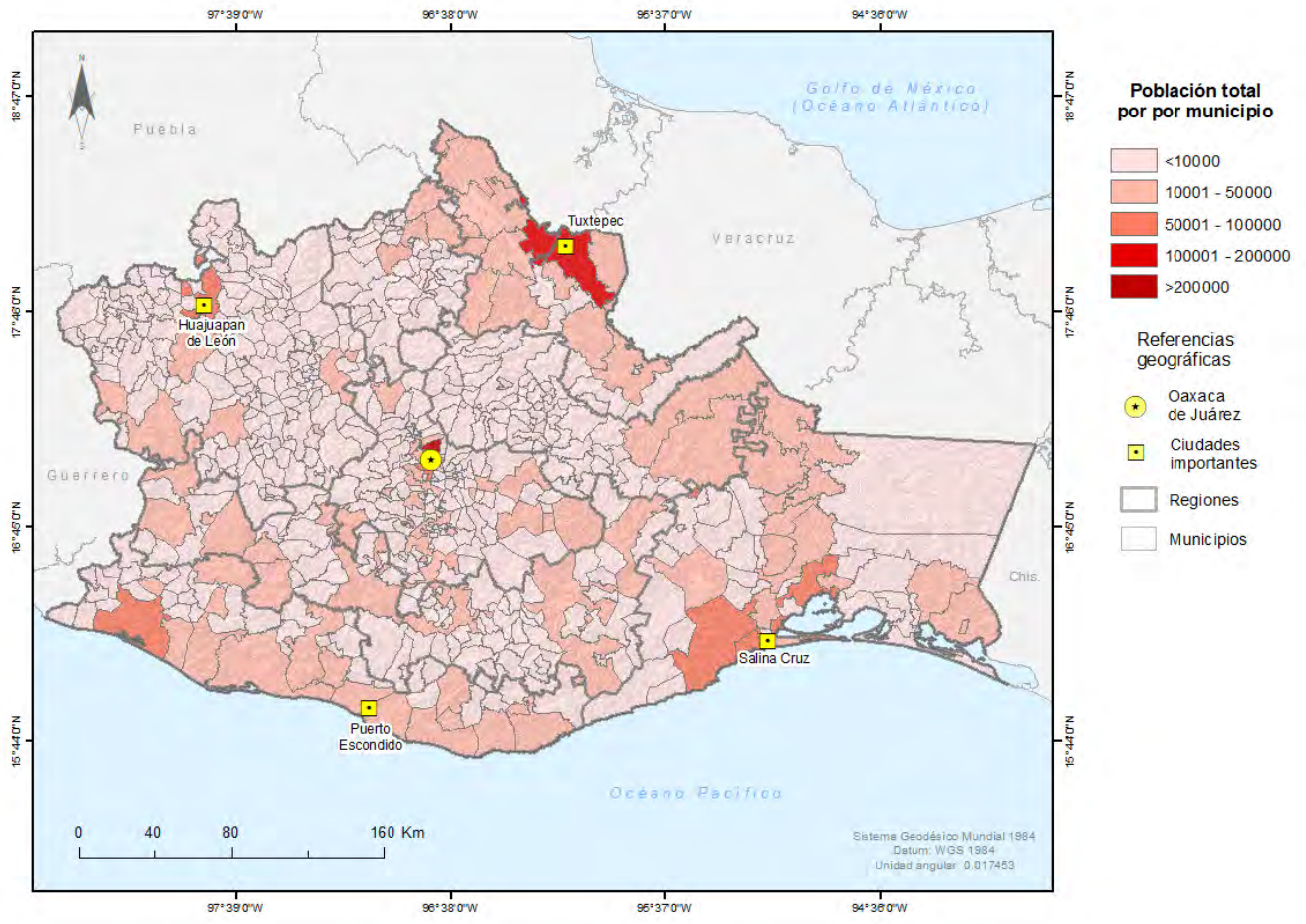


Figura 12. Población por municipio.

Fuente: Elaboración propia con base en CONAPO (2018a).

La población económicamente activa está formada por 58% de los habitantes: 60% hombres y 40% mujeres. El 21% de las personas ocupadas se ubica en el municipio de Oaxaca de Juárez. La población ocupada en comercio y servicios comprende alrededor de 49%. Destacan las zonas de Salina Cruz, Barrio de la Soledad, Tuxtepec y la ZMCO.

La ***Figura 13*** representa lo descrito anteriormente. La concentración de población ocupada en actividades secundarias coindice con los municipios más poblados, pero también sobresale Puerto Escondido, debido a su actividad turística, lo mismo que San Pedro Pochutla, Mazunte y Puerto Ángel.

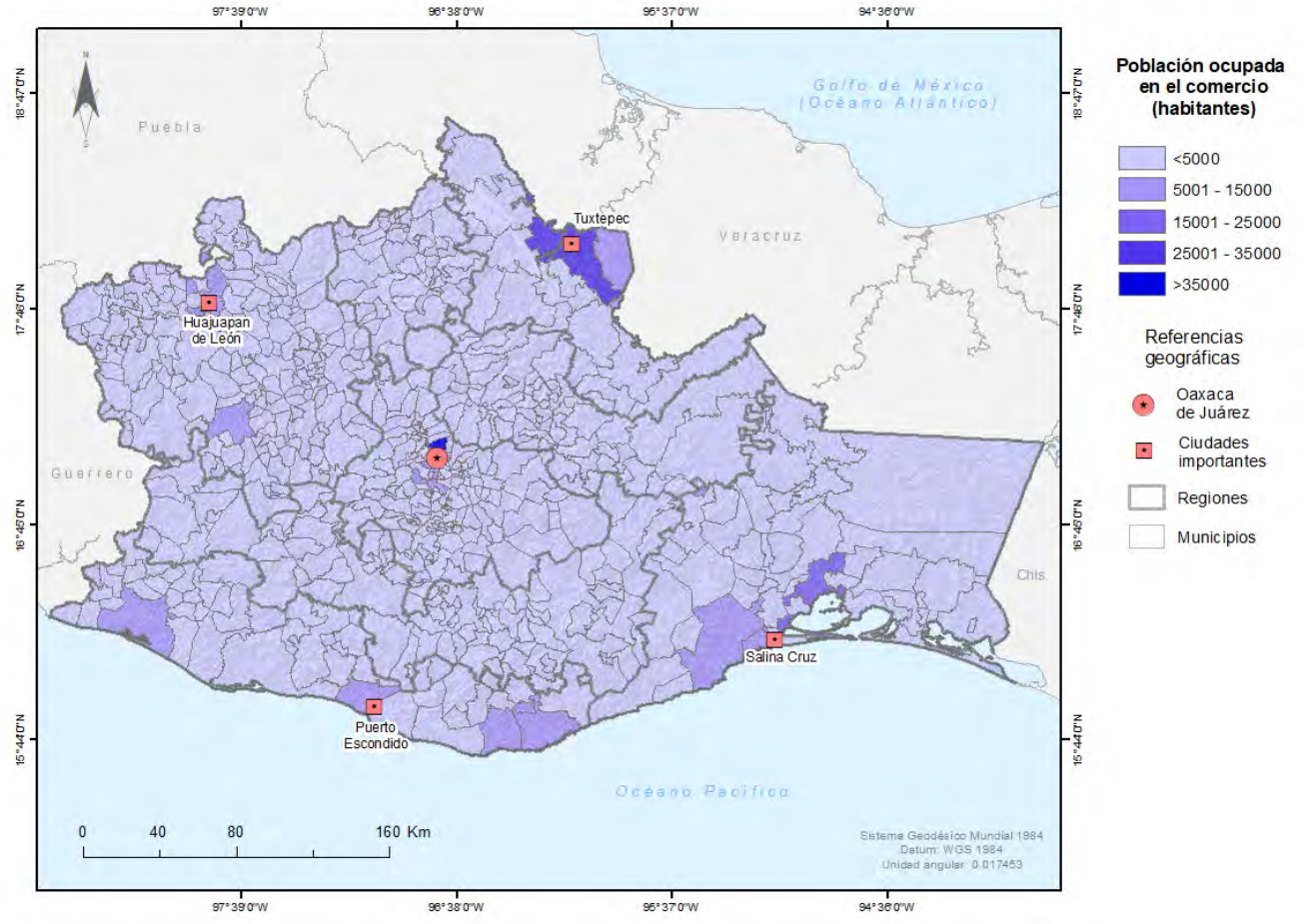


Figura 13. Población ocupada en actividades secundarias.

Fuente: Elaboración propia con base en CONAPO (2018a).

En relación con la población ocupada en el sector agropecuario ***(Figura 14)***, sobresalen los municipios Tuxtepec, Vicente Camalote y San Pedro Tututepec. El primero resulta especialmente importante por la producción de caña. Cabe señalar, además, que la población ocupada en la agricultura, cría de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza comprende alrededor de 32% *(INEGI, 2016a)*.

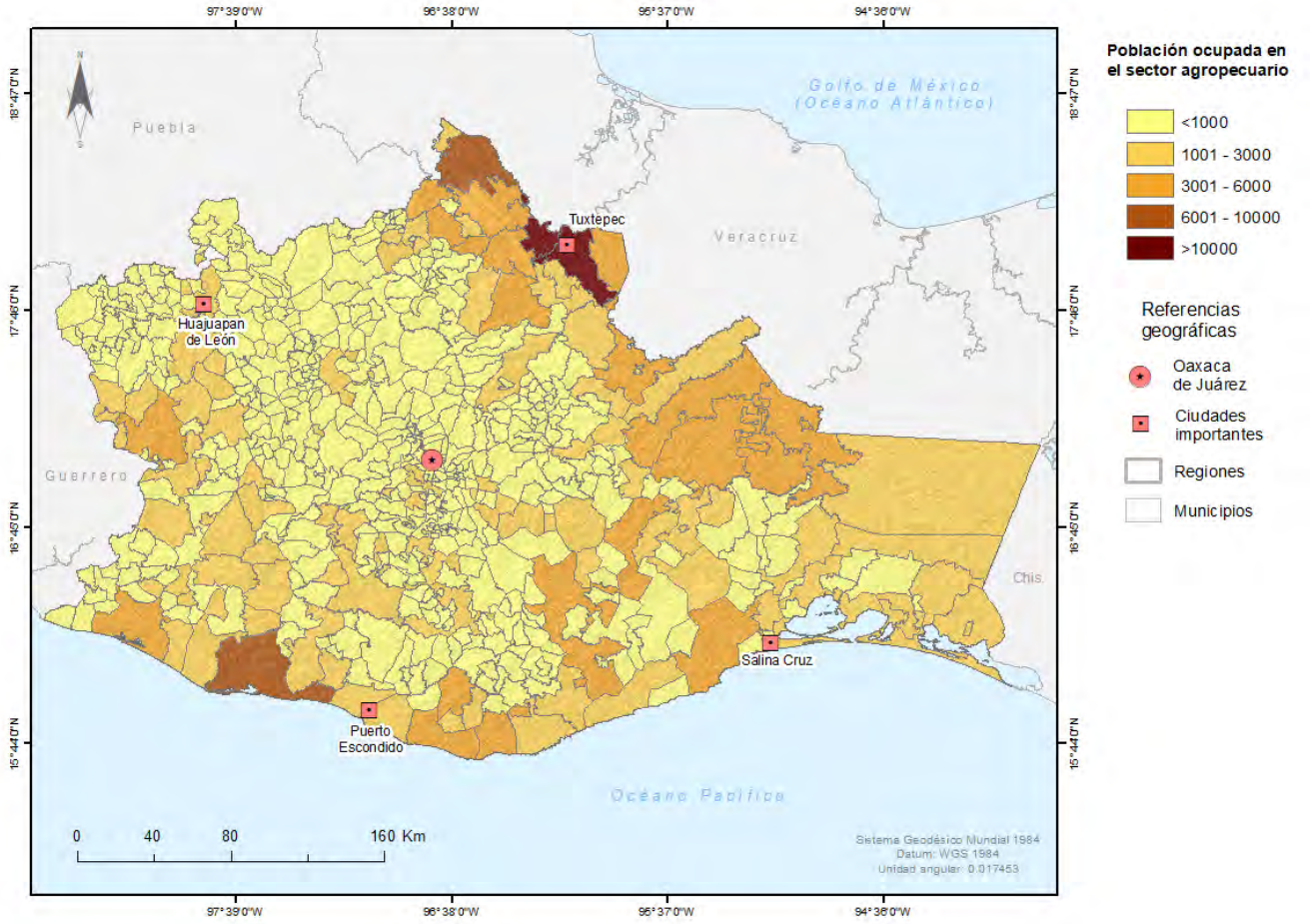


Figura 14. Población ocupada en el sector primario.

Fuente: Elaboración propia con base en CONAPO (2018a).

En lo que respecta a la industria, hay alrededor de 19% de la población ocupada en ese sector y el municipio de Salina Cruz sobresale por la generación de riqueza económica *(INEGI, 2016a)*. Además, como puede verse en la ***Figura 15,*** la concentración de la población ocupada en este sector coincide en gran medida con la población total por municipio.

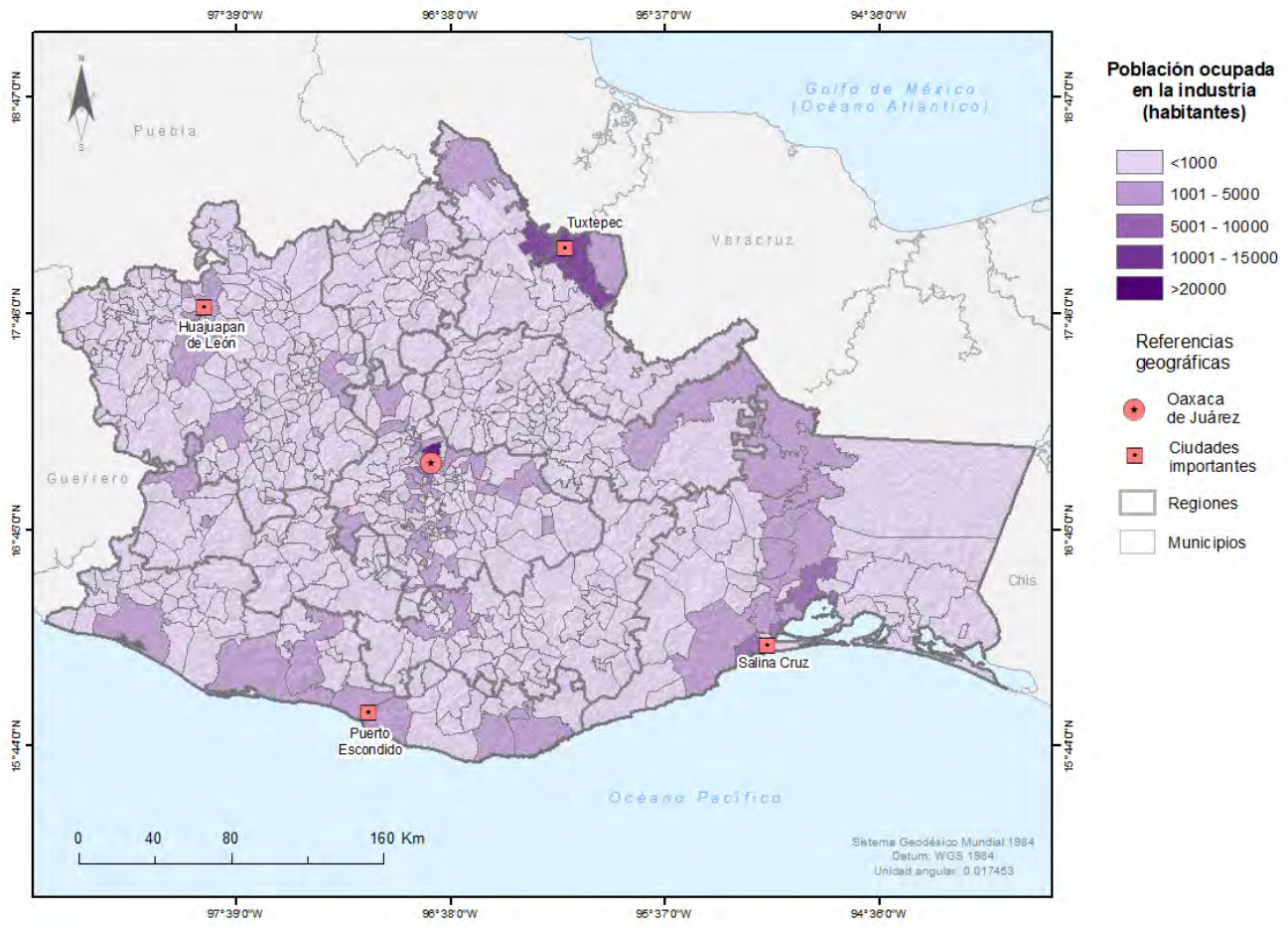


Figura 15. Población ocupada en la industria.

Fuente: Elaboración propia con base en CONAPO (2018a).

DINÁMICA DE LA POBLACIÓN

La tasa bruta de natalidad en Oaxaca ha disminuido considerablemente (de 29 000 a 19 000) desde 1990. Sin embargo, aún se encuentra por encima del promedio nacional, que ha seguido la misma tendencia. Nacen alrededor de 80 000 personas cada año y mueren cerca de 110 000 *(CONAPO, 2018a)* y, de acuerdo con las proyecciones de crecimiento poblacional, entre 2018 y 2030 en el estado:

- La población de 0 a 14 años decrecerá entre 3 y 4%.
- La población de 15 a 29 se mantendrá constante hasta 2023, pero decrecerá alrededor de 6% hacia 2030.
- La población de 30 a 44 años aumentará entre 6 y 10%, hacia 2030.
- La población de 45 a 64 años aumentará alrededor de 6%, hacia 2030.
- La población mayor a 65 aumentará alrededor de 7%, hacia 2030.

Y hay que añadir que Oaxaca ocupaba ya en 2016 el quinto lugar en el proceso de envejecimiento poblacional de México, de acuerdo con la Dirección General de Población de Oaxaca (DIGEPO, 2016b), lo cual es relevante en el diseño de la estrategia de comunicación del Proaire 2019-2028.

En relación con la dinámica poblacional, también es relevante hacer énfasis en el fenómeno de migración: el número de emigrantes internacionales del estado es de alrededor de 160,000 personas, y es el segundo estado con mayor pobreza extrema, después de Chiapas (Moy, 2016). Este grado de marginación es un detonante para la migración. Además, Oaxaca es la sexta entidad en cuanto a recepción de remesas: en 2013, éstas representaban el tercer ingreso más importante, solo después del turismo y la producción de café. Así, el grado de intensidad migratoria en Oaxaca es muy alto. En 2010, ya una tercera parte de sus municipios presentaba importante presencia de migración hacia Estados Unidos, principalmente de las regiones de la Mixteca y Valles Centrales *(DIGEPO, 2012)*.

Cabe resaltar que la pobreza no es la única causa de la migración, el cual es un fenómeno multidimensional. La migración es vista como una forma de huir de la pobreza, sin embargo, "no son los más pobres los que salen de sus comunidades, sino aquellos con algunos recursos" (Alvarado Juárez, 2008). El Proaire 2019-2028, además de ser un programa de atención al ambiente y a la salud humana, tiene el potencial de detonar, a manera de cobeneficios, fuentes de trabajo y aumentos de ingreso a través de medidas de reducción de emisiones.

ACCESO A INFRAESTRUCTURA DEL SECTOR SALUD

De los habitantes de la entidad federativa, 81% está afiliado a algún servicio de salud: 64%, al seguro popular; 12%, al IMSS; y el resto, a otras instituciones *(INEGI, 2016a)*.

En el estado hay 2484 establecimientos de atención a la salud, distribuidos como se muestra en la Figura 16. Se clasifican en establecimientos de apoyo, de asistencia social, de hospitalización y de consulta externa. Prácticamente, se cuenta con infraestructura de atención a la salud en todos los municipios más poblados. Tener presente esta red es importante para la implementación de las acciones de comunicación de la calidad del aire, de las acciones de reducción de emisiones y del monitoreo epidemiológico asociado.

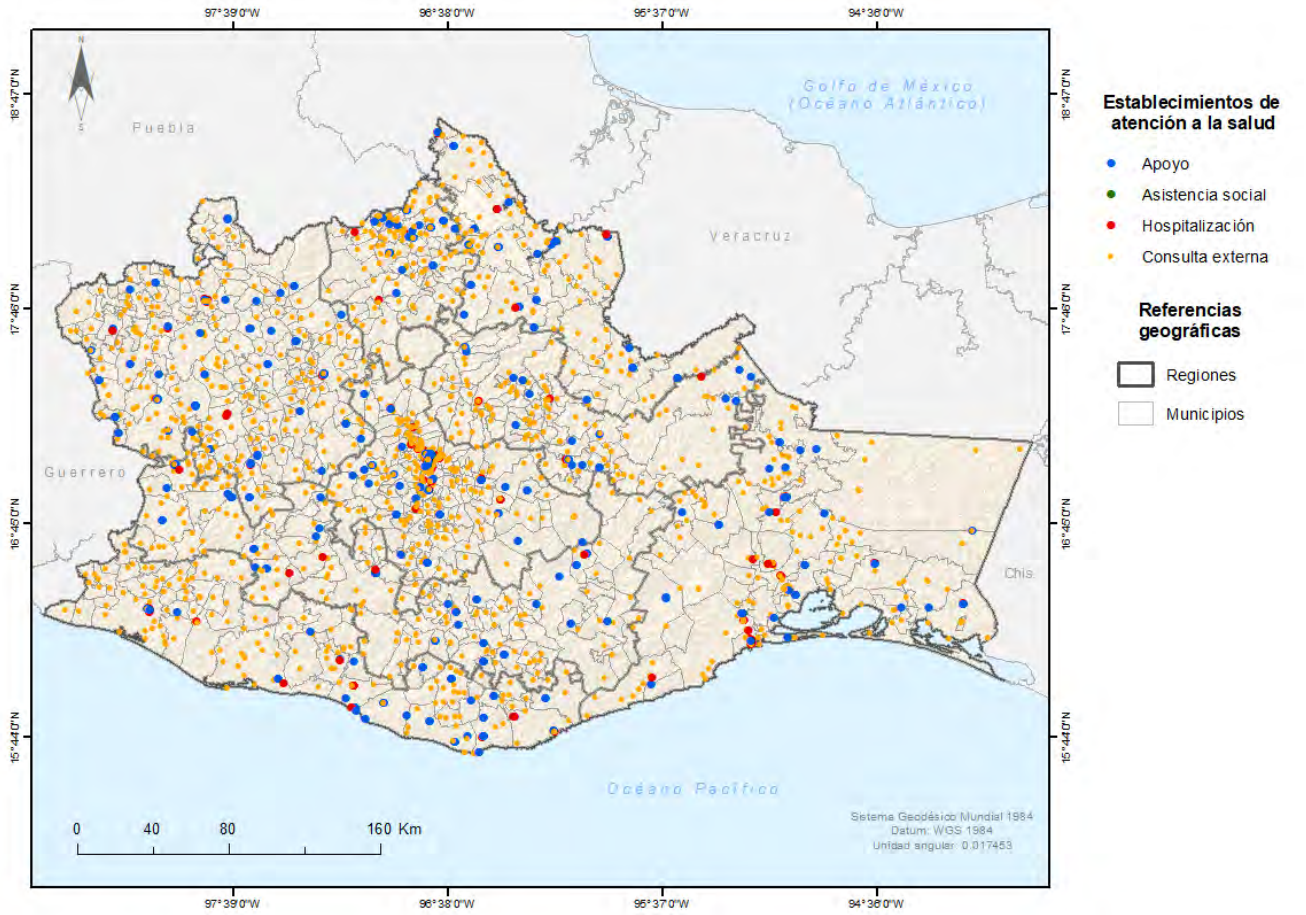


Figura 16. Infraestructura de salud.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2017).

1.3.2. Desarrollo económico

En el estado de Oaxaca hay 177 954 unidades económicas (INEGI, 2017). Su producto interno bruto es de alrededor de 200 000 millones de pesos (MXN), lo que ronda el 1.6% del total nacional. En cuanto a la distribución, 61% proviene de actividades comerciales y de servicios; 33%, de actividades industriales; y 6%, de agricultura, ganadería, pesca y aprovechamiento forestal *(INEGI, 2016a)*.

La actividad económica de Oaxaca se desarrolla en veinte sectores, de los que sobresale el de servicios inmobiliarios, que ha crecido a razón de 2.3% anual entre 2003 y 2014, margen por encima del promedio nacional. En el periodo también destacan los sectores de electricidad, agua y gas; y servicios financieros y de seguros *(INEGI, 2016b)*.

SECTOR ECONÓMICO PRIMARIO

Entre las actividades más importantes del sector primario en el estado figuran la agricultura y la ganadería. Oaxaca ocupa el tercer lugar a nivel nacional en la producción de café, el octavo en la producción de frijol, el doceavo en la producción de maíz blanco, y el catorceavo en la existencia de cabezas de ganado bovino *(INEGI, 2016a)*.

En cuanto a producción forestal, el estado ocupa el quinto lugar nacional. En Sierra Sur, Sierra Norte y Valles Centrales se explotan bosques de pino, oyamel y encino. En relación con el rubro pesquero, el volumen de producción fue de 16 925 toneladas, en 2016 (INEGI, 2017). Además, la minería del estado produce azufre, cobre, fierro de mina, oro, plata, plomo, sal y zinc, entre otros minerales, como agregados pétreos, andesita, arcillas, arena, caliza, grava, riolita, rocas dimensionables y vermiculita *(INEGI, 2017).*

SECTOR ECONÓMICO SECUNDARIO

Por su producción bruta, las actividades del sector industrial más relevantes son (INEGI, 2016a):

- Refinación de petróleo
- Elaboración de cerveza
- Fabricación de cemento y productos a base de éste en plantas integradas

La manufactura es una de las actividades que más destacan. En 2013, representaba 20.8% del total de establecimientos del sector privado y paraestatal. También conviene hacer énfasis en la producción de petróleo: a nivel nacional, 12% de los trabajadores de la industria de la refinación de petróleo se localizan en Oaxaca. Asimismo, 23 de cada 100 pesos de producción bruta de la refinación corresponden al estado *(INEGI, 2016a).*

En el sector de la construcción hubo 5 406 personas ocupadas en 2016, y el valor de la producción se acentúo en obras de edificación y transporte y urbanización *(INEGI, 2017)*. La industria, a su vez, se ha desarrollado sobre todo en la zona de Tuxtepec, el Istmo, los Valles Centrales y Papaloapan. En esta última sobresalen la industria de textiles, de cerámica, de fabricación de papel y de destilado de etanol. En relación con la agroindustria, resalta la producción de mezcal, cerveza, café, azúcar de caña y jugo y concentrados de frutas.

SECTOR ECONÓMICO TERCIARIO

Oaxaca alberga alrededor de 178 mil establecimientos, de los cuales 80% son comerciales o de servicios privados no financieros. El 14% de los establecimientos se ubica en el municipio de Oaxaca de Juárez. *(INEGI, 2016a).*

Aemás, en el estado hay 236 gasolineras. Y, por el valor de las compras, otras unidades comerciales relevantes son las que producen artículos de barro y cerámica, de fibras duras y semiduras, artículos de metalistería, de talabartería y peletería, de vidrio, de madera, artículos de orfebrería y textiles.

1.4. Vías de comunicación

En términos de infraestructura de comunicación, Oaxaca tiene cuatro puertos marítimos y tres aeropuertos internacionales. Como se observa en la ***Figura 17***, la infraestructura carretera está conformada por una red de 24 836 km, distribuida en 3 085.2 km de carreteras troncales, 5 291.2 km de carreteras alimentadoras, 14 641.2 km de caminos rurales y 1 819.4 km de brechas. La densidad carretera es de 260.4 km por cada 1,000 habitantes, lejos del ideal de 305 km.



Figura 17. Comunicaciones y transportes.

Fuente: Elaboración propia con base en SCT (2015). Red de carreteras. Escala 1:1000000.

Las vías férreas tienen una longitud de casi 300 km. Destaca la que viene desde Tehuacán, Puebla, y pasa por Aldama, la ciudad de Oaxaca y llega a Tlacolula de Matamoros. La otra vía férrea del estado es casi paralela a la carretera federal 185; pasa por Uvero, Matías Romero, Ciudad Ixtepec, Santo Domingo y Tehuantepec, y llega a Salinas Cruz.

Tan importante como las vías de comunicación es el parque vehicular, de alrededor de 500 000 unidades (según el inventario de emisiones), incluido el sector transportista y de transporte público. Al respecto, se reportan los siguientes problemas:

- Sistema de Transporte Público desvinculado de estrategias en materia de movilidad urbana
- Ausencia de una visión empresarial del transportista

De 39 261 concesiones otorgadas al servicio de transporte de pasajeros y de carga, Valles Centrales concentra 34%; el Istmo, 22%; la Mixteca, 15%; la Costa, 14%; y, en menor porcentaje, Papaloapan, Sierra Sur, Cañada y Sierra Norte concentran 5%, 5%, 3% y 2%, respectivamente *(Gobierno de Oaxaca, 2016)*.

1.5. Conclusiones y hallazgos

Los recursos naturales de Oaxaca influyen en la calidad atmosférica y se ven afectados por los contaminantes que las actividades económicas emiten al ambiente. Como marco para el diseño de medidas de mejora de la calidad del aire conviene considerar los siguientes temas descritos a lo largo de este capítulo:

- Los vientos dominantes son de velocidades altas únicamente en la zona de la cuenca de Salina Cruz, donde se presenta erosión eólica. En el resto de las cuencas, la de Tuxtepec y de la ciudad de Oaxaca, los problemas de degradación de los suelos se deben a erosión física y química que pueden asociarse con las formas de la agricultura y la ganadería.
- Las zonas urbanas están rodeadas por zonas agropecuarias, a su vez rodeadas por vegetación natural emisora de compuestos precursores del ozono troposférico. Dichas emisiones se unen a las de las fuentes móviles y de actividades productivas.
- Dado que se espera que el cambio climático exacerbe las emisiones biogénicas de la vegetación natural, es muy importante poner atención a reducir las fuentes de emisión antropogénicas, además de atender al bienestar humano, considerando el cuidado de las especies vegetales y animales. Esto es especialmente relevante en Oaxaca, por sus características singulares de alta presencia de ecosistemas biodiversos.
- En relación con la dinámica de población, resalta el envejecimiento hacia 2030 en paralelo con el fenómeno de migración, además de que gran parte de la población vive alguna dimensión de pobreza y depende de las remesas para completar su ingreso. En este sentido, el Proaire 2019-2028, además de ser un programa de atención al ambiente y a la salud humana, debería ser capaz de, a manera de cobeneficios, promover la generación de fuentes de trabajo y aumentos de ingreso en línea con la reducción de emisiones.

- En el sector primario, destaca la necesidad de mejorar la condición de los suelos del estado.
- En el sector secundario, resalta la necesidad de monitorear la calidad del aire en la zona de cuenca de Salina Cruz, con gran riqueza económica e importante densidad poblacional, pero sin infraestructura para el monitoreo atmosférico.
- Las industrias estatales son pocas y fácilmente detectables. En cambio, en el sector terciario destacan las pequeñas unidades comerciales de producción de artesanías, relevantes por la cantidad de personas que se dedican a estas actividades que se traducen en fuentes de área dispersas y difícilmente reconocidas y controladas.
- La red de caminos y carreteras presenta importantes oportunidades de mejora en términos de infraestructura y de estética social. Muchos transportistas no son conscientes de los beneficios de ordenar el sistema de transporte público y de carga en el estado, por lo que es necesario promover una visión empresarial y el enfoque del bien común en el sector.
- Finalmente, en el marco de una estrategia de comunicación y de monitoreo epidemiológico, será clave considerar la red existente de clínicas y hospitales para difundir y monitorear información específica en relación con el programa, lo mismo en centros educativos (hay 11,950 planteles: 4 014 para prescolar, 4 916 primarias, 2 187 secundarias, 588 bachilleratos generales, 111 bachilleratos tecnológicos y 134 planteles de técnico superior, licenciatura y posgrado), bibliotecas públicas (471), espacios culturales (14 auditorios, 126 centros culturales, 32 galerías, 15 librerías, 44 museos y 8 teatros) y espacios deportivos (62 albercas, 149 campos de béisbol, 917 canchas de basquetbol, 7 canchas de frontón, 6 canchas de tenis, 230 canchas de usos múltiples, 4 canchas de béisbol, 4 canchas de voleibol y 7 pistas de atletismo).

CAPÍTULO 2.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA DE ESTUDIO

2.1. Descripción del Sistema de monitoreo atmosférico

2.1.1. Sistema de monitoreo atmosférico

En el estado de Oaxaca, la Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable (Semaedeso) evalúa y vigila de forma permanente la calidad del aire en la ZMCO a través de dos estaciones fijas de monitoreo atmosférico. La primera inició operaciones en 2013 en la calle Doctor Pardo #2, colonia Centro, en el edificio del Centro de Educación Artística Miguel Cabrera (CEDART, estación CED), mientras que la segunda (con la que se amplió el radio de monitoreo y se conformó la red de monitoreo de la ZMCO) se puso en marcho en 2015, en la Casa Hogar (estación CHO) ubicada en Río Sena esquina con Río Usumacinta, colonia Santa Rosa Panzacola. La ***Figura 18*** muestra parte de la infraestructura de esta estación, y los detalles de ambas se presentan en la ***Tabla 2.***

Tabla 2. Localización e inicio de operaciones de las estaciones de monitoreo del estado de Oaxaca.

MunicipioN	ombre de la estación	Coordenadas geográficas		Año de inicio de la operación
		Latitud	Longitud	
Oaxaca de Juárez	CEDART (CED)	17°03'22.23" N	96°43'29.43" O	2013
Oaxaca de Juárez	Sta. Rosa (CHO)	17°05'35.39" N	96°45'6.72" O	2015

Fuente: Elaboración propia con base en Semaedeso (2016).

Ambas estaciones cuentan con equipos que registran las concentraciones de ozono (O_3), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2) y partículas suspendidas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM_{10} y $PM_{2.5}$), así como parámetros meteorológicos: temperatura, velocidad y dirección del viento, radiación solar, humedad relativa y presión barométrica. La infraestructura de monitoreo para la evaluación de las concentraciones de contaminantes criterio y variables meteorológicas se presenta en la ***Tabla 3.***

Tabla 3. Parámetros que miden las estaciones de monitoreo.

Contaminantes	Clave de estaciones de monitoreo	
	CED	CHO
Partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10})	•	•
Partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)	•	•
Ozono (O_3)	•	•
Dióxido de azufre (SO_2)	•	•
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	•	•
Monóxido de carbono (CO)	•	•
Meteorología		
Velocidad de viento	•	•
Dirección de viento	•	•
Humedad relativa	•	•
Temperatura	•	•
Presión atmosférica	•	•
Radiación	•	•
Precipitación		•

Fuente: Elaboración propia con base en Semaedeso (2016).



Figura 18. Sitio de monitoreo CHO.

Fuente: Semaedeso (2016).

Con estos equipos se recopila información las 24 horas los 365 días del año, y los datos se transmiten en tiempo real al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA). La ubicación de las estaciones de la ZMCO se presenta en la ***Figura 19.***

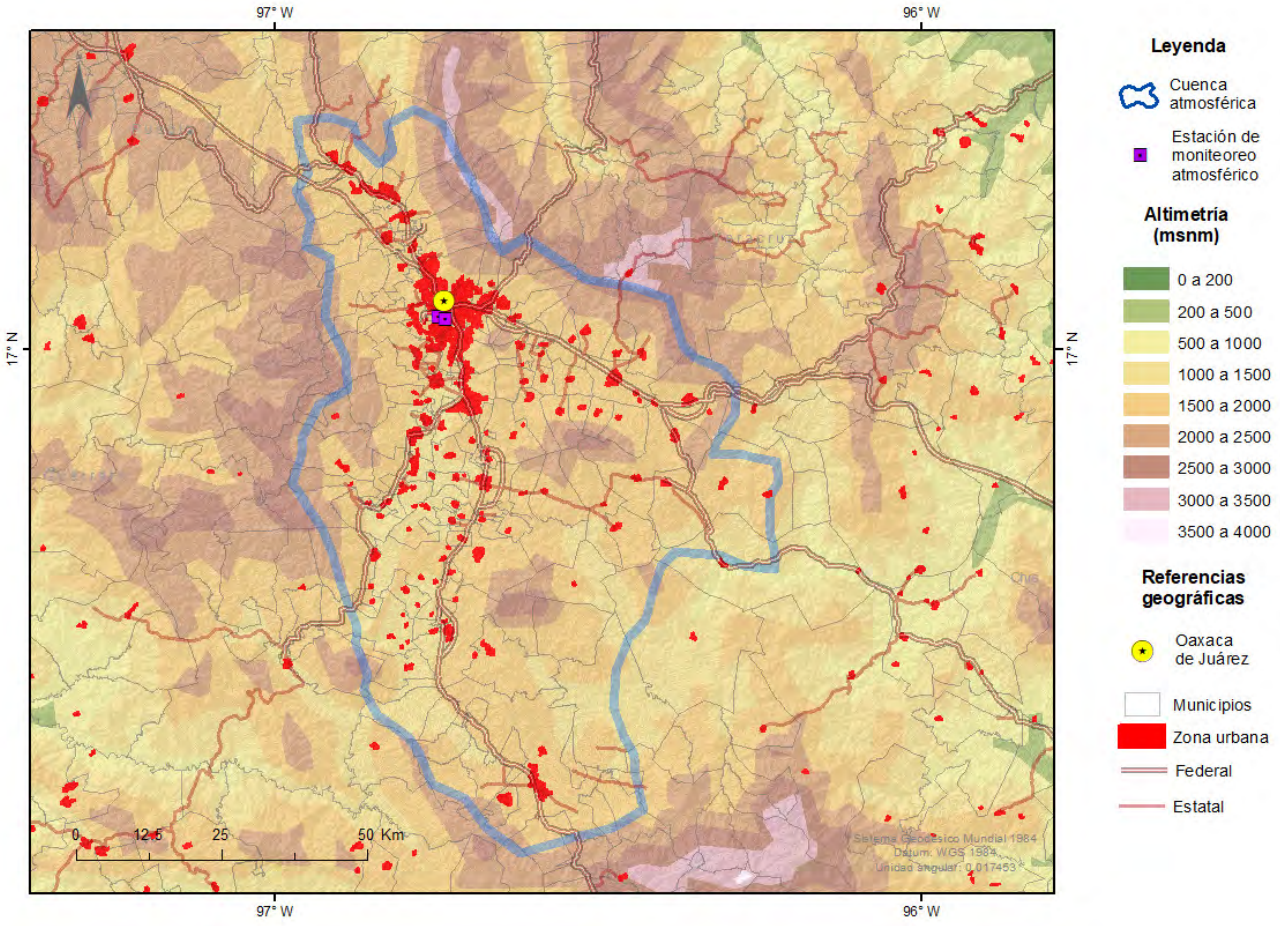


Figura 19. Sitios de monitoreo atmosférico de la ciudad de Oaxaca y cuenca atmosférica.

Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2016).

2.1.2. Centro de control

El centro de control es el área donde se concentra toda la información que se genera en las estaciones de monitoreo. Actualmente, éste se encuentra en el Departamento de calidad del aire y verificación vehicular (DCAVV) de la Semaedeso, el cual recibe la información de manera automática por medio de equipos telemétricos y realiza de forma diaria la recolección de datos promedio de una hora para cada contaminante, en horarios establecidos.

Es importante señalar que la información que llega al centro de control no es validada al momento, sino que es transmitida directamente al SINAICA, donde se utiliza para generar el reporte correspondiente de calidad del aire (Semáforo) e informar a la población. En este sentido, será de gran importancia que a corto y mediano plazo se garantice la calidad de la información que genera el sistema de medición de la calidad del aire de Oaxaca y, para que esta sea útil en la toma de decisiones, haya prácticas adecuadas de aseguramiento y control de calidad (AC y CC). En este sentido, es de suma importancia que la Semaedeso se comprometa a sustentar la operación del programa de AC y CC, destinando suficientes recursos financieros, técnicos y humanos para llevar a cabo el monitoreo.

2.1.3. Cumplimiento de la NOM-156-SEMARNAT-2012

La Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012 rige todo el territorio nacional y es de observancia obligatoria para los gobiernos locales, según corresponda, en aquellas zonas o centros de población que cuenten con alguna de las condiciones siguientes:

- Asentamientos humanos con más de 50 000 habitantes
- Zonas metropolitanas
- Asentamientos humanos con emisiones superiores a 20 000 toneladas anuales de contaminantes criterio primarios a la atmósfera
- Conurbaciones
- Actividad industrial que por sus características requiera estaciones de monitoreo de calidad del aire o de muestreo de contaminantes atmosféricos.

Hasta la fecha existen dos zonas metropolitanas reconocidas en el estado de Oaxaca, la ZMCO (con aproximadamente 683 128 habitantes, hasta 2018) y la Zona Metropolitana de Tehuantepec (con 180 296 habitantes, en 2018) *(CONAPO, 2018b)*. De ellas, sólo la ZMCO cumple con la NOM-156-SEMARNAT-2012, mientras que la Zona Metropolitana de Tehuantepec (ZMT) no cuenta con monitoreo atmosférico, a pesar de que en ella se encuentra una de las principales fuentes de emisión de contaminantes a la atmósfera en el estado: la refinería de Salina Cruz.

Actualmente, la Secretaría de las Infraestructuras y el Ordenamiento Territorial Sustentable (Sinfra), de acuerdo con lo establecido en la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano para el estado de Oaxaca, trabaja en la delimitación y propuesta de dos nuevas zonas metropolitanas: la Zona Metropolitana del Istmo y la Zona Metropolitana de Tuxtepec *(Sinfra, 2018)*, las cuales, al ser declaradas así, requerirán monitoreo de la calidad del aire.

Las dos zonas metropolitanas del estado de Oaxaca actuales concentran alrededor de 22% de la población estatal, de acuerdo con los datos presentados en la ***Tabla 4.***

Tabla 4. Zonas Metropolitanas del estado de Oaxaca.

ZM	Superficie (km²)	Población	Densidad (hab/km²)
ZMCO	664.29	683 128	1,018
ZMT	1492.62	180 296	121

Fuente: Elaboración propia con base en CONAPO (2018b).

2.1.4. Auditorías del sistema de monitoreo atmosférico

Hasta el momento, no se han realizado auditorías al sistema de monitoreo atmosférico de la ZMCO. Como único antecedente, en 2017, el INECC concluyó un proyecto de fortalecimiento de capacidades de los Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire, incluyendo diagnóstico, reactivación, mantenimiento y calibración de los equipos de medición; el diseño de un programa de control de calidad y la capacitación del personal en el manejo de los datos. Oaxaca fue una de las entidades a las que se brindó apoyo *(INECC, 2017)*.

Dada la importancia del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMCO en la gestión de la calidad del aire, es fundamental que se realicen auditorías técnicas para evaluar periódicamente el desempeño del sistema con la finalidad de asegurar la calidad de la información generada. Esto fortalecerá los programas de aseguramiento y control de la calidad del sistema de monitoreo y se permitirá garantizar que la información generada tenga mayor precisión, exactitud, representatividad, completitud y comparabilidad.

2.2. Normas vigentes de calidad del aire

La ***Tabla 5*** muestra las normas vigentes de calidad del aire que son observadas en el estado de Oaxaca.

Tabla 5. Especificaciones técnicas de las Normas Oficiales Mexicanas vigentes.

Contaminante	Valores límite			Normas Oficiales Mexicanas
	Exposición aguda		Exposición crónica	
	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	Concentración y tiempo promedio	
Partículas menores de 10 micrómetros (PM_{10})	75 µg/m³ (24 horas)	No se permite	40 µg/m³ (promedio aritmético anual)	NOM-025-SSA1-2014[1]
Partículas menores de 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)	45 µg/m³ (24 horas)	No se permite	12 µg/m³ (promedio aritmético anual)	
Ozono (O_3)	0.095 ppm (1 hora) (216 µg/m³)	No se permite	–	NOM-020-SSA1-2014[2]
	0.070 ppm (8 horas)	4 veces en un año	–	
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm (8 horas) (12595 µg/m³)	1 vez al año	–	NOM-021-SSA1-1993[3]
Dióxido de azufre (SO_2)	0.11 ppm (24 horas) (288 µg/m³)	1 vez al año	–	NOM-022-SSA1-2010[4]
	0.200 ppm (8 horas) (524 µg/m³)	2 veces al año	0.025 ppm (66 µg/m³) (promedio aritmético anual)	
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	0.21 ppm (1 hora)	1 vez al año	–	NOM-023-SSA1-1993[5]

Fuente: Elaboración propia con base en DGGCARETC (2015).

2.3. Indicadores de la calidad del aire

Evaluación del cumplimiento de la NOM

En términos generales, hasta la fecha, en la ZMCO se presentan pocos casos de mala calidad del aire, de los cuales los más relevantes son los originados por las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$. Para el caso del O_3 no se han presentado valores fuera de la norma durante el periodo de estudio.

[1]NOM-025-SSA1-2014. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisible para la concentración de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el aire ambiente y criterios para su evaluación.
[2]NOM-020-SSA1-2014. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente y criterios para su evaluación.
[3]NOM-021-SSA1-1993. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO).
[4]NOM-022-SSA1-2010. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al dióxido de azufre (SO_2).
[5]NOM-023-SSA1-1993. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO_2).

A continuación, se efectúa la comparación contra las normas de calidad del aire y se describe el comportamiento de las concentraciones de los cinco contaminantes criterio, durante el periodo de 2016 a lo que va de 2018.

2.3.1. Indicadores primarios de la calidad del aire

PM_{10} Comparación contra la NOM

La evolución del comportamiento de este contaminante permite situarlo como el primero en importancia en la ZMCO. En 2016, se registró una excedencia a la NOM en la estación CED. Sin embargo, para 2017 se registraron once días en los que se rebasaron los límites establecidos en la Norma Oficial Mexicana de protección a la salud y una tendencia creciente de los valores de concentración registrados durante los últimos años (en la estación CHO). Hasta mayo de 2018, no se han registrado excedencias a la norma en la estación CED ***(Tabla 6).***

Tabla 6. Número de excedencias de PM_{10}.

Año	Promedio 24H Número de días fuera de norma
2016 (CED)	1
2017 (CHO)	11
2018 (CED)*	0

Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a). *Datos hasta mayo de 2018.

Las ***Figuras 20 a 22*** muestran el comportamiento del promedio horario de concentraciones PM_{10} para los años 2016, 2017 y 2018.

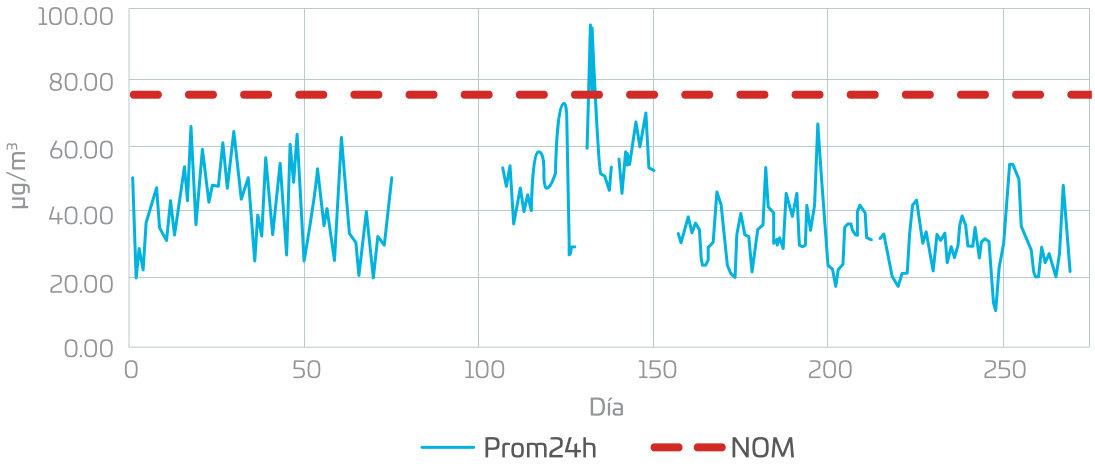


Figura 20. Promedio de 24 horas de PM_{10} en la estación CED durante 2016.
Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

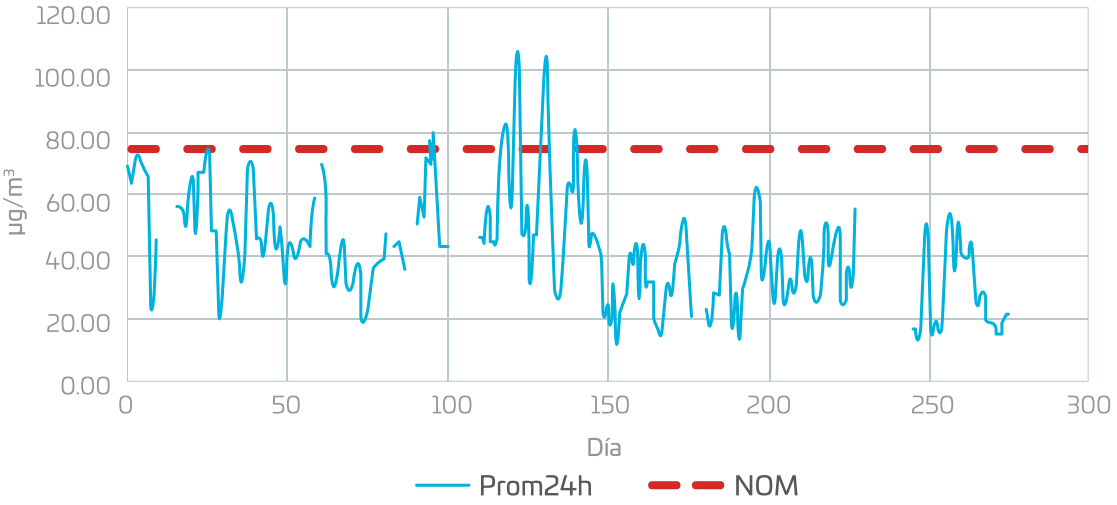


Figura 21. Promedio de 24 horas de PM_{10} en la estación CHO durante 2017.
Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

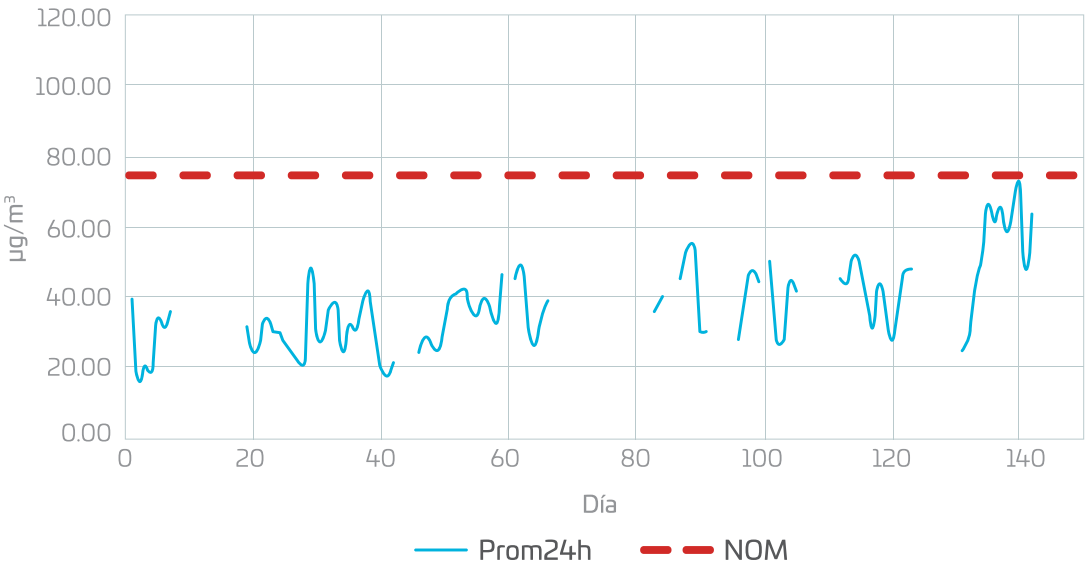


Figura 22. Promedio de 24 horas de PM_{10} en la estación CED hasta mayo de 2018.
Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

En lo relativo a los promedios anuales registrados en estas dos estaciones, la ***Tabla 7*** muestra los valores correspondientes comparados contra el valor normado de 40 µg/m³. Cabe recordar que este valor está orientado a la prevención de los efectos derivados por la exposición crónica.

Tabla 7. Comparación contra la norma anual de PM_{10} por estación

Año	Promedio anual (µg/m³)	Norma anual
2016 (CED)	39.9	40 µg/m³ (promedio aritmético anual)
2017 (CHO)	43.9	
2018 (CED)*	40.2	

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Semaedeso (2018a). Datos hasta mayo de 2018.

Como se puede observar en la ***Figura 23,*** la estación CHO rebasó la norma anual para este contaminante durante 2017, mismo año en que se registró el valor máximo con una concentración promedio de 107.4 µg/m³. En el caso de la estación CED, las concentraciones promedio anuales de PM_{10} cumplieron la norma en 2016, mientras que, hasta mayo de 2018, el promedio anual supera el valor permisible de 40 µg/m³.

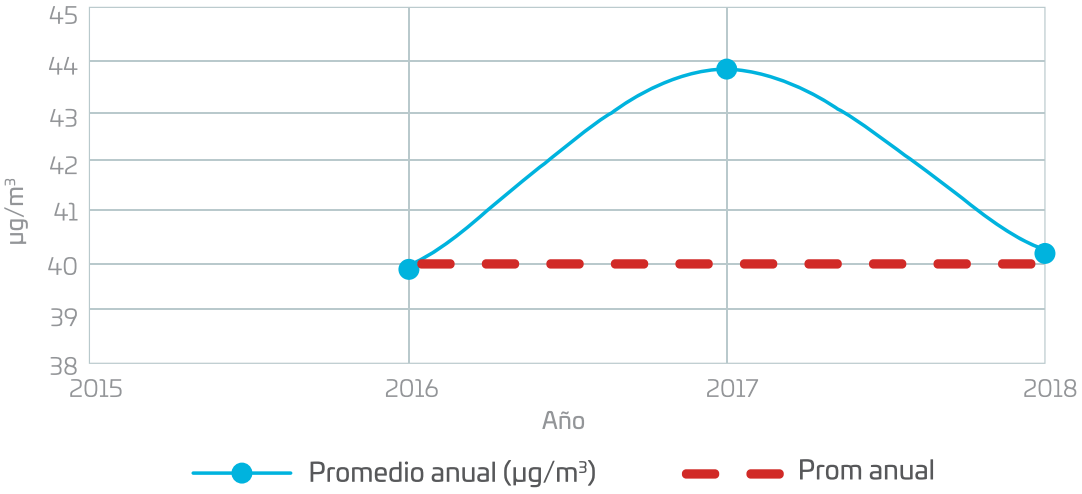


Figura 23. Promedio anual de PM_{10}.
Fuente: Elaboración propia con base en información de la Semaedeso (2018a).

$PM_{2.5}$ Comparación contra la NOM

La evolución del comportamiento de este contaminante en la ZMCO es difícil de evaluar, pues empezó a monitorearse en 2017. Sin embargo, pueden empezar a detectarse algunos problemas por concentraciones de este contaminante en la atmósfera. En 2017, se registraron cuatro días en los que se rebasaron los límites de la NOM en la estación CHO. Y hasta mayo de 2018, no se han registrado excedencias a la norma en la estación CED, como se aprecia en los datos condensados de la ***Tabla 8.***

Tabla 8. Número de excedencias de $PM_{2.5}$.

Año	Promedio 24 H Número de días fuera de norma
2017 (CHO)	4
2018 (CED)*	0

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Semaedeso (2018a). Datos hasta mayo de 2018.

Las ***Figuras 24 y 25*** muestran el comportamiento diario de las concentraciones de $PM_{2.5}$ para los años y las estaciones de monitoreo en estudio.

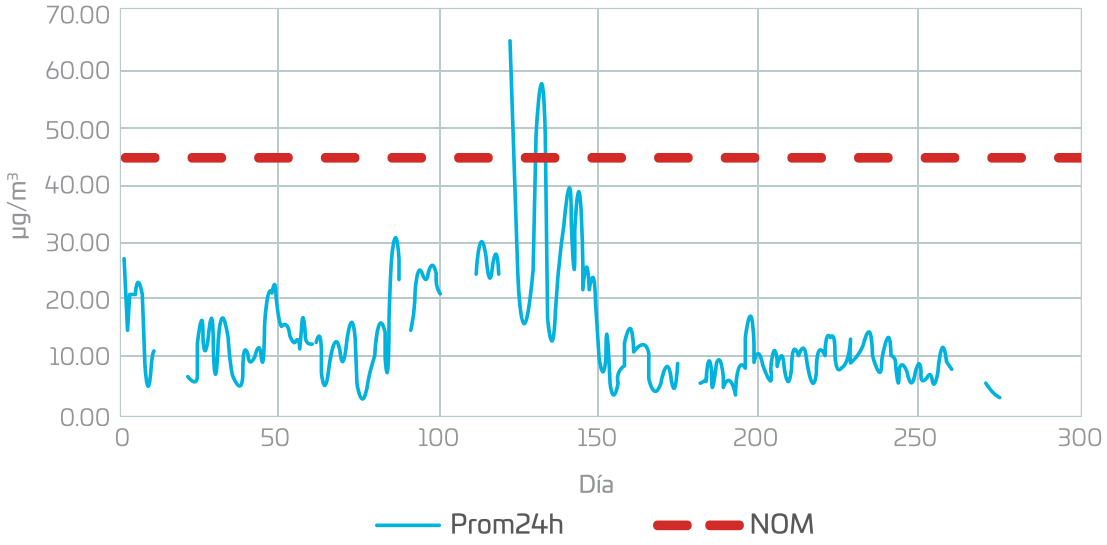


Figura 24. Promedio de 24 horas de $PM_{2.5}$ en la estación CHO durante 2017.
Fuente: Elaboración propia con base en información de la Semaedeso (2018a).

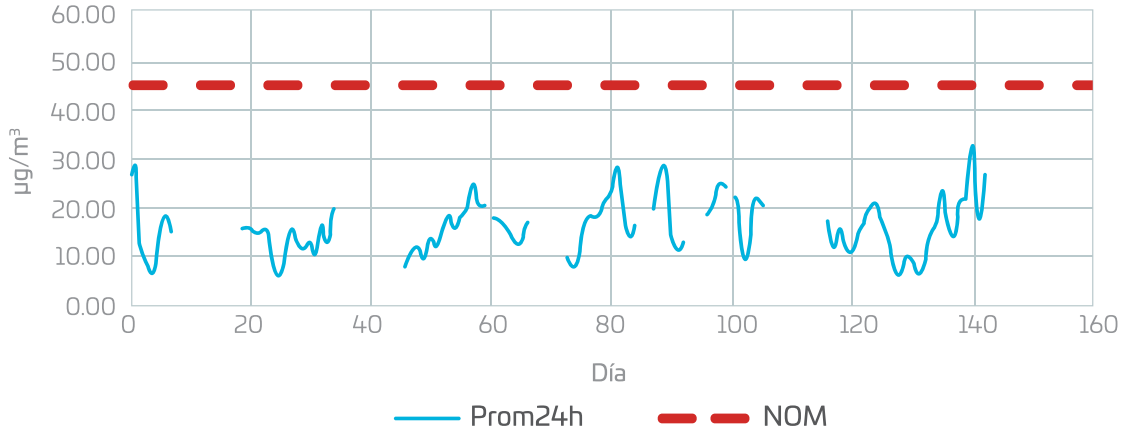


Figura 25. Promedio de 24 horas de $PM_{2.5}$ en la estación CED hasta mayo de 2018.
Fuente: Elaboración propia con base en información de la Semaedeso (2018a).

En lo relativo a los promedios anuales registrados en estas dos estaciones, la ***Tabla 9*** muestra los valores correspondientes comparados contra el valor normado de 12 µg/m³. Nuevamente, es importante notar que este valor está orientado a la prevención de los efectos derivados por la exposición crónica a la contaminación.

Tabla 9. Comparación contra la norma anual de $PM_{2.5}$ por estación.

Año	Promedio anual (µg/m³)	Norma anual
2017 (CHO)	15.5	12 µg/m³ (promedio aritmético anual)
2018 (CED)*	16.4	

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Semaedeso (2018a). Datos hasta mayo de 2018.

Como se puede observar en la ***Figura 26***, la estación CHO rebasó la norma anual para este contaminante durante 2017, año en que se registró el valor máximo con una concentración promedio de 65.2 µg/m³. En el caso de la estación CED, la concentración promedio anual de $PM_{2.5}$ hasta mayo de 2018 supera el valor promedio anual permisible de 12 µg/m³.

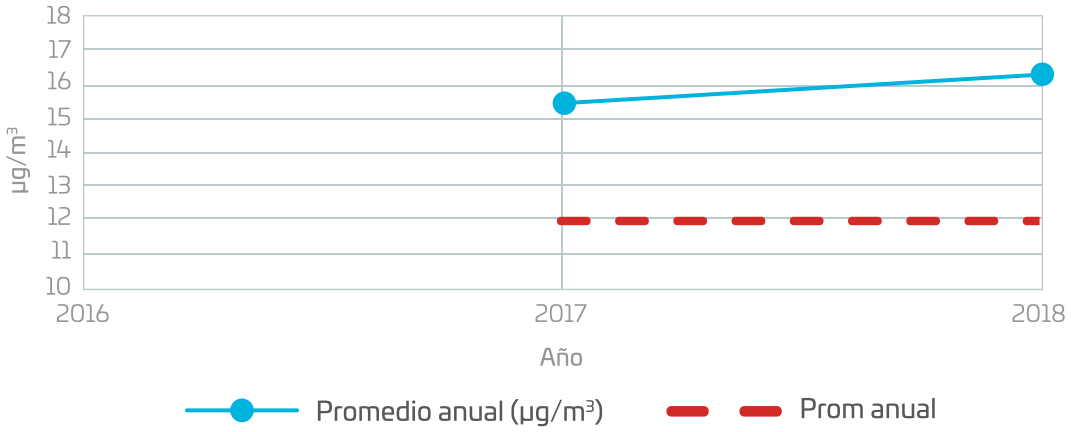


Figura 26. Promedio anual de $PM_{2.5}$.

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Semaedeso (2018a).

O_3 Comparación contra la NOM

El O_3 es el segundo contaminante más importante de la ZMCO en lo relativo al número de días en que se rebasa la norma horaria, la cual establece un valor promedio de 95 ppb en una hora. En la ***Tabla 10*** se indica que ningún día se rebasó la norma durante el periodo de 2016 hasta mayo de 2018. Adicionalmente, en la misma tabla se incluyen las concentraciones máximas horarias registradas cada año.

Tabla 10. Valores máximos de O_3 por año.

Año	Concentración máxima (ppb)	Número de días fuera de norma
2016 (CED)	93.6	0
2017 (CHO)	64.0	0
2018 (CED)*	75.2	0

Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a). Datos hasta mayo de 2018.

En las **Figuras 27 a 29** se puede observar el comportamiento de las concentraciones horarias de ozono para las estaciones de monitoreo analizadas.

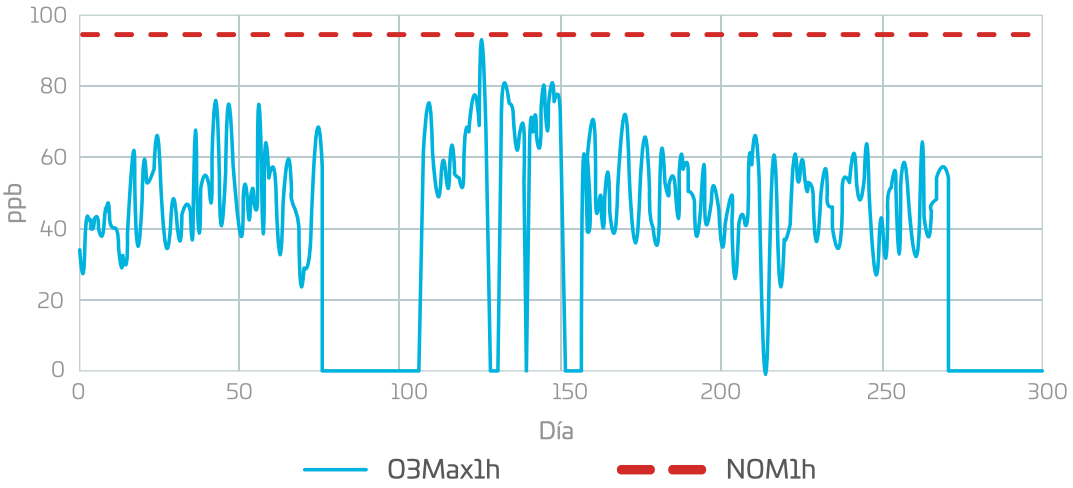


Figura 27. Promedio de 1 hora de O_3 en la estación CED en 2016.
Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

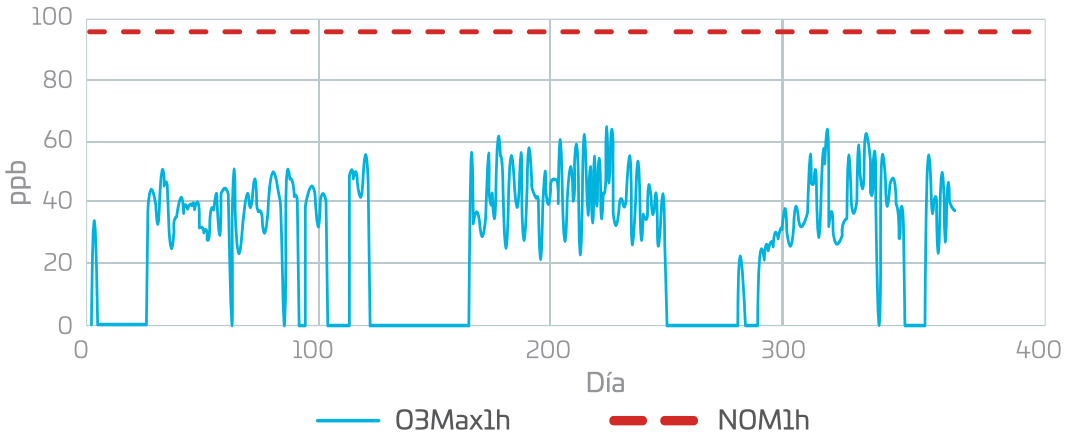


Figura 28. Promaedio de 1 hora de O_3 en la estación CHO en 2017.
Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

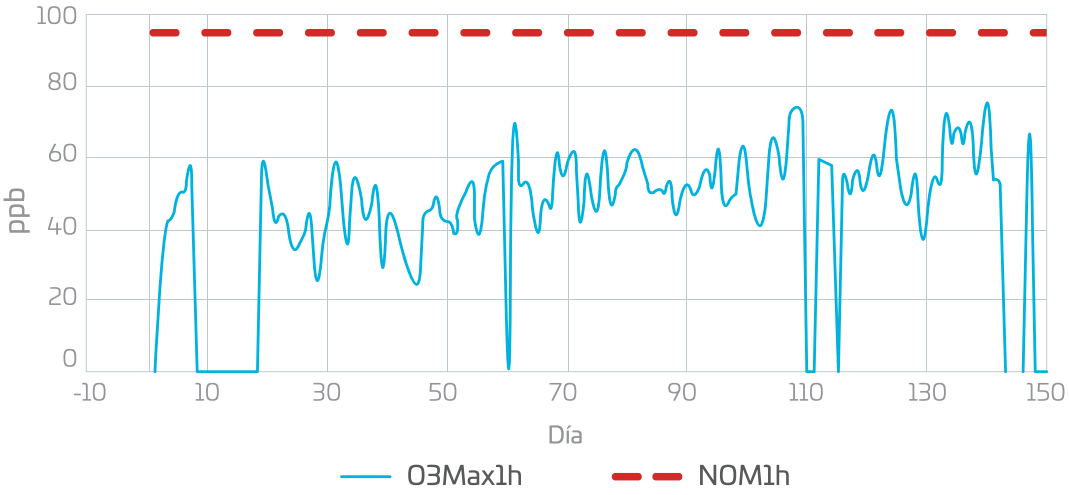


Figura 29. Promedio de 1 hora de O_3 en la estación CED hasta mayo de 2018.
Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

Por lo que respecta a la comparación contra la norma de ocho horas, el criterio de cumplimiento debe ser 70 ppb como máximo. En la ***Tabla 11*** se presenta la relación de valores mayores a 70 ppb registrados en las estaciones de monitoreo de la ZMCO

Tabla 11. Número de registros mayores a 70 ppb de O_3 por año.

Año	Promedio 24 H Número de días fuera de norma
2016 (CED)	1
2017 (CHO)	0
2018 (CED)*	0

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Semaedeso (2018a). Datos hasta mayo de 2018.

Los registros de valores mayores al criterio de ocho horas de O_3 indican que prácticamente no ocurren excedencias a la norma, y 2016 es el único año en que se registró un evento de este tipo en la ZMCO. En las ***Figuras 30 a 32*** se puede observar el comportamiento de las concentraciones de O_3 para el promedio de ocho horas en las estaciones de la ZMCO.

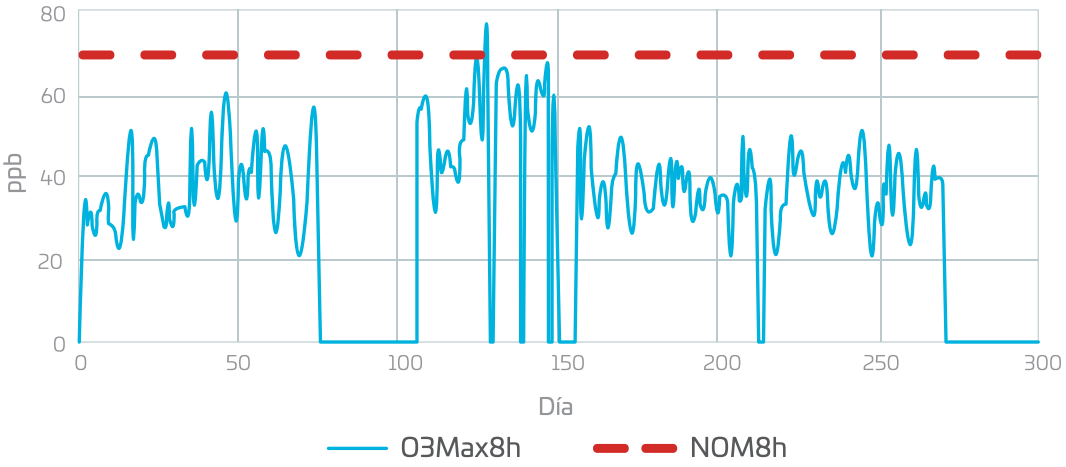


Figura 30. Promedio de 8 horas de O_3 en la estación CED en 2016.

Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

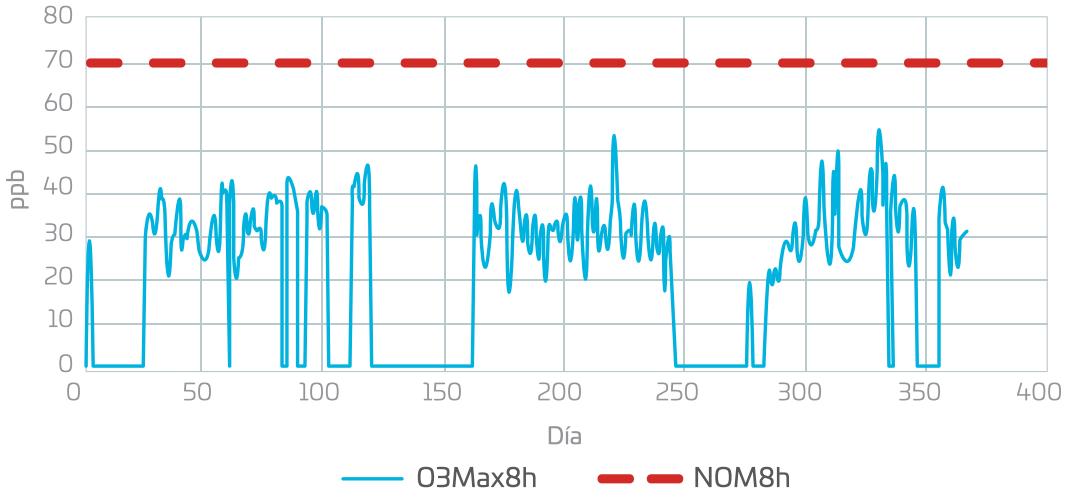


Figura 31. Promedio de 8 horas de O_3 en la estación CHO en 2017.

Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

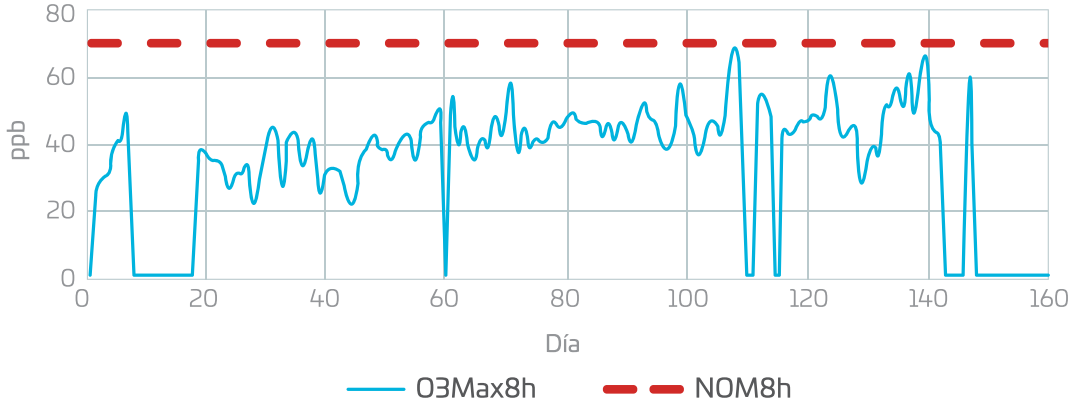


Figura 32. Promedio de 8 horas de O_3 en la estación CED hasta mayo de 2018.

Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

Número de días con calidad del aire, buena, regular y mala

El número de días con calidad del aire buena, mala y regular se presenta a continuación, en la ***Tabla 12.*** De acuerdo con estos datos, de manera general, los días con calidad del aire regular o mala son más frecuentes por las concentraciones de partículas que por las de ozono.

Tabla 12. Número de días con calidad del aire buena, regular y mala por PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3.

Año	Días evaluados	Días con calidad del aire BUENA	Días con calidad del aire REGULAR	Días con calidad del aire MALA
PM_{10}				
2016	226	131	94	1
2017	230	104	115	11
2018*	93	56	37	
$PM_{2.5}$				
2017	231	126	101	4
2018*	99	29	70	
O_3				
2016	227	204	23	
2017	235	235		
2018	127	120	7	

Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a). Datos hasta mayo de 2018.

Tendencias de cada uno de los contaminantes

En general, las concentraciones más altas de partículas PM_{10} se registran en los meses más fríos y decaen en la temporada de lluvias, manteniéndose prácticamente estables el resto del año. El comportamiento horario de las concentraciones de este contaminante se puede apreciar en la ***Figura 30.*** Por lo que respecta a $PM_{2.5}$, durante abril y mayo se han registrado las mayores concentraciones de este contaminante. Sin embargo, estos datos parecen ser poco representativos, pues se esperaría un comportamiento similar al de las PM_{10}.

Finalmente, en la ciudad de Oaxaca prácticamente no hay excedencias de O_3 durante la mayor parte del año, pero entre mayo y junio, el periodo más caliente, se eleva la frecuencia en el número de días en los que su concentración aumenta. Este periodo se conoce como temporada de ozono.

Concentración comparable con la norma

Los valores comparables con las diferentes normas de calidad del aire se resumen en la ***Tabla 13***. Para 2016 y 2018 se emplean datos de la estación CED, mientras que para 2017 se usan los de la estación CHO.

Tabla 13. Valores de concentraciones comparables con las normas de salud para PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3.

Año	Contaminantes	Concentración máxima	Segundo máximo	Quinto máximo	Percentil 98	Promedio anual (para partículas)
2016 (CED)	PM_{10}	95.2 µg/m³	95.2 µg/m³	69.2 µg/m³	69.3 µg/m³	39.9
2017 (CHO)	PM_{10}	107.4 µg/m³	107.4 µg/m³	81.8 µg/m³	82.5 µg/m³	43.9
2018 (CED)*	PM_{10}	72.9 µg/m³	72.9 µg/m³	64.5 µg/m³	67.9 µg/m³	40.2
2017 (CHO)	$PM_{2.5}$	65.2 µg/m³	65.2 µg/m³	43.7 µg/m³	44.4 µg/m³	15.5
2018 (CED)*	$PM_{2.5}$	32.0 µg/m³	32.0 µg/m³	26.4 µg/m³	28.2 µg/m³	16.4
2016 (CED)	O_3	93.6 ppb	93.6 ppb	78.3 ppb	79.1 ppb	
2017 (CHO)	O_3	64.0 ppb	63.2 ppb	61.5 ppb	61.7 ppb	
2018 (CED)*	O_3	75.2 ppb	74.5 ppb	72.7 ppb	74.2 ppb	

Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a). Datos hasta mayo de 2018.

2.3.2. Indicadores secundarios de la calidad del aire

Comportamiento durante el día

PM_{10}

En la ***Figura 33*** se muestra el comportamiento típico de las concentraciones de las PM_{10} a partir de los valores promedio horarios registrados en tres días de trimestres de referencia. Se observa que las concentraciones más altas ocurren entre las 8:00 y hasta las 11:00 horas del día, lo cual se puede atribuir a que hay mayor intensidad en actividades antropogénicas. Después, durante la tarde, hacia las 17:00 horas, se muestra un incremento, y hacia la noche, las concentraciones mantienen niveles más bajos relativamente estables, que decaen un poco durante la madrugada.

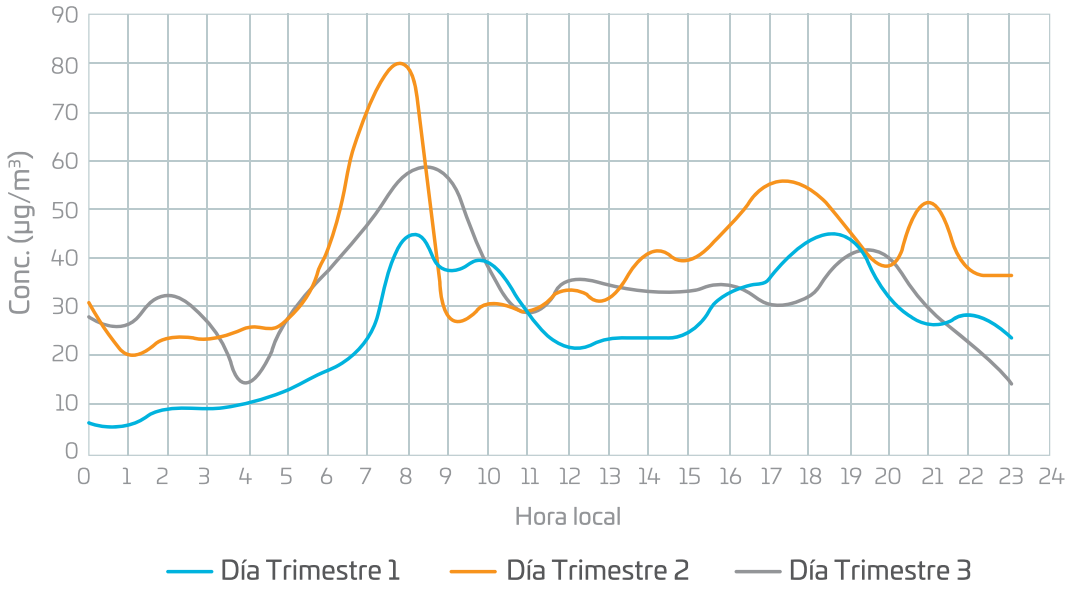


Figura 33. Comportamiento horario típico de PM_{10}.
Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

$PM_{2.5}$

En la ***Figura 34*** se muestra el comportamiento típico de las concentraciones de las $PM_{2.5}$ a partir de los valores promedio horarios registrados en dos días de semestres de referencia. Se observa que las concentraciones más altas ocurren entre las 11:00 y hasta las 14:00 horas del día, por la mayor intensidad de actividades vehiculares. Después, durante la tarde y noche, las concentraciones mantienen niveles más bajos relativamente estables y decaen hacia la madrugada.

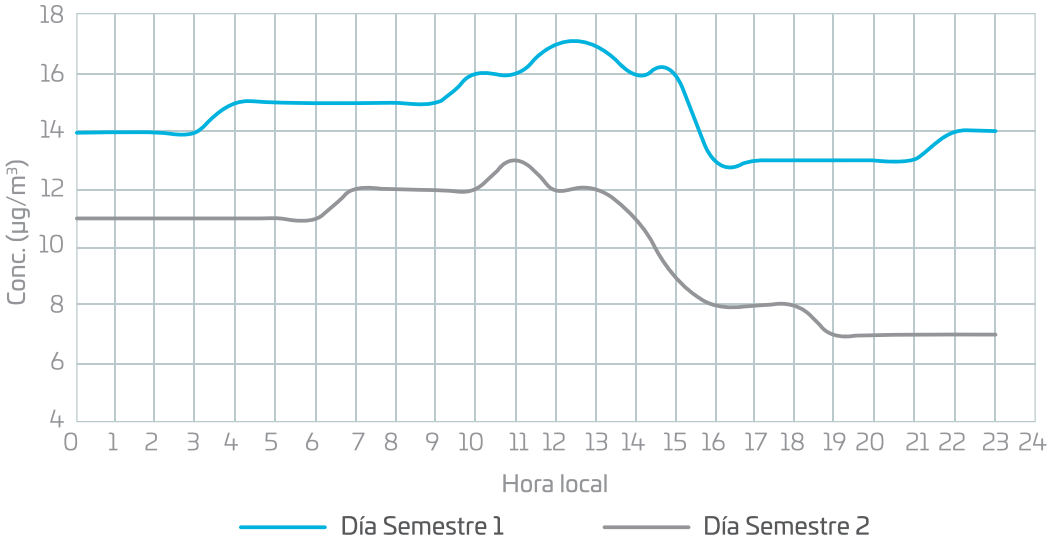


Figura 34. Comportamiento horario típico de $PM_{2.5}$.
Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

O_3

El comportamiento horario de las concentraciones de O_3 en la ZMCO se muestra en la ***Figura 35.*** Los promedios horarios registrados a lo largo del día reflejan el carácter diurno de este contaminante secundario, debido a que su formación se origina a partir de reacciones entre los precursores óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles (COV) en presencia de la radiación solar, lo que provoca que las concentraciones más elevadas se presenten en el periodo del día comprendido entre las 11:00 y las 16:00 horas.

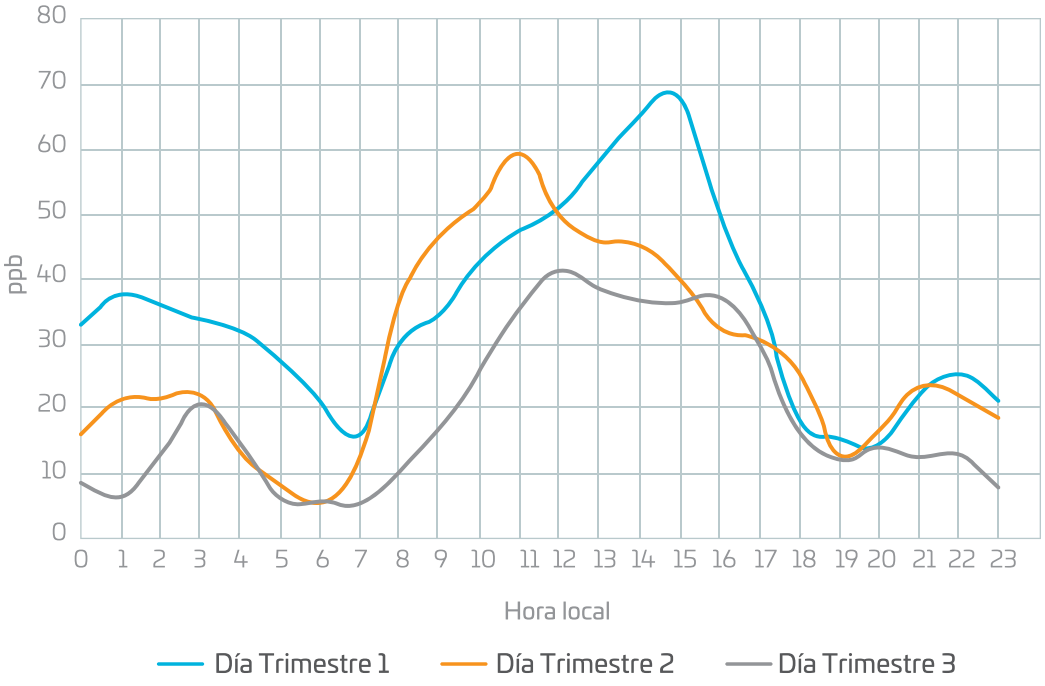


Figura 35. Comportamiento horario típico de O_3.
Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

Comportamiento durante la semana

PM_{10}

Para expresar la variación semanal de las concentraciones de PM_{10} a lo largo del año, en la ***Figura 36*** se presenta el comportamiento semanal a partir de las concentraciones registrados en la estación CED durante una semana del primer semestre de 2016.

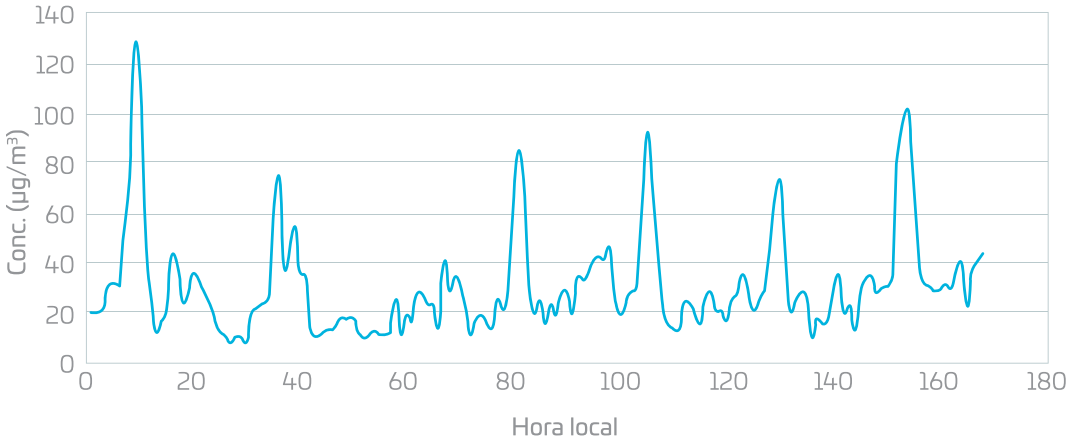


Figura 36. Comportamiento semanal de PM_{10}.
Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

O_3

Asimismo, en la ***Figura 37*** se presenta el comportamiento semanal de O_3 a partir de las concentraciones registrados en la estación CED durante una semana del primer semestre de 2016.

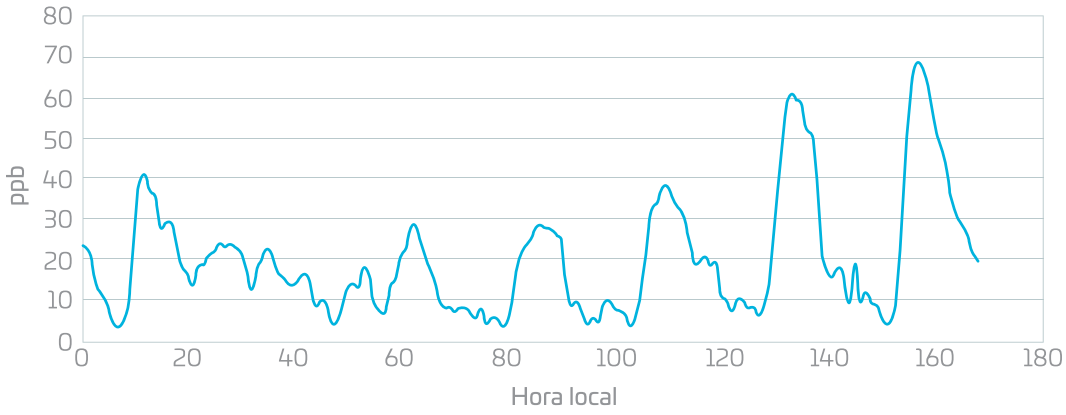


Figura 37. Comportamiento semanal de O_3.
Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

Comportamiento durante el año

PM_{10}

Como se explicó antes, las concentraciones más altas de partículas PM_{10} se registran en los meses más fríos y decaen en la temporada de lluvias, y se mantienen prácticamente estables el resto del año. El comportamiento horario de las concentraciones de este contaminante en los años 2016 y 2017 se puede apreciar en las ***Figuras 38 y 39.***

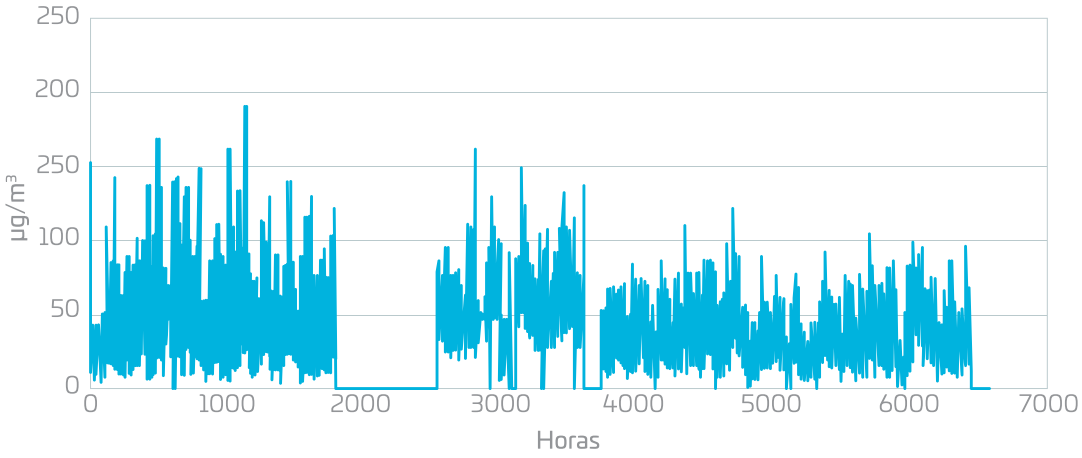


Figura 38. Comportamiento horario de PM_{10} en 2016.

Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

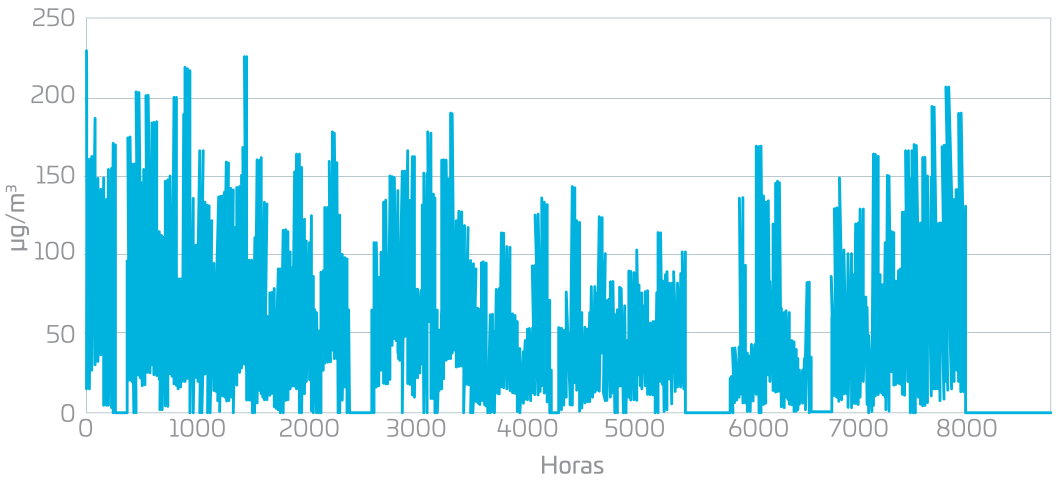


Figura 39. Comportamiento horario de PM_{10} en 2017.

Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

$PM_{2.5}$

Las concentraciones de $PM_{2.5}$ a lo largo del año, deberían tener un comportamiento similar a las de PM_{10}. Sin embargo, para 2017 las concentraciones más altas de este contaminante se registraron entre abril y mayo en la estación CHO, como se observa en la ***Figura 40.***

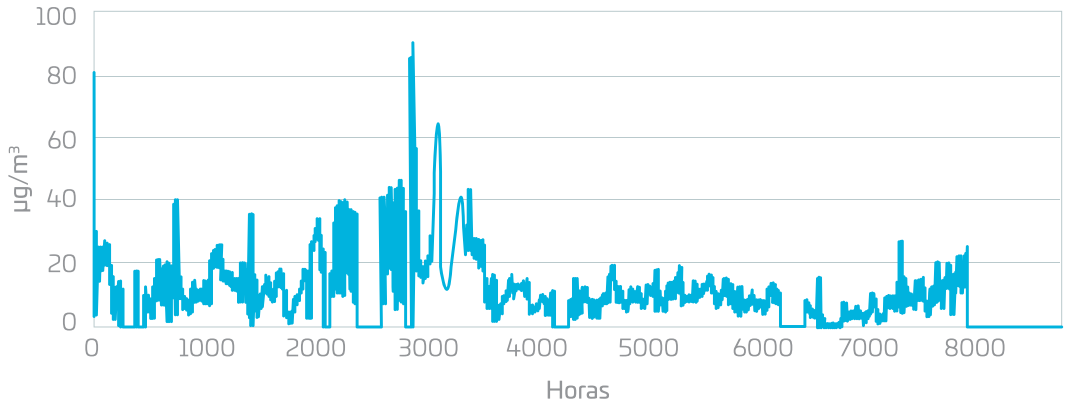


Figura 40. Comportamiento horario de $PM_{2.5}$ en 2017.

Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

O_3

En la ciudad de Oaxaca casi no hay excedencias de O_3 durante la mayor parte del año, pero entre mayo y junio, el periodo más caliente, se eleva la frecuencia en el número de días en los que su concentración aumenta. Por ello, a este periodo se le conoce como temporada de ozono. Este comportamiento puede apreciarse en los datos horarios para los años 2016 ***(Figura 41)*** y 2017 ***(Figura 42)***, en las estaciones CED y CHO, respectivamente.

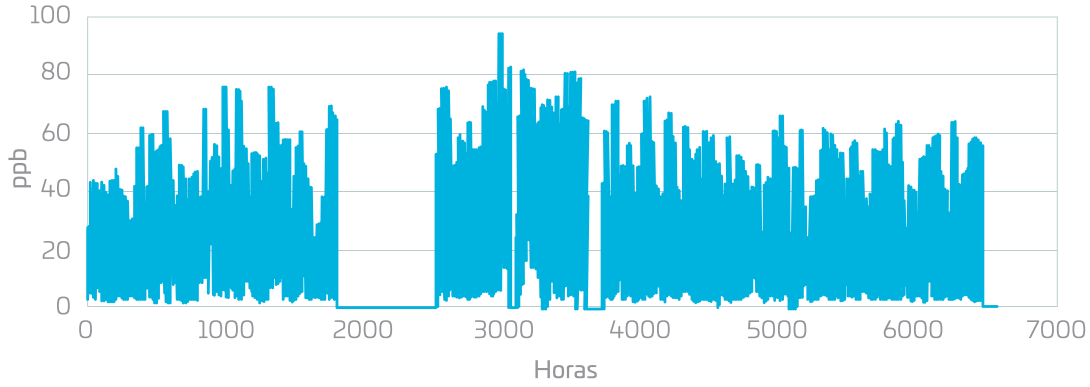


Figura 41. Comportamiento horario de O_3 en 2016.

Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

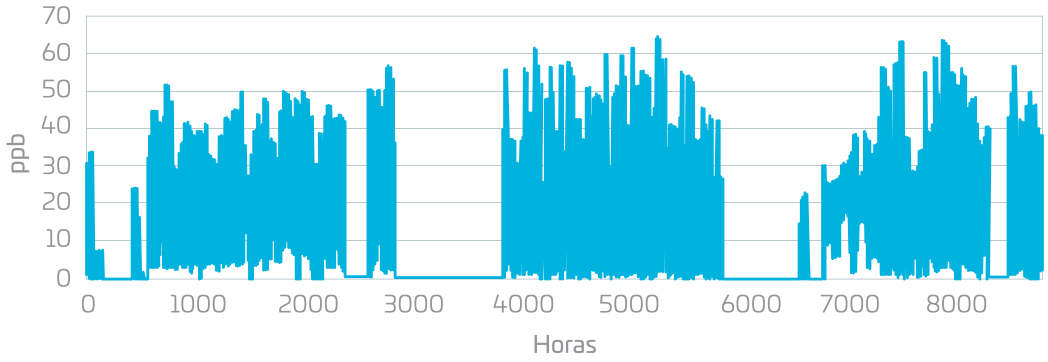


Figura 42. Comportamiento horario de O_3 en 2017.
Fuente: Elaboración propia con base en información de Semaedeso (2018a).

2.4. Diagnóstico del Plan de Contingencia Atmosférica (PCA)

A la fecha no existe un Plan de contingencias atmosféricas publicado de manera oficial en el estado de Oaxaca. Sin embargo, en 2014 *(IEEDS, 2014a)* se evaluó el desarrollo y la implementación de un Plan de Precontingencias y Contingencias atmosféricas en la ZMCO a partir de un diagnostico técnico que consideraba el análisis de la calidad del aire de cada región, así como de la legislación ambiental para determinar la viabilidad de la aplicación de este tipo de instrumentos.

Derivado del diagnóstico realizado, se observó que, si bien la ZMCO es la que representa el mayor crecimiento estatal en términos de población y actividades económicas, otras zonas metropolitanas del estado, como Tehuantepec, Istmo y Tuxtepec, han tenido un crecimiento importante y tendrían que ser consideradas, si se elaborara un programa de contingencias.

No obstante, también es importante considerar que, para que un programa de contingencias funcione, es necesario que primero haya un monitoreo de la calidad del aire de las regiones que se pretendan incluir en él.

2.5. Diagnóstico del Programa de Verificación Vehicular (PVV)

El Programa de Verificación Vehicular (PVV) tiene como objetivo establecer las disposiciones, el calendario, las tarifas y los lineamientos a los que deben sujetarse tanto los concesionarios de los

centros de verificación de vehículos y unidades móviles como los propietarios, poseedores o conductores de las unidades de motor que circulan en Oaxaca. El PVV se implementó a nivel estatal en 2008 por parte del IEEDS, y busca someter los vehículos a verificación de emisiones contaminantes a la atmósfera en los centros y las unidades móviles de verificación autorizadas por la Semaedeso.

La verificación de emisiones contaminantes generadas por vehículos automotores se efectuará de conformidad con lo previsto en los artículos 7 (fracciones III y XIII), 112 (fracciones V y VII) y 113 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, además de los artículos 4 (fracciones, V y IX), 85, 86, 88 (fracciones I, V, IX y X), 91 y 92 de La Ley del Equilibrio Ecológico del estado de Oaxaca, así como lo dispuesto en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas Vigentes aplicables en la materia:

- **NOM-041-SEMARNAT-2015,** que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- **NOM-045-SEMARNAT-2006,** relacionada con vehículos en circulación que usan diésel como combustible, además de los límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.
- **NOM-047-SEMARNAT-2014**, que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.
- **NOM-050-SEMARNAT-2018,** que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

De acuerdo con lo establecido por el PVV, los vehículos automotores de uso particular, intensivo y público registrados en el estado de Oaxaca deben ser verificados dos veces al año, de conformidad con el calendario de verificación correspondiente ***(Tabla 13).***

Actualmente, la verificación es voluntaria y puede realizarse en cualquier semestre establecido en el programa, sin que esto exima a los dueños de vehículos de la responsabilidad y el cumplimiento que deben dar al programa de verificación de la entidad federativa o el país donde causaron el registro y emplacamiento correspondiente.

El PVV se divide en dos semestres: el primero del 1 de enero al 31 de junio y el segundo del 1 de julio al 31 de diciembre; y su objetivo principal es certificar que los vehículos automotores en circulación no rebasen los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera establecidos en las normas oficiales mexicanas aplicables. Los periodos del PVV se muestran en la ***Tabla 14.***

Tabla 14. Periodo en que debe realizarse la verificación voluntaria.

Primer semestre		Segundo semestre	
Meses	Terminación de placa	Meses	Terminación de placa
Enero-Febrero	5 y 6	Julio-Agosto	5 y 6
Febrero-Marzo	7 y 8	Agosto-Septiembre	7 y 8
Marzo-Abril	1 y 2	Septiembre-Octubre	1 y 2
Abril-Mayo	3 y 4	Octubre-Noviembre	3 y 4
Mayo-Junio	9 y 0	Noviembre-Diciembre	9 y 0

Fuente: Elaboración propia con base en Semaedeso (2016).

A continuación, en la ***Figura 43***, se presentan los datos históricos de verificación del estado de Oaxaca por semestre comunicados por la Semaedeso para el periodo 2008-2017.

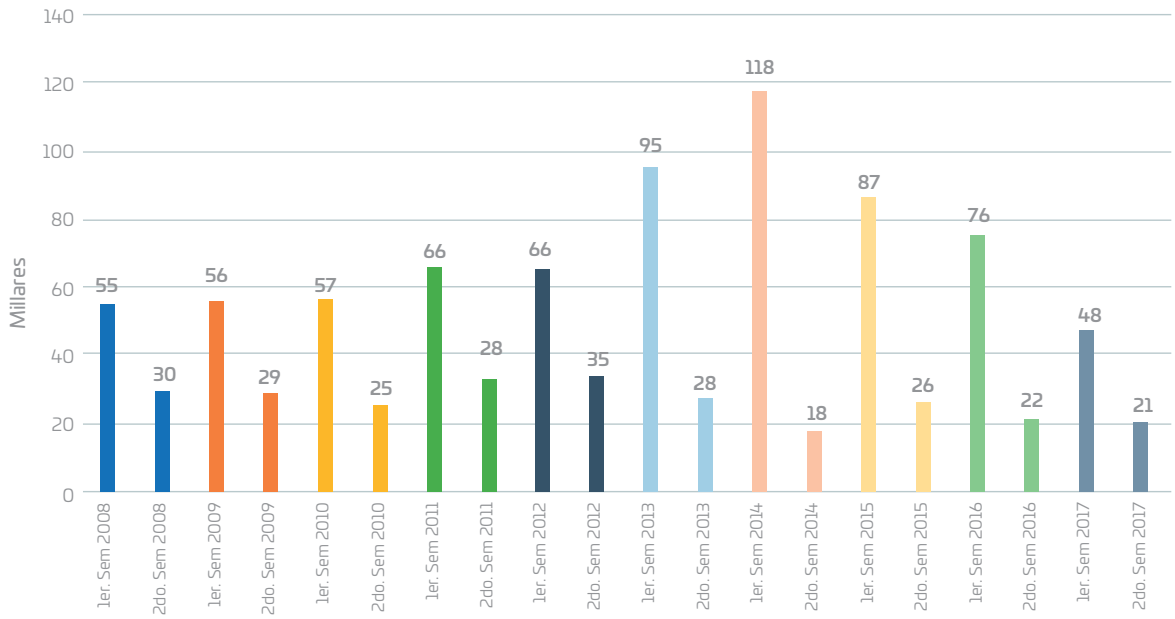


Figura 43. Total de verificaciones 2008-2017

Fuente: Elaboración propia con base en Semaedeso (2018b).

El PVV se realiza a través de los 17 Centros de Verificación Vehicular (CVV) autorizados por la Semaedeso ***(Tabla 15)***, de los cuales cuatro se encuentran ubicados en la ZMCO y el resto en los principales municipios del estado.

Tabla 15. CVV que operan en el estado de Oaxaca.

No.	Centro de verificación vehicular	Dirección
1	VS-01, Col. Reforma	Azucenas no. 608 Col. Reforma, Oaxaca de Juárez, Oax.
2	VS-02, Santa Rosa	Carr. Cristobal Colón km 539, Santa Rosa Panzacola, Oaxaca de Juárez, Oax.
3	VS-03, Viguera	Prolongación de Riveras del Río Atoyac no. 42, Trinidad de Viguera, Oax.
4	VS-04, San Juan Chapultepec	Calzada Valerio Trujano no. 1308, San Juan Chapultepec, Oaxaca de Juárez, Oax.
5	VS-07, Huajuapan	Avenida Paraíso esq. Jacarandas s/n col. Santa Teresa, Huajuapan de León, Oax
6	VS-08, Ixtepec	km 2 Carr. Ixtepec-Juchitán s/n, col. Arboledas, Ciudad Ixtepec, Oax.
7	VS-09, Puerto Escondido	Vértice Suroriente de la manzana III, La Sociedad, Sector Reforma, Col. Centro Agencia de Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Oax.
8	Servicio Público (Transporte) SP-01	Antiguo Camino a San Lorenzo s/n, San Lorenzo Cacaotepec.
9	VC-01, Etla	Acueducto no. 108, Villa de Etla, Oax.
10	VC-01, Miahuatlán	Calle 16 de Sept. s/n, Miahuatlán de Porfirio Díaz, Oax.
11	VC-01, Ocotlán	Carr. Oaxaca-Puerto Ángel km 32, lote 10, Ocotlán de Morelos, Oax.
12	VC-01, Zimatlán	Calle Ignacio López Rayón no. 7, Col. Centro, Zimatlán de Álvarez, Oax.
13	VC-01, Tlacolula	Prolongación Vicente Guerrero esq. Con Ferrocarril no. 1, 4ta. Sección, Tlacolula de Matamoros, Oax.
14	VC-02, Tehuantepec	km 5.5 Carr. Tehuantepec-Salina Cruz s/n, Barrio Santa Cruz Tagolaba, Sto. Domingo Tehuantepec, Oax.
15	VC-02, Tuxtepec	Carr. Tuxtepec-Loma Bonita km 1 No. 42, col. La Esperanza, San Juan Bautista Tuxtepec, Oax.
16	VC-03, Nochixtlán	Carr. Cristóbal Colón s/n, Asunción Nochixtlán, Oax.
17	VC-03, Pinotepa	Carr. Pinotepa-Puerto Escondido Km 1 s/n, Santiago Pinotepa Nacional, Oax.

Fuente: Elaboración propia con base en Semaedeso (2016).

Además, existen unidades móviles que dan servicio a diferentes regiones del estado en las cuales no existen centros de verificación. El tipo de prueba que se realiza en los centros de verificación es estática, pues no existe infraestructura para la prueba dinámica.

De acuerdo con los resultados de la prueba de verificación, los vehículos pueden obtener los siguientes hologramas o rechazos:

- **Doble cero**, destinado a los vehículos "nuevos", de año-modelo correspondiente al año en curso y al inmediato posterior, que sean exclusivamente de uso particular.
- **Particular,** asignado exclusivamente a los vehículos de uso particular que estén registrados, emplacados o que circulen en el estado de Oaxaca, sin importar el año-modelo.
- **Intensivo,** destinado a todos los vehículos registrados, emplacados o que circulen en el estado de Oaxaca en cuya tarjeta de circulación aparezca como propietario el nombre de una persona moral o razón social, o que esté al servicio de una negociación mercantil o constituya una herramienta de trabajo.
- **Constancia de rechazo,** asignada a vehículos cuyas emisiones rebasen los límites máximos permisibles o no aprueben la inspección visual de los componentes referidos en las Normas Oficiales Mexicanas Vigentes y que se apliquen.

El número de autos verificados se mantiene en niveles bajos, sobre todo debido a la no obligatoriedad del programa y la falta de vigilancia del mismo.

2.6. Conclusiones y recomendaciones

Durante los últimos años, el DCAVV de la Semaedeso ha realizado esfuerzos constantes por mantener la operación de las dos estaciones que conforman el sistema de monitoreo de la ZMCO, lo que ha dado como resultado una mejora en la operación durante los años 2017 y 2018. Sin embargo, aún existen áreas de oportunidad de acuerdo con lo observado en el diagnóstico técnico presentado en este capítulo. En primer lugar, el mantenimiento y la operación del sistema de monitoreo de la ZMCO requiere una gestión adecuada de sus procedimientos para generar datos válidos que puedan comunicarse en tiempo real al SINAICA. Por ello, debe promoverse la creación de un programa de aseguramiento y control de calidad y darle seguimiento.

Algunas de las necesidades principales identificadas son asegurar los recursos financieros para incrementar y capacitar al personal que opere el sistema, y cubrir los gastos de refacciones y electricidad. Una vez que se cuente con personal capacitado se podrán establecer los procedimientos de validación de datos que se generan en las estaciones de monitoreo.

La representatividad espacial de las estaciones de monitoreo CED y CHO, en términos de la cobertura metropolitana, es una condición que debe evaluarse en el corto plazo. Así, podrá proponerse un rediseño viable y una posible ampliación del actual sistema de monitoreo. Lo anterior también aplica para la ampliación de la cobertura de monitoreo atmosférico hacia la ZMT y las nuevas zonas metropolitanas que se decreten a futuro (Tuxtepec e Istmo), pues deberán realizarse estudios técnicos detallados a fin de determinar cuántas estaciones más se requerirán y su localización estatal.

De acuerdo con los datos analizados de las estaciones CED y CHO, los límites permisibles de PM_{10} y $PM_{2.5}$ son los que han presentado mayor número de excedencias en el periodo 2016-2018. En el caso del O3, aún no se detectan problemas serios de excedencias, pero es importante tomar medidas para el control de este contaminante y las partículas para proteger la salud de la población.

Del mismo modo, es indispensable a corto plazo que el estado cuente con un Índice de Calidad del Aire homologado a nivel nacional y que se dé a conocer a la población. Asimismo, una vez que el sistema de monitoreo se fortalezca, deberán realizarse los trabajos para la revisión y adecuación del PCA propuesto anteriormente, además de la implementación de instrumentos jurídicos que emitan el mandato de integrar un PCA y las zonas de aplicación.

Para la adecuada implementación y vigilancia del PVV, el DCAVV de la Semaedeso, en conjunto con la Secretará de Movilidad (Semovi) y los municipios de la ZMCO, trabaja ya en un programa coordinado para realizar operativos de vigilancia para detectar a los vehículos que no cumplan con la verificación y aplicar las sanciones correspondientes.

Para las actividades descritas arriba, se propone la creación de un fideicomiso o etiquetado de recursos (p.ej. provenientes de la verificación vehicular), que dé certidumbre financiera a todos los programas en materia de calidad del aire.

CAPÍTULO 3.

INVENTARIO DE EMISIONES

El objetivo principal del inventario es proporcionar a las autoridades gubernamentales, los tomadores de decisiones y al público interesado, las mejores y más completas estimaciones de los diversos tipos de contaminantes y compuestos emitidos a la atmósfera y a través de éstas, caracterizar a las fuentes generadoras. Asimismo, es un instrumento clave para poder aplicar los modelos de calidad del aire y proporcionar a las autoridades Federales, estatales y municipales un punto de partida para el diseño y evaluación de programas de gestión de la calidad del aire.

3.1. Comportamiento histórico de las emisiones de contaminantes criterio en la zona de estudio

El estado de Oaxaca cuenta con dos versiones previas de inventario de emisiones de contaminantes criterio y precursores (CC&P), la primera para 2005 y una actualización posterior para 2008, ambas elaboradas por SEMARNAT *(SEMARNAT, 2012a; SEMARNAT, 2013a)* e incluidas como parte del Inventario Nacional de Emisiones de México (INEM). Los resultados del inventario 2005 se muestran en la ***Tabla 16.***

Tabla 16. Inventario Estatal de Emisiones 2005.

Fuente de emisión	Mg/año						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Fuentes fijas	9446	8149	104 047	134 050	8371	6755	899
Fuentes de área	28 068	19 787	4002	148 934	9162	62 051	39 569
Fuentes móviles	94	67	186	216 091	10 701	16 858	124
Fuentes naturales	-	-	-	-	92 597	1 020 480	-
TOTAL	37 607	28 003	108 235	499 076	120 831	1 106 144	40 592

Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2012b)

En este primer inventario, las fuentes de área eran la principal fuente de emisión de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el estado (74% y 70%, respectivamente), sobre todo por el uso de leña en el sector de combustión doméstica, seguido de las fuentes fijas (ingenios azucareros, de manera principal). Las fuentes fijas eran también la primera fuente de emisión de SO_2 (alrededor de 96%), emisiones debidas al uso predominante de combustóleo en la refinería de Salina Cruz.

En términos de CO, las fuentes móviles representaban 43% de las emisiones a nivel estatal, con particular importancia en los municipios que conformaban la ZMCO. Por lo que respecta a las emisiones de NO_x, las fuentes naturales tenían la mayor contribución (76%), seguidas por las de fuentes móviles.

Los COV tenían en las fuentes naturales el primer lugar en contribución y en segundo lugar figuraban las emisiones provenientes de las fuentes de área, debidas sobre todo a la combustión residencial de leña. Por último, las emisiones de amoniaco provenientes de fuentes de área, principalmente por el uso de fertilizantes, eran las de mayor contribución al inventario de 2005 (96%).

La distribución porcentual de las emisiones por contaminante y fuente de emisión se presentan en la ***Figura 44.***

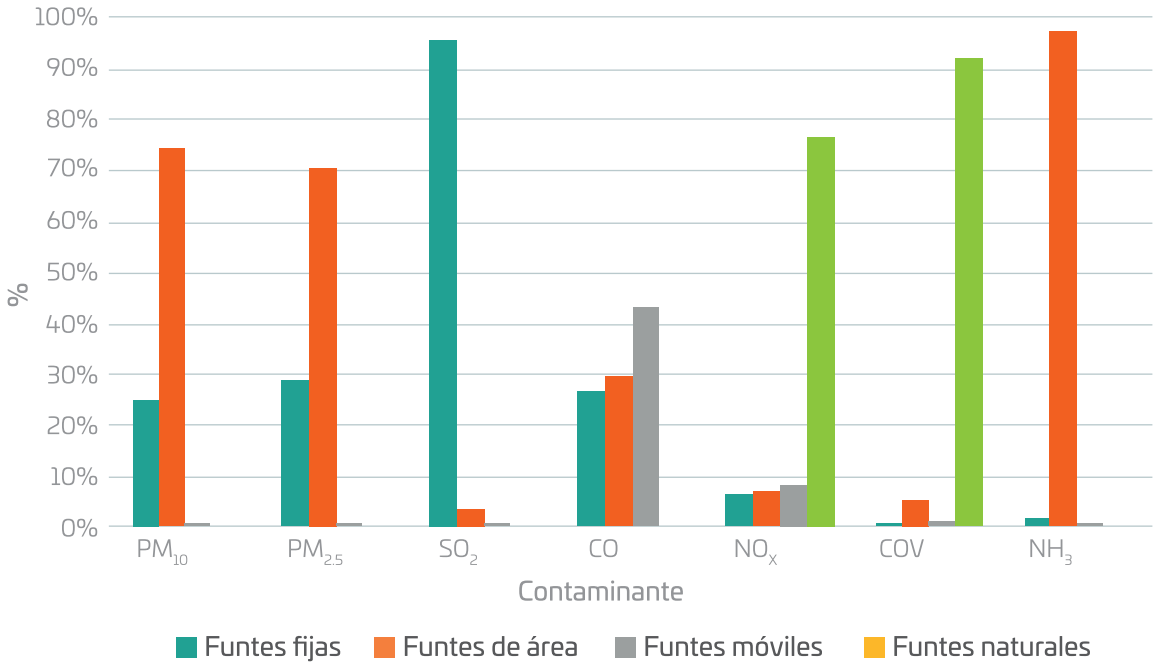


Figura 44. Distribución porcentual de contaminantes criterio en el estado de Oaxaca por tipo de fuente, 2005.

Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2012b)

En la actualización de 2008, las categorías más importantes de emisión mantuvieron las mismas tendencias que en 2005. Sin embargo, se realizaron ajustes en el número de categorías de fuentes de área que se evaluaron y también en la estimación de partículas, tanto PM_{10} como $PM_{2.5}$, así como SO_2 y NH_3 provenientes de fuentes móviles, por la actualización del modelo de estimación (MOBILE México). Las emisiones estimadas por categoría y contaminante se presentan en la ***Tabla 17.***

Tabla 17. Inventario Estatal de Emisiones, 2008.

Fuente de emisión	Mg/año						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Fuentes fijas	9218	5838	111 005	104 373	9832	7383	3376
Fuentes de área	38 123	32 774	811	244 588	7697	223 636	34 998
Fuentes móviles	904	828	842	103 259	12 510	13 247	304
Fuentes naturales	-	-	-	-	98 260	1 013 325	-
TOTAL	48 244	39 441	112 658	452 220	128 299	1 257 590	38 678

Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2012b).

La ***Figura 45*** presenta la distribución porcentual de los contaminantes por tipo de fuente. El cambio más importante, como se mencionó, son las emisiones provenientes de fuentes móviles.

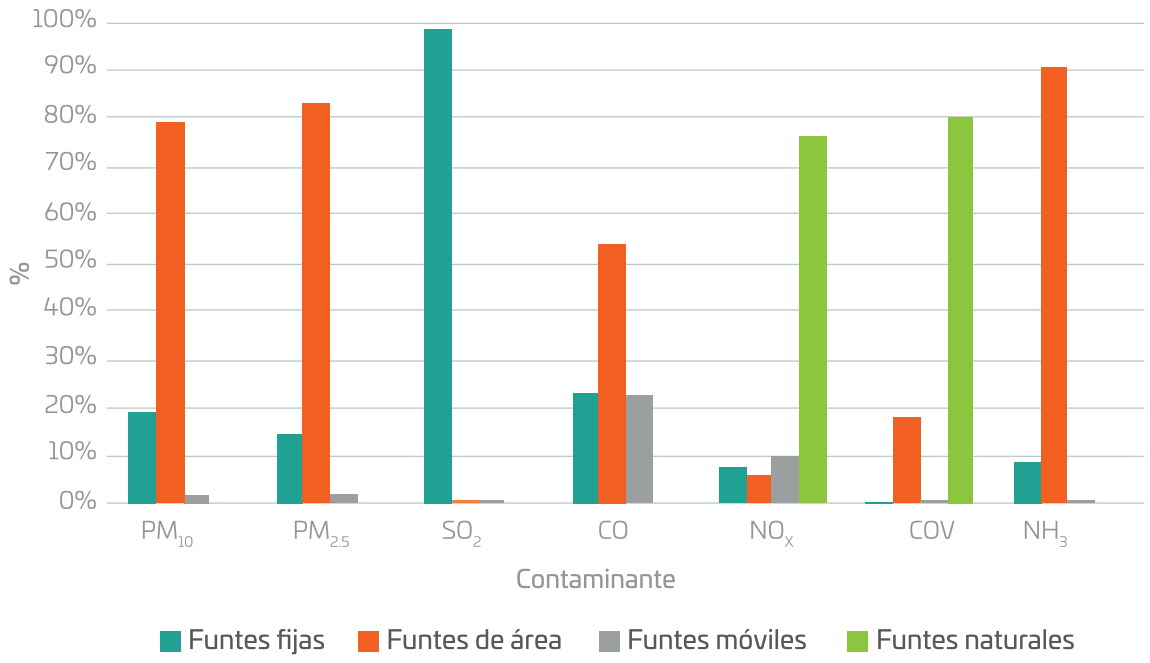


Figura 45. Distribución porcentual de contaminantes criterio en el estado de Oaxaca por tipo de fuente, 2008.

Fuente: SEMARNAT (2012b).

Posteriormente, en 2012, como parte de los preparativos del Programa de Gestión de la Calidad del Aire de la ZMCO *(IEEDS, 2014b)*, las autoridades ambientales de Oaxaca, a través del Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable, decidieron actualizar el Inventario de emisiones de contaminantes criterio para el estado de Oaxaca 2011, cuyos principales resultados se muestran en la ***Tabla 18.***

Tabla 18. Inventario Estatal de Emisiones, 2011.

Fuente de emisión	Mg/año						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_x	COV	NH_3
Fuentes fijas	7013	4387	55 194	2538	7039	386	98
Fuentes de área	29 203	20 973	988	166 578	5431	116 169	34 332
Fuentes móviles	116	87	421	87 2767	15 001	5984	438
Móviles no carreteras	35	31.53	21	485	1428	78	-
Fuentes naturales	108 156	-	-	-	53 732	700 492	-
TOTAL	144 523	25 479	56 622	256 868	82 630	823 108	34 868

Fuente: Elaboración propia con base en IEEDS (2012).

El principal cambio en este inventario fue la inclusión de las emisiones de partículas provenientes de la erosión del suelo, que se contabilizaron dentro de las fuentes naturales.

Es notable la disminución significativa de las emisiones de SO_2 de las fuentes fijas, debido principalmente a la disminución del consumo de combustóleo en Salina Cruz, pese a que siguió siendo la principal categoría de emisión de este contaminante. De nuevo, la categoría de fuentes móviles sufrió cambios importantes, sobre todo para la estimación de PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CO.

Los resultados del inventario 2011 para el estado de Oaxaca muestran que las fuentes fijas (sector industrial) contribuyeron con 97% del bióxido de azufre (SO_2), las fuentes naturales aportaron 74% de las PM_{10}, las fuentes de área (combustión doméstica, comercios, servicios, etc.) contribuyeron con 82% de las $PM_{2.5}$, 85% de los compuestos orgánicos volátiles (COV) provenían de fuentes naturales y, de las fuentes de área, había 98% de amoniaco (NH_3); mientras que las fuentes móviles carreteras contribuyeron con 34% del monóxido de carbono (CO), 18% de los óxidos de nitrógeno (NO_x) y 0.8% de los COV. Estos resultados muestran una intensa actividad humana en las actividades industriales, comerciales y de servicios.

Los resultados de la distribución porcentual por tipo de fuente para el inventario estatal 2011 se presentan en la ***Figura 46.***

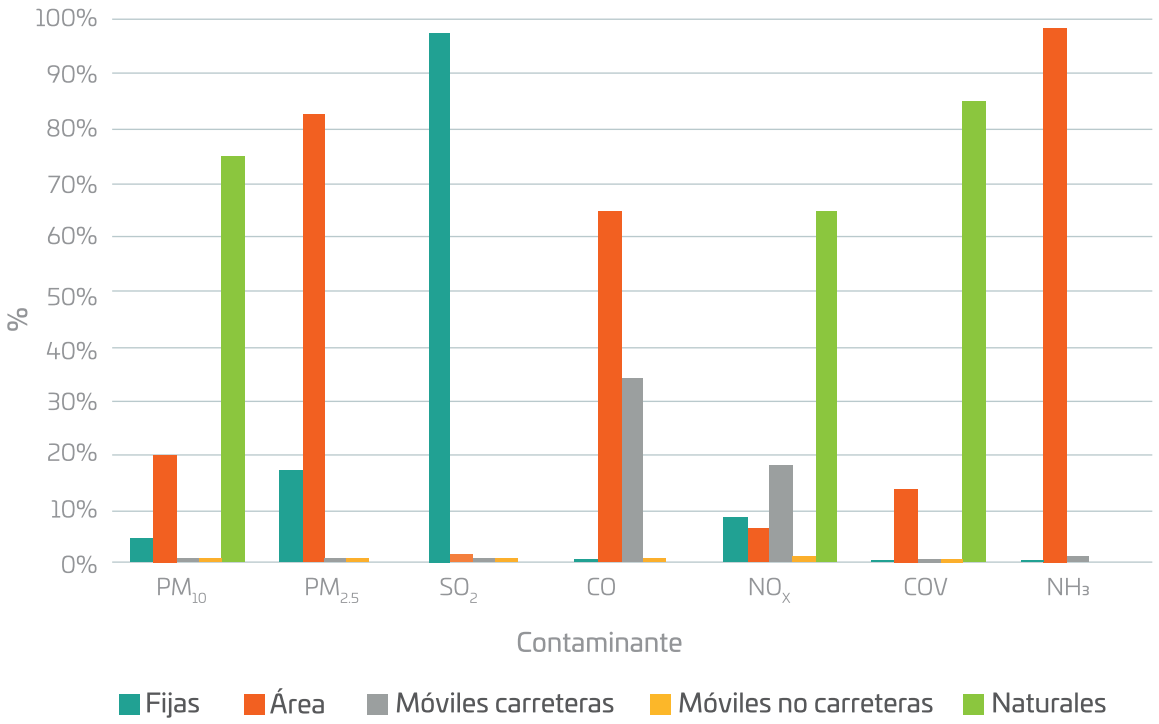


Figura 46. Distribución porcentual de contaminantes criterio en el estado de Oaxaca por tipo de fuente, 2011.
Fuente: Elaboración propia con base en IEEDS (2012)

3.2. Descripción general del inventario estatal de emisiones de CC&P

Año base

El año base para el que se estimó la emisión de contaminantes criterio y precursores en esta actualización para el ProAire 2019-2028, fue 2016, por lo que toda la información fue recopilada y en ciertos casos extrapolada para ese año.

Región de estudio

La delimitación territorial para la elaboración del inventario de emisiones de CC& está determinada por la extensión geográfica del estado de Oaxaca, integrado por 570 municipios distribuidos en ocho regiones, las cuales se mencionaron en el capítulo 1.

Contaminantes incluidos

El inventario estatal de emisiones del estado de Oaxaca 2016 incluye las emisiones estimadas para seis contaminantes: óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono (CO), partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y amoniaco (NH_3).

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) son un grupo genérico de contaminantes que incluye dos especies primarias: óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO_2). En general, los NO_x son emitidos a la atmósfera

a partir de procesos de combustión, y son precursores de ozono y también importantes precursores de partículas secundarias. Durante el proceso de combustión se emiten tanto NO como NO_2, aunque el producto principal de la combustión es el primero.

Los óxidos de azufre (SO_x) son un grupo genérico de contaminantes que incluye diferentes especies de óxidos, aunque la especie predominante es el bióxido de azufre (SO_2). Estos compuestos son emitidos a la atmósfera por las fuentes de consumo de combustibles que contienen azufre (carbón, combustóleo, gasolina y diésel), así como por diversos procesos metalúrgicos y químicos que entrañan el manejo de materiales sulfurados (por ejemplo, altos hornos, refinerías y plantas de producción de ácido sulfúrico). Esto es particularmente importante para el tema de fuentes móviles, pues es el sector que tiene mayor consumo de diésel, y por tanto, las emisiones de óxidos de azufre son totalmente dependientes del contenido de azufre de este combustible.

Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son hidrocarburos (HC) emitidos a la atmósfera generalmente por fuentes de combustión o de evaporación. Los COV son importantes precursores de la formación de ozono, así como precursores de partículas secundarias. Las especies de COV forman un subconjunto dentro de un grupo más amplio de hidrocarburos denominados gases orgánicos totales (GOT), que incluyen todos los compuestos carbonados, excepto carbonatos, carburos metálicos, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2) y ácido carbónico.

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro que se origina en la combustión incompleta de combustibles fósiles. En los inventarios de zonas urbanas, suele alcanzar un orden de magnitud mayor que cualquier otro contaminante. Este compuesto no es precursor de ozono ni de PM, pero puede tener efectos en la salud de la población.

Existen muchas formas para clasificar a las partículas suspendidas (PM). El término "partículas primarias" se refiere a cualquier material sólido, líquido o gaseoso emitido directamente por una fuente de emisión y que, a temperatura y presión ambientales, se encuentra en estado sólido o líquido suspendido en la atmósfera. Por otro lado, las "partículas secundarias" corresponden a los aerosoles formados a partir de materiales gaseosos (por ejemplo, NO_x, SO_x y COV), como resultado de reacciones químicas atmosféricas. El Inventario Estatal incluye sólo las emisiones de partículas primarias.

Las emisiones de PM también se caracterizan por su tamaño. El Inventario Estatal se centra en dos tamaños: PM_{10} y $PM_{2.5}$. El término "PM_{10}" describe las emisiones de partículas primarias de diámetro aerodinámico igual o menor a 10 micrómetros (µm), en tanto que "$PM_{2.5}$" comprende las emisiones de partículas primarias con diámetro aerodinámico igual o menor a 2.5 µm. La mayoría de los factores de emisión de PM se expresan en términos de PM_{10}. Por su parte, la importancia de las $PM_{2.5}$ radica en su impacto en la salud de la población.

Las emisiones de amoniaco se incluyen debido a que éste suele reaccionar con SO_x y NO_x para formar especies como el sulfato de amonio [$(NH_4)_2SO_4$] y el nitrato de amonio (NH_4NO_3). El NH_3 es emitido por un gran número de fuentes diferentes, pero las dos más importantes incluidas en el inventario son la ganadería y la aplicación de fertilizantes.

Fuentes evaluadas en el Inventario Estatal Oaxaca 2016

La metodología básica para elaborar los inventarios de emisiones fue desarrollada por el Instituto Nacional de Ecología (ahora INECC) *(INE, 2005)* e incluye manuales técnicos que han permitido uniformar los criterios y métodos de estimación de las emisiones, con el fin de que los inventarios sean comparables en el tiempo y entre lugares distintos. En general, para los propósitos del Inventario Estatal, y al mismo tiempo para homologarse con el INEM y los inventarios de Estados Unidos de América y Canadá, las fuentes de emisión se agrupan actualmente en cuatro tipos principales:

- **Fuentes puntuales o fijas**
- **Fuentes de área**
- **Fuentes móviles (carreteras y no carreteras)**
- **Fuentes naturales**

Fuentes fijas

Las fuentes fijas están definidas en el artículo 6 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, como toda instalación establecida en un solo lugar que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales y de servicios, o que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera. De acuerdo con la ley, estas fuentes pueden estar bajo jurisdicción del Gobierno federal o de un gobierno local.

Como se indica en el Artículo 111 Bis de la ley y en el Artículo 11 del reglamento mencionado, las fuentes puntuales bajo jurisdicción federal incluyen los siguientes sectores industriales:

- Industria del petróleo y petroquímica
- Manufactura química
- Manufactura de pinturas y tintas
- Manufactura de partes automotrices
- Industria metalúrgica
- Industria de la celulosa y el papel
- Manufactura de cemento y cal
- Manufactura de asbestos
- Manufactura de vidrio

- Generación de energía eléctrica
- Tratamiento de residuos peligrosos
- Todos los establecimientos, proyectos o actividades (industrial, comercial o de servicios) administrados por entidades públicas federales
- Fuentes que afecten el equilibrio ecológico de un estado o país adyacente

La ley establece que para las fuentes de jurisdicción local, las leyes estatales especificarán qué fuentes o actividades será de jurisdicción estatal o municipal. Las industrias de jurisdicción local son establecimientos industriales que no son de jurisdicción federal, pero cuyos equipos u operaciones están sujetos a alguna de las principales normas oficiales mexicanas de emisiones, por ejemplo la NOM-085-SEMARNAT-1994, para equipo de combustión (en particular, calderas industriales), y la NOM-043-SEMARNAT-1993, para emisiones de partículas. Algunos ejemplos relevantes de estas industrias son los siguientes:

- Producción de alimentos y bebidas (en la cual se incluyen los ingenios azucareros)
- Manufactura de cerámica y productos de barro (como hornos ladrilleros)
- Producción de minerales no metálicos
- Manejo de desechos y remediación
- Productos derivados de la madera
- Textiles y curtido de pieles

Fuentes de área

Las fuentes de área son aquellas suficientemente pequeñas, numerosas y dispersas (como combustión residencial de gas LP y gas natural, quema de leña, ladrilleras, consumo de solventes a nivel comercial, actividades de asfaltado, caminos no pavimentados, etc.) como para que su inclusión individual en un inventario de fuentes puntuales pueda hacerse de manera eficiente. De manera colectiva, sin embargo, representan un porcentaje significativo de las emisiones de contaminantes, por lo que siempre deben incluirse en un inventario de emisiones.

El inventario de fuentes de área por lo general consiste en la estimación de las siguientes grandes categorías:

- Aplicación de fertilizantes
- Aplicación de plaguicidas
- Corrales de engorda
- Emisiones ganaderas de amoniaco
- Labranza
- Quemas agrícolas
- Ladrilleras
- Aguas residuales
- Rellenos sanitarios
- Quema de residuos a cielo abierto
- Combustión agrícola
- Combustión comercial

- Manejo y distribución de combustibles
- Manejo y distribución de gas L.P.
- Asados al carbón
- Panificación
- Actividades de construcción
- Caminos pavimentados y no pavimentados
- Emisiones domesticas de amoniaco
- Incendios forestales
- Esterilización de material hospitalario
- Incendios en construcción
- Combustión doméstica
- Artes gráficas
- Asfaltado
- Lavado en seco
- Limpieza de superficies industriales
- Pintado automotriz
- Pintura para señalización vial
- Recubrimiento de superficies arquitectónicas
- Uso doméstico de solventes
- Recubrimiento de superficies en la industria

A su vez, cada categoría está integrada por subcategorías más específicas (p.ej., el uso de solventes orgánicos que incluye el uso comercial o doméstico de solventes, lavado en seco y limpieza de superficies), determinadas por sus procesos de emisión similares, o bien, por la similitud en los métodos para estimar sus emisiones.

Fuentes Móviles

Fuentes móviles carreteras

Las fuentes móviles de emisión están constituidas por vehículos automotores que circulan en la vía pública. En la mayoría de las áreas urbanas, los vehículos automotores son los principales generadores de emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), CO, NO_x, SO_x y PM, contaminantes tóxicos del aire y que reducen la visibilidad. Las emisiones de vehículos automotores son generadas por diferentes procesos. Los que más suelen considerarse son las emisiones que resultan del uso de gasolina o diésel y que son emitidas a través del escape del vehículo, además de una variedad de procesos evaporativos, que incluyen:

- Emisiones húmedas calientes: se presentan debido a la volatilización del combustible en su sistema de dosificación, una vez que se apaga el motor, debido a su calor residual.
- Emisiones evaporativas en circulación: son emisiones de fugas de combustible en fase líquida o de vapor que se presentan cuando el motor está en operación.
- Emisiones diurnas: se refiere a emisiones del tanque de combustible del vehículo debido a altas temperaturas en el líquido y al aumento de la presión de vapor, resultado del incremento en las temperaturas ambientales y la aportación de calor del sistema de escape del vehículo o del calor reflejado por el asfalto o la superficie de circulación.
- Emisiones evaporativas en reposo: son emisiones evaporativas distintas de las húmedas calientes, diurnas y de recarga de combustible, que ocurren debido a permeabilidad o fugas en los conductos de combustible.

- Emisiones evaporativas de la recarga de combustible: se refiere a emisiones desplazadas del tanque de combustible durante su recarga. Si bien el vehículo es la fuente de emisiones, éstas se presentan mientras el vehículo está en reposo en estaciones de servicio. Por tanto, las emisiones de recarga son tratadas típicamente como fuente de área.

Fuentes móviles no carreteras

Por lo general, las fuentes móviles que no circulan por carreteras comprenden diferentes tipos de equipos. Se ha encontrado que las que contribuyen de manera más importante a la emisión de los contaminantes inventariados son:

- Aeronaves, incluyendo el equipo aeroportuario básico
- Embarcaciones marinas
- Locomotoras

Fuentes Naturales

Además de las actividades humanas, los fenómenos naturales y la vida animal y vegetal juegan un papel importante en el problema de la contaminación del aire. Es primordial comprender la contribución general de este tipo de fuentes, sobre todo en áreas en las que las emisiones de fuentes naturales pueden ser significativas.

Para efectos del inventario, las fuentes naturales se definen como biogénicas o geogénicas. Las primeras incluyen emisiones de isopreno (ISO), monoterpenos totales (MTT) y otras especies de COV (OCOV), producidas por bosques o cultivos, así como emisiones de NO_x provenientes de suelos, generadas por actividad microbiana.

En el Inventario Estatal, las emisiones biogénicas provenientes del suelo se estiman con un modelo biogénico desarrollado por la Comisión para la Calidad Ambiental de Texas (*Texas Commission on Environmental Quality*), denominado Sistema Global de Emisiones e Interacciones de la Biosfera, (*Global Biosphere Emission and Interactions System, GloBEIS*), que se basa en modelos previos elaborados por la EPA. Permite calcular las emisiones por hora de COV y NO_x para cada municipio incluido en el dominio del inventario.

3.3. Actualización del inventario de emisiones por tipo de fuente

El Inventario de emisiones para el estado de Oaxaca 2016 integra los resultados para las fuentes fijas, de área, móviles (carreteras y no carreteras) y naturales (biogénicas).

3.3.1. Análisis de resultados por fuente de emisión y contaminante

El reporte de los resultados del inventario de emisiones a nivel estatal considera el análisis para siete contaminantes atmosféricos: partículas, (PM_{10} y $PM_{2.5}$), bióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoniaco (NH_3). Las ***Tablas 19 y 20,*** y la ***Figura 47***, muestran los resultados por tipo de fuente y contaminante.

Tabla 19. Inventario Estatal de Emisiones, 2016.

Fuente de emisión	Mg/año						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Fuentes fijas	6665	3925	99 603	2827	7235	1203	87
Fuentes de área	45 444	39 774	1 987	295 056	21 093	278,820	64 896
Fuentes móviles	1 289	1 181	612	103 574	27 030	8 123	166
Móviles no carreteras	70	69	525	508	3 318	154	NE
Fuentes naturales	NA	NA	NA	NA	103 694	2 034 065	NA
TOTAL	53 468	44 950	102 726	401 965	162 369	2 322 185	65 149

NA = No aplica; NE = No estimado.

Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario Estatal de Emisiones 2016.

Tabla 20. Distribución porcentual del Inventario Estatal de Emisiones 2016.

Fuente de emisión	Mg/año						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Fuentes fijas	12.5%	8.7%	97.0%	0.7%	4%	0.1%	0.1%
Fuentes de área	85.0%	88.5%	1.9%	73.4%	13%	12%	99.6%
Fuentes móviles	2.4%	2.6%	0.6%	25.8%	17%	0.3%	0.3%
Móviles no carreteras	0.1%	0.2%	0.5%	0.1%	2%	0.0%	0.0%
TOTAL	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	64%	88%	0.0%

Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario Estatal de Emisiones 2016.

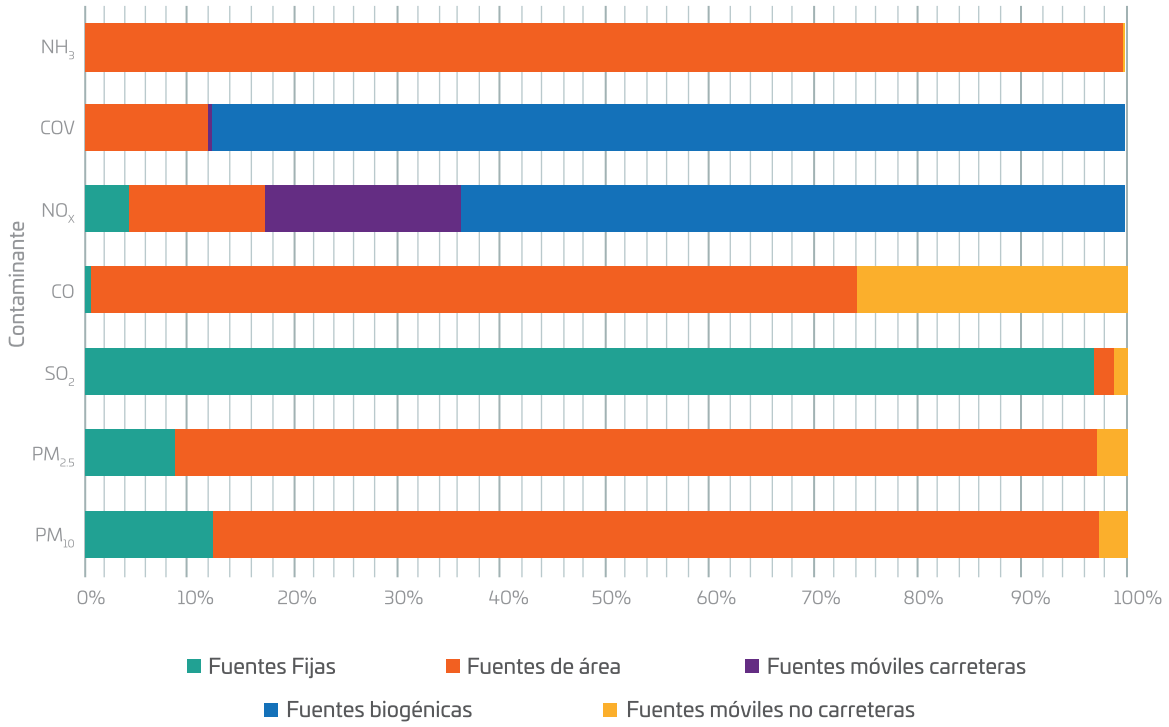


Figura 47. Distribución porcentual de contaminantes criterio en el estado de Oaxaca por tipo de fuente, 2016.
Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario Estatal de Emisiones 2016.

Fuente de emisión	Principales contaminantes emitidos
Fuentes fijas	• Primera fuente de emisión de bióxido de azufre (SO_2): contribuye con 97% del contaminante. • Segunda fuente de emisión de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$: 12.5% y 8.7%, respectivamente.
Fuentes de área	• Principal emisor de amoniaco: 99.6% (actividad ganadera y uso de fertilizantes), partículas $PM_{2.5}$: 88.5% (quema de biomasa), y monóxido de carbono: 73.4% (quema de biomasa). • Segundo emisor en importancia de compuestos orgánicos volátiles (uso de solventes y quema de biomasa): 12%, y PM_{10}: 85%.
Fuentes móviles	• Segunda fuente generadora de monóxido de carbono (CO): 25.8%. • Segunda fuente en importancia por la emisión de óxidos de nitrógeno: 13%.
Fuentes naturales	• Primera fuente de emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV): 88%, y primera fuente de emisión de óxidos de nitrógeno (NO_x): 64%..

3.3.2. Análisis de resultados por categoría de emisión y contaminante

Uno de los objetivos de este estudio es conocer las fuentes específicas de emisión de contaminantes al aire en el estado de Oaxaca. Para cada contaminante se colocan sólo las principales categorías emisoras, es decir, aquellas que aportan mayormente a la emisión de contaminantes. El resto se agregó en una categoría llamada "otro". La contribución de cada categoría estudiada se puede observar en las ***Figuras 48 a 54***, las cuales muestran de manera gráfica la contribución de cada categoría a la emisión por contaminante.

COV

La emisión de los compuestos orgánicos volátiles (COV) está relacionada sobre todo con las emisiones provenientes de fuentes biogénicas (88%), relacionadas con la actividad fotosintética de las plantas, pues liberan durante isoprenos y monoterpenos durante ese proceso. En segundo lugar de emisión se ubica el uso de leña a nivel doméstico; en tercero, las emisiones de COV de la categoría de emisiones ganaderas; en cuarto lugar, las emisiones de COV por el uso doméstico de solventes; y en quinto, el manejo y la distribución de gas L.P. La contribución de estas categorías se muestra en la ***Figura 48.***

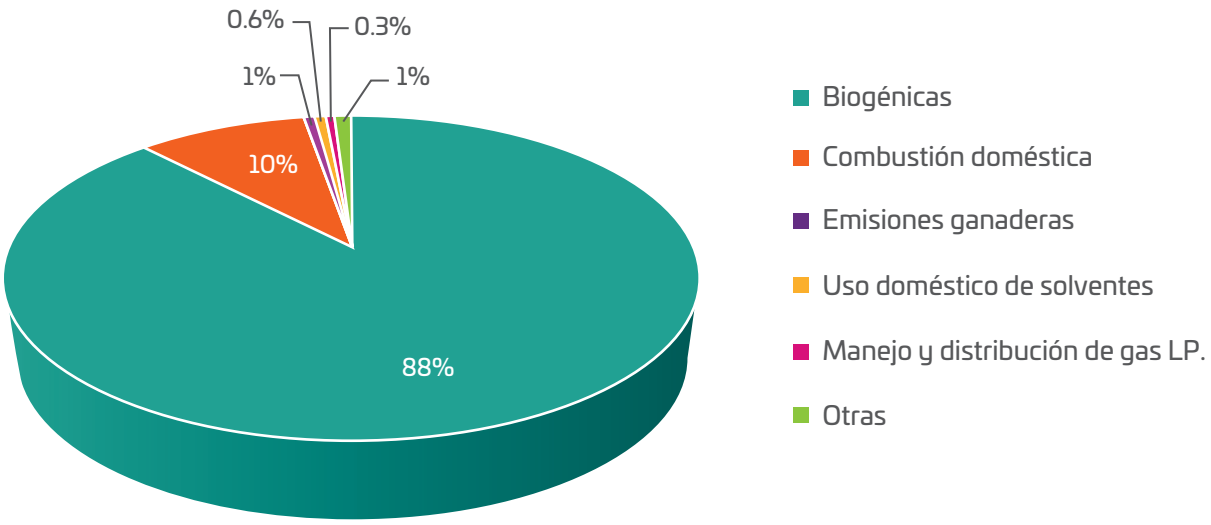


Figura 48. Contribución porcentual de COV por sector.

Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario Estatal de Emisiones 2016.

CO

La emisión de monóxido de carbono está relacionada principalmente con los procesos de combustión doméstica de leña y gas LP. Como se observa en la ***Figura 49***, las principales fuentes de emisión de este contaminante en el estado de Oaxaca, están relacionadas con quema de biomasa, quema de leña a nivel doméstico, vehículos privados y comerciales de menos de tres toneladas, autos particulares, incendios forestales y quemas agrícolas. Asimismo, destacan las emisiones de vehículos menores a tres toneladas y autos particulares.

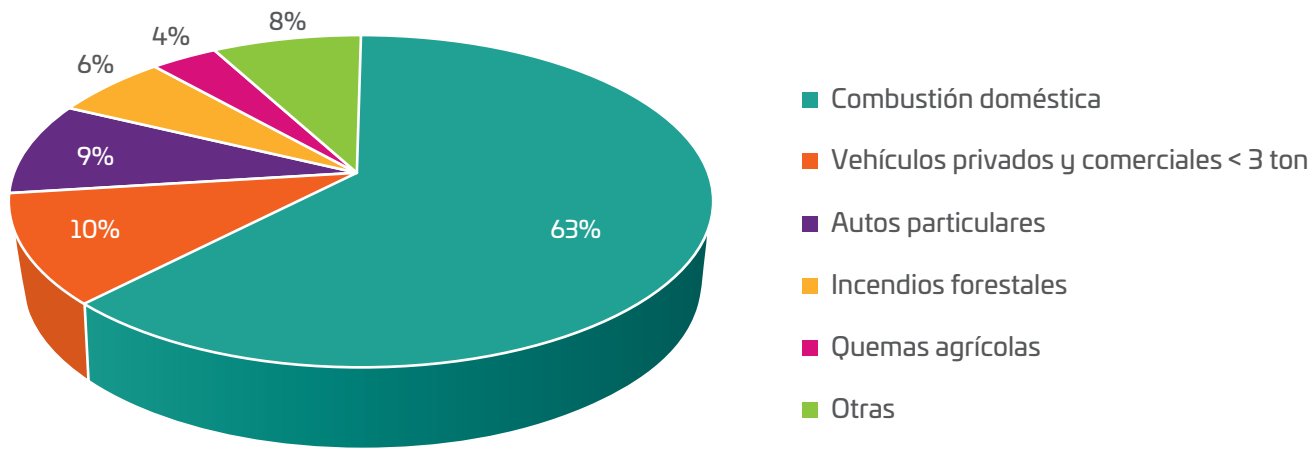


Figura 49. Contribución porcentual de CO por sector.

Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario Estatal de Emisiones 2016.

NOx

La emisión de los óxidos de nitrógeno está relacionada, sobre todo, con dos sectores: por un lado, la acción natural de la vegetación, la cual libera más de 64% de este contaminante en el estado de Oaxaca, y por el otro, la producción de NO_x a partir de procesos de combustión, como el uso de combustibles fósiles en la combustión agrícola, vehículos menores a tres toneladas, autos particulares y tractocamiones. Asimismo, la industria del petróleo y la petroquímica destaca de forma mayoritaria por sus emisiones de NO_x. Las contribuciones por categoría se muestran en la ***Figura 50.***

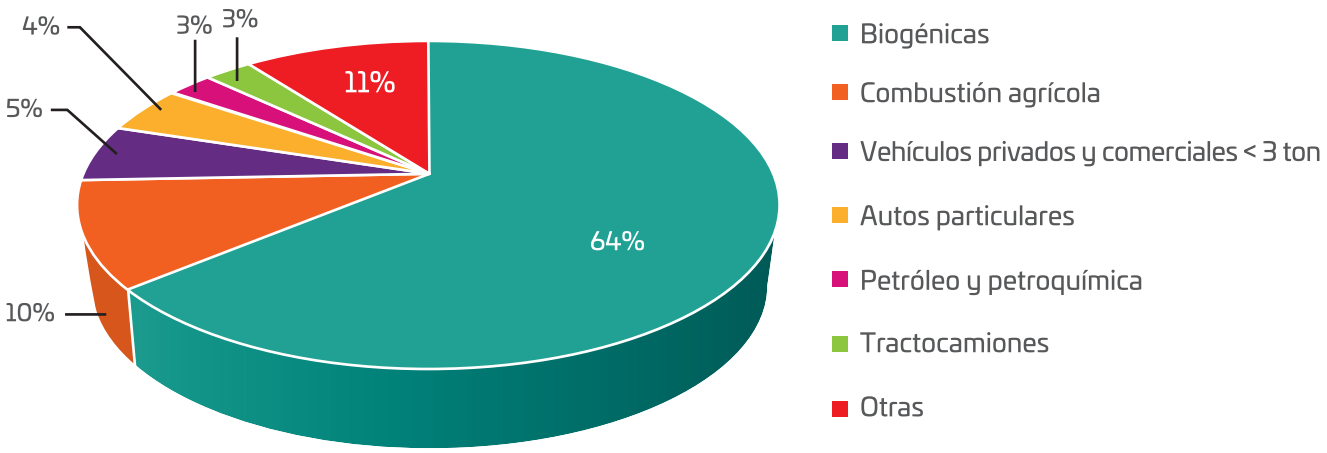


Figura 50. Contribución porcentual de NO_x por sector.

Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario Estatal de Emisiones 2016.

SO_2

Los compuestos de azufre, como el bióxido de azufre (SO_2), se producen principalmente durante la quema de combustibles que contienen este elemento. Para el caso de Oaxaca, su mayor procedencia es la actividad industrial, sobre todo la relacionada con el petróleo y la petroquímica. Las contribuciones por categoría de este contaminante se muestran en la ***Figura 51.***

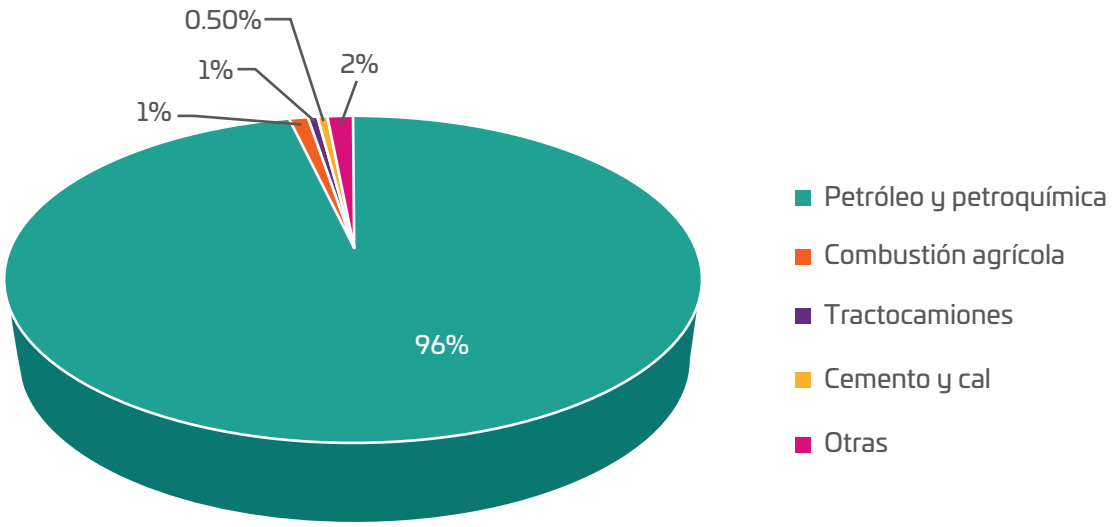


Figura 51. Contribución porcentual de SO_2 por sector

Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario Estatal de Emisiones 2016.

NH_3

Las emisiones de amoniaco (NH_3) ***(Figura 52)*** se deben principalmente a la descomposición de la materia orgánica. Para el caso de Oaxaca, las emisiones ganaderas generan 77% de este contaminante. Además, las emisiones domésticas y el uso de amoniaco en la aplicación de fertilizantes también representan una emisión importante.

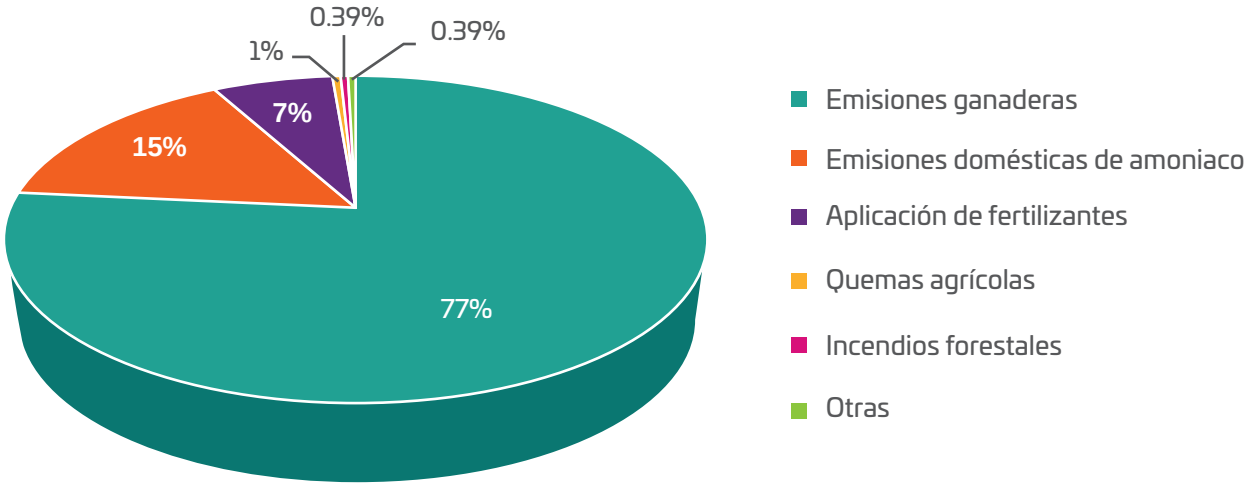


Figura 52. Contribución porcentual de NH_3 por sector.

Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario Estatal de Emisiones 2016.

PM_{10}

La emisión de partículas es de gran interés por sus efectos adversos en la salud de la población. Como se puede observar en la ***Figura 53,*** en el estado de Oaxaca la emisión de partículas menores a 10 micrómetros se debe sobre todo a las emisiones de combustión doméstica (63%). La industria de alimentos y bebidas, y del petróleo y petroquímica ocupan el segundo y tercer lugar, respectivamente. Los incendios forestales y las quemas agrícolas también son una fuente importante en la emisión de este contaminante (10%, en conjunto).

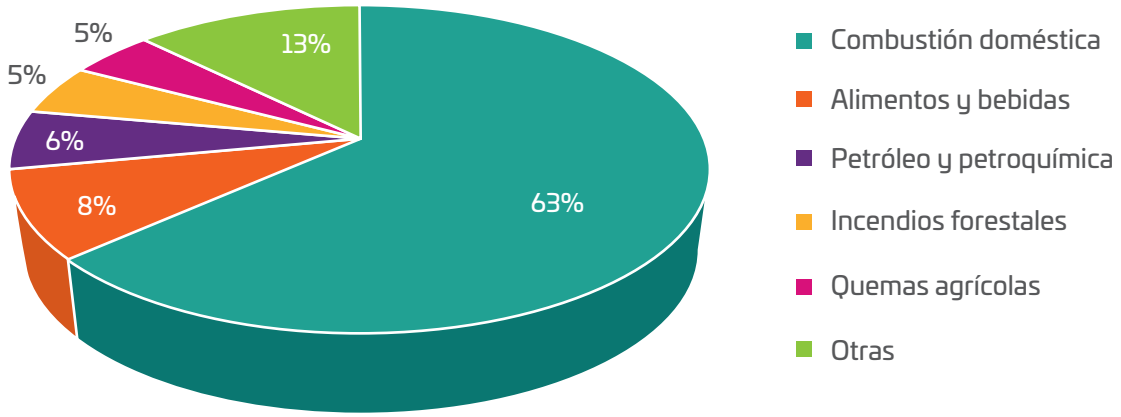


Figura 53. Contribución porcentual de PM_{10} por sector.
Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario Estatal de Emisiones 2016.

$PM_{2.5}$

En Oaxaca, las partículas menores a 2.5 micrómetros, aún más pequeñas y peligrosas que las PM_{10}, son emitidas por diferentes fuentes, como se muestra en la ***Figura 54.*** Entre ellas destaca la quema de biomasa, donde aparece de nuevo el uso doméstico de leña, las quemas agrícolas y los incendios forestales, y la industria del petróleo y petroquímica, así como la industria de bebidas (ingenios azucareros, que queman principalmente bagazo).

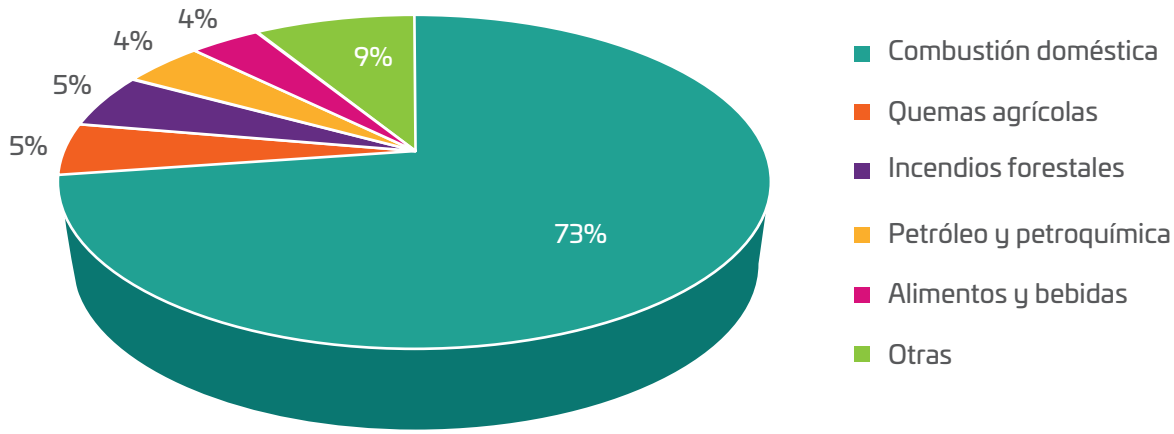


Figura 54. Contribución porcentual de $PM_{2.5}$ por sector.
Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario Estatal de Emisiones 2016.

En la ***Tabla 21*** se presenta la actualización del Inventario Estatal de Emisiones al año 2016 desagregado por fuente y categorías.

Tabla 21. Emisión de contaminantes por categoría en el estado de Oaxaca, 2016.

Fuente de emisión	Mg/año						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
FIJAS	**6665**	**3925**	**99 603**	**2827**	**7235**	**1023**	**87**
Alimentos y bebidas	3015	1725	57	1558	1366	5	4
Celulosa y papel	14	12	<1	44	53	3	2
Cemento y cal	314	179	554	118	932	3	<1
Derivados del petróleo y carbón	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Manejo de desechos y remediación	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	59	15	42	138	643	41	<1
Minerales no metálicos	2	2	<1	<1	<1	<1	<1
Petróleo y petroquímica	3260	1992	98 950	960	4239	970	81
Industria de la madera	<1	<1	<1	7	1	0	0
Mezclas químicas	<1	<1		<1	<1		
ÁREA	**45 444**	**39 774**	**1987**	**295 056**	**21,093**	**278 820**	**64 896**
Actividades de construcción	43	4					
Aguas residuales						82	
Aplicación de fertilizantes							4496
Aplicación de plaguicidas						398	
Artes gráficas						1446	
Asados al carbón	323	258		643	12	41	
Asfaltado						609	
Caminos pavimentados y no pavimentados	279	67					
Combustión agrícola	1175	1175	1097	3594	16 696	6	
Combustión comercial	1	1	<1	10	18	<1	
Combustión doméstica	33 880	32 617	401	250 981	2834	227 412	<1
Combustión industrial	<1	<1	<1	2	9	<1	<1
Corrales de engorda	309	35					
Emisiones domésticas de amoniaco							9860
Emisiones ganaderas	1301					13 509	50 001
Esterilización de material hospitalario						3	
Incendios en construcciones	<1	<1		2	<1	<1	
Incendios forestales	2558	2170	238	25 297	767	1766	253

Labranza	1970	76				1123	
Ladrilleras	1061	968	88	209	48	24	
Lavado en seco						380	
Limpieza de superficies industriales						336	
Manejo y distribución de combustibles						1298	
Manejo y distribución de gas L.P.						6797	
Panificación						992	
Pintado automotriz						654	
Pintura para señalización vial						4456	
Quema de residuos a cielo abierto	40	37	1	89	6	32	
Quemas agrícolas	2505	2366	161	14 223	703	1391	284
Recubrimiento de superficies arquitectónicas						1619	
Recubrimiento de superficies en la industria						1341	
Rellenos sanitarios				6		324	
Uso doméstico de solventes						12 782	
MÓVILES CARRETERAS	1289	1181	612	103 574	27 030	8123	166
Autobuses de transporte urbano	131	121	35	3111	1,490	201	3
Auto particular	50	44	137	36 087	7096	2 948	58
Motocicletas	12	11	6	10 743	544	833	22
Pick up	2	2	28	1 463	307	110	2
Taxis	7	7	20	5 392	1 060	441	9
Tractocamiones	494	454	119	929	4147	292	6
Camionetas de transporte público de pasajeros	58	51	161	41 927	8 980	3 101	58
Vehículos privados y comerciales > 3 ton	535	492	106	3 921	3 404	347	9
MÓVILES NO CARRETERAS	70	69	525	508	3318	154	
Aviación	1	1	6	77	48	11	
Transporte marítimo	57	57	514	380	2930	123	
Transporte ferroviario	13	12	5	50	340	20	
NATURALES					103 694	2 034 065	
Biogénicas					103 694	2 034 065	
TOTAL	**53 468**	**44 950**	**102 726**	**401 965**	**162 369**	**2 322 185**	**65 149**

Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario Estatal de Emisiones 2016.

3.4. Proyección del inventario de emisiones a diez años

Proyección del inventario de fuentes fijas a diez años

El escenario de emisiones a diez años que se presenta en la ***Tabla 22*** se construyó con base en las emisiones estimadas de fuentes fijas para 2016, las tendencias históricas de consumo de combustibles y las prospectivas del sector energético e industrial del estado de Oaxaca[6]. Es importante mencionar que, bajo condiciones Business as Usual, las emisiones del sector industrial tenderían a aumentar. Además, se proyecta que el consumo de combustóleo en la refinería de Salina Cruz podría tener un ligero incremento, lo que provocaría emisiones importante de óxidos de azufre en el escenario futuro.

Tabla 22. Proyección del inventario de fuentes fijas a diez años.

Fuente de emisión	Mg/año						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
FIJAS	**7748**	**4570**	**126 728**	**3 189**	**8 788**	**1 260**	**107**
Alimentos y bebidas	3148	1802	73	1638	1476	6	5
Celulosa y papel	16	13	<1	50	60	3	2
Cemento y cal	366	205	644	149	1077	4	<1
Derivados del petróleo y carbón	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1
Manejo de desechos y remediación	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	83	21	60	195	908	59	<1
Minerales no metálicos	3	2	<1	<1	<1	<1	<1
Petróleo y petroquímica	4132	2526	125 951	1150	5265	1188	100
Industria de la madera	<1	<1	<1	7	1	<1	<1
Mezclas químicas	<1	<1		<1	<1		

Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario Estatal de Emisiones 2016.

Proyección del inventario de fuentes de área a diez años

En la ***Tabla 23*** se presenta la proyección del inventario de fuentes de área a diez años, la cual se efectuó con base en la revisión de prospectivas del consumo de combustibles para el sector doméstico y comercial, las tendencias históricas para las categorías de fuentes de área en el estado y las proyecciones de población, consumos de pinturas en sus diferentes preparaciones, coberturas de tratamiento de aguas y servicios de disposición de residuos sólidos urbanos.

[6]Sistema de Información Energética, y Prospectivas de petrolíferos, gas natural y gas LP 2017-2031 (SENER, 2017).

Tabla 23. Proyección del inventario de fuentes de área a diez años.

Fuente de emisión	Mg/año						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_x	COV	NH_3
ÁREA	46 512	39 792	2512	291 556	28 120	276 647	72,899
Actividades de construcción	273	27					
Aguas residuales						91	
Aplicación de fertilizantes							7973
Aplicación de plaguicidas						369	
Artes gráficas						2585	
Asados al carbón	342	273		682	13	44	
Asfaltado						479	
Caminos pavimentados y no pavimentados	219	53					
Combustión agrícola	1658	1658	1549	5071	23 561	8	
Combustión comercial	1	1	<1	9	17	<1	
Combustión doméstica	32 187	30 988	381	238 446	2692	216 054	<1
Combustión industrial	1	<1	<1	3	12	<1	<1
Corrales de engorda	383	44					
Emisiones domésticas de amoniaco							2281
Emisiones ganaderas	1613					16 750	61 998
Esterilización de material hospitalario						1	
Incendios en construcciones	<1	<1	-	1	<1	<1	
Incendios forestales	2968	2519	277	29 360	890	2,050	294
Labranza	2442	94				1,392	
Ladrilleras	1276	1165	105	252	58	28	
Lavado en seco						270	
Limpieza de superficies industriales						17	
Manejo y distribución de combustibles						1402	
Manejo y distribución de gas L.P.						6241	
Panificación						1091	
Pintado automotriz						890	
Pintura para señalización vial						6038	
Quema de residuos a cielo abierto	41	37	1	91	6	32	-
Quemas agrícolas	3106	2934	200	17 635	871	1725	353
Recubrimiento de superficies arquitectónicas						2990	
Recubrimiento de superficies en la industria						1946	
Rellenos sanitarios				6		328	
Uso doméstico de solventes						13 824	

Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario Estatal de Emisiones 2016.

Proyección del inventario de fuentes móviles a diez años

Con el uso del modelo MOVES, se realizó la modelación de las emisiones asociadas con el parque vehicular y el crecimiento esperado en consumos de gasolina y diésel para el estado de Oaxaca. Para el caso de las fuentes móviles no carreteras, se emplearon las prospectivas de crecimiento de consumo de combustible (diésel y turbosina) por categoría para el estado, publicadas por SENER. Los resultados de la proyección del inventario de fuentes móviles se presentan a continuación, en la ***Tabla 24***.

Tabla 24. Proyección del inventario de fuentes móviles a diez años.

Fuente de emisión	Mg/año						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
MÓVILES CARRETERAS	**2124**	**1951**	**834**	**91 219**	**23 830**	**8412**	**223**
Autobuses de transporte urbano	208	191	51	2690	1486	224	4
Auto particular	29	25	190	29 108	5944	3148	74
Motocicletas	18	16	42	13 661	792	1080	37
Pick up	1	1	7	1241	253	102	3
Taxis	4	4	28	4349	888	470	11
Tractocamiones	874	804	161	964	3754	141	9
Camionetas de transporte público de pasajeros	40	36	208	33,979	7,098	2,846	71
Vehículos privados y comerciales > 3 ton	949	873	146	5228	3615	400	14
MÓVILES NO CARRETERAS	**99**	**98**	**739**	**703**	**4674**	**216**	
Aviación	1	1	8	95	60	13	-
Transporte marítimo	80	80	725	537	4135	173	-
Transporte ferroviario	18	17	6	71	479	29	-

Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario Estatal de Emisiones 2016.

Proyección del inventario de fuentes naturales a diez años

Finalmente, con el uso del modelo GloBEIS, se realizó la proyección de emisiones provenientes de fuentes biogénicas, considerando cambios de uso de suelo en los próximos diez años. Los resultados se presentan en la ***Tabla 25.***

Tabla 25. Proyección del inventario de fuentes naturales a diez años.

Fuente de emisión	Mg/año						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Naturales					**100 168**	**1 964 907**	
Biogénicas					100 168	1 964 907	

Fuente: Elaboración propia con base en el Inventario Estatal de Emisiones 2016.

3.5. Descripción general de los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero y su relación con PECC o PACMUN

El Programa Estatal de Cambio Climático de Oaxaca 2016-2022 (PECC), publicado el 1º de septiembre de 2018 *(Semaedeso, 2018c)*, es un instrumento de planeación que define los ejes estratégicos y las acciones que el Gobierno del estado instrumentará como parte de sus políticas para la adaptación al cambio climático, la mitigación de gases y compuestos de efecto invernadero, y la reducción de riesgos climáticos; con lo que se da cumplimiento a lo establecido en el Artículo 2, numeral IV, de la Ley de Cambio Climático para el estado de Oaxaca. El PECC *(Semaedeso, 2018c)* tiene como objetivo *"Consolidar a Oaxaca como un estado resiliente ante los efectos del cambio climático, para asegurar la conservación del capital natural, la infraestructura estratégica y el patrimonio cultural, así como coadyuvar al desarrollo económico bajo en carbono y al bienestar de la población, considerando un enfoque de equidad de género e interculturalidad."*

Esto implica:

- **a)** Coordinar acciones e instrumentos de política pública que minimicen la vulnerabilidad (ambiental, social y económica) del estado ante el cambio climático.
- **b)** Impulsar el desarrollo de los sectores estratégicos del estado, a través de un esquema de economía baja en carbono que promueva una mayor competitividad en los bienes y servicios que provee.
- **c)** Lograr una participación activa e informada de todos los sectores de la sociedad en relación con los impactos que el cambio climático tiene sobre Oaxaca, a fin de fomentar una respuesta coordinada, oportuna y eficiente.
- **d)** Generar sinergias para potenciar los cobeneficios que resulten de la instrumentación de las medidas de mitigación y adaptación que coadyuven a mejorar la calidad de vida de la población en el estado.

El PECC fue diseñado en coordinación con actores estratégicos involucrados en el tema de cambio climático y riesgo: gobierno, academia, iniciativa privada y sociedad civil organizada; se alinea con la política nacional de cambio climático; e integra el conocimiento y las capacidades desarrollados en el estado durante los últimos cinco años, con el análisis de la vulnerabilidad actual y futura al que están expuestos la población oaxaqueña y sus sistemas productivos, la infraestructura estratégica y el capital natural, por los impactos del cambio climático.

Con la instrumentación de este programa, Oaxaca podría mitigar, al menos, 18% de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) estimadas a 2022, las cuales podrían alcanzar 21 millones de tCO_2eq, lo que representa un incremento de 11% en relación con lo estimado para 2013. Esta cifra representó 2.8% de las emisiones totales del país para el mismo año y una contribución per cápita de 4.8 tCO_2eq al año, donde las categorías Energía y Agricultura, Forestería y Cambio de Uso de Suelo fueron las que, en su conjunto, aportan 92% del total emitido por el estado. La intensidad de carbono de Oaxaca fue de 1000 dólares por tonelada bióxido de carbono equivalente (tCO_2eq), es decir, 40% por debajo del promedio nacional, que se estima en 1650 dólares/tCO_2eq.

En cuanto al carbono negro, estas emisiones alcanzaron en 2013 cerca de 7800 toneladas, de cuya emisión fueron los principales responsables los incendios forestales, la quema de biomasa en ingenios y hornos ladrilleros, y las fuentes móviles que queman diésel. Para 2022, se podría reducir 77% de dichas emisiones, instalándose filtros de partículas en los ingenios azucareros del estado que aún no cuentan con ellos, a fin de disminuir la quema de biomasa en el sector agrícola.

En cuanto al carbono negro, estas emisiones alcanzaron en 2013 cerca de 7800 toneladas, de cuya emisión fueron los principales responsables los incendios forestales, la quema de biomasa en ingenios y hornos ladrilleros, y las fuentes móviles que queman diésel. Para 2022, se podría reducir 77% de dichas emisiones, instalándose filtros de partículas en los ingenios azucareros del estado que aún no cuentan con ellos, a fin de disminuir la quema de biomasa en el sector agrícola.

3.5.1. Inventario de Gases de Efecto Invernadero

En 2013, Oaxaca emitió alrededor de 19 millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente (CO_2eq), lo que representa 2.8% de las emisiones totales del país. Su intensidad de carbono fue de 1000 dólares/ tCO_2eq y su emisión per cápita, de 4.8 tCO_2eq.

Estas emisiones provienen de cuatro categorías, que, de acuerdo con el IPCC y sus Directrices para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, en su versión 2006: energía; procesos industriales y uso de productos; agricultura, forestería y cambio de uso de suelo (AFOLU, por sus siglas en inglés); y desechos, con las que se estimó la emisión de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e hidrofluorocarburos (HFC). Para algunas subcategorías se consideraron metodologías y factores de emisión más adecuados para el caso mexicano. En la ***Tabla 26*** se muestra el inventario desagregado, que además incluye las emisiones indirectas asociadas con el consumo eléctrico, que si bien no son resultado de la generación de electricidad dentro de los límites físicos de la entidad, forman parte del consumo energético de Oaxaca.

Tabla 26. Inventario Estatal de GEI 2013 (Gg CO_2eq/año).

Fuente de emisión	Emisiones				
	CO_2	CH_4	N_2O	HFC	Total
1. Energía	8179	194	104	NA	8476
2. Procesos industriales y uso de productos	749	NA	NA	93	842
3. AFOLU	2447	3278	2271	NA	7996
4. Desechos	NA	589	65	NA	654
5. Emisiones por consumo de electricidad	1216	1	5	NA	1223
TOTAL	**12 591**	**4061**	**2445**	**93**	**19 191**

Fuente: Elaboración propia con base en Semaedeso (2018c).

3.5.2. Inventario de Carbono Negro

La principal fuente generadora de las 7000 toneladas de carbono negro (CN) en el estado de Oaxaca es la quema de biomasa, donde destaca el bagazo y la leña, ambos combustibles usados de manera intensiva en las actividades de preparación de alimentos y calefacción, así como en la producción de energía eléctrica y térmica en la industria azucarera. La quema de estos combustibles contribuye con casi 50% de las emisiones del inventario de CN, seguido de los incendios forestales, especialmente elevadas, con 378 fenómenos registrados en la entidad en 2013.

En cuanto al subsector transporte, el autotransporte de carga y de pasajeros a diésel son los mayores contribuyentes, debido al alto contenido de CN en las $PM_{2.5}$, producto de la quema de este combustible. Una aportación importante en este inventario es la estimación de las emisiones de CN de la categoría de vehículos denominados no carreteros, como tractores y maquinaria de construcción, que consumen considerables cantidades de diésel, contribuyendo con aproximadamente 6% del total de este inventario.

En concordancia con el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 *(SEMARNAT, 2014)*, en la ***Tabla 27*** se presentan las emisiones del inventario considerando los potenciales de calentamiento global (PCG)[7] a 20 y 100 años.

Tabla 27. Inventario Estatal de CN 2013.

CategoríaM	g CN	PCG100 Gg CO_2eq	PCG20 Gg CO_2eq
Quema de biomasa	6093	5483	19 497
Combustión residencial	0.29	0.26	0.92
Combustión comercial	0.05	0.04	0.16
Industrias de la energía	475	428	1520
Industrias de manufactura	398	359	1273
Fuentes móviles carreteras	429	386	1373
Fuentes móviles no carreteras	445	400	1424
TOTAL	**7840**	**7056**	**25 087**

Fuente: Elaboración propia con base en Semaedeso (2018c).

[7]A nivel internacional aún no existe consenso para definir un PCG para el CN, se le han atribuido valores desde 460 hasta 1600. El PCG es un factor de ponderación diseñado para informar la relación entre el forzamiento radiativo integrado de un GEI y las emisiones de CO_2. El forzamiento radiativo integrado es la suma del forzamiento radiativo que produce un gas de invernadero en un determinado horizonte temporal.

3.5.3. Ejes estratégicos para la mitigación

El PECC Oaxaca 2014-2018 enlista medidas de mitigación para las principales fuentes de emisión de GEI y CN. Dichas medidas se integran en ocho ejes estratégicos:

1. Eficiencia energética en industria: promover y establecer el desarrollo de acciones que disminuyan el consumo de energía en los bienes y servicios que requiere la población oaxaqueña, manteniendo la calidad de vida igual o superior a la actual y reduciendo las externalidades ambientales negativas que conlleva.
2. Energías renovables: aprovechar el uso de energías renovables, principalmente las de bajo o nulo contenido de carbono ya presentes en la agenda climática estatal, como solar fotovoltaica, eólica y minihidráulica.
3. Movilidad integral urbana: impulsar los sistemas de transporte público y movilidad sustentable con bajas emisiones de carbono.
4. Eficiencia energética en vivienda y servicios: promover la transición hacia el uso de tecnologías menos intensivas en carbono (ecotecnologías) en los sectores residencial, comercial y de servicios.
5. Aprovechamiento energético de residuos: sacar provecho a la producción de biogás (metano) proveniente de la degradación de materia orgánica por disposición final de residuos sólidos y por biodigestión de lodos residuales provenientes del tratamiento de aguas residuales para generar energía.
6. Reducción de carbono negro: disminuir las emisiones de carbono negro y azul, propiciando cobeneficios de salud y bienestar entre la población, mediante acciones de mejora de combustión de biomasa, control de emisiones y sustitución de vehículos a diésel obsoletos.
7. Agricultura climáticamente inteligente: desarrollar junto con los pueblos y las comunidades mecanismos para el mantenimiento y la mejora de servicios ecosistémicos y los sistemas de producción frente al cambio climático.
8. Manejo sostenible de recursos naturales: impulsar la conservación, recuperación y ampliación de áreas de valor ambiental, el uso sustentable de capital natural y el manejo pertinente de actividades productivas que dependen de recursos naturales.

En términos de planeación, estas medidas de mitigación han sido consideradas durante la elaboración y el diseño del ProAire 2019-2028, pues muchas no sólo mitigan GEI o CN, sino que podrían tener contribuciones importantes de reducción de contaminantes a la atmósfera, en particular aquellas que plantean la reducción del consumo de combustibles fósiles y biomasa.

3.6. Conclusiones y recomendaciones

El inventario estatal de emisiones año base 2016 es una herramienta de gestión de la calidad del aire que permite estimar las emisiones en el estado de Oaxaca, las cantidades en masa que se generan y las principales fuentes de emisión, además de su ubicación. En este sentido, el presente capítulo ha detectado algunas áreas de mejora, que a continuación se describen:

Por lo que respecta al desarrollo y la mejora del inventario, resulta indispensable sistematizar la información de datos de actividad y estimaciones inventario, a fin de agilizar futuras actualizaciones. También se recomienda actualizar el inventario de emisiones en periodos más cortos (bianual o trianual, p.ej.), para dar un seguimiento más puntual a las tendencias de emisión de contaminantes y sus fuentes principales de emisión. Del mismo modo, la actualización periódica del inventario permitirá determinar qué fuentes de emisión continúan siendo relevantes o, en su caso, aquéllas que se hubieran sobrestimado o subestimado, así como incorporar nuevas fuentes.

Por otra parte, la obtención de datos de actividad e información para el inventario debe hacerse de manera más ágil. Una forma de hacer esto es la realización de convenios de colaboración entre dependencias estatales en los que se establezca qué información es necesario comunicar o generar, así como la utilidad de la misma.

Por lo que respecta al análisis del Inventario Estatal de Emisiones 2016, las fuentes antropogénicas de emisión principales identificadas son, primero, las fuentes fijas, en particular la industria del petróleo y petroquímica, por sus emisiones de SO_2, y la industria de alimentos y bebidas, en el caso de emisiones de PM_{10} y $PM_{2.5}$. También están las fuentes móviles, con aportaciones importantes de emisiones de CO, COV y NO_X, sobre lo que es importante recalcar que la mayor parte de la flota vehicular en el estado se concentra en la ZMCO y, por tanto, es donde hay mayor aporte de emisión para esta categoría. Y, finalmente, tenemos las fuentes de área, de las sobresalen la combustión doméstica de leña, también con emisiones importantes de partículas (aunque con una incertidumbre importante en cuanto a los datos de actividad), el uso de solventes domésticos con emisiones relevantes de COV y otras, como las emisiones ganaderas de NH_3 y las quemas agrícolas y los incendios forestales, estas dos últimas también importantes en términos de emisión de partículas.

En relación con marco jurídico y el fortalecimiento institucional, sería deseable la elaboración de un reglamento estatal en materia de prevención y control de contaminación a la atmósfera renovado y moderno, que contemple diferentes fuentes de emisión (fijas, de área y móviles) y permita controlar y normar a las distintas fuentes, así como obtener información confiable y actualizada de éstas en el estado de Oaxaca. En el caso particular de las fuentes fijas, en el reglamento deberá contemplarse el fortalecimiento y reporte de instrumentos como la Cédula de Operación Anual estatal (COA).

En cuanto a fuentes de área, se contemplan varias a regular, como las quemas agrícolas y aquéllas a cielo abierto de residuos y ladrilleras, además de otras que deben ser caracterizadas para conocer la aportación real de sus emisiones, como los bancos de materiales.

Por último, es deseable continuar con la vinculación entre los temas de calidad del aire y cambio climático, aprovechando los puntos de confluencia y los cobeneficios existentes para lograr una gestión más exitosa. En este sentido, debe fortalecerse la colaboración cercana entre las áreas correspondientes de la Semaedeso a fin de coordinar e implementar de forma conjunta las medidas comunes contenidas en el PECC y en el ProAire 2019-2028.

CAPÍTULO 4.

IMPACTOS SOBRE LA SALUD

4.1. La contaminación del aire y sus efectos sobre la salud

4.1.1 Impactos de la contaminación del aire sobre la salud humana

La contaminación el aire se ha posicionado en las últimas décadas como una de las principales causas de reducción de la esperanza de vida de la población a nivel mundial. En 2016, el estudio de Carga Global de la Enfermedad (GBD, por sus siglas en inglés) estimó que la contaminación por partículas ocupaba el sexto lugar dentro de los principales factores de riesgo a la mortalidad en todo el mundo ***(Figura 55),*** atribuyéndole alrededor de cuatro millones de muertes por año *(IHME, 2018).*

Puesto que en décadas pasadas la contaminación del aire no destacaba en los primeros lugares de mortalidad, esto sugiere que los cambios en los patrones de actividad urbana e industrial han impactado negativamente en la salud de la población, sobre todo en aquella de economías en desarrollo *(INSP-CMM, 2015).*

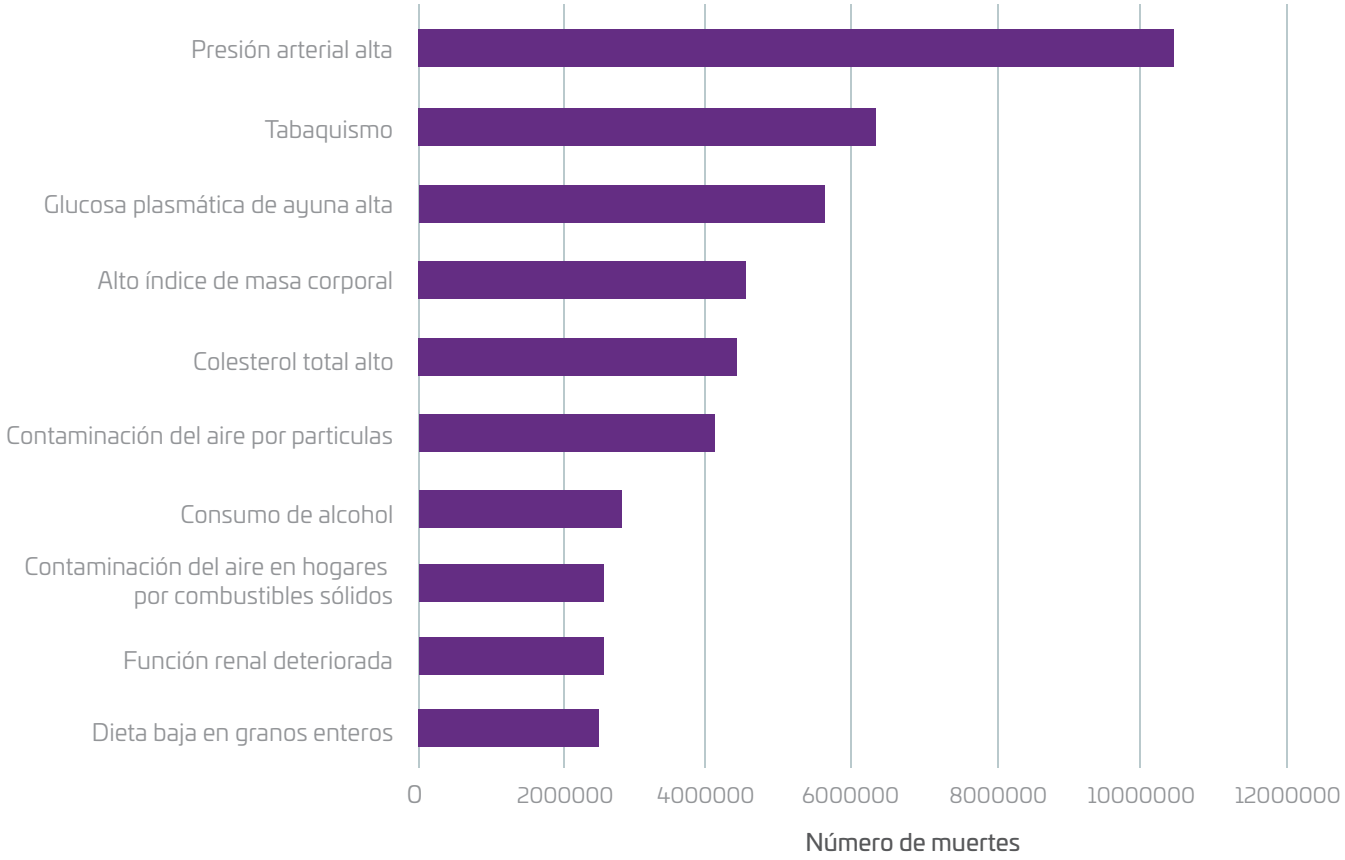


Figura 55. Diez principales factores de riesgo a la mortalidad a nivel mundial en 2016.

Fuente: Elaboración propia con base en IHME (Global Burden of Disease (GBD) 2016, 2018).

Los efectos en la salud asociados con la calidad del aire pueden clasificarse por la intensidad y duración de la exposición a los contaminantes, como: i) agudos (niveles altos por periodos breves, de horas o días); y ii) crónicos (niveles menores, por periodos prolongados, de años o toda una vida). En ambos casos, estos tipos de exposición pueden tener múltiples impactos tanto sobre la mortalidad como la morbilidad de la población ***(Tabla 28)*** *(INE, 2011).*

Tabla 28. Principales impactos de la contaminación del aire sobre la mortalidad y morbilidad.

Impactos	Esposición aguda	Esposición crónica
Mortalidad	• Mortalidad de corto plazo	• Mortalidad a largo plazo por causas cardiovasculares, respiratorias y cáncer de pulmón
Morbilidad	• Efectos respiratorios y cardiovasculares: - Hospitalizaciones - Visitas a urgencias - Consultas médicas - Uso de medicamentos • Días de actividad restringida • Ausentismo laboral y escolar • Síntomas agudos • Cambios en la función pulmonar	• Incidencia y prevalencia de enfermedades respiratorias crónicas • Restricción del desarrollo intrauterino

Fuente: Elaboración propia a partir de WHO (Air quality guidelines. Global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, 2006a) y Hubbell, et al. (Methodological considerations in developing local-scale health impact assessments: balance national, regional, and local data, 2009).

Por otro lado, los impactos sobre la salud pueden clasificarse según la severidad de sus resultados, cuyos impactos más adversos implican mortalidad prematura o reducción en la esperanza de vida de la población, mientras que otros impactos "menos graves" incluyen el incremento en hospitalizaciones, urgencias médicas y consultas clínicas, aumento de los días de actividad restringida y su consecuente pérdida de productividad, así como mayor uso de medicamentos, afectación de la función pulmonar y aumento de síntomas agudos, como estornudos e infecciones respiratorias ***(Figura 56)*** *(WHO, 2006b).*

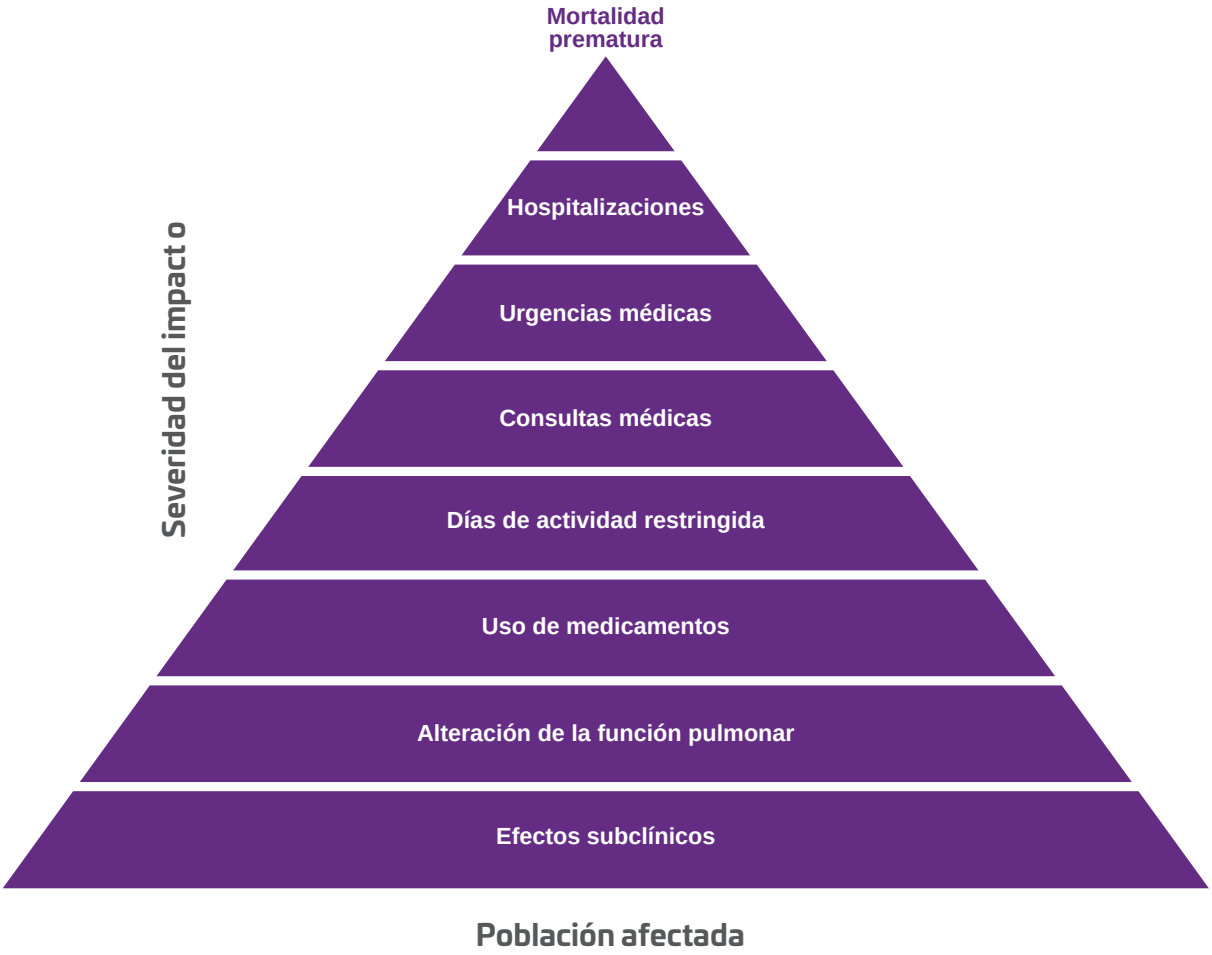


Figura 56. Clasificación de impactos de la contaminación del aire sobre la salud de acuerdo con su grado de severidad y población afectada.

Fuente: Elaboración propia con información de WHO (2006b).

4.1.2. Efectos de los contaminantes criterio

Los principales efectos de los diversos contaminantes criterio se resumen en la ***Tabla 29.*** Destaca que los principales impactos sobre la mortalidad prematura se atribuyen sobre todo a la contaminación por partículas, especialmente a la fracción fina, $PM_{2.5}$, las cuales afectan al sistema respiratorio y cardiovascular, y contribuyen con el desarrollo de cáncer pulmonar. En este sentido, las emisiones de partículas de los motores a diésel han sido clasificadas por la Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer de la OMS dentro del grupo 1 de carcinogénicas para humanos, debido a la evidencia contundente en cuanto a la exposición asociada con incremento en el riesgo de cáncer de pulmón *(IARC, 2012).*

La contaminación por ozono también está vinculada con la mortalidad prematura (tanto a corto como largo plazo). No obstante, la evidencia científica es menos robusta que en el caso de las partículas. En todo caso, el O_3 está fuertemente asociado con el incremento de padecimientos respiratorios, sobre todo en niños.

La exposición a NO_2 y SO_2 está asociada con diversos efectos a largo plazo, en su mayoría afectando la morbilidad, incluyendo desde síntomas menores, como tos y estornudos, hasta desarrollo de enfermedades respiratorias como asma. Los grupos de población sensible, como niños, adultos mayores y personas con condiciones respiratorias o cardiovasculares previas son más susceptibles a la exposición a estos contaminantes.

Tabla 29. Contaminantes criterio y sus efectos en la salud humana.

Contaminantes	Efectos agudos (corto plazo)	Efectos crónicos (largo plazo)
Partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$)	• Se asocian al agravamiento de enfermedad pulmonar, causando ataques asmáticos y bronquitis aguda, incrementando también las infecciones respiratorias. • Personas con enfermedades del corazón pueden sufrir ataques al corazón y arritmias. • En general, síntomas diversos como tos, estornudos y boca seca en adultos y niños sanos.	• Muerte prematura por causas cardiovasculares (como enfermedades isquémicas el corazón) y cáncer de pulmón, principalmente. • Hospitalizaciones y visitas a urgencias por desarrollo de enfermedades respiratorias como bronquitis crónica y reducción de la función pulmonar.
Ozono (O_3)	• El O_3 es un oxidante potente, por lo que tiene la capacidad de afectar diversas estructuras del tracto respiratorio y membranas celulares. • Incremento del ausentismo escolar en niños, del uso de medicamentos, visitas al doctor y urgencias, así como hospitalizaciones. • Incremento de la mortalidad a corto plazo por causas respiratorias.	• Incremento de la mortalidad a largo plazo por causas respiratorias. • Agravamiento de la condición asmática, así como daño pulmonar prematuro, como el desarrollo anormal de los pulmones en niños.
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	• La exposición a NO_2 causa irritación de las vías respiratorias. • Se asocia al agravamiento de enfermedades respiratorias, especialmente asma, induciendo síntomas como tos, estornudos y dificultad para respirar.	• La exposición a largo plazo podría contribuir al desarrollo de asma y potencialmente incrementar la susceptibilidad a infecciones respiratorias. • Aunque aún no está totalmente demostrado, existe evidencia creciente que los NO_2 podrían estar ligados al incremento de la mortalidad a largo plazo.
Dióxido de azufre (SO_2)	• Puede afectar el sistema respiratorio humano y dificultad la capacidad de respiración. Los niños y adultos mayores, así como aquellos que sufren de asma, son particularmente sensibles a estos efectos.	• Puesto que el SO_2 contribuye a la formación de partículas secundarias, estas pueden causar problemas de salud adicionales de tipo respiratoria y cardiovascular.
Monóxido de Carbono (CO)	• Las altas concentraciones de CO reducen la cantidad de oxígeno transportado en el sistema circulatorio hacia los órganos críticos como el corazón y el cerebro. • A muy altas concentraciones, que se presentan en espacios cerrados, el CO puede causar mareos, confusión, inconsciencia y muerte. • Cuando se presentan altas concentraciones de CO en períodos cortos, también puede afectar a personas que realizan actividades físicas exhaustivas en el exterior, como deportistas, quienes requieren mayor cantidad de oxígeno.	

Fuente: Elaboración propia con información de OMS (Guías de calidad del air de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. Resumen de evaluación de los reisgos, 2006); Ghorani-Azam et al. (Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran, 2016), US EPA (Air Topics, 2018) y COMEAP (Associations of long-term average concentrations of nitrogen dioxide with mortality, 2018)

4.1.3. Costos de la contaminación del aire

La valoración económica de los impactos a la salud permite comparar la magnitud de éstos con respecto al valor de las acciones para mitigarlos, usando el dinero como métrica común *(WHO-OECD, 2015)*. Estudios costo-beneficio realizados para justificar modificaciones de normas, o el estudio del impacto regulatorio de éstas, dejan en claro la utilidad de valorizar las muertes evitables cuando son consideradas como beneficios de las medidas a implementar. De no otorgarles un valor monetario a este tipo de beneficios, sería imposible balancearlos con los costos que implica la implementación de ciertas políticas *(INSP-CMM, 2015)*.

El análisis más exhaustivo con respecto a los costos de la contaminación del aire es el que realizó la Agencia Ambiental de los Estados Unidos (US EPA, por sus siglas en inglés) en 2011, la enmienda a la Ley de Aire Limpio (Clean Air Act) de los Estados Unidos. De acuerdo con esta evaluación, 85% de los beneficios económicos eran atribuibles a la reducción de la mortalidad prematura asociada con la disminución de las concentraciones ambientales de partículas, lo que apunta a la prevención de alrededor de 230 000 muertes prematuras para 2020. Por su parte, otros efectos por morbilidad tienen una relevancia sustancialmente menor ***(Tabla 30)***. Asimismo, el análisis costo-beneficio determinó que los beneficios excedían al menos 30 veces los costos de las medidas de control por aplicarse, lo cual demuestra que su implementación representa beneficios para la sociedad. En conclusión, la mejora en el bienestar económico de la población se debe a que el aire más limpio incrementa su salud y la productividad de los trabajadores, mientras que permite ahorros en gastos médicos relacionados con la contaminación del aire *(US EPA, 2011)*.

Tabla 30. Beneficios económicos al 2020 por la implementación de la Ley de Aire Limpio de los Estados Unidos.

Beneficios	Beneficios económicos al 2020 (millones de dólares, 2006)	Porcentaje del total
Reducción de la mortalidad por partículas	$1 700 000	85%
Reducción de la mortalidad por ozono	$55 000	3%
Reducción morbilidad por partículas	$6 ,000	4%
Reducción morbilidad por ozono	$2 100	<1%
Otros beneficios (incremento de visibilidad, productividad agrícola y forestal, daño de materiales, acidificación de cuerpos de agua)	$150 000	8%

Fuente: US EPA (The Benefits and Costs of the Clean Air Act from 1990 to 2020, 2011)

4.2. Información sobre mortalidad y morbilidad del estado de Oaxaca

Los efectos de la calidad del aire sobre la salud humana varían por grado de impacto y por la duración de la exposición. En relación con el impacto, va de efectos moderados, como el incremento de síntomas o una consulta médica, hasta la pérdida de años de vida o el aumento de hospitalizaciones por causas respiratorias o cardiovasculares. Sobre la duración de la exposición, los efectos se clasifican entre agudos (altas concentraciones durante periodos cortos) y crónicos (bajas concentraciones durante larga duración).

Para evaluar los impactos sobre la salud, primero es necesario conocer son las estadísticas de mortalidad y morbilidad de la población de Oaxaca. La información de mortalidad es recopilada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), mientras que la de morbilidad es concentrada a través de la Dirección General del Epidemiología, mediante el Sistema Único Automatizado para la Vigilancia Epidemiológica (SUAVE), así como la Dirección General de Información en Salud, ambas pertenecientes a la Secretaría de Salud.

A continuación, se presenta un examen de la información disponible a nivel estatal.

4.2.1. Mortalidad

Puesto que aún no está disponible la información concentrada de mortalidad para 2017, se incluye la correspondiente a 2016. En este año ocurrieron 24 782 fallecimientos por todas las causas registradas. De éstas, 22,494 son causas generales naturales o no externas. Con respecto a las causas típicamente asociadas con la contaminación del aire *(OMS, 2006; Texcalac-Sangrador, Riojas-Rodríguez, Álamo-Hernández, Hurtado-Díaz, & Cervantes-Martínez, 2014),* destacan las muertes ***(Tabla 31)*** por causas cardiovasculares (6294 fallecimientos), respiratorias (1863) y de cáncer de pulmón (139). Cabe destacar que, aunque estas causas se asocian con la contaminación atmosférica, hay múltiples factores de riesgo que actúan sobre ellas, como tabaquismo, hipertensión, diabetes y obesidad, entre otros.

Tabla 31. Causas de mortalidad en el estado de Oaxaca durante 2016.

Fuente de emisión	Grupos de edad (años)							
	<1	1 a 14	15 a 29	30 a 64	65 a 74	>75	NA	Total
Todas las causas	732	475	1,107	7011	1816	11 446	2,195	24 782
Todas (Naturales)	719	383	510	5886	1747	11 175	2,074	22 494
Causas típicamente asociadas con la contaminación del aire								
Cardiovasculares	9	20	49	956	404	4277	579	6294
Respiratorias	51	54	48	329	107	1116	158	1863
Cáncer de Pulmón			1	46	18	55	19	139

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (Defunciones generales, 2018).

En la ***Figura 57*** se ilustra la desagregación de las muertes típicamente asociadas con la contaminación del aire por grupos de edad. Se observa con claridad que la mayoría de las muertes se encuentran en el grupo de edad mayor a 75 años, a la vez que predominan las causas cardiovasculares.

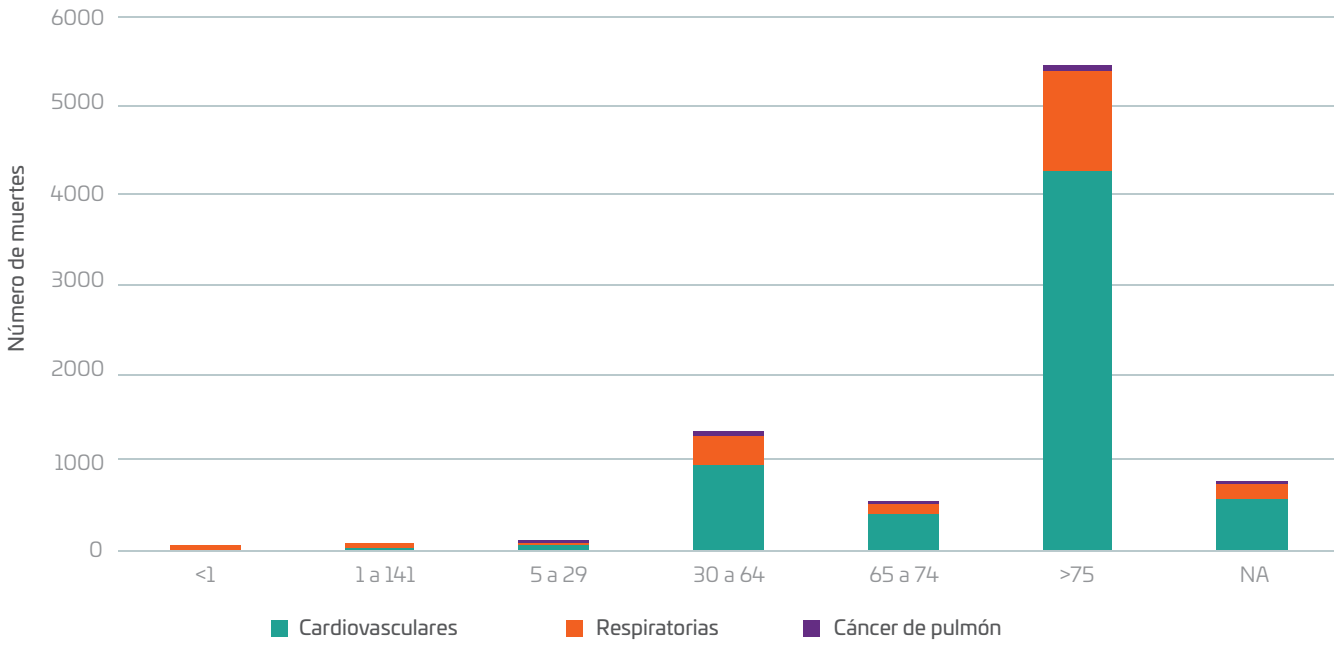


Figura 57. Causas de mortalidad típicamente asociadas con la contaminación del aire en el estado de Oaxaca durante 2016.

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (Defunciones generales, 2018).

4.2.2. Morbilidad

Con respecto a las estadísticas estatales de morbilidad se muestra la información de morbilidad hospitalaria ***(Figura 58)*** entre 2004 y 2017 para dos causas seleccionadas de enfermedad: respiratorias y cardiovasculares, que al igual que con la mortalidad, se suelen vincular con los efectos de la calidad del aire. En 2017, se registraron cerca de 4000 hospitalizaciones por estas dos clases de causas de enfermedad, de las que 44% se trataron de causas cardiovasculares y 66%, respiratorias.

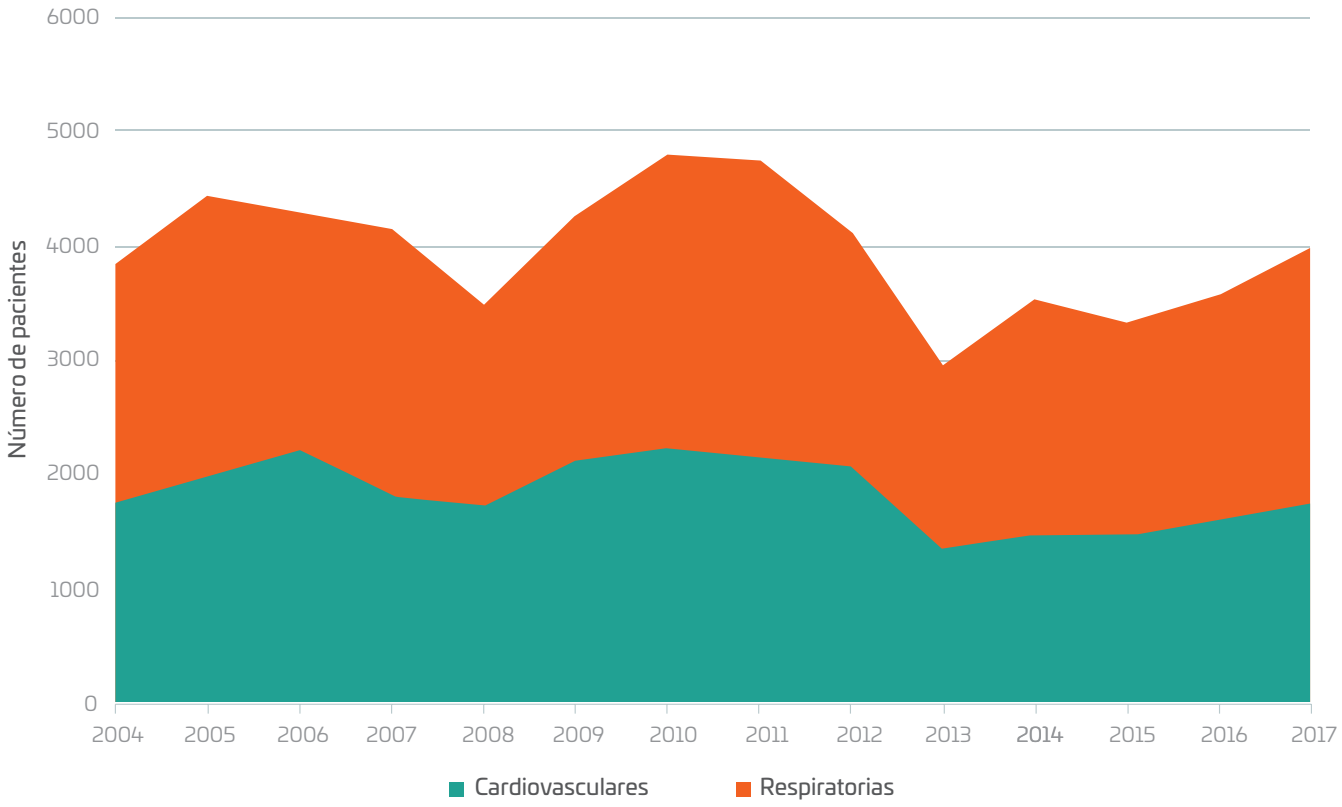


Figura 58. Morbilidad hospitalaria por causas respiratorias y cardiovasculares en el estado de Oaxaca.

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2017).

Con respecto a la información sobre casos nuevos de enfermedad registrados por el SUAVE, que resalta los 20 padecimientos más frecuentes en el estado, se observa que en 2017 ocurrieron alrededor de 1.2 millones de incidencias, por diversas causas. El padecimiento más frecuente es el de infecciones respiratorias agudas (IRA), seguidas de infecciones intestinales, infecciones de vías urinarias, conjuntivitis y úlceras, gastritis y duodenitis. Dentro de las 20 causas principales de enfermedad, las IRA se suelen vincular con los episodios de mala calidad del aire. Otras causas típicamente asociadas son la conjuntivitis y el asma, también encontradas en esta lista ***(Tabla 32).***

Tabla 32. Incidencia de casos nuevos de enfermedad en el estado de Oaxaca durante 2017 (veinte principales causas).

Padecimiento	Incidencia
Infecciones respiratorias agudas	670 957
Infecciones intestinales por otros organismos	170 602
Infección de vías urinarias	121 532
Conjuntivitis	38 313
Úlceras, gastritis y duodenitis	32 467
Otitis media aguda	29 158
Vulvovaginitis	25 133
Gingivitis y enfermedad periodontal	21 555
Amebiasis intestinal	18 482
Faringitis y amigdalitis estreptococos	14 216
Obesidad	12 470
Diabetes (tipo II)	8749
Candidiasis urogenital	7636
Hipertensión arterial	7607
Intoxicación por picadura de alacrán	5171
Otras helmintiasis	5069
Otras infecciones intestinales por protozoarios	4397
Herida por arma de fuego y punzocortantes	4292
Asma	4170
Varicela	4125
Total 20 principales	**1 206 101**
Otras	50 341
Total general	**1 256 442**

Fuente: Elaboración propia con información de Dirección General de Epidemiología (Anuario de Morbilidad 1984-2017, 2018).

4.3. Estimación de la mortalidad atribuible a la contaminación del aire en la ZMCO

4.3.1 Estimación de exposición a PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3

En esta sección se muestran los resultados de una Evaluación de Impactos a la Salud (EIS) efectuada con información de la calidad del aire de las estaciones de monitoreo localizadas en la ZMCO. Debido a que contar con esta información es indispensable para realizar una EIS, este análisis se restringe a dicha región.

La presente EIS se realizó a partir de la herramienta BenMAP, desarrollada por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA, por sus siglas en inglés). Ésta contó con información de monitoreo de 2016 y 2017, y las estaciones CEDART (CED) y Casa Hogar (CHO).

La información de monitoreo se procesó para obtener valores anuales (métricas de exposición) conforme a los requisitos y criterios epidemiológicos y de control de calidad de la información. En el caso de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), se determinaron los promedios móviles de 24 horas y se calcularon los promedios anuales, considerando un criterio de suficiencia de información de 70%. Se tomó este criterio debido a la escasez de información que presentaban las bases de datos, y a que, en caso de aplicar el criterio de 75% (como estipula la normatividad mexicana), se reducía de manera sustancial la información disponible. Para ozono, se estimaron los promedios móviles de ocho horas, y posteriormente se calculó su promedio anual. En este caso, el promedio anual no corresponde al procedimiento de la NOM-020-SSA1-2014; sin embargo, se trata de un requisito para aplicar la información epidemiológica disponible. Los valores promedio se registran en la ***Tabla 33***. En el caso de $PM_{2.5}$, sólo existe información para 2017.

Tabla 33. Información de calidad del aire para la Evaluación de Impactos a la Salud en la ZMCO.

Categoría	Año	Estación	Clave	Métrica diaria	Métrica anual	Suficiencia	Valor
PM_{10}	2016	CEDART	CED	Promedio de 24 horas	Promedio anual	70%	39.61
	2017	Casa Hogar	CHO	Promedio de 24 horas	Promedio anual	70%	42.81
$PM_{2.5}$	2017	Casa Hogar	CHO	Promedio de 24 horas	Promedio anual	70%	14.43
O_3	2016	CEDART	CED	Promedio Móvil de 8 Horas	Promedio anual	65%	23.39
	2017	Casa Hogar	CHO	Promedio Móvil de 8 Horas	Promedio anual	65%	18.95

Fuente: Elaboración propia con información de Semaedeso (2018a).

4.3.2. Efectos a la salud seleccionados

Las causas de mortalidad evaluadas se muestran en la ***Tabla 34***. Éstas fueron seleccionadas de acuerdo con los criterios generados por el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), que realizó previamente una revisión de literatura epidemiológica riguroso y estableció las causas más apropiadas para ser evaluadas, así como los estudios y estimadores para efectuar la EIS *(Texcalac-Sangrador, Riojas-Rodríguez, Álamo-Hernández, Hurtado-Díaz, & Cervantes-Martínez, 2014; INSP-CMM, 2015; INSP, 2016; SEMARNAT-INECC, 2017).* Cabe señalar que los estudios más sólidos resaltan los efectos de las partículas $PM_{2.5}$ sobre la mortalidad a largo plazo, y también son para los que se tiene mayor evidencia y estudios para causas específicas de muerte.

Tabla 34. Identificación de impactos vinculados a la mortalidad de largo plazo.

Impacto	Clave CIE-10	Grupo de edad
$PM_{2.5}$		
Generales	A00 – R99	> 15 años
Cardiopulmonares	I10 – I70; J00 – J98	> 30 años
Cardiovasculares	I00 – I99	> 30 años
Enfermedades Isquémicas del Corazón (EIC)	I20 – I25	> 30 años
Cáncer de Pulmón (CP)	C33 – C34	25 a 74 años
PM_{10}		
Generales	A00 – R99	> 30 años
Generales	A00 – R99	< 1 año
Respiratorias	J00 – J98	< 1 año
O_3		
Generales	A00 – R99	> 30 años
Cardiovasculares	I20–I25, I30–I51, I60–I69, I70	> 30 años
Respiratorias	J00 – J98	> 30 años
Neumonía e Influenza	J00 – J18	> 30 años
Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)	J19 – J46	> 30 años

Fuente: INSP (Estimación de impactos en la salud por contamiación atmosférica en la región centro del país y alternativas de gestión, 2016)

4.3.3. Escenarios de análisis

La aplicación de la EIS se basa en evaluar los niveles actuales de concentraciones de contaminantes en comparación con un escenario hipotético de referencia ***(Tabla 35)***. En este caso, se han seleccionado como escenarios de análisis los valores referidos por las normas de calidad del aire nacionales, así como por los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los valores asignados a estos escenarios también utilizan las mismas métricas de exposición referidas. En el caso específico de O_3, los valores de referencia se aplican sobre los máximos diarios de ocho horas, y posteriormente se calcula su promedio anual, para que sea equivalente a lo requerido en el estudio epidemiológico usado *(Turner, y otros, 2016)*.

Tabla 35. Escenarios análisis de reducción de concentraciones de contaminantes para evaluar la mortalidad evitable.

Contaminante	Métrica de exposición	Valores de referencia		
		Escenario NOM[a]	Escenario OMS[b]	Unidades
$PM_{2.5}$	Promedio anual	12	10	$\mu g/m^3$
PM_{10}	Promedio anual	40	20	$\mu g/m^3$
O_3	Promedio móvil de 8 horas[c]	70	50	ppb

a) Con base en NOM-020-SSA1-2014 y NOM-025-SSA1-2014.
b) Con base en los lineamientos de Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006).
c) El valor de referencia se aplica a los promedios móviles de 8 horas máximos diarios.
Posteriormente se estima el promedio anual de los promedios de 8 horas máximos diarios, conforme a las FCR utilizadas.

Fuente: Elaboración propia con base en metodología de EIS.

4.3.4. Resultados de la evaluación de impactos a la salud

A continuación se resumen los resultados de la EIS. Cabe destacar que, debido a la escasa información de monitoreo, que sólo dispone datos de una estación en 2016 (CED) y otra en 2017 (CHO), los resultados deben de tomarse con reserva. En la EIS se aplicó un criterio de distancia máxima a las estaciones de monitoreo de 10 km, es decir que sólo se tuvo en cuenta la población de los municipios ubicados hasta esta distancia. Por otra parte, cabe destacarse que cada contaminante evaluado está referido a un determinado grupo de población y causa de mortalidad, mismas que son empleadas como consecuencia de la literatura epidemiológica seleccionada.

En la ***Tabla 36*** se indica la población incluida en cada análisis (por contaminante y grupo de población incluido) y en cada año de evaluación (2016 y 2017). De manera análoga se muestra la línea base de mortalidad de cada caso. Esto es la mortalidad sobre la cual se aplican los estimadores epidemiológicos y de calidad del aire para determinar la mortalidad atribuible a los contaminantes del aire. La información de mortalidad se extrajo de INEGI y se utilizó información de 2016 debido a que aún no está disponible la base de datos de mortalidad de 2017. La población se estimó a partir de las proyecciones reportadas por CONAPO para los años de análisis.

Tabla 36. Cobertura de población analizada y línea de base de mortalidad en la ZMCO.

Contaminantes	Causas	Grupo de edad	Población		Línea base demortalidad	
			2016	2017	2016	2017
O_3	Todas (naturales)	Mayores de 30 años	334 271	276 810	2387	2454
PM_{10}	Todas (naturales)	Menores de 1 año	8129	8425	108	110
	Todas (naturales)	Mayores de 30 años	265 763	276 810	2387	2454
$PM_{2.5}$	Todas (naturales)	Mayores de 15 años	NA	425 248	NA	2521

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2017) y CONAPO (2018a)

Aunque se estimaron cifras de mortalidad atribuibles para diversas causas de mortalidad, es importante indicar que éstas, por lo general, no pueden agregarse, a menos de que sus grupos objetivo sean distintos (además, debe cuidarse que no se trate de efectos coincidentes). Por ejemplo, si se tiene un resultado de PM_{10} para adultos por todas las causas y otro más para $PM_{2.5}$ también para adultos y todas las causas, no se pueden sumar sus resultados. Sin embargo, si se tiene un resultado de $PM_{2.5}$ por causas cardiovasculares y otro también de $PM_{2.5}$ por causas respiratorias, sí se podrían sumar, teniendo en cuenta las consideraciones particulares de las referencias epidemiológicas usadas.

Los resultados generales de la EIS se resumen en la ***Tabla 37.*** Se destaca que para O_3 las muertes atribuibles son prácticamente nulas en ambos escenarios de análisis, lo que refleja la escasez de problemas de contaminación por este contaminante en la ZMCO. Como se analizó en el capítulo 2, los días fuera de norma son prácticamente nulos en ambas estaciones. Aun cuando se aplica un criterio más estricto (50 ppb), la EIS no registra un número significativo de muertes atribuibles.

Tabla 37. Mortalidad atribuible a la contaminación por PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3 por causas generales en la ZMCO.

Contaminantes y causas	Grupo de edad	2016		2017	
		NOM	OMS	NOM	OMS
O_3 (Todas las causas)	Mayores de 30 años	0	1	0	0
PM_{10} (Todas las causas)	Menores de 1 año	0	8	1	9
PM_{10} (Todas las causas)	Mayores de 30 años	0	189	29	224
$PM_{2.5}$ (Todas las causas)	Mayores de 15 años	NA	NA	35	64

Fuente: Elaboración propia con base en EIS para la ZMCO, 2018.

Con respecto a la evaluación de PM_{10}, se indican los resultados para el grupo de población de menores de un año y para adultos mayores de 30 años. En el caso de menores de un año se registran hasta ocho y nueve muertes atribuibles en el escenario OMS para los años 2016 y 2017, respectivamente. El resultado para adultos mayores de 30 años por causas generales o todas las causas es de 189 y 224, en el escenario OMS para los años 2016 y 2017, respectivamente. El resultado para el escenario OMS es bastante menor debido a que el valor del estándar de la NOM (40 µg/m^3) es muy cercano al determinado en el escenario basal (es decir, el del estado actual de la calidad del aire), como se puede constatar en la ***Tabla 32***. De hecho, en 2016 el valor basal es menor que el de referencia, por lo que el resultado arroja cero muertes atribuibles en dicho escenario.

Finalmente, en el caso de la evaluación de $PM_{2.5}$, se estimaron 35 y 64 muertes atribuibles en los escenarios NOM y OMS, respectivamente, del año 2017. No hay resultados en 2016, por falta de información de monitoreo.

Es destacable el hecho de que se haya estimado un mayor número de muertes atribuibles a la contaminación por PM_{10} en comparación con la de $PM_{2.5}$. Por lo general, se esperaría que los valores fueran muy similares, pues la mayor parte de la carga de enfermedad atribuida a las partículas se asigna precisamente a la fracción fina, $PM_{2.5}$ y menores. Al evaluar la mortalidad por PM_{10} ya se está estimando las de $PM_{2.5}$, pues estas últimas son una proporción de las PM_{10} y mayores. Por otro lado, suele utilizarse la información de $PM_{2.5}$ para evaluar la mortalidad por partículas, debido a que se considera más precisa y a que los estimadores epidemiológicos están mejor establecidos, en comparación con los de PM_{10}, que además son estudios más antiguos.

El estimador epidemiológico para $PM_{2.5}$ proviene del estudio de Hoek et al. (2013), cuyo meta- análisis determina un incremento de 6% (IC 95%: 4-8%) en el riesgo de mortalidad por causas generales (por cada incremento de 10 µg/m^3 de $PM_{2.5}$). Por su parte, la referencia para la estimación de PM_{10} proviene del estudio de Kunzli et al. (Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment, 2000) e indica un incremento del riesgo relativo de 4.3% (IC 95%: 2.6-6.1%) para un cambio de 10 µg/m^3 de PM_{10}. Como se puede ver, el cambio en la concentración entre escenarios (base vs OMS) es mayor para PM_{10}, con casi 20 µg/m^3, mientras que el cambio de $PM_{2.5}$ es de tan sólo 4 µg/m^3 (ver ***Tabla 32 y Tabla 34)***. Esto explica la diferencia entre los resultados de ambas evaluaciones (PM_{10} y $PM_{2.5}$).

Si bien es más confiable la estimación con $PM_{2.5}$, es una buena práctica considerar el resultado de PM_{10}, debido a que en muchos casos se cuenta con poca información de medición de $PM_{2.5}$. En efecto, en la ZMCO la información de este contaminante es escasa y los monitores presentan baja suficiencia de información, por lo cual sus resultados se deben validar posteriormente, una vez que los protocolos

de mantenimiento, calibración y control y aseguramiento de calidad de información sean implementados en el sistema de monitoreo.

Resultados desagregados por contaminante, escenario y causas específicas

A continuación, se muestran los resultados de la EIS para PM_{10} con la información del 2016 ***(Tabla 38)***. Sólo se muestran resultados en el escenario OMS, ya que los del NOM son igual a cero, debido a que el valor de concentración promedio anual de la estación CED es menor que el de referencia de dicho escenario (40 µg/m^3). Se indican los resultados de la evaluación para los siguientes grupos y causas: todas las causas (mayores de 30 años), todas las causas (menos de 1 año) y respiratorias (menores de 1 año). Se incluyen los municipios dentro de un radio de 10 km alrededor de la estación de referencia (CED). La mayor parte de muertes atribuibles se concentra en Oaxaca de Juárez, debido a que cuenta con el mayor número de población de la ZMCO.

Tabla 38. Mortalidad atribuible a la contaminación por partículas PM_{10} en la ZMCO durante 2016 (Referencia: Estación CED).

	Mortalidad por escenario de análisis, causa de mortalidad y grupo de edad		
	2016		
	Todas, Mayores de 30 años	Todas, Menores de 1 año	Respiratorias, Menores de 1 año
Total ZMCO	189	8	1

Fuente: Elaboración propia con base en EIS para la ZMCO, 2018.

De manera similar, en la ***Tabla 39*** se indican los resultados correspondientes a la EIS para PM_{10} del año 2017. En este caso, corresponde a la información a partir de la estación CHO.

Tabla 39. Mortalidad atribuible a la contaminación por partículas PM_{10} en la ZMCO durante 2017 (Referencia: Estación CHO).

	Mortalidad por escenario de análisis, causa de mortalidad y grupo de edad					
	Escenario NOM			Escenario OMS		
	Todas, Mayores de 30 años	Todas, Menores de 1 año	Respiratorias, Menores de 1 año	Todas, Mayores de 30 años	Todas, Menores de 1 año	Respiratorias, Menores de 1 año
Total ZMCO	29	1	0	224	9	1

Fuente: Elaboración propia con base en EIS para la ZMCO, 2018.

En la ***Tabla 40*** se muestran los resultados de la EIS para $PM_{2.5}$ con información de 2017 de la estación CHO. Se indican los resultados de la evaluación para los siguientes grupos y causas: todas las causas (mayores de 15 años), cardiopulmonares (mayores de 30 años), cardiovasculares (mayores de 15 años), cáncer de pulmón (25 a 74 años) y enfermedades isquémicas del corazón (mayores de 30 años). Se incluyen los municipios dentro de un radio de 10 km alrededor de la estación de referencia (CHO). La mayor parte de muertes atribuibles se concentra en Oaxaca de Juárez, pues cuenta con el mayor número de población de la ZMCO.

Tabla 40. Mortalidad atribuible a la contaminación por partículas $PM_{2.5}$ en la ZMCO durante 2017 (Referencia: Estación CHO).

Mortalidad por escenario de análisis, causa de mortalidad y grupo de edad										
Municipio	Escenario NOM					Escenario OMS				
	Todas, Mayores de 15 años	CDP, Mayores de 30 años	CDV, Mayores de 15 años	CP, 25 a 74 años	EIC, Mayores de 30 años	Todas, Mayores de 15 años	CDP, Mayores de 30 años	CDV, Mayores de 15 años	CP, 25 a 74 años	EIC, Mayores de 30 años
Total ZMCO	35	17	14	7	5	64	30	26	13	9

CDP: Cardiopulmonares, CDV: Cardiovasculares, CP: Cáncer de Pulmón, EIC: Enfermedades Isquémicas del Corazón.
Fuente: Elaboración propia con base en EIS para la ZMCO, 2018.

4.4. Cuantificación de beneficios económicos

En la ***Tabla 41*** se resume la valoración económica de la mortalidad atribuible a la contaminación del aire resultante de la presente EIS. Ésta se realizó a través del método de disposición a pagar (DAP) o Valor de una Vida Estadística (VVE), que consiste en calcular la disposición a pagar de los individuos para asegurar una disminución marginal en el riesgo de una muerte prematura *(WHO-OECD, 2015)*, y se ha utilizado de manera reciente en otros estudios similares en México *(INECC, 2014a; INSP-CMM, 2015; SEMARNAT-INECC, 2017)*. Se eligieron dos valores de VVE, debido a su alta variabilidad y a que en México se disponen de pocos estudios al respecto *(INSP-CMM, 2015)*. El valor primario (VVE1) corresponde a 1974 millones de pesos (MXN, a precios de 2016), que resulta del estudio de valoración contingente más reciente realizado en México, efectuado por INECC-LSE (2015). El valor secundario (VVE2) se transfirió del valor determinado en el meta-análisis de Kochi et al. *(An Empirical Bayes Approach to Combining and Comparing Estimates of the Value of Statistical Life for Environmental Policy Analysis, 2006),* mismo que considera estudios tanto de preferencias reveladas como declaradas y que se ha usado en diversos análisis a nivel mundial. El valor transferido para México, siguiendo *(INECC, 2014a), es de 16.08 millones de pesos (MXN, a precios de 2016).*

De esta manera se puede determinar que los costos asociados con la contaminación del aire en la ZMCO ascienden hasta 3605 millones de pesos (MXN), según el resultado de la evaluación de PM_{10} en adultos

por todas las causas y en el escenario OMS de 2017. La diferencia con el escenario NOM de este mismo año y grupo de población es sustancial (464 vs 3605 millones de pesos, MXN) lo que indica que hay beneficios adicionales por seguir reduciendo los niveles de contaminación incluso más allá de lo indicado por las normas oficiales mexicanas.

Los costos asociados con el grupo de población de menores de un año (todas las causas) ascienden a casi 150 millones de pesos (MXN), en el escenario OMS de 2017. Aunque en magnitud no son muy significativos, debe considerarse que se atribuyen a un grupo de población sumamente sensible, por lo que deben ser tomados de manera seria.

Por último, debe recordarse que esta valoración de muertes atribuibles a la contaminación del aire se trata de una cuantificación de índole económica (más allá de financiera), y refleja en general lo que la sociedad en su conjunto "estaría dispuesta a pagar" por reducir su riesgo a morir por esta causa. Este tipo de valoración refleja las externalidades de la contaminación atmosférica; no obstante, no puede usarse de manera simple para estimar el efecto directo, por ejemplo, sobre el sistema de salud o en el ingreso de la población o las cuentas nacionales, como se detalla en WHO-OECD *(Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth, 2015).*

Tabla 41. Valoración económica de la mortalidad atribuible a la contaminación del aire en la ZMCO.

Contaminantes y causas	Grupo de edad	Millones de pesos (MXN			
		2016		2017	
		NOM	OMS	NOM	OMS
VVE 1 = 1.974 Millones de pesos (MXN)					
O_3 (Todas las causas)	Mayores de 30 años	0	2	0	0
PM_{10} (Todas las causas)	Menores de 1 año	0	16	2	18
PM_{10} (Todas las causas)	Mayores de 30 años	0	373	57	443
$PM_{2.5}$ (Todas las causas)	Mayores de 15 años	NA	NA	70	127
VVE 2 = 16.08 Millones de pesos (MXN)					
O_3 (Todas las causas)	Mayores de 30 años	0	18.2	0	0
PM_{10} (Todas las causas)	Menores de 1 año	0	126.3	19.1	148.9
PM_{10} (Todas las causas)	Mayores de 30 años	0	3035.2	463.7	3604.8
$PM_{2.5}$ (Todas las causas)	Mayores de 15 años	NA	NA	569.4	1032.0

Fuente: Elaboración propia con base en EIS para la ZMCO, 2018.

4.5. Conclusiones y recomendaciones

La contaminación del aire es uno de los principales factores de riesgo a la salud de la población. Los contaminantes criterio tienen diversos efectos sobre mortalidad y morbilidad, por lo que es un tema de la mayor atención en políticas públicas. De acuerdo con la evidencia internacional, la mortalidad por partículas se sitúa dentro de las principales causas de muertes a nivel global. Por tanto, establecer medidas de control para reducir las concentraciones de $PM_{2.5}$ y otros contaminantes criterio tiene beneficios cuantificables y significativos para la sociedad.

En este capítulo se determinaron las muertes atribuibles a la contaminación del aire en la ZMCO durante 2016 y 2017. Los beneficios de reducir las concentraciones de partículas ascienden hasta 224 muertes prematuras que podría evitarse si se cumplieran los lineamientos de la OMS; mientras que con los estándares actuales de las NOM, esta cifra es de 29 muertes prematuras evitables.

La valoración económica de los beneficios citados por el método de Disposición a Pagar o Valor de una Vida Estadística (VVE) determinó que estos ascienden a 443 millones de pesos (MXN) con el estimador más conservador[8], aunque podrían llegar a 3,600 millones de pesos (MXN) si se utiliza el estimador más alto[9]. Se incluyen ambos valores para facilitar la comparación en términos de beneficios de política pública, pues en diversos estudios previos realizados en México se han utilizado tanto estimadores conservadores como altos.

En cualquier caso, se trata de una estimación de beneficios limitada, pues es mínima la información de calidad del aire con la que se cuenta. Debido a esto, sólo se incluyó a alrededor de 300 000 habitantes de la ZMCO, lo que equivale a cerca de 50% de la misma. Aunque se tiene información de dos estaciones de monitoreo (CED y CHO), ésta no pudo ser usada de forma simultánea, pues sólo se tuvo información válida de cada estación en un año (2016, CED; y 2017, CHO). Es esencial contar con información de monitoreo suficiente, válida y representativa para efectuar una estimación más completa y significativa.

Por último, como parte de las medidas del programa se deberá contemplar la cuantificación de efectos sobre la morbilidad, misma que debe realizarse a través de la información de vigilancia epidemiológica de unidades de salud cercanas a las estaciones de monitoreo, siguiendo los procedimientos estandarizados de correlación estadística *(Secretaría de Salud, 2016)*. Para ello, será requisito previo desarrollar protocolos

[8]VVE 1 = 1.974 millones de pesos (MXN) por muerte evitada, de acuerdo con un estudio de disposición a pagar realizado en México.

[9]VVE 2 = 16.08 millones de pesos (MXN) por muerte evitada, de acuerdo con un valor transferido de Estados Unidos.

de análisis a nivel local con la colaboración de Semaedeso y la Secretaría de Salud de Oaxaca. Esto, a su vez, requerirá desarrollo de capacidades locales para la elaboración de esta clase de estudios e informes. De igual modo se requiere que el DCAVV de Semaedeso cuente con herramientas para la elaboración de informes sobre costos, externalidades y beneficios de las políticas públicas sobre calidad del aire. Esto implica llevar a cabo cursos de capacitación y formación de especialistas.

CAPÍTULO 5.

PARTICIPACIÓN CIUDADANA, COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

5.1. Introducción

Este capítulo tiene como objetivo guiar la integración de una estrategia de comunicación pública que contemple la educación y la participación ciudadana, a fin de que el ProAire 2019-2028 se consolide como instrumento de política pública cercano a las necesidades de información de la ciudadanía, además de que logre fomentar un alto nivel de conciencia ciudadana y una participación social activa e informada en el desarrollo y la instrumentación de sus medidas.

5.2. Lineamientos jurídicos para la comunicación pública, educación ambiental y participación ciudadana, en materia de calidad del aire.

A continuación se hace mención de los lineamientos normativos, tanto en el ámbito federal como estatal, que orientarán el ProAire de Oaxaca 2019-2028 hacia la ejecución de estrategias y acciones en comunicación pública, educación ambiental y participación ciudadana en materia de calidad del aire.

Ámbito Federal

Programas Sectoriales de Medio Ambiente

En el objetivo 6 se establece desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información, investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental.

Estrategia Nacional de Calidad del Aire (ENCA)

En su Eje 5. Sociedad responsable y participativa, se da el mandatorio de que la sociedad deberá estar informada de manera permanente sobre el estado que guarda la contaminación atmosférica en el país y de los efectos que provoca sobre su salud y los ecosistemas.

Índice Nacional de Calidad del Aire y Salud

Aunque está en proceso de elaboración, debe contemplarse como un futuro lineamiento normativo. Su propósito será homologar y conformar un índice nacional, llamado índice Aire y Salud, que se difunda en tiempo real y que informe a la población de manera clara, oportuna y continua sobre los niveles de contaminación atmosférica, los probables daños a la salud que ocasiona y las medidas de protección que puede tomar. [10]

[10]Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-172-SEMARNAT-2017, lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud, que promulgará el Gobierno Federal a través de la SEMARNAT.

Ámbito estatal

Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca

En el capítulo I, en su sección VII. Investigación y Educación Ecológica en el Artículo 33, refiere que la Semaedeso, en coordinación con los diferentes órganos de la administración pública estatal y municipal, así como las organizaciones civiles, promoverá acciones pertinentes para generar una actitud responsable ante la problemática ambiental, sobre todo a través de educación ambiental.

Y en el capítulo II, en el artículo 125, se menciona que la Semaedeso desarrollará un sistema de información ambiental y de recursos naturales que tendrá por objeto registrar, organizar, actualizar y difundir la información ambiental estatal, que estará disponible para consulta y que se coordinará y complementará con el Sistema de Cuentas Nacionales a cargo del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2016-2022

En su apartado de Cultura Ambiental se impulsa el desarrollo sustentable mediante políticas públicas para la protección y conservación de los recursos naturales, la preservación del equilibrio ecológico y la promoción de una cultura ambiental, considerando la participación social y respetando los derechos de los pueblos indígenas.

Promueve la formación de comités ecológicos en las diferentes instituciones educativas, a efecto de realizar acciones y proyectos en materia de educación ambiental. Y en el ámbito de participación ciudadana, habla sobre elaborar e implementar los lineamientos para revisar, supervisar y dictaminar la viabilidad de proyectos ambientales a desarrollarse en la entidad por organismos de la sociedad civil, empresas, municipios, comités e instituciones educativas, entre otros actores.

5.3. Proceso actual de comunicación y estrategias de participación ciudadana

La comunicación pública en materia de la calidad del aire implica desde el proceso de generación de información diaria, consecutiva y validada sobre la calidad del aire, hasta el fomento de un cambio cultural que incentive acciones que puede realizar la ciudadanía para reducir la contaminación atmosférica. Esto constituye un reto doble, debido a que, en primer lugar, la información y el conocimiento sobre este tema tienden a estar concentrados en manos de autoridades responsables, técnicos, expertos y organizaciones sociales ambientalistas *(SEMARNAT, 2017).* Esto hace que dicha información, al ser comunicada, no sea del todo compresible para la ciudadanía, quien debe hacer esfuerzos ajenos a su quehacer cotidiano

para apropiarse del tema y asociarlo a su interés particular, sobre todo con los efectos que puede tener la calidad del aire en la salud[11].

Ante ello, se observa que la gestión de información y comunicación sobre la condición de la calidad del aire no es un proceso sencillo, pues involucra tres niveles: reportar, informar y comunicar. Cada uno cumple propósitos e implica medios diferentes ***(Figura 59)***, pero se complementan entre sí mediante su interacción.

REPORTAR

Suministrar datos precisos a las autoridades componentes la materia.
Se distinguen por ser reportes técnicos y fácticos a un sector en específico.

INFORMAR

Procesar los datos técnicos de calidad del aire y ponerlos en enguaje entendible para las personas interesadas en ellos.

COMUNICAR

Usar la información de manera activa para establecer un diálogo con la población, con el objetivo de que ésta se involucre en el proceso de mejora de la calidad del aire cambiando sus comportamientos y actitudes.

Figura 59. Niveles de información relacionados con la generación de información calidad del aire.
Fuente: Tomado de SEMARNAT (2013b).

Con base en estos *niveles de acción informativa* se hace una retroinspección que permite identificar cómo la Semaedeso ha instrumentado sus procesos de comunicación en materia de calidad del aire.

En el grado de reportar sobre la calidad del aire, se observa lo siguiente:

- La Semaedeso cuenta con dos estaciones de monitoreo fijas en la ZMCO. En ambas se realiza medición de partículas PM_{10} y O_3. A su vez, cuentan con una estación móvil que no está en operación, dado que se encuentra en mantenimiento. Para su rehabilitación se ha solicitado recursos económicos a la Federación, pero aún no se recibe respuesta.
- La recepción de datos es vía remota, mientras que su validación es manual (mediante Excel). Se espera por parte del SINAICA un taller de validación. Se realiza un reporte diario a medio día, sin aseguramiento de datos, razón por la cual éstos no se pueden subir al SINAICA.
- Se ha contado con capacitaciones de monitoreo por parte del SINAICA. Sin embargo, no se ha podido asistir a todas las capacitaciones presenciales por falta de recursos.

[11]Es importante aclarar que la comunicación de riesgos a la salud relacionada con la condición de la calidad del aire no parte de una información general sino que hace mención particular de la capacidad de un contaminante para producir un efecto en la salud dependiendo sobre todo de dos factores: 1) la magnitud de la exposición y 2) la vulnerabilidad de las personas expuestas.

- El SINAICA le solicita a Semaedeso un reporte anual de los datos y, hasta ahora, se han entregado los de 2016 y 2017. Sin embargo, no se han integrado en el Informe Nacional de Calidad del Aire que elabora el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), por no estar validados.
- Cuando el SINAICA identifica la falta de transmisión de datos de las estaciones de monitoreo de la Semaedeso, les reporta mediante correo electrónico.

En el grado de informar sobre la calidad del aire, se observa lo siguiente:

- La Semaedeso, a través del departamento de Calidad del Aire, compara los datos generados por las estaciones de monitoreo con las Normas Oficiales de Salud Mexicanas y genera el Semáforo de calidad del aire, el cual consiste en asignar un color y calificativo a la concentración de ozono y partículas (PM_{10}).
- El Semáforo se difunde a través de la página web de Semaedeso en el apartado "Calidad del aire" y en ocasiones por la cuenta de Twitter de la Semaedeso. Por las razones citadas, no se ha podido establecer un reporte diario del Semáforo ni, por ende, difundirlo.
- La Semaedeso no participó en las sesiones de trabajo del Proyecto de Norma Oficial Mexicana sobre los lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud.

En el grado de comunicar sobre la calidad del aire, se observa lo siguiente:

- En el marco de la elaboración del ProAire de la ZMCO, se debía conformar un Comité Núcleo y un comité para el diseño y desarrollo del PCA. Sin embargo, con el cambio de Instituto de Ecología de Oaxaca a la actual Secretaría, estas actividades no se oficializaron.
- El DCAVV de Semaedeso, como parte de las actividades de educación ambiental en materia de calidad del aire, ha instrumentado visitas guiadas a las estaciones de monitoreo, donde se expone el funcionamiento de las estaciones y se explica de forma detallada el principio de cada equipo. Estas visitas son solicitadas por universidades, principalmente, como el Instituto Tecnológico de Oaxaca y la Universidad de la Sierra de Juárez, en sus carreras afines.
- En 2013 se articuló un grupo de trabajo con la Secretaría de Salud para establecer un mecanismo preventivo y de acción en caso de contingencia. En el tiempo que se colaboró, no se activó ninguna contingencia. Sin embargo, como actividad diaria, la Semaedeso les enviaba el reporte del Semáforo y se contempla volver a articular dicha acción.
- El Semáforo de calidad del aire se compartió un par de años con el IEEPO, SSO, SEVITRA, el municipio de Oaxaca de Juárez y Protección civil. Sin embargo, con el cambio de administración y personal en las diferentes dependencias, se perdió el avance logrado.
- Una recomendación por parte del DCAVV de Semaedeso es que todos los esfuerzos de participación ciudadana o intersecretariales en materia de calidad del aire se articulen a través del Programa Estatal de Cambio Climático, a fin de no duplicar esfuerzos y aprovechar los mismos mecanismos de participación y comunicación.

- Se han realizado campañas de comunicación sobre el programa de verificación vehicular. En ellas se han difundido trípticos en las calles de mayor afluencia vehicular de la ZMCO y banners informativos en el sitio web de la Semaedeso. Asimismo, en este sitio se brinda información sobre calendarios de verificación, tarifas, directorio y normatividad ***(Figura 60).***



Figura 60. Portal de Semaedeso, sección dedicada al PVV.

Fuente: Tomado de Semaedeso (2017).

- El 13 de diciembre de 2017, la Semaedeso llevó a cabo la firma del primer Acuerdo Metropolitano por la Calidad del Aire en Oaxaca (Figura 61), con la participación interinstitucional de la Secretaria de Seguridad Publica y la Secretaria de Movilidad y Transporte, así como de distintos municipios[12]. El acuerdo contiene cinco ejes principales orientados a mejorar la calidad del aire. El eje 4 es Participación ciudadana y el 5, Información, seguimiento y evaluación.

[12]Ánimas Trujano, Oaxaca de Juárez, San Agustín de las Juntas, San Andrés Huayapam, San Antonio de la Cal, San Bartolo Coyotepec, San Jacinto Amilpas, San Pablo Etla, San Raymundo Jalpan, San Sebastián Tutla, Santa Cruz Amilpas, Santa Cruz Xoxocotlán, Santa Lucía del Camino, Santa María Coyotepec y Santa María del Tule.



Figura 61. Firma del primer acuerdo Metropolitano por la Calidad del Aire en Oaxaca.
Fuente: Tomado de Semaedeso (2018d).

5.4. Descripción de portales

Dentro del sitio web de la Semaedeso (http://www.medioambiente.oaxaca.gob.mx/calidad-del-aire/), en el apartado de Protección al medio ambiente, está la sección de Calidad del Aire. Ahí se encuentra una introducción sobre la problemática de la contaminación atmosférica y las funciones que realiza la secretaría en dicha materia: como parte de las acciones en el tema de prevención, control y reducción de la contaminación por emisiones a la atmósfera, la Semaedeso evalúa y vigila permanentemente la calidad del aire en la ZMCO, a través de la red descrita en el capítulo 2.

También se expone una explicación detallada (con un lenguaje sencillo, dirigido a todo público) sobre la función y la importancia del Semáforo de la calidad del aire:

Derivado de la importancia de contar con información confiable y oportuna que ayude a proteger la salud de la población, la Semaedeso a través de departamento de Calidad del Aire, compara los datos generados por las estaciones de monitoreo con las Normas Oficiales de Salud Mexicanas y genera diariamente el Semáforo de calidad del aire, el cual consiste en asignar un color y calificativo a la concentración de Ozono y Partículas menores a 10 micrómetros presentes en la atmósfera, como se muestra a continuación. *(Semaedeso, 2016)*

En el apartado del Semáforo de la calidad del aire ***(Figura 62),*** se describe de forma clara y sencilla sus cinco niveles y se brindan mensajes en un tono propositivo sobre recomendaciones de la exposición

de actividad físicas al aire libre. A su vez, se dan indicaciones precisas par a los grupos vulnerables (niños, adultos mayores, personas que realizan actividades físicas intensas o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares). Además, se hace referencia a los valores de ozono por partes por millón, de acuerdo con la NOM-20- SSA-1-1-2014, y de partículas microgramos por cada metro cúbico, de acuerdo con la NOM-25-SSA-1-2014.

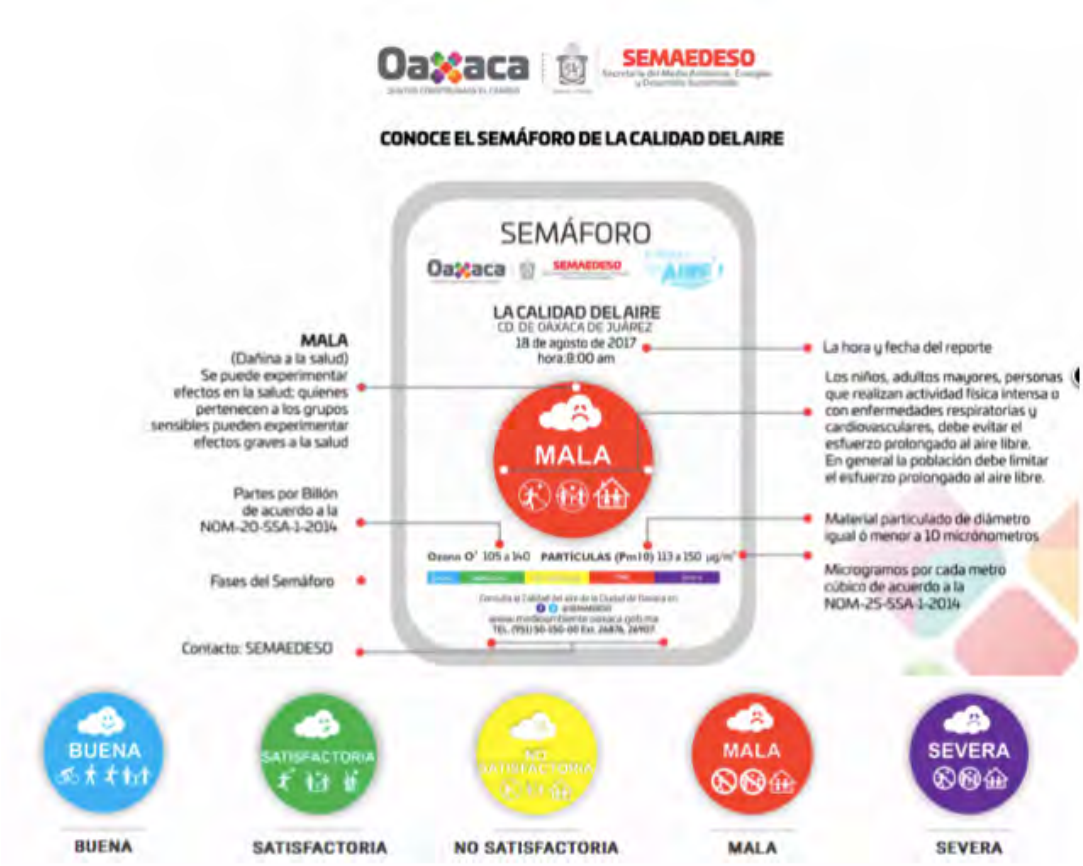


Figura 62. Explicación de los niveles del Semáforo de la Calidad del Aire de la ZMCO.

Fuente: Tomado de Semaedeso (2016).

5.5. Consideraciones para establecer los mecanismos de comunicación en el estado de Oaxaca y a la población

Se muestra el siguiente análisis FODA, con el fin de diagnosticar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) actuales que se asocian con cada componente referido en la generación de información sobre la calidad del aire, que deben considerarse para su mejor desempeño.

Dicho análisis es un punto de partida para orientar esfuerzos y prácticas en la mejora de la difusión continua y permanente del Semáforo de la calidad del aire de Oaxaca. Los resultados para cada componente se presentan en la ***Tabla 42:***

Tabla 42. Análisis FODA sobre la difusión de la información en materia de calidad del aire.

Componente revisado: Difusión de la información

Consideraciones: El Semáforo de la calidad del aire tiene la función de ser una herramienta analítica desarrollada para informar cada día sobre los niveles de contaminación de manera fácil y oportuna a la población. A su vez funciona como un indicador de las medidas precautorias que debe tomar la población ante una contingencia atmosférica.

Capacidades técnicas identificadas de manera interna como fortalezas:

- Se evalúa y vigila de forma permanente la calidad del aire en la ZMCO. Se cuenta con personal con capacidad técnica para la obtención y el manejo de los datos de las estaciones CED y CHO.
- De estas estaciones se registran las concentraciones de ozono (O_3), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2) y partículas suspendidas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM_{10} y $PM_{2.5}$), así como parámetros meteorológicos: temperatura, velocidad y dirección del viento, radiación solar, humedad relativa y presión barométrica. Con estos equipos se recopila información las 24 horas los 365 días. Con los datos de ozono y partículas se realiza un reporte a diario a medio día, que deriva en el Semáforo.
- Se mantiene comunicación constante con el SINAICA, principalmente. Cuando éste detecta la falta de trasmisión de datos de alguna de las estaciones de monitoreo se les reporta mediante correo electrónico.

Debilidades internas identificadas:

- La validación de los datos es manual (mediante Excel). Se espera por parte del SINAICA un taller de validación.
- Los reportes anuales de 2016 y 2017, por no tener datos validados, no se han integrado en el Informe Nacional de Calidad del Aire que elabora el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).
- La falta de capacitación del personal del Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire (SMCA) en programas informáticos de validación ha impedido que el reporte diario se integre en el portal del SINAICA.
- Se requiere más personal técnico para el mantenimiento y la operación de las estaciones. Hay dos personas a cargo, pero éstas deben ver todos los temas relacionados con calidad del aire y verificación vehicular.
- Faltan recursos para el mantenimiento de las estaciones y la estación móvil.
- Cuando no se obtienen los datos vía remota, se debe ir cada día por ellos, lo que toma tiempo y retrasa otras tareas diarias.
- A causa de lo anterior, no se difunde el reporte diario del Semáforo de la calidad del aire en el sitio web de la Semaedeso, en su apartado de Calidad del aire.
- Actualmente, no se cuenta con un mecanismo preventivo y de acción en caso de haber una contingencia atmosférica, pese a que antes se enviaba de forma diaria el Semáforo de calidad del aire a IEEPO, SSO, SEVITRA, Protección Civil y el municipio de Oaxaca de Juárez.
- No se ha instrumentado una campaña de comunicación sobre la importancia de la consulta del Semáforo.

Oportunidades para el SMCA que ofrece el entorno:

- Capacitación en validación por parte del SINAICA, y con ello el apoyo del INECC-SINAICA para difundir el Índice de Calidad del Aire/Semáforo a través del SINAICA.
- Participación activa de la SEMARNAT en la elaboración del ProAire de Oaxaca 2019-2028.
- Al tener la publicación del ProAire de Oaxaca 2019-2028, se contará con el Comité Núcleo, que apoyará la difusión del Semáforo de la calidad del aire.
- La posibilidad de realizar convenios de apoyo técnico (servicio social) con universidades.
- La conformación de un grupo de trabajo con la Secretaría de Salud para establecer un mecanismo preventivo y de acción en caso de contingencia, y para la conformación del Sistema de Alerta Epidemiológica en materia de calidad del aire y enfermedades respiratorias.
- La posibilidad para elaborar un Índice de Calidad del Aire local con los lineamientos establecidos por el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-172-SEMARNAT-2017, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud.
- El Acuerdo Metropolitano por la Calidad del Aire de la ZMCO, firmado el 13 de diciembre de 2017, fomenta la generación de capacidades técnicas para la instrumentación del sistema de monitoreo atmosférico y la participación ciudadana, así como el diseño y desarrollo de mecanismos para generación de información, seguimiento y evaluación de prevención y control de la condición de la calidad del aire.
- El desarrollo de una aplicación móvil del Semáforo. Ya se han desarrollado maquetas y visualizaciones, así que hay oportunidad para retomar el trabajo a partir de alianzas con universidad y desarrolladores para dar continuidad.

Amenazas para el SMCA identificadas en el entorno:

- La falta de recursos económicos por parte del Gobierno federal-SEMARNAT a través del FONADIM.
- La falta de continuidad de los recursos económicos por parte del Gobierno local, debido a que el cambio de personal en la mayoría de dependencias ha derivado en que no se les dé continuidad a programas e iniciativas asociados con la gestión de la calidad del aire.
- La respuesta tardía del Gobierno federal-INECC como apoyo para la capacitación de validación.
- Una población con desconocimiento de las fuentes de contaminación y los procesos atmosféricos.
- La imposibilidad de contar con recursos para llevar a cabo una comunicación efectiva de riesgos.
- Un entorno social poco activo y participativo (organizaciones de la sociedad civil) en materia de calidad del aire.

Fuente: Elaboración propia con base en análisis FODA para el estado de Oaxaca, 2018.

5.5.1. Diagrama del proceso de comunicación situación actual, mediano y largo plazo.

La gestión, operación y difusión de la información que reporta el Sistema de Monitoreo Atmosférico de Oaxaca es responsabilidad de la Semaedeso. A continuación se muestra un diagrama de la operación de difusión de datos de calidad del aire en el estado, contemplando la situación actual y un escenario a corto y mediano plazo.

En la ***Figura 63*** se muestra el proceso de comunicación, tanto en la situación actual como en los escenarios a mediano y largo plazo.

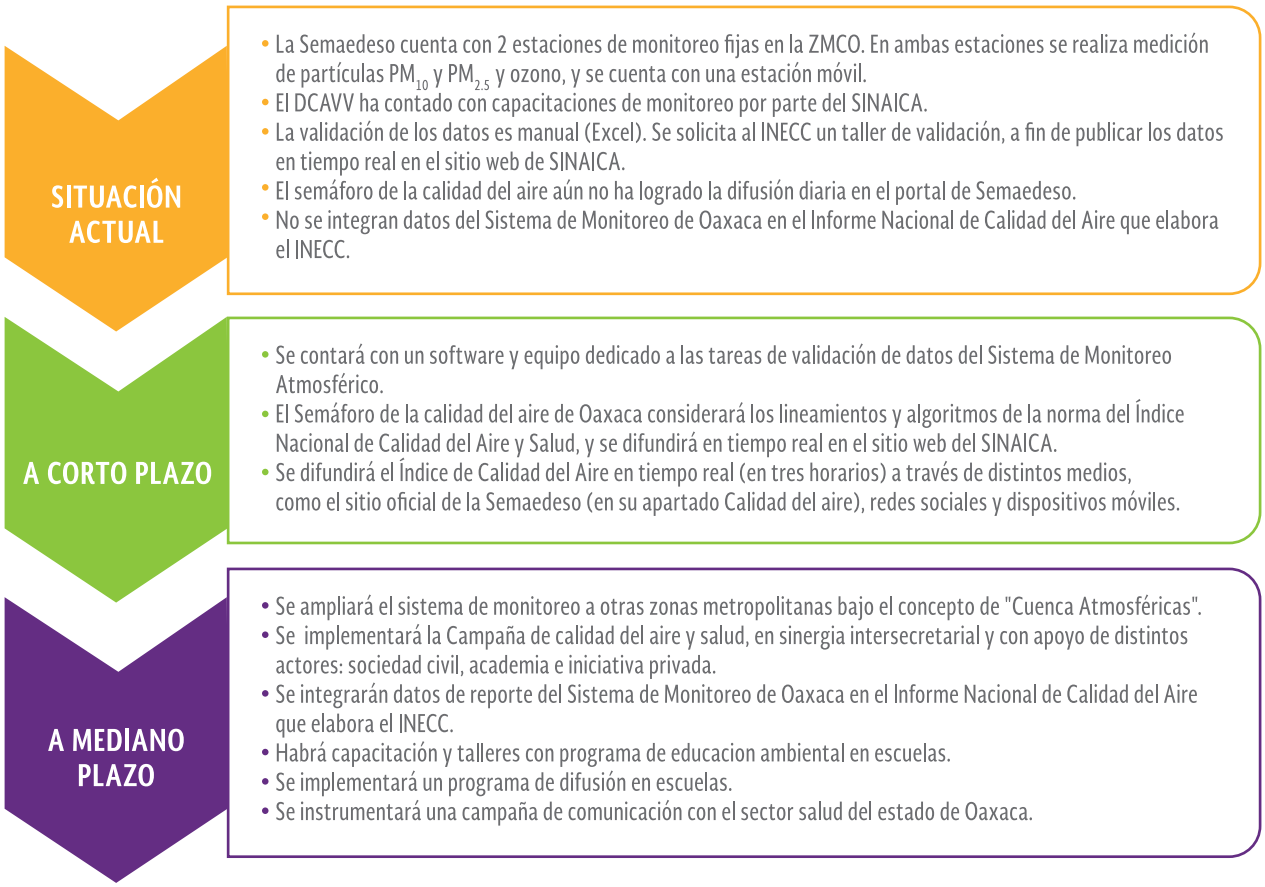


Figura 63. Proceso de comunicación: situación actual y escenarios a mediano y largo plazo.

Fuente: Elaboración propia con base en análisis FODA para el estado de Oaxaca.

5.5.2. Recomendaciones sobre los tres niveles de acción informativos (reportar, informar y comunicar)

Se observa que en los tres niveles de acción informativos (reportar, informar y comunicar) la Semaedeso tiene áreas de oportunidad. En el nivel de reportar, se requiere capacidad técnica para instrumentar la validación y el aseguramiento de los datos del Sistema de Monitoreo Atmosférico del estado, a fin de hacer el reporte diario en el SINAICA y en el Reporte Anual de Calidad del Aire.

En el nivel de informar, el Semáforo de la calidad del aire logra traducir información técnica a un lenguaje comprensible para todo público. Sin embargo, no se ha consolidado como un instrumento de consulta diaria y, por tanto, no es un herramienta cotidiana de la población.

En el nivel de comunicación, aún no se ha instrumentado una campaña al respecto de la importancia de consultar el Semáforo de la calidad del aire como parte del control y la prevención de la salud ante la contaminación atmosférica. Aunado a esto, está la oportunidad de instrumentar acciones intersecretariales con estos motivos por parte de organismos como Protección Civil o la Secretaría de Salud estatal. Además, aún no se han diseñado ni implementado mecanismos de participación con la sociedad civil, y en materia de educación ambiental hay muchas oportunidades de sinergias, tanto con la Secretaría de Educación Pública como con la academia y la sociedad civil.

5.5.3. Análisis cualitativo de datos estadísticos de la encuesta

Como parte de las actividades que conforman la elaboración del ProAire 2019-2028, se diseñó una metodología de opinión cualitativa y cuantitativa para contar con indicadores sociales fundamentales para el diseño y la ejecución de las medidas correspondientes a la comunicación pública, la educación y la participación ciudadana.

La metodología cuantitativa consiste en un análisis estadístico de datos a través de una encuesta en línea con duración de cinco minutos. Ésta fue diseñada para obtener un perfil sociodemográfico de los encuestados y evaluar su percepción, la identificación del problema y la capacidad de acción sobre el tema de calidad del aire en su ciudad.

El levantamiento de encuestas se llevó a cabo del 10 al 31 de agosto. Se consideró como punto de arranque el Primer Taller de Diagnóstico, impartido el 3 de agosto del 2018, en la delegación de SEMARNAT en Oaxaca, a fin de sensibilizar a los participantes sobre la importancia de la encuesta y contar con su apoyo para su difusión. Asimismo, se le dio difusión a la liga de la encuesta en el sitio web de la Semaedeso ***(Figura 64).***

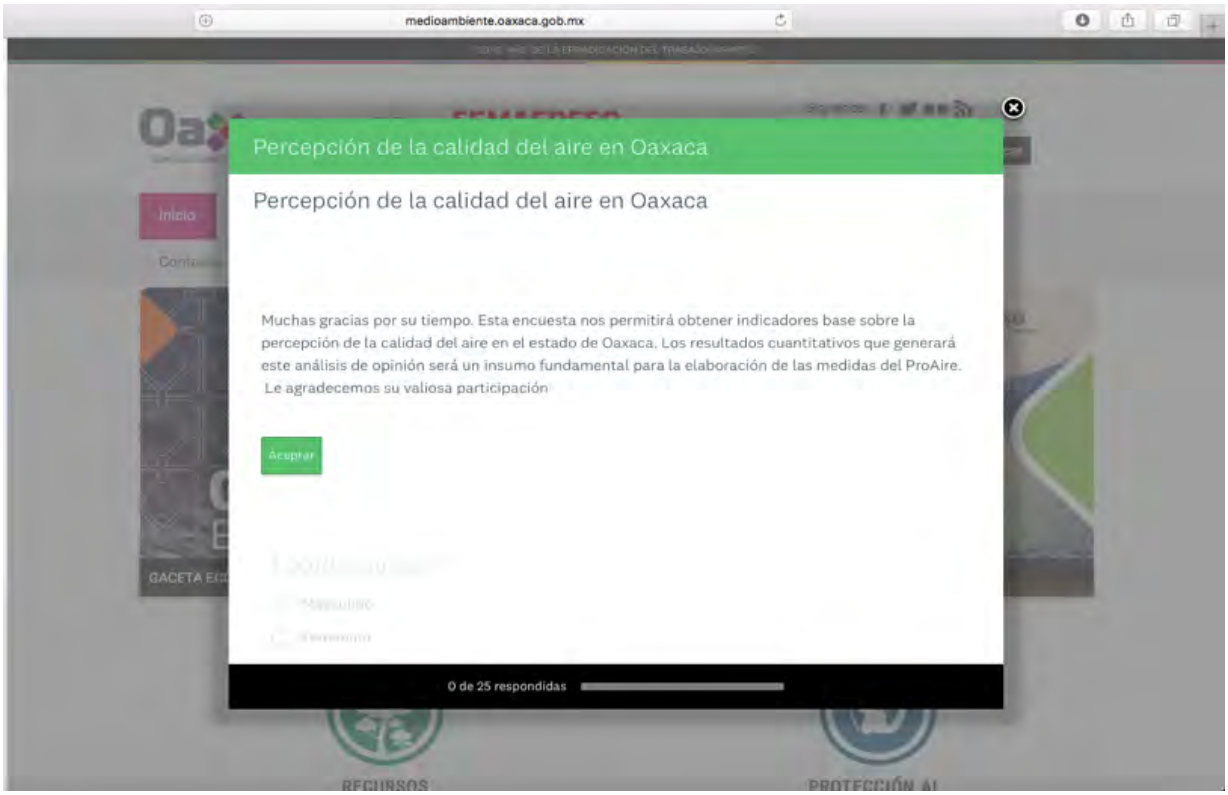


Figura 64. Muestra de difusión de encuesta en el portal de Semaedeso.

Fuente: Tomado del portal de calidad del aire de Semaedeso en agosto de 2018.

Los principales hallazgos identificados en el análisis cuantitativo de la encuesta son los siguientes:

1. Los problemas que más afectan y preocupan a los encuestados, en su ciudad/municipio, son: la contaminación (36%) y la inseguridad (33%).
2. Los problemas ambientales que más afectan a su ciudad son el mal manejo de residuos (43%), la expansión de la mancha urbana (22%) y la contaminación del agua (13%). En cuarto lugar entra la calidad del aire (5%).
3. Ante la pregunta de que si les preocupa la contaminación del aire en su ciudad o municipio, 80% afirma que sí. Sin embargo, esto no corresponde a la percepción de la mayoría de los encuestados: 45% señala que la calidad del aire que respiran es regular y 35% la considera aceptable.
4. La opinión mayoritaria de los encuestados (54%) indicó que la contaminación del aire es un problema que afecta a todos por igual. Además, para los encuestados, los principales problemas de salud asociados con una mala calidad del aire son: irritación de ojos (61%); problemas al respirar, asma o tos crónica (54%); y resequedad fosas nasales (39%).
5. Yendo de una perspectiva general a una particular, se identificó que la mayoría de los encuestados (86%) no conocen los programas y las acciones que lleva a cabo el Gobierno estatal a través de la Semaedeso en materia de calidad del aire. Sólo 13% afirmó conocer algún programa con estos fines, de los cuales 44% hicieron mención del ProAire.

6. La mayoría de los encuestados (39%) no reciben información sobre la calidad del aire de la ZMCO. Los medios de información que consideran más efectivos para mantenerse informados sobre la condición de la calidad del aire en Oaxaca son: Facebook (29%), radio (19%), las apps para el teléfono móvil (16%) y, en cuarto lugar, el sitio web oficial de la Semaedeso (13%).
7. Las fuentes de emisión que los encuestados consideran que contribuyen a la contaminación del aire son: 1) transporte público, 2) quema de basura, 3) transporte de carga y 4) parques ladrilleros. Y los que consideran que contribuyen muy poco son: 1) calles sin pavimentar, 2) combustión doméstica y 3) yeseras, caleras y cementeras.
8. Los encuestados refieren que las medidas que pueden ser muy buena opción para mejorar la calidad del aire son: 1) promover la renovación/creación de áreas verdes, 2) controlar las emisiones de los transportes de carga y pasajeros, 3) controlar las emisiones del sector ladrillero y alfarero, y 4) mejorar el monitoreo atmosférico de la calidad del aire. La medida que podría funcionar más votada fue regular de forma más estricta las emisiones contaminantes de las fábricas, mientras la medidas que no serviría más mencionada fue fortalecer el programa de verificación vehicular.
9. Se observa concordancia en la percepción de los encuestados al distinguir las fuentes de emisión que más contribuyen a la contaminación atmosférica (transporte de carga y de pasajeros, y parques ladrilleros) y la selección de medidas que más pueden contribuir a resolver la problemática (controlar las emisiones de los transportes de carga y pasajeros, y las emisiones del sector ladrillero y alfarero). Asimismo, se observa que los lugares donde se perciben más expuestos a la mala calidad del aire son los que asocian con las fuentes que identifican como mayores contribuyentes al problema de la contaminación atmosférica, por ejemplo: avenidas principales, lugares cerca de transporte de carga y de pasajeros, y las cercanías a parques ladrilleros.

En el anexo II se presentan los resultados cuantitativos de la encuesta de percepción de la calidad del aire en el estado de Oaxaca.

5.5.4. Metodología cualitativa

La metodología cualitativa se diseñó e instrumentó a fin de identificar las normas sociales en el tema de calidad del aire en la población objetivo (muestra conveniente), bajo el entendido de que una norma social es una regla de comportamiento tal que los individuos prefieren seguir bajo la condición de que:

- La mayoría de las personas en su red de referencia[13] la acaten (expectativa empírica)
- La mayoría de las personas en su red de referencia crean que se debe acatar (expectativa normativa) *(Bicchieri, 2006)*

[13]"Red de referencia" se refiere al circulo cercano familiares y amigos.

Reconocer las normas sociales asociadas con prácticas de la calidad del aire permite identificar patrones de comportamiento colectivos, sus expectativas y su condicionalidad, para fortalecer una plataforma discursiva, basada en normas sociales que orientarán el tono y la pertinencia de los mensajes y las líneas estratégicas para la comunicación pública en esta materia.

Grupo de enfoque sobre vigilancia de la calidad del aire

Objetivo

1. Conocer las razones por las que los participantes del grupo focal[14] "no" consultan el Índice de Calidad del Aire de la ZMCO e identificar qué es lo que querríamos cambiar a fin de que estén conscientes de la importancia de mantenerse informados. En el anexo I se encuentra la Guía de facilitación para grupo focal 1.

A continuación se muestra, en la ***Tabla 43,*** una síntesis con las preguntas y sus respuestas, a fin de identificar las normas sociales, sus expectativas empíricas y normativas, y su condicionalidad.

Tabla 43. Planteamiento metodológico sobre el grupo focal vigilancia de la calidad del aire.

Pregunta	Respuesta	Expectativa	Cumple la hipótesis
¿En qué medida considera que sus conocidos y familiares están pendientes del estado de la calidad del aire que respiran?	Casi nadie está pendiente y Nadie está pendiente	Expectativa empírica.	si
¿En qué medida considera usted que debe estar al pendiente de la calidad del aire que usted y su familia respira?	Debería estar al pendiente de vez en cuando	Expectativa normativa (yo).	si
¿En qué medida considera usted que sus vecinos, familiares, conocidos y amigos creen que usted debe estar al pendiente de la calidad del aire que usted y su familia respira?	Casi nadie o nadie espera que yo esté al pendiente.	Expectativa normativa (otros).	si
Condicionalidad ¿Considera usted que el señor Equis debería mantenerse informado sobre la calidad del aire?	Tal vez. De vez en cuando debería informarse.	Condicionalidad a la expectativa empírica.	Si (en mediana medida)
El señor Equis se pregunta si debería informarse sobre diferentes contaminantes y niveles de contaminación del aire ¿Usted qué opina?	Si, debería mantenerse informado. Opinión de que se cumple cuando se forma la cultura.	Condicionalidad a la expectativa normativa. a la expectativa empírica.	Si (en mediana medida)

Fuente: Elaboración propia con base en teoría de Normas sociales y calidad del aire, 2018.

[14]Los grupos focales son ante todo una técnica de investigación cualitativa, donde la discusión grupal se utiliza como medio para generar entendimiento profundo de las experiencias y creencias de los participantes.

Hallazgos identificados

- Será muy oportuno instrumentar una campaña sobre salud para la población objetivo con un enfoque de sensibilización a fin de que conozcan los efectos de la contaminación a la salud, de manera general, y reconozcan si pertenecen a un grupo vulnerable, de forma particular.
- Conviene promover un enfoque preventivo sobre la necesidad de mantenerse informado sobre la condición de la calidad del aire y actuar en consecuencia.
- Hay que subrayar como mandatorio de la campaña el derecho a la información y, en paralelo, comunicar la diversificación de acciones para que todos los sectores puedan contribuir en la solución al problema.

Grupo de enfoque sobre programa de verificación vehicular

Objetivo

1. Conocer las razones por las que los participantes del grupo focal "no" llevan sus autos a verificar convencidos de que están actuando en pro de la calidad del aire sino que lo hacen porque es un requisito para transitar en el estado de Oaxaca, pues se integra en el pago anual de tenencia. En el anexo I se encuentra la Guía de facilitación para grupo focal 2.

Las respuestas a las preguntas sobre normas sociales se resumen en la **Tabla 44.**

Tabla 44. Planteamiento metodológico para el grupo focal sobre verificación vehicular.

Pregunta	Respuesta	Expectativa
¿En qué medida considera que sus conocidos y familiares verifican y mantienen en buen estado su automóvil convencidos de que están contribuyendo a mejorar la calidad del aire?	Nadie lo hace con este propósito. • Lo hacen por obligación o hasta que se presentan problemas • Miedo a cuánto va a costar dar mantenimiento al auto • La gente que es consciente hace la verificación sin necesidad de tener que verificar	Expectativa empírica. Cumple la hipótesis
¿En qué medida considera que usted debe realizar la verificación de su automóvil para contribuir a la mejora de la calidad del aire?	No, no creo que el que yo verifique solucione los problemas de calidad del aire. • Se hace por el tema del pago • Hay solo un bajo porcentaje de responsables	Expectativa normativa (yo). Se cumple la hipótesis
¿En qué medida considera usted que sus vecinos, familiares, conocidos y amigos creen que usted debe verificar como una acción para mejorar la calidad del aire?	Nadie o casi nadie cree que yo deba verificar como una acción que suma a la mejora de la calidad del aire.	Expectativa normativa (yo). Se cumple la hipótesis
¿Cómo considera que el señor Equis debe proceder?	El señor Equis debe verificar su auto como la mayoría de los ciudadanos, en beneficio de la calidad del aire.	Condicionalidad a la expectativa empírica. Se cumple hipótesis.
Después del incidente, ¿cómo considera que el señor Equis actuará?	Sí, tal vez verifique su auto. • Por la parte moral • Porque lo dice la sociedad y no la autoridad • O no lo hace si es una persona que va en contra, por orgullo.	Condicionalidad a la expectativa normativa. Se cumple la hipótesis (más sí que no)

Fuente: Elaboración propia con base en teoría de Normas sociales y calidad del aire.

Hallazgos identificados

- Lo importante es que la gente verifique no por obtener el holograma, sino por tener consciencia sobre el impacto de fondo al medio ambiente.
- Se debe pensar en un esquema para que el objetivo del programa se cumpla verdaderamente y que incluya todos los incentivos para que la gente verifique.
- Hace falta visibilizar los beneficios de verificar.
- Se necesita concientizar sobre la responsabilidad que conlleva tener un vehículo y su buen mantenimiento.
- Conviene considerar algunas ideas: verificaciones ambulantes, calcomanías visibles, hacer visible que se ha verificado o no.
- Es importante dar transparencia al proceso de la verificación.
- Se necesita llevar la parte de comunicación de la mano con los cambios en los instrumentos legales pertinentes, además de que la comunicación debe estar asociada con incentivos regulatorios.
- Es muy importante en el diseño de la medida de verificación tocar los temas: social, moral y de salud, y debe acompañarse de una campaña agresiva de comunicación que sea muy visual. Además, esto debe estar ligado con la parte normativa, donde debe haber facultades de vigilancia, con sanciones administrativas y económicas.
- En paralelo al programa de verificación, es necesario poner orden en la verificación del transporte público y de carga.

5.6. Planteamiento de la estrategia de Comunicación Pública en Materia de Calidad del Aire y Salud del estado de Oaxaca

El éxito del ProAire 2019-2028 dependerá en gran medida de diseñar una campaña de comunicación pública de calidad sobre el aire y la salud, en un escenario de acción de diez años, que logre incidir en el comportamiento de la sociedad, a fin de que considere relevante mantenerse informada, y promulgue una cultura de prevención y pro acción en esta materia. Esta campaña deberá contemplar como puntos de arranque los siguientes puntos:

1. Se debe contemplar la heterogeneidad de la población de Oaxaca y los posibles cambios de ésta, a fin de imaginar razonada y científicamente escenarios posibles que permitan incidir en cambios culturales en la población oaxaqueña, en pro de la calidad del aire (ver Anexo III. Oaxaca en cifras).
2. Hacer uso de la teoría sobre normas sociales ***(Figura 65)***, para dar un enfoque de comunicación que promulgue cambios en el comportamiento entre los grupos clave, llevando el mensaje no sólo a los potenciales destinatarios sino también a los voceros que puedan influir en las zonas de referencia (sector público, privado, salud y educativo).

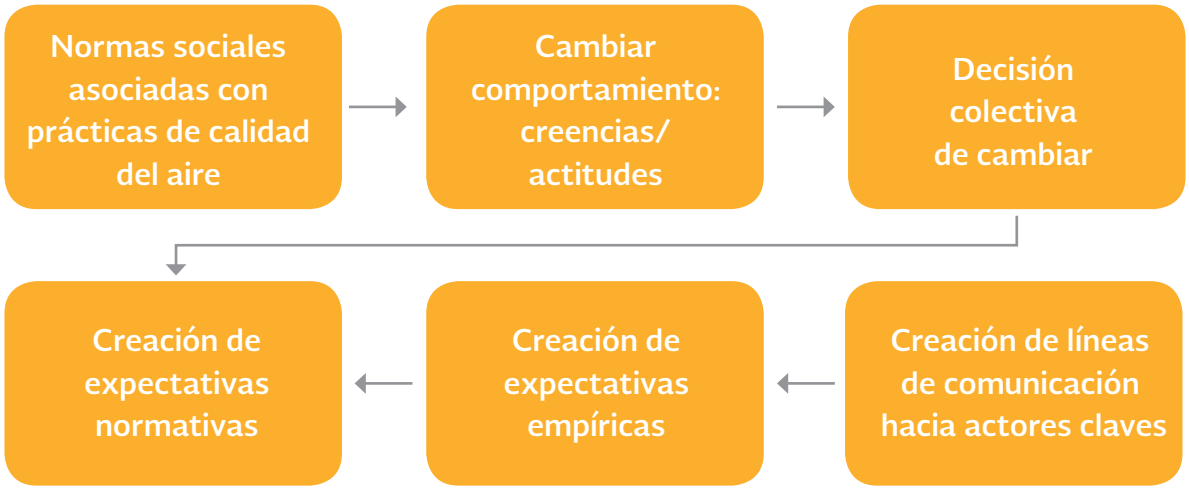


Figura 65. Componentes para incidir en cambios de comportamiento.

5.6.1. Reconocimiento de normas sociales y posibles líneas de comunicación

Como resultado de los dos grupos focales, se observa que en ambos casos (vigilancia de la calidad del aire y verificación vehicular) se cumplieron las hipótesis elaboradas, pues en los dos supuestos está implícita una norma social negativa hacia el cuidado de la calidad del aire. Por tanto, es necesario modificar la norma social para volverla positiva y con ello conducir a un comportamiento en favor de este tema ambiental.

Por esto, se recomienda la creación de mensajes de comunicación con dilemas sociales en relación con la calidad del aire, desde un ámbito individual y colectivo. Por ejemplo:

- No darle mantenimiento a mi coche y no verificar me conviene individualmente (pues me ahorro dinero a corto plazo), pero contribuyo, de forma colectiva, a afectar la condición del aire que todos respiramos.
- Yo uso un transporte público que veo que contamina porque es barato y conveniente para mis necesidades logísticas individuales. Sin embargo, esto contribuye colectivamente a la mala calidad del aire que respiro.

Para que la campaña de comunicación cree una norma social que incida en el comportamiento, es necesario inducir el tipo correcto de expectativas (empíricas y normativas) en una red de referencia, para lo cual se deberá:

- Dar Información compartida con toda la comunidad involucrada (zona de influencia identificada).
- Generar un cambio colectivo de las creencias y actitudes.
- Fomentar una decisión colectiva de activar un cambio (acción coordinada).
- Percatarse del problema de dilema social presente: creación de norma social.

Elementos a considerar para la creación de mensajes que incidan en las expectativas empíricas y normativas

1. Las expectativas empíricas se construyen con mensajes que hacen referencia a que:

- Nosotros creemos que la mayoría de las personas **deben contribuir a mejorar el aire que respiramos.**
- Nosotros hemos visto que la mayoría de las personas **que verifican su auto lo tienen en mejores condiciones mecánicas.**
- Una fuente confiable nos dijo que la mayoría de las personas que **padeció una enfermedad respiratoria consulta el Semáforo de la calidad del aire.**

2. Y para las expectativas normativas:

- Nosotros creemos que la mayoría de las personas piensa que nosotros **debemos mejorar el aire que respiramos.**
- Nosotros sabemos que la mayoría de las personas piensa que lo correcto **es verificar su auto.**
- Nosotros sabemos que seremos excluidos **si no verificamos y tenemos en buenas condiciones nuestro auto.**
- Nosotros creemos que seremos admirados si contribuimos **a mejorar la calidad del aire de nuestra ciudad.**

5.7. Conclusiones y hallazgos

El éxito del ProAire 2019-2028 dependerá en gran medida de que la sociedad encuentre relevante la información sobre la calidad del aire y se apropie de las acciones que se plantean. El escenario que enmarca el ProAire favorece este reto, pues se estipula desde el fortalecimiento del reporte diario del Semáforo de la calidad del aire hasta la instrumentación de la campaña de comunicación que fomentará un cambio cultural en la sociedad.

Esta campaña deberá fomentar la importancia y el derecho de la sociedad de Oaxaca a mantenerse informada sobre la condición de la calidad del aire para beneficio de su salud. Y de forma paralela, se recomienda generar una línea de comunicación que identifique las acciones que mejoran la calidad del aire, mencionando que "esto es ProAire", a fin de que el programa tenga una identidad y sea reconocido en prácticas cotidianas, como verificación vehicular, transporte público bajo en emisiones, ciclovías, etc.

Ante esto, se reconoce la importancia de las redes sociales (Facebook y Twitter), así como el diseño y desarrollo de una aplicación para teléfonos móviles. Asimismo, se considera oportuno instrumentar una

estrategia de difusión con medios masivos (televisión y radio), donde se capacite a los comunicadores para entender y transmitir el tema de la calidad del aire.

En materia de educación, se recomienda trabajar desde la educación informal, inscribiendo el tema a los distintos programas educativos que articulan Semaedeso y otras secretarías. Un elemento que le otorgará legitimidad al ProAire 2019-2028 es el fomento de la participación ciudadana, pues ésta será portavoz con la sociedad y vigilará el buen desempeño del programa.

CAPÍTULO 6.

ESTRATEGIAS Y MEDIDAS

6.1. Introducción

El presente capítulo tiene como objetivo plantear las estrategias, medidas y acciones para reducir las emisiones contaminantes y mejorar la calidad del aire en el estado.

Para la definición de las medidas del ProAire 2019-2028, además del diagnóstico presentado en los primeros cinco capítulos y los talleres realizados en Oaxaca, se hizo una revisión de la Estrategia Nacional de Calidad del Aire (ENCA) para asegurar la armonía y coherencia del ProAire 2019-2028 con ella.

Bajo la premisa de que todo ProAire debe tener un enfoque integral y su objetivo principal debe ser proteger la salud, las medidas que se proponen están agrupadas en seis estrategias, divididas según su campo de acción en reducción directa de la emisión y creación y fortalecimiento de las herramientas necesarias para la gestión de la calidad del aire:

1. Reducción de emisiones de fuentes fijas
2. Reducción de emisiones de fuentes móviles
3. Reducción de emisiones de fuentes de área
4. Fortalecimiento de la comunicación y educación ambiental
5. Salud y externalidades
6. Fortalecimiento institucional y financiamiento

6.2. Objetivo

Mejorar la calidad del aire en el estado de Oaxaca para proteger la salud de la población, mediante el establecimiento de acciones de prevención, control y reducción de la emisión de contaminantes a la atmósfera.

6.3. Metas

1. Ampliar la cobertura de sistema de monitoreo atmosférico del estado de Oaxaca y difundir la información de forma continua y oportuna a la población para 2028.
2. Reducir las emisiones de NO_x, COV y CO provenientes de fuentes móviles para 2028.
3. Reducir las emisiones de PM, NO_x, SO_2, COV y CO provenientes de fuentes fijas para 2028.
4. Reducir las emisiones de partículas PM_{10}, $PM_{2.5}$, COV y NH_3 provenientes de fuentes de área para 2028.

6.4. Selección de medidas para el ProAire 2019-2028

La propuesta, jerarquización y selección de las medidas del ProAire 2019-2028 se realizó considerando varios estudios y documentos que reflejan el contexto físico, climático, socioeconómico y de movilidad, entre otros, del estado, así como la problemática de calidad del aire presente en la entidad.

El procedimiento fue el siguiente:

1. Elaboración del diagnóstico del estado de Oaxaca a través de investigación, revisión y análisis de estudios y documentos sobre sus características y la problemática de calidad del aire; recopilación, procesamiento y análisis de información sobre calidad del aire; e identificación de áreas de oportunidad, entre otras (ver capítulos 1 a 5).
2. Proyección de emisiones del Inventario 2016 del estado de Oaxaca a 2028.
3. Taller de revisión del diagnóstico del estado y las propuestas de medidas por parte de actores relevantes involucrados.
4. Propuesta de medidas iniciales.
5. Revisión de la propuesta de medidas en reuniones con actores específicos, según la fuente de emisión a atender.
6. Taller de validación de medidas con autoridades y actores relevantes del estado.

6.4.1. Resultados de la propuesta, jerarquización y selección de las medidas

En los capítulos anteriores se detalla el diagnóstico estatal y en la Tabla 45 se resumen los resultados más importantes de cada sección.

Tabla 45. Resultados del diagnóstico de la situación de la calidad del aire en Oaxaca.

Herramienta, instrumento o sector	Problema identificado o área de oportunidad
Aspectos generales: geográficos, climatológicos, poblacionales, económicos, etc.	El ProAire 2019-2028 será clave para la mejora de la calidad del aire en la entidad y sus cuencas atmosféricas más importantes. La orografía de Oaxaca es accidentada, con una gran diversidad de sierras y cerros. Dadas las diferencias de altitud ligadas al relieve del Estado, las plumas de contaminantes pueden verse "atrapadas" dependiendo de la velocidad del viento y las condiciones meteorológicas del momento. En el caso específico del estado de Oaxaca se han definido cuatro cuencas atmosféricas (CMM, 2011): Tuxtepec, Barrio de la Soledad, Salina Cruz y ZMCO. Cada cuenca tiene características específicas que reflejan la presencia de contaminantes de la calidad del aire. Éstos son en gran medida dependientes del desarrollo de cada región. • Las cuencas de Oaxaca de Juárez y Tuxtepec se ven afectadas por el parque vehicular; las fuentes móviles son la segunda fuente generadora de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno. Por su parte, en la cuenca de Salina Cruz • prevalecen actividades industriales y otras fuentes fijas que generan bióxido de azufre. • En todo el Estado se emiten partículas y carbono negro debido a la quema de biomasa de actividades agrícolas y de uso de leña para calefacción y preparación de alimentos. La fabricación de ladrillo también representa emisiones relevantes en las cuencas de Oaxaca de Juárez y Barrio de la Soledad.

Herramienta, instrumento o sector	Problema identificado o área de oportunidad
	A nivel geográfico, la población de Oaxaca se distribuye en 570 municipios. Los más poblados son los que están dentro de alguna de las cuencas atmosféricas del estado de Oaxaca (Figura 11 y Figura 12) Adicionalmente, de acuerdo a las proyecciones de población, se espera que en el estado se identifiquen cinco zonas metropolitanas. Así, será necesario que en los próximos años se reevalúe la necesidad de establecer cuencas atmosféricas adicionales a gestionar. Cabe señalar que la industria, el comercio y el turismo son actividades que han contribuido de manera relevante al cambio de uso de suelo y a la calidad del aire principalmente en la cuenca de los Valles Centrales. La migración hacia las ciudades y fuera del estado, así como el traslado de materias primas y mercancías ha transformado el paisaje y reducido los recursos naturales. Sin embargo, este proceso ha tenido un impacto benévolo en el desarrollo de mejores vías de comunicación e infraestructura urbana. Por otro lado, el consumo energético de petrolíferos se encuentra en aumento constante, ligado de manera proporcional al crecimiento poblacional y del parque vehicular, dando lugar a un incremento en las emisiones de contaminantes a la atmósfera, esto es particularmente preocupante en los municipios más poblados de la entidad. Controlar las emisiones vehiculares es indispensable en el Estado, especialmente en la región de valles centrales y cuenca de Oaxaca de Juárez. Aquí se asocia un crecimiento desmedido del consumo de combustibles para el transporte. El volumen consumido de gasolina aumentó 55% en 2016 con respecto a 2006. Para el caso del diésel el aumento fue del 5%. Asimismo, será clave para el Gobierno de Oaxaca atender los problemas de movilidad en el Estado, el creciente número de vehículos también repercute en el tránsito vehicular. El tema es de particular interés en la ZMCO, en donde los congestionamientos viales son cada vez más frecuentes. Las poblaciones urbanas rebasan a la infraestructura vial, existe un transporte público deficiente y la antigüedad promedio de los vehículos es de más de 15 años.
Aspectos legales	A la entrada de la administración 2016-2022 del gobierno estatal, se realizó una reforma al marco jurídico para modificar a la institución encargada de la protección y cuidado del medio ambiente en el estado de Oaxaca, y se efectúa mediante decreto que reforma a la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo del estado de Oaxaca, para incorporar dentro de las dependencias de la Administración Pública Centralizada a la Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, y mediante el transitorio Cuarto de ese mismo decreto se derogan las disposiciones por las que se había creado el Instituto de Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable, quien fungía como organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio. Posteriormente, se incorporó mediante Decreto el tema energético a la Secretaría recién conformada, otorgándole nuevas facultades en materia energética y de cambio climático, nominándola; Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable, y en el transitorio Décimo Segundo, último párrafo de este mismo Decreto, se especifica que cuando en diversas disposiciones normativas, se haga referencia al Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable o a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Oaxaca, se entenderá que se refiere a la Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable. En materia municipal se requieren actualizar o crear reglamentos a diversos niveles como en los municipios, que permitan detallar la regulación y las sanciones por fuentes de emisión. Hasta la fecha sólo el municipio de Oaxaca de Juárez cuenta con algunas disposiciones al respecto.
Monitoreo atmosférico	En general, las concentraciones más altas de partículas PM_{10} se registran en los meses más fríos y decaen en la temporada de lluvias, manteniéndose prácticamente estables en el resto del año. El comportamiento horario de las concentraciones de este contaminante se puede apreciar en las siguientes gráficas. Por lo que respecta a $PM_{2.5}$, durante abril y mayo se han registrado las mayores concentraciones de este contaminante. Estos datos parecen ser poco representativos pues se esperaría un comportamiento similar al de las PM_{10}. Asimismo, la ZMCO no hay prácticamente excedencias de O_3 durante la mayor parte del año, pero entre mayo y junio, el período más caliente del año, se eleva la frecuencia en el número de días en los que su concentración aumenta. Este periodo se conoce como temporada de ozono.

Herramienta, instrumento o sector	Problema identificado o área de oportunidad
	Hasta el momento no se han realizado auditorías al sistema de monitoreo atmosférico de la ZMCO. Como único antecedente, en 2017 el INECC concluyó un proyecto de fortalecimiento de capacidades de los Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire, incluyendo el diagnóstico, reactivación, mantenimiento y calibración de los equipos de medición; el diseño de un programa de control de calidad y la capacitación del personal en el manejo de los datos. Oaxaca fue una de las entidades a las que se brindó apoyo (INECC, 2017). También, para contar con mayor información y de mayor calidad es necesario: adquirir equipos nuevos de monitoreo y contar con un stock de refacciones suficiente; fortalecer los procedimientos de operación y mantenimiento, así como los procedimientos de validación de datos bajo un programa de aseguramiento y control de la calidad; y contar con un estudio más detallado para determinar los sitios para la ubicación de nuevas estaciones de monitoreo y ampliar la cobertura del Sistema (tentativamente se han propuesto Tuxtepec y Salina Cruz por la presencia de fuentes fijas de emisión importantes) Asimismo, una vez que se cuente con datos validados de calidad del aire se requiere rediseñar el proyecto de Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas del Estado para implementar, en caso de concentraciones altas de contaminantes, medidas inmediatas de reducción de emisiones y así alertar y proteger a la población.
Programa de Verificación Vehicular	El Estado cuenta actualmente con 17 Centros de Verificación autorizados por la Semaedeso. Además existen unidades móviles que dan servicio a diferentes regiones del Estado en las cuales no existen centros de verificación. El número de autos verificados se mantiene en niveles bajos, principalmente debido a la no obligatoriedad del programa y la falta de vigilancia del mismo. Actualmente Semaedeso y Semovi trabajan de manera coordinada para fortalecer las actividades de fortalecimiento de las labores de inspección y vigilancia comenzando por la ZMCO.
Inventario de emisiones	Las emisiones antropogénicas de partículas provienen principalmente de la combustión doméstica y las actividades de industrias fijas como petróleo y petroquímica y alimentos y bebidas (ingenios azucareros en particular), COV y NH_3 se generan principalmente por fuentes de área, las de SO_2 por la industria de petróleo y petroquímica, mientras que las de CO y NO_x, por fuentes móviles. En fuentes fijas destacan como mayores emisores los sectores de petróleo y petroquímica (en el municipio de Salina Cruz), alimentos y bebidas, celulosa y papel (San Juan Bautista Tuxtepec) y cemento (municipio de Lagunas); en fuentes de área destacan, combustión doméstica por uso de leña, quemas agrícolas e incendios forestales; y en fuentes móviles, los autos particulares, los tractocamiones y los vehículos privados y comerciales menores a 3 toneladas, con emisiones particularmente importantes en los municipios que conforman la ZMCO.
Salud	La contaminación del aire es uno de los principales factores de riesgo a la salud de la población. Los contaminantes criterio tienen diversos efectos sobre la mortalidad y morbilidad, por lo que es un tema de la mayor atención en las políticas públicas. De acuerdo con la evidencia internacional, la mortalidad por partículas se sitúa dentro de las principales de muertes a nivel global. Establecer medidas de control para reducir las concentraciones de $PM_{2.5}$ y otros contaminantes criterio tiene beneficios cuantificables y significativos para la sociedad. Los beneficios de reducir las concentraciones de partículas en la ZMCO ascienden hasta 224 muertes prematuras que podría evitarse si se cumplirán los lineamientos de la OMS; mientras que con los estándares actuales de las NOM esta cifra es de 29 muertes prematuras evitables. La valoración económica de los beneficios citados por el método de Disposición a Pagar o Valor de una Vida Estadística (VVE) determinó que estos ascienden a $443 millones de pesos (MXN) con el estimador más conservador, aunque podrían llegar a $3,600 millones de pesos (MXN) si se utiliza un estimador más alto.
Comunicación y educación ambiental	El éxito del ProAire 2019-2028 en gran medida dependerá que desde sus inicios y en su instrumentación dé respuesta y acción a las necesidades de información de la ciudadanía sobre la calidad del aire y su salud, con la que no cuentan en este momento, buscando generar en una cultura en pro de la calidad del aire.

Herramienta, instrumento o sector	Problema identificado o área de oportunidad
Capacidades institucionales	Para atender las necesidades de personal, capacitación, equipamiento, estudios, entre otros, requeridos para poder realizar una adecuada gestión de la calidad del aire, ampliar la cobertura del sistema de monitoreo atmosférico e implementar las medidas del ProAire 2019-2028, se propone etiquetar recursos provenientes de programas implementados por el Departamento de Calidad del Aire, en particular del Programa de Verificación Vehicular una vez que su obligatoriedad sea vigilada. Los estudios de investigación fortalecerán el diagnóstico de la calidad del aire y las herramientas de gestión, y permitirán evaluar mejor y actualizar las medidas del ProAire 2019-2028.

Fuente: Elaboración propia con base en análisis de Marco Lógico.

En la ***Tabla 46*** se presentan las principales fuentes de emisión de contaminantes y subcategorías por contaminante en el estado obtenidas a partir del inventario de emisiones 2016 del estado de Oaxaca.

Tabla 46. Principales fuentes de emisión según tipo de contaminante.

ContaminatesC	ategoría y subcategoría
PM_{10}	Fuentes de área/Combustión doméstica 63% Fuentes fijas/Industria de alimentos y bebidas 8% Fuentes fijas/Petróleo y petroquímica 6%
$PM_{2.5}$	Fuentes de área/Combustión doméstica 73% Fuentes de área/Quemas agrícolas 5% Fuentes de área/Incendios forestales 5%
SO_2	Fuentes fijas/Petróleo y petroquímica 96% Fuentes de área/Combustión agrícola 2% Fuentes móviles/Tractocamiones 1%
CO	Fuentes de área/Combustión doméstica 63% Fuentes móviles/ Vehículos privados y comerciales < 3 ton 10% Fuentes móviles/autos particulares 9%
NO_x	Fuentes naturales/Biogénicas 64% Fuentes de área/Combustión agrícola 10% Fuentes móviles/ Vehículos privados y comerciales < 3 ton 5%
COV	Fuentes naturales/Biogénicas 88% Fuentes de área/Combustión doméstica 10% Fuentes de área/ Emisiones ganaderas 1%
NH_3	Fuentes de área/Emisiones ganaderas 77% Fuentes de área /Emisiones domésticas de amoniaco 15% Fuentes de área /Aplicación de fertilizantes 7%

Fuente: Elaboración propia con base en Inventario Estatal de Emisiones 2016.

6.4.2. Relación con las medidas y acciones propuestas en la ENCA

La ENCA es una herramienta de planeación que orientará y coordinará las acciones para mejorar la calidad del aire en el territorio nacional con una proyección al año 2030 *(SEMARNAT, 2017)*. Contempla 5 ejes estratégicos, con 21 estrategias y 69 líneas de acción:

- Eje 1. Gestión integral para mejorar la calidad del aire, que hace énfasis en la necesidad de la coordinación multisectorial de las instituciones para atender la problemática de calidad del aire.
- Eje 2. Instituciones eficientes y orientadas a resultados, que incluye actualizar el marco normativo y contar con capital humano calificado y presupuesto suficiente para gestionar la calidad del aire.
- Eje 3. Empresas comprometidas con la calidad del aire, que persigue el fortalecimiento de la normatividad asociada con la emisión de contaminantes y la creación de instrumentos económicos y de fomento que incentiven la transición hacia procesos productivos más amigables.
- Eje 4. Política atmosférica con base científica que busca contar con datos de calidad del aire fiables, estandarizados y comparables en todo el territorio nacional, además de fortalecer la investigación para sustentar las acciones de mejora de la calidad del aire.
- Eje 5. Sociedad responsable y participativa, cuyo aspecto básico es que la sociedad esté informada de manera permanente sobre el estado que guarda la calidad del aire y sus efectos sobre la salud.

Diversas estrategias y líneas de acción de la ENCA son atendidas a través de las medidas del ProAire 2019-2028, por ejemplo:

a. Reducción de las emisiones a la atmósfera provenientes de la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime
b. Actualización del programa de verificación vehicular en la ZMCO
c. Implementación de la campaña de comunicación pública ProAire 2019-2028
d. Fortalecimiento del sistema de monitoreo atmosférico del estado de Oaxaca
e. Creación de capacidades locales sobre evaluación de impactos en la salud y externalidades vinculadas con la contaminación atmosférica
f. Reducción de emisiones provenientes de ingenios azucareros

Esto mencionando sólo algunas de las más importantes.

6.4.3. Taller de validación de medidas y reuniones específicas con sectores involucrados

Para fortalecer la propuesta, jerarquización y selección de las medidas del ProAire 2019-2028, se realizaron diversas reuniones con los actores relacionados con cada fuente de emisión considerada o herramienta de gestión de la calidad del aire a fortalecer. Los actores que participaron a lo largo del desarrollo del ProAire 2019-2028 fueron:

- Comisión Nacional Forestal
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Comisión Estatal Forestal de Oaxaca
- Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca
- Secretaría General de Gobierno
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Pesca y Acuacultura
- Secretaría de Desarrollo Social y Humano
- Secretaría de Finanzas
- Secretaría de las Infraestructuras y el Ordenamiento Territorial Sustentable
- Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable
- Secretaría de Movilidad
- Secretaría de Turismo y Desarrollo Económico
- Servicios de Salud de Oaxaca
- H. Ayuntamiento de Oaxaca de Juárez
- H. Ayuntamiento de Salina Cruz
- H. Ayuntamiento de San Juan Bautista Tuxtepec
- H. Ayuntamiento de San Lorenzo Cacaotepec
- H. Ayuntamiento de Santa Cruz Xoxocotlán
- H. Ayuntamiento de Santo Domingo Tehuantepec
- H. Ayuntamiento de Villa de Zaachila
- Biopappel Printing S.A. de C.V.
- Cooperativa La Cruz Azul S.C.L
- Gas de Oaxaca S.A. de C.V.
- Ingenio Adolfo López Mateos S.A. de C.V.
- Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca
- Universidad La Salle Oaxaca

6.5. Descripción de las medidas

Con base en el análisis de marco lógico, se plantean para el ProAire 2019-2028 sies estrategias y 18 medidas centradas en la atención de los principales factores que afectan la calidad del aire en Oaxaca o que pueden contribuir a su mejora permanente, considerando las facultades legales, los recursos económicos, las capacidades técnicas (financiamiento, conocimiento, participación) y las contribuciones de gobiernos, organizaciones civiles y sectores productivos.

Aunque la Semaedeso, a través del DCAVV, coordinará el ProAire 2019-2028 de forma general, para su implementación exitosa será clave la participación del Comité Núcleo del ProAire (una vez creado) y del involucramiento de todos los sectores que han participado hasta el momento y los que se sumen durante su vigencia.

Las medidas aquí presentes se derivan de la propuesta, jerarquización y selección anteriormente planteadas y fueron formuladas siguiendo la Metodología del Marco Lógico *(Ortegón et.al. 2005, SHCP-SFP-CONEVAL, 2011)* y atendiendo los requerimientos técnicos establecidos en la normatividad aplicable. Cada medida contempla objetivo, justificación, acciones a desarrollar durante el periodo de vigencia del programa, indicadores de evaluación, responsables e involucrados, y costos. A continuación, se plantea cada medida de manera puntual.

EJE 1. Reducción de emisiones de fuentes fijas

Medida 1.1. Reducción de las emisiones a la atmósfera provenientes de la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime

Objetivo: Reducir las emisiones a la atmósfera provenientes de la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime.

Justificación: La refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime (IADJ) cuenta con una capacidad nominal de refinación de alrededor de 300,000 barriles de petróleo por día, obteniendo productos de la refinación, tales como gasolinas (magna y premium), diésel, combustóleo, gas seco, gas licuado de petróleo, asfaltos y propileno.

Por las características de sus procesos, la refinación puede contribuir con una parte importantes de las emisiones estatales totales de contaminantes en la atmósfera, tales como SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_x, CO, entre otros.

Una de las causas de la emisión de contaminantes a la atmósfera es el uso de combustóleo, con alto contenido de azufre (4%) en equipos de combustión. Una opción viable para combatir las emisiones contaminantes a la atmósfera es reemplazar el consumo de combustóleo por gas natural con lo que se logra mejorar la eficiencia de la operación de los quemadores, reducir los costos de mantenimiento y abatir las emisiones de contaminantes a la atmósfera.

En la zona existe un gasoducto de gas natural de 12 pulgadas de diámetro con una capacidad de 90MMPCD con trayectoria de Jáltipan a Salina Cruz, mismo que está integrado a la refinería IADJ para abastecer de dicho combustible a los equipos de calentamiento a fuego directo y calderas; sin embargo, la falta de disponibilidad de gas a través de ese ducto ha imposibilitado la sustitución del combustóleo.

Por otro lado, y con la finalidad de disminuir las emisiones de SO_x, la refinería de Salina Cruz cuenta con tres unidades recuperadoras de azufre (SRU por sus siglas en inglés) y una unidad de tratamiento de gas de cola (TGTU, por sus siglas en inglés); actualmente, se estima que el porcentaje de recuperación de azufre en la refinería es inferior al promedio anual de años anteriores y entre 2016 y 2017, la refinería Salina Cruz ha reducido sus emisiones de SO_2 debido a una baja en la carga de procesamiento de crudo y no a un aumento en la eficiencia de recuperación de azufre.

Responsable de la medida: PEMEX, Seguridad Industrial y Protección Ambiental (SIPA) de la refinería "Ing. Antonio Dovalí Jaime".

Participantes: Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), Secretaría de Energía (SENER), Secretaria de Hacienda y Crédito Público, Centro Nacional de Control de Gas Natural (CENAGAS)

Beneficios esperados: Cumplimiento de la normatividad en materia de emisiones a la atmósfera y contribuir a mejorar la calidad del aire en la Región de Salina Cruz.

Meta e indicador de la medida:

Meta: Reducir el uso de combustóleo en equipos de calentamiento a fuego directo y calderas y aumentar el tiempo de operación de las plantas recuperadoras de azufre para una recuperación promedio anual de más del 90% de azufre para el año 2028.

Indicador.

- Indicador de seguimiento 1: m_3 de combustóleo usado1 en equipos de combustión.
- Indicador de seguimiento 2: toneladas de azufre recuperadas por día.
- Indicador de impacto: ton de SO_x emitidas / barril de crudo procesado.

Acciones

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Ejecutar el programa de mantenimiento de las plantas de azufre para garantizar el cumplimiento de la NOM-148-SEMARNAT-2006 **Responsable:** SIPA de la refinería "Ing. Antonio Dovalí Jaime"	Programa de mantenimiento implementado cada dos años		X	X		X	X		X	X	

Acción 2. Sustituir el 90% del consumo de combustóleo por gas natural para su uso en calderas y calentadores[1] **Responsable:** SIPA de la refinería "Ing. Antonio Dovalí Jaime"	m^3 de combustóleo sustituido en equipos de calentamiento a fuego directo y calderas					X	X	X	X	X	X
Acción 3. Ejecutar el programa de mantenimient preventivo en calderas y calentadores para garantizar el cumplimiento de acuerdo con la norma NOM-085-SEMARNAT-2011 **Responsable:** SIPA de la refinería "Ing. Antonio Dovalí Jaime"	Programa de mantenimiento implementado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4. Realizar la ejecución efectiva del subsistema de administración ambiental **Responsable**: SIPA de la refinería "Ing. Antonio Dovalí Jaime"	Reportes de ejecución del subsistema de administración ambiental realizados				X	X	X	X	X	X	X
Acción 5. Realizar inspección de cumplimiento de las NOM aplicables a la refinería **Responsable**: ASEA	Reporte de inspección de ASEA						X	X	X	X	X

[15]Esta acción está condicionada al suministro de gas natural al 100% de la capacidad del gasoducto existente Jaltipán-Salina Cruz.

Costo estimado	
Acciones	**Monto estimado (M.N.)**
Acción 1. Ejecutar del programa de mantenimiento de las plantas de azufre para garantizar el cumplimiento de acuerdo con la norma NOM-148-SEMARNAT-2006.	$400 000 000.00 (MXN) (Monto sujeto a la asignación y liberación de presupuesto)
Acción 2. Sustituir el 90% del consumo de combustóleo por gas natural para su uso en calderas y calentadores.	Se estima que derivará en ahorros.
Acción 3. Ejecutar el programa de mantenimiento preventivo en calderas y calentadores para garantizar el cumplimiento de acuerdo con la norma NOM-085-SEMARNAT-2011.	$115 000 000.00 (MXN) (Monto sujeto a la asignación y liberación de presupuesto)
Acción 4. Realizar la ejecución efectiva del subsistema de administración ambiental.	Gasto corriente
Acción 5. Realizar inspección de cumplimiento de NOM aplicables a la refinería.	Gasto corriente
Total	**$515 000 000.00 (MXN)**

Sitios de consulta

- https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/325639/Prospectiva_de_Gas_Natural_2017-2031.pdf
- https://www.gob.mx/cenagas/acciones-y-programas/proyecto-jaltipan-salina-cruz-85377
- http://www.petrotecnia.com.ar/diciembre15/Sin_publicidad/Conversion.pdf
- http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5008090&fecha=28/11/2007
- https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/325641/Prospectiva_de_Petr_leo_Crudo_y_Petroliferos_2017-2031.pdf
- https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/206501/2a_Revisi_n_anual_Plan_Quinquenal_Sistrangas2015-2019_.pdf

Medida 1.2. Sustitución de combustibles fósiles por combustibles alternativos (biomasa y RSU) en cementera

Objetivo: Reducir el uso de combustibles fósiles (coque de petróleo y combustóleo) en la matriz energética de la planta de Cruz Azul Lagunas.

Justificación: En 2016, la planta de Cruz Azul en Lagunas fue responsable de 13% de las emisiones de NO_X y 5% de las emisiones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ provenientes de fuentes fijas en el estado de Oaxaca. En este sentido, el uso de combustibles alternos permite reducir las emisiones de contaminantes al aire del proceso de producción de clinker al reducir la cantidad de combustibles fósiles utilizados (p.ej. coque de petróleo, carbón). Los combustibles alternos pueden ser introducidos en distintas secciones de los hornos de clinker, cuya temperatura permite una combustión completa de los materiales, además de que pueden incorporarse componentes en el producto final (p.ej. co-procesamiento), lo cual está regulado y permitido en la regulación vigente hasta un 30% (o más, con una autorización especial, según la NOM-040-ECOL-2002).

La disminución del consumo de combustibles fósiles lleva una reducción implícita de emisiones de contaminantes criterio y gases de efecto de invernadero. Actualmente, la Cooperativa La Cruz Azul realiza el acopio de llantas en Oaxaca para su uso como combustible en la planta de Lagunas. Esta actividad se ha convertido en una buena práctica pues, además de emplear un residuo como combustible, evita que éste se envíe a sitios de disposición final, donde se convertiría eventualmente en pasivos ambientales.

En los municipios próximos a la planta cementera, pueden realizarse convenios para que los residuos sólidos municipales, después de la recuperación de materiales reciclables como metales y plásticos, sean aprovechados de manera térmica en los hornos, lo que implica como cobeneficio la minimización de los volúmenes de basura que actualmente hay en tiraderos a cielo abierto o que se queman en forma incontrolada.

Una de las medidas de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas convenidas con la Industria cementera fue precisamente inducir el uso de residuos municipales como combustibles alternos. Hoy día, la tasas de sustitución son en promedio de 12% y la norma prevé hasta 30%. Sin embargo, es importante señalar que, en algunos países de Europa, las tasas de sustitución son superiores a 60%.

Responsable de la medida: Cooperativa La Cruz Azul.

Participantes: Municipios aledaños, Semaedeso, SEMARNAT, INECC.

Beneficios esperados: Reducciones graduales de las emisiones anuales de contaminantes criterio y gases de efecto invernadero, mejoras en la gestión de residuos sólidos urbanos en los municipios participantes y aprovechamiento térmico de los residuos municipales no reciclables.

Meta e indicador de la medida:

Meta: Incrementar el porcentaje de combustibles alternos del 12% actual al 30% señalado en la norma para 2028.

- Indicador de seguimiento 1: m^3 de combustóleo o t de coque de petróleo sustituidos
- Indicador de seguimiento 2: toneladas de combustibles alternos utilizados
- Indicador de seguimiento 3: MJ utilizados de combustóleo y/o coque de petróleo
- Indicador de impacto: kg de contaminante reducido / t de clinker producido

Acciones

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Diseñar programas de separación de residuos **Responsable:** Regidurías/ Direcciones de limpia de municipios participantes	Programas diseñados	X	X								
Acción 2. Ejecutar programas de separación de residuos **Responsable:** Regidurías/Direcciones de Limpia de municipios participantes	Programas instrumentados			X	X	X	X	X	X	X	X

Acción 3. Firmar convenios de colaboración entre Cooperativa La Cruz Azul y municipios **Responsable:** Cooperativa La Cruz Azul y municipios	Convenios firmados			X							
Acción 4. Coprocesar residuos aprovechables, manteniendo la relación de uso de combustibles alternos en sustitución de combustibles fósiles en el horno cementero **Responsable:** Cooperativa La Cruz Azul	Toneladas de residuos valorizados			X	X	X	X	X	X	X	X

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
Acción 1. Diseñar programas de separación de residuos.	Gasto corriente
Acción 2. Ejecutar programas de separación de residuos.	Gasto corriente
Acción 3. Firmar convenios de colaboración entre Cooperativa La Cruz Azul y municipios.	Gasto corriente
Acción 4. Coprocesar residuos aprovechables, manteniendo la relación de uso de combustibles alternos en sustitución de combustibles fósiles en el horno cementero.	$5 400 000.00 (MXN)
Total	**$5 400 000.00 (MXN)**

Sitios de consulta

- EIA (2007). Methodology for Allocating Municipal Solid Waste to Biogenic and Non-Biogenic Energy. Energy Information Administration. Disponible en: https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/pdf/historical/msw.pdf

Medida 1.3. Reducción de emisiones provenientes de ingenios azucareros

Objetivo: Controlar las emisiones de partículas en las calderas de los ingenios azucareros de la Margarita y El Refugio, en el estado de Oaxaca.

Justificación: Las emisiones provenientes de la industria azucarera son la tercera fuente en importancia de PM_{10} y la quinta de $PM_{2.5}$, de acuerdo con el inventario estatal de emisiones 2016 del estado de Oaxaca. Estas emisiones provienen sobre todo de la quema de bagazo, que representa un valioso recurso, al ser aprovechado en los generadores de vapor como combustible para obtener energía. Sin embargo, cuando se utiliza el bagazo de caña de azúcar, la combustión incompleta de la biomasa genera importantes emisiones de partículas con alto porcentaje de carbono negro (CN), cuyo desfogue en chimeneas es transportado por los vientos e impacta en las núcleos poblacionales de su área de influencia, provocando contaminación del aire y daños en la salud.

Asimismo, muchos de los generadores de vapor que utilizan bagazo de caña de azúcar como combustible son equipos antiguos que operan en condiciones ineficientes de combustión, por lo que el orden de magnitud de las emisiones de partículas sólidas es considerablemente alto.

Para regular las emisiones provenientes de esta industria, se encuentra en discusión el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-170-SEMARNAT-2017, Contaminación atmosférica.- Límites máximos permisibles de emisión provenientes de generadores de vapor que utilizan bagazo de caña de azúcar como combustible. En el momento en que esta norma sea publicada, los ingenios deberán presentar un programa de reducción de emisiones para cumplir de manera progresiva con los límites establecidos.

En Oaxaca hay tres ingenios azucareros en operación. Uno de ellos, el Adolfo López Mateos, adquirió recientemente una caldera nueva de 250 t vapor por hora, que representa una capacidad instalada de generación de 50 MWh, con un consumo de 9.0 MW, lo que le permite vender los excedentes y convertirse en un PIE. Asimismo, la nueva caldera cuenta con un sistema de lavado de gases de alta eficiencia, de modo que cumple por mucho con los LMP que establece el anteproyecto de norma referido y se le considera un caso de éxito, toda vez que el uso de biomasa y el control de PM con alto contenido de carbono negro es muy favorable a nivel climático.

De esta manera, la medida aplica a los otros dos ingenios: la Margarita y la Refugio, que deberán poner en marcha los programas conducentes para el cumplimiento progresivo de la norma.

Responsable de la medida: Ingenios azucareros.

Participantes: Semaedeso, SEMARNAT, INECC, SENER.

Beneficios esperados: Disminución de las emisiones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ provenientes de los ingenios azucareros del estado de Oaxaca.

Meta e indicador de la medida:

Meta: Reducir las emisiones de partículas provenientes de ingenios azucareros en 90% para 2028.

- Indicador de seguimiento: equipos de control instalados
- Indicador de impacto: emisiones reducidas en toneladas PM/año

Acciones

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Realizar estudios técnico-económicos para la viabilidad de implementar sistemas de control de emisiones en ingenios **Responsable:** Ingenios, DCAVV de Semaedeso participantes	Estudios realizados	X	X								
Acción 2. Establecer programa progresivo de reducción de emisiones **Responsable:** Ingenios	Programa diseñado		X	X							

Acción 3. Ejecutar programa de reducción de emisiones en ingenios La Margarita y El Refugio **Responsable:** Ingenios	Sistemas de control instalados			X	X						
Acción 4. Dar seguimiento a programas de reducción de emisiones en ingenios **Responsable:** DCAVV de Semaedeso	Reporte anual de COA					X	X	X	X	X	X

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
Acción 1. Realizar estudios técnico-económicos para la viabilidad de implementar sistemas de control de emisiones en ingenios.	$100 000.00 (MXN)
Acción 2. Establecer programa progresivo de reducción de emisiones.	-
Acción 3. Ejecutar programa de reducción de emisiones mediante la instalación de equipos de control de emisiones en ingenios La Margarita y El Refugio.	$63 000 000.00 (MXN)
Acción 4. Dar seguimiento a programas de reducción de emisiones en ingenios.	$6 300 000.00 (MXN)
Total	**$69 400 000.00 (MXN)**

Sitios de consulta

- http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5505078&fecha=17/11/2017
- https://www3.epa.gov/ttncatc1/dir1/c_allchs.pdf

EJE 2. Reducción de emisiones de fuentes móviles

Medida 2.1. Actualización del programa de verificación vehicular en la ZMCO

Objetivo: Mejorar el diseño del PVV de la ZMCO para fortalecer su implementación.

Justificación: El inventario de emisiones de contaminantes criterio 2016 de Oaxaca determina que las fuentes móviles carreteras contribuyen con 26% del monóxido de carbono (CO), 17% de los óxidos de nitrógeno (NO_x), 0.3% de los COV, 2% de PM_{10} y 3% de $PM_{2.5}$ a nivel estatal.

Los PVV se contemplan en la LGEEPA y su reglamento de atmósfera para el control de las emisiones de fuentes móviles. Las NOM 041 y 047 establecen límites de emisión, parámetros, métodos de prueba y características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes para vehículos en circulación en el país, cuya evaluación de conformidad está vinculada con la instrumentación de los PVV obligatorios a través de centros o unidades de verificación vehicular.

Actualmente, el esquema de verificación en Oaxaca es débil y no cuenta con sanciones, carece de mecanismos efectivos para garantizar que todos los vehículos del estado se sometan a la verificación semestral, lo que provoca que, en promedio, sólo 20% del parque vehicular estatal se verifique. Por ello, es necesario que la Semaedeso, la autoridad facultada para la aplicación del programa de verificación vehicular, cuente con el personal suficiente para realizar actos de verificación a propietarios, poseedores y conductores de vehículos e inspeccionar que cuenten con el holograma respectivo.

Para que la Semaedeso cuente con el apoyo de otras dependencias, como agentes de tránsito, a fin de implementar de manera adecuada la verificación y su inspección, se requieren convenios de coordinación o acuerdos. Además, la Semaedeso deberá diseñar el mecanismo administrativo para que otras instituciones puedan aplicar las sanciones correspondientes a quien no cuente con el holograma respectivo, pues la falta de estos instrumentos ha afectado la operatividad y eficiencia del programa desde su concepción.

Las evaluaciones de diversos programas de inspección y mantenimiento vehiculares han arrojado que hay reducciones de concentraciones de CO entre 14-15% en California, 8-17% en Colorado, 11.5% en Atlanta y 24-28% en ciudades de Texas. De igual manera, se han evidenciado reducciones en las emisiones de NO_x entre 9-12% en California y 16-18% en ciudades de Texas. Finalmente, los hidrocarburos se han reducido en 13-15% en California, 20% en Atlanta y 13-17% en Texas.

Responsable de la medida: DCAVV de Semaedeso.

Participantes: Semovi, municipios de la ZMCO.

Beneficios esperados: Disminución de las concentraciones de CO, NO_x y COV que tienen efectos nocivos en la salud de la población.

Meta e indicador de la medida:

Meta: Lograr que más de 80% del parque vehicular realice la verificación vehicular en los dos periodos.

- Indicador 1: número de autos verificados por semestre
- Indicador 2: emisiones reducidas en toneladas/año

Acciones

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Firmar los convenios de coordinación para realizar la verificación conjunta **Responsable:** DCAVV de Semaedeso	Convenio publicado en el periódico oficial del estado	X									
Acción 2. Diseñar el mecanismo administrativo para que otras instituciones puedan aplicar las sanciones correspondientes **Responsable:** DCAVV de Semaedeso, Dirección de Normatividad e Imagen Vial Semovi	Mecanismo de aplicación de sanciones administrativas aprobado	X									

Acción 3. Reformar la Ley Estatal de Derechos, para que los recursos recabados por la verificación vehicular se destinen a monitoreo atmosférico **Responsable:** Comisión de medio ambiente de la Cámara de diputados de Oaxaca	Modificación en la Ley Estatal de Derechos publicada	X									
Acción 4. Actualizar el PVV con respecto a las NOM 041 y 047 para la prestación del servicio de verificación **Responsable:** DDCAVV de Semaedeso	Publicación del programa actualizado	X									
Acción 5. Determinar los requerimientos técnicos y económicos para fortalecer el seguimiento y la vigilancia del PVV **Responsable:** DCAVV de Semaedeso	Reporte de requerimientos elaborado	X									
Acción 6. Contar con el personal capacitado y equipo técnico necesario **Responsable:** DCAVV de Semaedeso	Equipos adquiridos y personal contratado	X	X								

Acción 7. Desarrollar el *software* de control de los centros de verificación del estado **Responsable:** DCAVV de Semaedeso	*Software* desarrollado		X								
Acción 8. Implementar el programa actualizado con convenios y mecanismo de sanciones **Responsable:** DCAVV de Semaedeso, Dirección de Normatividad e Imagen Vial Semovi y municipios de la ZMCO	Reporte anual de evaluación del programa publicado		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 9. Evaluar la operación del PVV mediante análisis de las verificaciones realizadas y de los resultados de las campañas con sensor remoto implementadas **Responsable:** DCAVV de Semaedeso	Reporte del análisis de los vehículos verificados publicado			X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 10. Establecer un programa de visitas de inspección y vigilancia anual a los centros de verificación, basado en la información generada por el *software* y por denuncias ciudadanas	Programa de visitas anuales establecido		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable: Procuraduría de Protección al Ambiente del estado de Oaxaca											
Acción 11. Actualizar las bases de datos utilizadas para la aplicación de las pruebas en los centros de verificación **Responsable:** DCAVV de Semaedeso	Base de datos del sistema de información actualizada			X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 12. Dar mantenimiento a las bases de datos generadas en los centros de verificación (respaldo y consolidación de bases de datos históricas) **Responsable:** DCAVV de Semaedeso	Bases de datos históricas generadas			X	X	X	X	X	X	X	X

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
Acción 1. Firmar los convenios de coordinación para realizar la verificación conjunta	Costo único por la adquisición de un sensor remoto: $5 800 000.00 (MXN) (diferido en diez años) Mobiliario y equipo de cómputo : $217 500.00 (MXN);
Acción 2. Diseñar el mecanismo administrativo para que otras instituciones puedan aplicar las sanciones correspondientes	
Acción 3. Reformar la Ley Estatal de Derechos, para que los recursos recabados por la verificación vehicular se destinen a monitoreo atmosférico	

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
Acción 4. Actualizar el PVV con respecto a las NOM 041 y 047 para la prestación del servicio de verificación	Compra de cuatro patrullas: $1 000 000.00 (MXN), Desarrollo del *software* $400 000.00 (MXN) *Software* adaptado $50 000.00 (MXN). Costo anual: Contratación de personal para funciones de monitoreo (videograbaciones), inspección, control y venta de documentación oficial, seguimiento a calibración de equipos, control de documentación retenida a vehículos ostensiblemente contaminantes (trece personas): $2 731 500.00 (MXN) Gastos de combustible en un año: $200 000.00 (MXN) Mantenimiento anual de los equipos de cómputo, patrullas, etcétera: $160 000.00 (MXN) Renta anual de servidores y de espacio en la nube: $7 000.00 (MXN)
Acción 5. Determinar los requerimientos técnicos y económicos para fortalecer el seguimiento y la vigilancia del PVV	
Acción 6. Contar con personal capacitado y equipo técnico	
Acción 7. Desarrollar el *software* de control de los centros de verificación del estado	
Acción 8. Implementar el programa actualizado con convenios y mecanismo de sanciones	
Acción 9. Evaluar la operación del PVV mediante análisis de las verificaciones realizadas y de los resultados de las campañas con sensor remoto implementadas	
Acción 10. Establecer un programa de visitas de inspección y vigilancia anual a los centros de verificación, basado en la información generada por el software y por denuncias ciudadanas	
Acción 11. Actualizar las bases de datos utilizadas para la aplicación de las pruebas en los centros de verificación	
Acción 12. Dar mantenimiento a las bases de datos generadas en los centros de verificación (respaldo y consolidación de bases de datos históricas)	

Sitios de consulta

- https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/323929/30_ProAire_Morelos.pdf

Medida 2.2. Reducción de emisiones provenientes de vehículos de transporte público de la ZMCO

Objetivo: Reducir las emisiones de contaminantes criterio provenientes de autobuses de pasajeros y taxis.

Justificación: Las emisiones provenientes de autobuses urbanos en el estado de Oaxaca son la tercera fuente de emisión de PM_{10} y $PM_{2.5}$, en la categoría de fuentes móviles, mientras que los taxis contribuyen con la cuarta parte de las emisiones de CO y COV. De acuerdo con la modelación realizada para la estimación de fuentes móviles, 42% del parque de autobuses urbanos y alrededor de 25% de los taxis son año-modelo 2000 y anteriores, lo que indicaría un gran número de vehículos destinados al transporte público con más de 18 años de antigüedad.

La dinámica de la ZMCO se ha caracterizado por su rápido incremento en índices de motorización y movilidad de personas y bienes, dinámica que se asocia con la dimensión física de las actividades de la población y su distribución territorial: entras más crece la zona, mayor induce a realizar desplazamientos de más longitud hay. La finalidad de las vialidades es generar accesibilidad y permitir la movilidad de las personas; no obstante, en la mayoría de las ciudades de México se favorece el transporte en vehículos privados, dejando a un lado políticas enfocadas en el transporte masivo.

Hoy día, la ZMCO cuenta con un sistema de transporte público poco eficiente, con saturación de rutas y vehículos obsoletos altamente contaminantes que propician un lento tránsito vehicular y la consiguiente emisión de contaminantes a la atmósfera. Así, es indudable que la ZMCO requiere un rediseño del sistema de transporte que sea eficiente para atender las necesidades de la población, que posibilite, de manera adecuada, la movilidad y accesibilidad en las actividades realizadas.

Es importante que esta medida se vuelva parte de un programa de movilidad integral, que dé pie al rediseño del sistema de movilidad en la ZMCO, considerando rutas más ágiles y estratégicas con mejor infraestructura y una sustitución del parque urbano vehicular obsoleto.

Responsable de la medida: Semovi, Dirección de Normatividad e Imagen Vial (DNIV).

Participantes: Sinfra, Concesionarios de transporte.

Beneficios esperados: Disminución del tráfico en vialidades y horas críticas.
Reducción de emisiones por renovación de parque vehicular e incremento en velocidades de traslado.

Meta e indicador de la medida:

Meta: Publicar el Programa de movilidad integral para la ZMCO en 2019

- Indicador de seguimiento 1: autobuses y taxis chatarrizados y/o sustituidos
- Indicador de seguimiento 2: mototaxis registrados
- Indicador de impacto 1: emisiones reducidas en toneladas anuales de contaminantes

Acciones

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Sustituir autobuses urbanos obsoletos año-modelo 2000 y anteriores **Responsable:** Concesionarios de transporte	Número de autobuses sustituidos	X	X	X							
Acción 2. Implementar el programa de sustitución de taxis **Responsable:** DNIV Semovi	Número de taxis sustituidos	X	X	X							
Acción 3. Crear el Registro Estatal de Transporte de Oaxaca (RETO) **Responsable:** DNIV Semovi	Registro creado	X									
Acción 4. Iniciar la inscripción de mototaxis en el RETO	Número de mototaxis registrados	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable: DNIV Semovi											
Acción 5. Rediseñar rutas de autobuses urbanos con base en la demanda horaria **Responsable:** DNIV Semovi	Rutas rediseñadas	X	X	X							
Acción 6. Rehabilitar paradas de autobuses y mobiliario urbano **Responsable:** DNIV Semovi	Paradas y mobiliario urbano rehabilitado	X	X								
Acción 7. Construir dos ciclovías en la ZMCO *Responsable:* DNIV Semovi	Ciclovías construidas			X	X						

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
Acción 1. Sustituir autobuses urbanos obsoletos año-modelo 2000 y anteriores	$2 100 000.00 (MXN) por autobús[15]
Acción 2. Implementar el programa de sustitución de taxis	En realización (ya tiene presupuesto[16])
Acción 3. Crear el Registro Estatal de Transporte de Oaxaca (RETO)	$5 000 000.00 (MXN)
Acción 4. Iniciar la inscripción de mototaxis en el RETO	Gasto corriente de la Secretaría

[16]Camión a diésel EURO VI por unidad: 2.1 millones de pesos (MXN).

[17]Ya se encuentra implementando.

Acción 5. Rediseñar rutas de autobuses urbanos con base en la demanda horaria	$2 000 000.00 (MXN)[17]
Acción 6. Rehabilitar paradas de autobuses y mobiliario urbano	$6 000 000.00 (MXN)[18]
Acción 7. Construir 2 ciclovías en la ZMCO	$20 000 000.00 (MXN)[19]
Total	**$33 000 000.00 (MXN)[20]**

Sitios de consulta

- http://autobusesmercedesbenz.com.mx/distribuidores/
- https://www.publimetro.com.mx/mx/noticias/2017/02/09/cdmx-invierte-mas-9-mdp-proyectos-nuevas-ciclovias.html
- Programa Estatal de Cambio Climático de Oaxaca 2016-2022

[18]Estimación para el diagnóstico de movilidad en la ZMCO.

[19]Base de 60 paradas p/unidad: 60 000 00.

[20]Base de 40 km p/unidad: $500,000.00/km.

[21]El costo de los autobuses corre a cargo de los concesionarios.

EJE 3. Reducción de emisiones de fuentes de área

Medida 3.1. Fomentar el uso de calentadores solares en el sector residencial y comercial

Objetivo: Disminuir el consumo de gas L.P. en los sectores residencial y comercial.

Justificación: Uno de los principales usos del gas L.P. en Oaxaca es el calentamiento de fluidos, principalmente agua para uso sanitario en el sector doméstico y de servicios, sobre todo el turístico. Y aunque su quema es uno de los procesos de aprovechamiento de la energía de combustibles fósiles con los factores de emisión más bajos, es uno de los principales contribuyentes a la emisión de contaminantes como el CO y gases de efecto invernadero, como el CO_2 y el metano. Por fortuna, los calentadores solares de agua son ya una tecnología madura, probada y económicamente viable para evitar la quema de gas L.P. con este fin. Además, reduce la demanda del combustible y su transporte.

Cabe aclarar que los calentadores solares no reemplazan por completo el uso de combustibles para calentamiento de agua, pero sí reducen de manera significativa su uso, de 60% a 80%, dependiendo de las condiciones climáticas locales y los hábitos de consumo.

De acuerdo con datos del INEGI, en 2016, poco más de 390 000 viviendas de Oaxaca contaban con tinaco en la azotea; 125 963, con calentador de gas; y sólo 10 670, con calentador solar de agua. Sin embargo, existe un potencial de más de 100 000 viviendas a las que se les puede adaptar un calentador solar de agua.

Por lo que respecta el sector comercial, una de las actividades económicas principales del estado es sin duda el turismo. La ciudad de Oaxaca tiene el mayor número de hoteles (239 con algún tipo de categoría, a 2017), seguida de Puerto Escondido y Huatulco, con 115 y 98 hoteles, respectivamente (en 2017). De acuerdo con datos de INEGI (2017), el sector turismo del estado de Oaxaca presenta una tasa de crecimiento anual de 2.3%, mientras que se estima un porcentaje de ocupación de 40.7% por año. Con estas condiciones se estima que 2700 calentadores solares de agua podrían instalarse para cubrir el potencial de este sector para 2028.

Responsable de la medida: Comisión Estatal de Vivienda (CEVI).

Participantes: Municipios, empresas proveedoras.

Beneficios esperados: Reducción en el consumo de combustibles fósiles con una reducción implícita de emisiones de contaminantes criterio y gases de efecto invernadero.

Meta e indicador de la medida:

Meta 1: 1000 m^2 de colección de calentamiento solar para agua en el sector doméstico al año.
Meta 2: 500 m^2 de colección de calentamiento solar para agua en el sector hotelero al año.
Meta 3: 10% de aumento en el número de personas que deciden adquirir un calentador solar por año.

- Indicador 1: área de colección solar para calentamiento de agua en sector doméstico
- Indicador 2: área de colección solar para calentamiento de agua en sector hotelero
- Indicador 3: grado de penetración de la campaña publicitaria

Acciones

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Generar condiciones necesarias para el proyecto bajo el Fondo para la transición energética y el aprovechamiento sustentable de la energía (FOTEASE) **Responsable:** SENER	Proyecto aprobado bajo FOTEASE	X									
Acción 2. Realizar campaña profesional de publicidad y difusión, además de un post-test con alta eficacia publicitaria **Responsable:** Coordinación General de Comunicación Social de Semaedeso	Campaña realizada	X		X		X		X			

Acción 3. Instalar equipos en viviendas y comercios **Responsable:** CEVI y empresas proveedoras	Metros cuadrados de colección de calentamiento solar para agua en los sectores doméstico y hotelero	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4. Analizar los resultados del proyecto, al año y al final del proyecto piloto **Responsable:** Entidad independiente	Reportes de evaluación realizados			X	X	X	X	X	X	X	X

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
Acción 1. Gastos de operación	$5 000 000.00 (MXN)
Acción 2. Campaña publicitaria anual por cuatro años	$8 000 000.00 (MXN)
Acción 3. Instalación de 1500 m^2 de colección solar anual durante diez años, mediante un modelo de financiamiento	$45 000 000.00 (MXN)
Acción 4. Análisis de resultados del proyecto (continuo por ocho años)	$4 250 000.00 (MXN)
Total	**$62 250 000.00 (MXN)**

Sitios de consulta

- INEGI. Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca 2017
- INEGI. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2016. Nueva serie
- CONUEE. Mecanismo Financiero Piloto en la Península de Yucatán para sistemas de calentamiento solar de agua
- PNUD. Mecanismo Financiero Piloto CSA (Calentadores Solares de Agua)

- SENER. Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
- SECTUR. Agendas de Competitividad de los Destinos Turísticos de México. Huatulco, Oaxaca
- SECTUR. Agendas de Competitividad de los Destinos Turísticos de México. Oaxaca, Oaxaca

Medida 3.2. Ejecución del proyecto piloto de horno ladrillero tecnificado

Objetivo: Construir un horno para producción de ladrillos artesanales tecnificado, térmicamente aislado, provisto de chimenea y plataforma que permita una mejora sustancial en la combustión, reducción de las emisiones de contaminantes criterio y de efecto invernadero, y la posibilidad de realizar mediciones representativas de las emisiones de contaminantes

Justificación: Uno de los principales problemas de percepción de la contaminación del aire en la ZMCO son las emisiones generadas por las ladrilleras ubicadas en los Valles Centrales. Según el inventario de hornos ladrilleros realizado por el INECC a nivel nacional, en 2012 había 412 hornos en el estado de Oaxaca, de los cuales 204 se ubicaban en los Valles Centrales; 102, en la Costa; 66, en la zona Mixteca; y 31, en el Istmo. En los Valles Centrales y la Mixteca, el combustible predominante es leña y aserrín, mientras que en la Costa y el Istmo la biomasa utilizada es principalmente la cascara de coco.

Al igual que en otros puntos de la república, en Oaxaca la producción de ladrillo rojo se efectúa en hornos de campaña y hornos fijos, los cuales presentan combustiones deficientes, bajas eficiencias térmicas y altos porcentajes de merma en cada cocida, condiciones que en su conjunto implican emisiones de humos negros muy aparatosas, sobre todo durante las primeras horas de las quemas.

El sector ladrillero en el estado está conformado por unidades económicas muy pequeñas, generalmente empresas familiares (de hasta cinco personas). Según el Censo Económico de 2016 del INEGI, el número de empleos generados por la actividad fue de 815 personas, incluyendo tanto empleos remunerados (35%) como no remunerados (65%), los cuales suelen ser unidades familiares y con poca regulación laboral. La participación de esta actividad en el PIB estatal es pequeña: representó 0.94% en 2016, con un promedio de 1.21% para el periodo 2003-2016.

Asimismo, a raíz del sismo ocurrido en septiembre de 2017 con epicentro en Juchitán, que tuvo graves afectaciones en los estados de Chiapas y Oaxaca, el INECC y SEMARNAT solicitaron a la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC, por sus siglas en inglés) fondos para realizar un proyecto piloto orientado a diseñar y construir un horno tecnificado que pueda ser probado en términos de sus mejoras en eficiencia térmica, reducción de emisiones e incremento de la productividad, y que después sea replicado en diversas áreas ladrilleras del estado e incluso en otras partes de la república. En dicho proyecto se contempla la atención a los aspectos sociales y laborales, así como la presencia de intermediarios que privan en el sector para incorporar dicha actividad a las cadenas de valor en beneficio de los productores.

Responsable de la medida: INECC.

Participantes: SEMARNAT, CCAC, DCAVV de Semaedeso, consultores externos.

Beneficios esperados: Contar con un horno piloto tecnificado que pueda replicarse para la reconversión del sector ladrillero y reducir el consumo de combustibles y las emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes criterio.

Meta e indicador de la medida:

Meta: Contar con el horno piloto y sus respectivas pruebas de funcionamiento y emisiones en junio de 2019.

- Indicador: reporte final del proyecto avalado por la CCAC

Acciones

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Firmar convenio con una institución de educación superior del estado de Oaxaca **Responsable:** INECC	Convenio firmado	X									
Acción 2. Firmar convenio con productores **Responsable:** INECC	Acuerdo firmado con productores	X									
Acción 3. Realizar visitas de campo por grupos de trabajo **Responsable:** INECC, CCAC, consultores externos	Reporte de visitas de campo de cada grupo de trabajo	X									

Acción 4. Diseñar la ingeniería básica del horno y planos constructivos **Responsable:** Consultor externo	Memoria de cálculo y planos constructivos terminados	X									
Acción 5. Construir el horno piloto en el sitio seleccionado **Responsable:** INECC, CCAC, consultores externos y productores	Horno piloto construido	X									
Acción 6. Realizar pruebas de arranque, operación y estudios de emisiones, calidad del aire y exposición personal **Responsable:** INECC, CCAC, consultores externos y productores	Reportes de pruebas de campo y cadenas de custodia de muestreos practicados	X									
Acción 7. Elaborar reportes de diagnóstico y resultados de pruebas **Responsable:** INECC, CCAC, consultores externos y productores	Reportes finales de grupos de trabajo	X									

Acción 8. Elaborar programa de replicación de hornos tecnificados y reconversión del sector **Responsable:** INECC, CCAC, productores	Programas regionales elaborados		X	X	X	X	X				

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
Acción 1. Firmar convenio con una institución de educación superior del estado de Oaxaca	$2 000 000.00 (MXN)
Acción 2. Firmar convenio con productores	
Acción 3. Realizar visitas de campo por grupos de trabajo	
Acción 4. Diseñar la ingeniería básica del horno y los planos constructivos	
Acción 5. Construir el horno piloto en el sitio seleccionado	
Acción 6. Realizar pruebas de arranque, operación y estudios de emisiones, calidad del aire y exposición personal	
Acción 7. Elaborar reportes de diagnóstico y resultados de pruebas	
Acción 8. Elaborar programa de replicación de hornos tecnificados y reconversión del sector	
Total	**$2 000 000.00 (MXN)**

Sitios de consulta

- https://www.gob.mx/inecc
- http://ccacoalition.org/en

Medida 3.3. Consolidación de esfuerzos para el combate contra incendios forestales

Objetivo: Fortalecer el programa de prevención de incendios forestales del estado.

Justificación: Los incendios forestales en el estado de Oaxaca son la segunda fuente de emisión de CO en las fuentes de área, con 25 297 toneladas. Asimismo, contribuyen con alrededor de 2558 toneladas de PM_{10} y 2170 toneladas de $PM_{2.5}$, por lo que son la tercera fuente de emisión de partículas.

Se estima que 284 municipios del estado son propensos a sufrir incendios potenciales. Asimismo, al menos ocho comunidades presentan antecedentes en cuanto a la ocurrencia de incendios intencionales. De hecho, en muchos casos, los incendios se derivan de la roza, tumba y quema, práctica agropecuaria común en el estado (Periódico el Imparcial de Oaxaca, 2018).

La Ley de Desarrollo Forestal Sustentable de Oaxaca mandata un Programa Estatal de Prevención y Combate de Incendios Forestales, que debe integrarse e implementarse cada año en coordinación con la federación. Por su parte, el PECC considera una medida de "fortalecimiento del programa de manejo forestal sustentable", la cual supone aportar al programa de saneamiento y manejo integrado del fuego con formación, aunado a capacitación y equipamiento de brigadas comunitarias.

Con este antecedente, esta medida del ProAire 2019-2028 se enfoca en consolidar y así fortalecer los mecanismos existentes a nivel local para prevenir incendios forestales. El programa de prevención de incendios vigente realiza monitoreo de CO_2 a través de brigadas especializadas. La Comisión Nacional Forestal (Conafor) capacita a los municipios que lo soliciten; en la práctica, participan tanto brigadas de Conafor como de la Comisión Estatal Forestal (Coesfo), aunque son las comunidades las que tienen mayor número. Además, es necesario disminuir los costos de prevención de incendios a partir de mejor comunicación y organización.

Responsable de la medida: Coesfo

Participantes: Municipios, Coesfo a través del Comité estatal de prevención y combate de incendios forestales en el estado de Oaxaca.

Beneficios esperados: Contribuir a la reducción de emisiones de contaminantes criterio y gases efecto invernadero provenientes de incendios forestales en el estado. En consonancia con el PECC, las emisiones evitadas acumuladas para 2022 serían del orden de 2 a 3 $MtCO_2eq$.

Meta e indicador de la medida:

Meta: 284 municipios con comunidades conscientes y activas frente a la prevención de incendios para 2028.

- Indicador: número de municipios con estrategias vivas enfocadas en la prevención de incendios

Acciones

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Diseñar material de comunicación en relación con calidad del aire e incendios forestales **Responsable:** DCAVV de Semaedeso y Coesfo	Materiales diseñados	X									
Acción 2. Difundir material en tiempos clave, previo a temporadas de incendios, en línea con la campaña de comunicación del ProAire 2019-2028 **Responsable:** DCAVV de Semaedeso y regidurías ambientales de los municipios	Número de municipios y ejidos con actividad forestal donde los materiales fueron difundidos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 3. Diseñar mecanismo para registro y seguimiento de municipios que realizan acciones para la	Mecanismo de monitoreo y seguimiento diseñado	X	X								

prevención y el combate de incendios tomando como base la plataforma de prevención para incendios del Programa de Prevención de incendios estatal **Responsable:** DCAVV de Semaedeso y Coesfo											
Acción 4. Implementar mecanismo de registro y seguimiento a municipios **Responsable:** Coesfo	Mecanismo de monitoreo y seguimiento implementado			X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 5. Apoyar las acciones de prevención y control de incendios lideradas por los municipios **Responsable:** DCAVV de Semaedeso y Coesfo	Prácticas de prevención y combate implementadas con participación de fondos del ProAire 2019-2028			X	X	X	X	X	X	X	X

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
Acción 1. Diseñar material de comunicación en relación con la calidad del aire e incendios forestales	$120 000.00 (MXN)
Acción 2. Difundir material en tiempos clave, previo a temporadas de incendios, en línea con la campaña de comunicación del ProAire 2019-2028	Gasto corriente

Acción 3. Diseñar mecanismo para el registro y seguimiento de municipios que realizan acciones para la prevención y el combate de incendios tomando como base la plataforma de prevención para incendios del Programa de Prevención de incendios estatal	$240 000.00 (MXN)
Acción 4. Implementar mecanismo de registro y seguimiento a municipios	Gasto corriente de las secretarías
Acción 5. Apoyar las acciones de prevención y control de incendios lideradas por los municipios	Gasto corriente de las secretarías
Total	**$360 000.00 (MXN)**

Sitios de consulta

- Programa Estatal de Cambio Climático de Oaxaca 2016-2022
- Programa Nacional de Protección contra Incendios
- Sistema Estatal de Información Forestal
- Guía práctica para comunicadores sobre Incendios Forestales (CONAFOR)

Medida 3.4. Implementación de un proyecto piloto para la producción agropecuaria regenerativa

Objetivo: Desarrollar en el estado de Oaxaca un proyecto piloto enfocado en disminuir el uso de insumos agropecuarios y las prácticas de producción alimentaria intensivos en emisiones de contaminantes criterio, con el cobeneficio potencial de mejorar la calidad de los suelos.

Justificación: Las actividades del sector agropecuario son fuentes con importantes contribuciones de amoniaco y óxidos de nitrógeno en el inventario estatal de emisiones a la atmósfera. La contribución por partículas también es relevante cuando se consideran las operaciones asociadas al ganado estabulado. Y lo mismo sucede con los COV derivados de la aplicación de plaguicidas, y el metano de las actividades de gestión de excretas.

Los trabajadores de Unidades de Producción Rural (UPR) se exponen a estos contaminantes de forma constante. Además, es un hecho reconocido que, de forma generalizada, las prácticas agropecuarias en el Estado contribuyen al deterioro de los recursos naturales.

Ante esta situación, es necesario modificar la forma en que se producen los alimentos. El paraguas de posibilidades propuesto en esta medida ya se lleva a cabo diversas regiones de México, aunque no es, todavía, la norma del sector agropecuario. Oaxaca, al ser un territorio de gran diversidad biológica y étnica, es un excelente laboratorio para probar, medir, reportar y verificar la implementación de la agricultura y ganadería regenerativa en unidades de producción de diversos ecosistemas y actuares culturales.

La medida va en línea con los programas estatales de fomento a la productividad agrícola, ganadera y acuícola, que promueven el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Responsable de la medida: Sedapa

Participantes: UPR seleccionadas, Organización no gubernamental (ONG) de asistencia técnica, delegaciones locales del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), municipios, DCAVV de Semaedeso.

Beneficios esperados: Obtención de un modelo de producción agropecuaria en línea con la reducción de emisiones de contaminantes criterio y el combate contra el cambio climático, adaptado a las condiciones locales de cada región de Oaxaca.

Meta e indicador de la medida:

Meta: 30 proyectos implementados por año (uno por distrito) con al menos 20% de emisiones reducidas en las UPR con prácticas regenerativas para 2028.

- Indicador 1: número de UPR con prácticas regenerativas implementadas
- Indicador 2: porcentaje de emisiones reducidas

Acciones

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Diseñar el proyecto piloto con selección de municipios estratégicos para la implementación **Responsable:** ONG	Proyecto diseñado y aprobado por responsable y participantes de la medida	X									
Acción 2. Seleccionar las UPR participantes, con convenio de colaboración firmado **Responsable:** Sedapa, delegación del SIAP y municipio	Número de UPR seleccionadas con convenido firmado		X	X	X	X	X	X			
Acción 3. Diseñar el mecanismo para el seguimiento y reporte de la implementación del proyecto **Responsable:** ONG y Sedapa	Mecanismo para el reporte y seguimiento diseñado		X								

Acción 4. Realizar trabajo técnico con las UPR para establecer prácticas regenerativas **Responsable:** ONG	Reportes de trabajo y avance entregados			X	X	X	X	X	X	X	
Acción 5. Realizar el reporte de avances en las UPR **Responsable:** ONG, SIAP y municipios	Reportes de MRV realizados			X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 6. Analizar resultados del piloto, de forma anual y al final del proyecto **Responsable:** ONG diferente a la implementadora	Reportes de evaluación entregados				X	X	X	X	X	X	X

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
Acción 1. Diseñar el proyecto piloto con selección de municipios estratégicos para la implementación	$192 000 (MXN)
Acción 2. Seleccionar las UPR participantes, con convenio de colaboración firmado	$90 000 (MXN)
Acción 3. Diseñar el mecanismo para el seguimiento y reporte de la implementación del proyecto	$240 000 (MXN)
Acción 4. Realizar trabajo técnico con las UPR para establecer prácticas regenerativas	$6 300 000 (MXN)

Acción 5. Realizar el reporte de avances en las UPR	Gasto corriente del trabajo técnico
Acción 6. Analizar resultados del piloto, de forma anual y al final del proyecto	$250 000 (MXN)
Gastos administrativos del proyecto	$700 000 (MXN)
Total	**$7 772 000.00 (MXN)**

Sitios de consulta:

- Reglas de operación de los programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de la SAGARPA
- Agenda de Cambio Climático y Producción Agroalimentaria (IICA-GIZ)
- Programa Estatal de Cambio Climático de Oaxaca 2016-2022
- Avances de la Estrategia Estatal para la conservación y uso de la biodiversidad ECUSBEO
- Iniciativa 4pour1000

Medida 3.5. Eliminación de las prácticas de quema de pastos y esquilmos en la producción agropecuaria

Objetivo: Prohibir la quema de pastizales y esquilmos agrícolas, y promover su valorización.

Justificación: La quema de residuos agrícolas, aunada a los incendios forestales, es la segunda fuente de emisión de partículas y la tercera de monóxido de carbono en la categoría de fuentes de área del Inventario Estatal de Emisiones del estado de Oaxaca. La quema, a través de la práctica generalizada de roza, tumba y quema es una de las razones principales por las que se originan los incendios forestales.

Actualmente, en Oaxaca no hay una prohibición a la quema de esquilmos, aunque a nivel nacional existen sanciones por quema en terrenos agropecuarios en forma negligente, conforme a la Ley General Forestal Sustentable, además de la norma 015 SEMARNAT-SAGARPA 2007, para establecer métodos de uso de fuego. De hecho, según la Ley General Forestal Sustentable, le corresponde a las entidades federativas regular el uso del fuego en actividades relacionadas con el sector agropecuario. Por su parte, a los municipios les corresponde coadyuvar con la federación y los estados en las acciones de manejo del fuego y cumplir las disposiciones que emitan la federación y los estados en relación con el uso del fuego en actividades agropecuarias.

Con este antecedente, es factible realizar una norma estatal que prohíba las quemas de pastos y esquilmos, con beneficio al respecto de prevención y reducción de incendios. Por otro lado, los residuos agrícolas son recursos valorizables. Si se mantienen en el predio y se reincorporan a los suelos, se contribuye a la reincorporación de material orgánico, lo que mejora la calidad productiva. Otros usos potenciales incluyen la generación de energía en calderas de biomasa.

La medida estaría en línea con el PECC, que propone la adopción de prácticas agroecológicas donde se evite la quema de residuos en 460 000 ha.

Responsable de la medida: DCAVV de Semaedeso.

Participantes: Sedapa, municipios y Secretaría de Finanzas (Sefin).

Beneficios esperados: Emisiones por quemas de esquilmos reducidas e incendios evitados. Las emisiones específicas a reducir son inciertas y será necesario explorar cómo es que los productores de las diferentes regiones de Oaxaca, que consideran la quema una práctica benéfica y cultural, reaccionan ante su prohibición.

Meta e indicador de la medida:

Metas: Al menos 284 municipios con inspección sobre la ausencia de quema de pastizales y esquilmos para 2028.

- Indicador: número de municipios donde se inspecciona la ausencia de quema de pastizales y esquilmos.

Acciones

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Diseñar y publicar el instrumento jurídico que prohíba y castigue la quema de pastos y esquilmos agropecuarios **Responsable:** DCAVV de Semaedeso	Instrumento jurídico publicado	X	X								
Acción 2. Diseñar medios para vigilar y denunciar la quema de esquilmos **Responsable:** procuraduría ambiental y municipios	Medios para la vigilancia y denuncia diseñados y con recursos suficientes para la implementación	X	X								
Acción 3. Diseñar el procedimiento para sancionar la quema de pastizales y esquilmos **Responsable:** procuraduría ambiental y municipios	Materiales de comunicación elaborados	X	X								

Acción 4. Diseñar los materiales de comunicación sobre la gestión adecuada para pastos y esquilmos en el medio rural **Responsable:** DCAVV de Semaedeso	Materiales de comunicación elaborados			X							
Acción 5. Implementar la estrategia de comunicación para la gestión adecuada de pastos y esquilmos en línea con la estrategia de comunicación del ProAire 2019-2028 **Responsable:** DCAVV de Semaedeso y municipios	Mensajes de comunicación difundidos			X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 6. Recuperar recursos de sanciones económicas para su inversión en el ProAire 2019-2028 **Responsable:** Sefin y DCAVV de Semaedeso	Montos por sanciones económicas recuperados e ingresados en el fondo del ProAire 2019-2028				X	X	X	X	X	X	X

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
Acción 1. Elaborar y publicar el instrumento jurídico que prohíba y castigue la quema de pastos y esquilmos	Gasto corriente de la secretaría

Acción 2. Diseñar medios para vigilar y denunciar la quema de esquilmos	Gasto corriente de la secretaría
Acción 3. Diseñar el procedimiento para sancionar la quema de pastizales y esquilmos	Gasto corriente de la secretaría
Acción 4. Diseñar los materiales de comunicación sobre la gestión adecuada para pastos y esquilmos en el medio rural	$120 000.00 (MXN)
Acción 5. Implementar la estrategia de comunicación para la gestión adecuada de pastos y esquilmos en línea con la estrategia de comunicación del ProAire 2019-2028	Gasto corriente de la secretaría
Acción 6. Recuperar recursos de sanciones económicas para su inversión en el ProAire 2019-2028	Gasto corriente de la secretaría
Total	**$120 000.00 (MXN)**

Sitios de consulta:

- Programa Estatal de Cambio Climático de Oaxaca 2016-2022
- Leyes y reglamentos de la Secretaría de Medio Ambiente de Oaxaca
- Norma Técnica Ambiental NTA-IEE-005/2007, que establece las especificaciones para la gestión integral de los residuos agrícolas (esquilmos), así como para la prevención y control de la contaminación generada por su manejo inadecuada.

Medida 3.6. Determinación del consumo de leña para uso residencial y comercial en el estado de Oaxaca

Objetivo: Realizar un estudio diagnóstico tendiente a estimar con mayor precisión los consumos de leña y fuentes de suministro para el uso residencial y comercial tanto en zonas rurales como urbanas.

Justificación: La categoría de combustión residencial de leña es una de las más importantes en fuentes de área, ya que, según el inventario de emisiones, la quema de biomasa representa 88.5% de las emisiones de partículas $PM_{2.5}$ y 73.4% de las de monóxido de carbono.

Sin embargo, los datos de consumo de leña presentan una gran incertidumbre, pues se utiliza como fuente un estudio realizado por Masera en 2010, cuyos cálculos, basados en la densidad de población, inducen sobreestimaciones en los consumos principalmente de municipios urbanizados. De forma adicional, en todo el mundo, los factores de emisión de la EPA (AP-42) también se consideran sobreestimados. Por esto, las emisiones atribuibles a la combustión residencial y comercial a partir del uso de biomasa son poco confiables.

Por otra parte, el uso intensivo de leña como combustible para cocción de alimentos y calefacción en el medio rural representa fuertes problemas de exposición a contaminantes tóxicos a nivel intramuros. Por esta razón existen diversos programas de apoyo para el suministro de estufas en las comunidades rurales.

Durante las reuniones de trabajo en el marco del diseño del ProAire 2019-2028, se plantearon tres grandes problemas: casos frecuentes de intoxicación por monóxido de carbono (CO) en viviendas rurales, rechazo al uso de las estufas de leña proporcionadas por no ser compatibles con los usos y costumbres de la comunidad, y la muy probable tala clandestina para el suministro y uso de dicho combustibles. Por esto, el grupo planteó la necesidad de un estudio integral que considere estos temas.

Responsable de la medida: DCAVV de Semaedeso.

Participantes: Centros de investigación y universidades Conafor, Coesfo, Secretaría de Desarrollo Social y Humano (SEDESOH).

Beneficios esperados: Conocer la situación actual de consumo de leña, así como de los tipos de fogones y estufas donde se utiliza, para diseñar a partir de ello la política pública que atienda a la problemática que toca a este combustible.

También, disponer de datos de actividad con menor incertidumbre para la estimación de emisiones en los inventarios.

Meta e indicador de la medida:

Meta: Publicar el reporte final del diagnóstico completo en 2020.

- Indicador: porcentaje de avance en las etapas del estudio

Acciones

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Efectuar reunión con los actores relevantes involucrados para la planeación del estudio ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso	Plan del estudio elaborado	X									
Acción 2. Elaborar términos de referencia con una definición precisa de objetivos, alcances y cobertura del estudio Es recomendable que el estudio incluya: - Levantamiento de datos y análisis para cada región del estado - Compilación de factores de emisión de leña actualizados ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso	Términos de referencia elaborados	X									

Acción 3. Obtener recursos para el financiamiento del estudio ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso	Financiamiento obtenido	X									
Acción 4. Elaborar licitación para realizar el estudio ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso	Licitación realizada	X									
Acción 5. Seleccionar consultor o institución ganadora ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso	Ganador(a) de la licitación anunciado(a)	X									
Acción 6. Elaborar el estudio ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso	Entrega de producto terminado	X	X								

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
Acción 1. Efectuar reunión con los actores relevantes involucrados para la planeación del estudio	Gasto corriente
Acción 2. Elaborar términos de referencia con una definición precisa de objetivos, alcances y cobertura del estudio	Gasto corriente
Acción 3. Obtener recursos para el financiamiento del estudio	Gasto corriente
Acción 4. Elaborar licitación para realizar el estudio	Gasto corriente

Acción 5. Seleccionar consultor o institución ganadora	Gasto corriente
Acción 6. Elaborar el estudio	$3 000 000.00 (MXN)
Total	**$3 000 000.00 (MXN)**

Sitios de consulta

- Entrevistas con actores en grupo de enfoque sobre contaminación intramuros

EJE 4. Comunicación y educación ambiental

Medida 4.1. Implementación de la campaña de comunicación pública ProAire 2019-2028

Objetivo: Instrumentar una campaña de comunicación pública ProAire 2019-2028 que incida tanto en la protección de la salud pública como en la participación proactiva de la población para mejorar la calidad del aire.

Justificación: La comunicación en materia de la calidad del aire implica desde el proceso de generación de información diaria, consecutiva y validada, hasta el fomento de un cambio cultural que incentive acciones que puede realizar la ciudadanía para reducir la contaminación atmosférica.

En este sentido podemos observar la comunicación de la calidad del aire en dos direcciones: generar datos e información que respondan al derecho de estar informado sobre la condición de la calidad del aire y enmarcar y visibilizar todas las acciones que contribuyen a resolver el problema. En esta última instancia se instaura la comunicación activa del ProAire 2019-2028, la cual estriba en generar un cambio cultural ante las acciones que repercuten en esta problemática ambiental.

Dentro de este proceso de generación de información sobre el estado de la calidad del aire en materia de prevención y proactividad, se observa que Oaxaca está comenzando a instaurar el reporte de la calidad del aire en la ZMCO. Sin embargo, el funcionamiento de sus dos estaciones no es satisfactorio y repercute en la confiabilidad del reporte diario del Semáforo de la calidad del aire.

A su vez, se identifica una falta de sinergia de la Secretaría de Medio Ambiente con otras secretarías estatales, como Salud y Protección Civil, para instrumentar una campaña preventiva de salud por los efectos de la contaminación del aire. También se observa que la Semaedeso no ha diseñado ni instrumentado un programa de educación ambiental en esta materia y no cuenta con mecanismos de participación ciudadana para el diálogo y la acción sobre esta problemática.

La encuesta que se realizó en agosto de 2018, en el marco de elaboración del ProAire 2019-2028, indica que 86% de los encuestados desconoce los programas y las acciones que instrumenta la Semaedeso en materia de calidad del aire y no considera a dicha secretaría el principal medio de difusión sobre el tema. Por esto, es necesario diseñar y articular una campaña de comunicación pública en materia de calidad del aire que perfile las medidas y actividades para instaurar una comunicación diaria de prevención y proacción en esta materia.

Responsable de la medida: DCAVV de Semaedeso.

Participantes: Dirección de capacitación y cultura ambiental, Secretaría de Salud, Sistema Estatal de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE), INEGI, Secretaría de Movilidad, Secretaría de Agricultura.

Beneficios esperados: Fomentar el conocimiento de la población en su derecho a estar informada sobre la condición de la calidad del aire y sus efectos en la salud, con énfasis especial en los grupos vulnerables. Asimismo, difundir las acciones que contribuyen a la reducción de emisiones de contaminantes criterio, gases de efecto invernadero y contaminantes tóxicos, para que la sociedad asuma un comportamiento proactivo.

Meta e indicador de la medida:

Meta: Lograr para 2028 un incremento sustancial de población de las cuencas atmosféricas de Oaxaca que entienda y actúe de manera proactiva en favor de la calidad del aire

- Indicador: porcentaje de penetración o niveles de audiencia de los materiales difundidos como parte de la campaña

Acciones

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Reportar diariamente el Semáforo de la calidad del aire en el portal web de Semaedeso y SINAICA ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso y SINAICA	Reportes realizados o publicados en hojas de control diario y almanaques anuales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 2. Crear sinergia de difusión del Semáforo en distintos portales estatales y de la iniciativa privada, como SSO, Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca (IIEPO), Semovi, Protección Civil,	Reporte anual de la estrategia de difusión del Semáforo elaborado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Cooperativa La Cruz Azul y Biopappe ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso, SSO, IIEPO, Semovi, Protección Civil, Cooperativa La Cruz Azul, Biopappel											
Acción 3. Ejecutar estrategia de difusión del Semáforo en redes sociales de la Semaedeso y en medios de comunicación (radio y televisión) ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso	Reporte anual de la difusión de materiales de comunicación en medios masivos y reporte de audiencia alcanzada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4. Difundir el Semáforo en puntos de mayor afluencia (pantallas de aeropuerto, centrales de autobuses, principales avenidas, centros deportivos, etc.) ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso y Semovi	Número de pantallas donde se difunde el Semáforo en tiempo real			X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 5. Desarrollar aplicación para teléfonos móviles (Android e iOS) del Semáforo de la calidad del aire ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso	Número de usuarios de la aplicación móvil			X	X	X	X	X	X	X	X

Acción 6. Desarrollar una sección infantil, infografías de temas relacionados con la calidad del aire y salud, el inventario de emisiones y el apartado de ProAire 2019-2028 en el sitio web de Semaedeso ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso	Contenidos mostrados en el sitio web de Semaedeso	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 7. Ejecutar programa de educación ambiental y calidad del aire en las escuelas y en programas de educación ambiental ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso	Número de escuelas y de programas de educación ambiental donde se imparte el programa de educación ambiental y calidad del aire	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 8. Impartir diplomado de la calidad de aire y diplomado en materia de auditoría ambiental para los interesados en ingresar al padrón de Organismos Certificadores. ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso y universidades	Número de diplomados impartidos		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 8. Desarrollar estrategia de comunicación en verificentros: carteles informativos sobre beneficios	Reporte fotográfico de los carteles en los verificentros de Oaxaca	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

del programa de verificación vehicular a la calidad del aire y a la salud ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso											
Acción 10. Ejecutar una estrategia de comunicación rural sobre la gestión adecuada para pastos, esquilmos y zonas forestales y contaminación intramuros ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso de Semaedeso	Desarrollo de los materiales de comunicación		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 11. Establecer programas prototipo de transporte eficiente y bajo en emisiones que cuenten con un sello distintivo de ProAire 2019-2028 ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso y Semovi	Número de unidades de transporte eficiente y bajo en emisiones con el sello de ProAire		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 12. Instrumentar la encuesta sobre percepción de la calidad del aire en Oaxaca, muestra representativa de la población del estado (que se realizó en agosto de 2018) ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso	Informe de resultados de la encuesta para medir la efectividad de la campaña de comunicación		X								

Acción 13. Instrumentar la encuesta para medir la efectividad de la campaña de comunicación ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso	Informe de resultados de la encuesta para medir la efectividad de la campaña de comunicación				X		X				
Acción 14. Instrumentar una encuesta para evaluar la percepción y el posicionamiento del ProAire 2019-2028 ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso	Informe de resultados de la encuesta para medir el posicionamiento del ProAire 2019-2028								X		X

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
Acción 1. Desarrollo de la campaña de comunicación: diseño web, aplicación móvil, materiales impresos y activaciones (tiempo estimado de diez años)	$ 1 800 000.00 (MXN)
Acción 2. Instrumentación de encuestas, el costo depende del alcance de la muestra y la metodología de consulta de opinión (en línea o presencial)	De $ 200,000.00 a $1 500 000.00 MNX
Total	**$3 300 000.00 (MXN)**

Sitios de consulta

- PECC Oaxaca
- ProAire ZMCO 2014-2023
- Guía de elaboración de ProAires SEMARNAT

EJE 5. Salud y externalidades

Medida 5.1. Creación de capacidades locales sobre evaluación de impactos a la salud y externalidades vinculadas con la contaminación atmosférica

Objetivo: Desarrollar capacidades locales para efectuar evaluaciones de impactos a la salud y externalidades o costos de manera periódica, transversal y con una visión de mejora continua.

Justificación: La Evaluación de Impactos a la Salud (EIS) y la valoración de externalidades son herramientas de gran utilidad en el diseño de políticas públicas sobre calidad del aire. En la actualidad, es indispensable que las instituciones ligadas a la gestión de la calidad del aire y el seguimiento epidemiológico de enfermedades cuenten con el conocimiento y las capacidades para integrarlas en sus actividades cotidianas. Sin embargo, la EIS es una herramienta compleja que requiere personal con un perfil capacitado en aspectos de epidemiología, análisis de información de calidad del aire, manejo de software especializado y economía ambiental. La creación de capacidades debe contemplar estos aspectos de formación de personal.

Responsable de la medida: Secretaría de Salud de Oaxaca (SSO, Unidad de Epidemiología) y DCAVV de Semaedeso.

Participantes: Dirección de Regulación y Fomento Sanitario de la SSO, Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), Cofepris, universidades locales, INECC.

Beneficios esperados: Capacidades creadas en las instituciones responsables de la política de calidad del aire del estado y protección de salud.

Meta e indicador de la medida:

Meta: contar con al menos cinco profesionales capacitados en la materia para 2022.

- Indicador: número de cursos y capacitaciones realizadas.

Acciones

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Elaborar un programa de capacitación que incluya	Programa de capacitaciones elaborado	X									

temas, estimación de personal, ponentes y recursos necesarios ***Responsable:*** Unidad de Epidemiología SSO, DCAVV de Semaedeso, INSP, universidades											
Acción 2. Capacitar sobre temas de epidemiología, evaluación de impactos en la salud, evaluación económica y externalidades ***Responsable:*** Unidad de Epidemiología de SSO, DCAVV de Semaedeso, INSP, universidades	Número de capacitaciones realizadas Personal capacitado	X	X								
Acción 3. Capacitar sobre metodologías de evaluación y herramientas de análisis ***Responsable:*** Unidad de Epidemiología de SSO, DCAVV de Semaedeso, INSP, INECC, universidades	Número de capacitaciones realizadas Personal capacitado	X	X								
Acción 4. Fortalecer las políticas y acciones de gestión de la calidad del aire (monitoreo atmosférico, programas de contingencias, índice				X	X						

de calidad del aire, medidas de mitigación de emisiones y otras medidas preventivas) con base en las evaluaciones rutinarias y periódicas de los efectos en la salud y externalidades **Responsable:** Unidad de Epidemiología de SSO, DCAVV de Semaedeso	Resultados de las evaluaciones de impactos a la salud integrados a la política de calidad del aire.										

Costo estimado	
Acciones	**Monto estimado (M.N.)**
Acción 1. Elaborar un programa de capacitación que incluya temas, estimación de personal, ponentes y recursos necesarios	Gasto corriente de la secretaría
Acción 2. Capacitar sobre temas de epidemiología, evaluación de impactos en la salud, evaluación económica y externalidades	$100 000.00 (MXN)
Acción 3. Capacitar sobre metodologías de evaluación y herramientas de análisis	$100 000.00 (MXN)
Acción 4. Fortalecer las políticas y acciones de gestión de la calidad del aire (monitoreo atmosférico, programas de contingencias, índice de calidad del aire, medidas de mitigación de emisiones y otras medidas preventivas) con base en las evaluaciones rutinarias y periódicas de los efectos en la salud y externalidades	Gasto corriente de la secretaría
Total	**$200 000.00 (MXN)**

Sitios de consulta

- MMA (2013). Guía metodológica para la elaboración de un análisis general e impacto económico y social (AGIES) para instrumentos de gestión de calidad del aire. Ministerio del Medio Ambiente.
- Linzalone N. et al. (2018). Institutionalizing Health Impact Assessment: A consultation with experts on the barriers and facilitators to implement HIA in Italy. Journal of Environmental Management 218: 95-102.
- Secretaría de Salud (2016). Informe 2016 del Sistema de Análisis para la Vigilancia Epidemiológica ante la Contaminación Ambiental.

Medida 5.2. Elaboración de un programa de vigilancia epidemiológica estatal vinculada con la contaminación atmosférica y sus efectos en la salud pública

Objetivo: Establecer un programa que permita obtener información sobre los padecimientos e impactos en la salud originados por contaminación atmosférica en el estado de Oaxaca.

Justificación: Los efectos de la mala calidad del aire repercuten de manera primordial en la salud de la población, disminuyendo su esperanza y calidad de vida. Esta problemática se manifiesta particularmente en grupos vulnerables como adultos mayores, infantes y personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares crónicas.

Aunque el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) y la Secretaría de Salud del estado de Oaxaca recopilan información asociada con estos y otros padecimientos, no existe ningún programa o protocolo sistematizado dirigido a monitorear de manera específica los impactos en la salud por contaminación del aire. Disponer de dicha información permitirá orientar adecuadamente las políticas públicas para mejorar la calidad del aire y reducir los riesgos a la salud.

Para implementar esta medida, es indispensable contar con información de monitoreo de calidad del aire suficiente, confiable y representativa. Además, será necesario coordinar esfuerzos con los programas que ya realizan registros de variables epidemiológicas, como los de la delegación estatal de la Unidad de Inteligencia Epidemiológica y Sanitaria (UIES) y el PECC.

Responsable de la medida: Unidad de Epidemiología de la Dirección de Prevención y Promoción de la Salud (Secretaría de Salud del estado de Oaxaca, SSO), Unidad de Inteligencia Epidemiológica y Sanitaria (UIES).

Participantes: Dirección de Regulación y Fomento Sanitario de la SSO, Semaedeso, SEMARNAT, Secretaría de Salud (Dirección General de Epidemiología), COFEPRIS, instituciones académicas, el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP).

Beneficios esperados: Generar indicadores de seguimiento epidemiológico por impactos de la contaminación atmosférica para el estado de Oaxaca.

Meta e indicador de la medida:

Meta: Lograr la generación de los datos necesarios para comenzar a reportar de manera periódica la evaluación epidemiológica sobre calidad del aire a partir de 2021.

- Indicador 1: número de estaciones centinela implementadas
- Indicador 2: reportes periódicos de evaluación de seguimiento epidemiológico e impactos en la salud

Acciones

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Formar un comité o grupo de coordinación que vigile las acciones relacionadas con el seguimiento epidemiológico y la evaluación de impactos en la salud por contaminación atmosférica en el estado **Responsable:** Unidad de Epidemiología de SSO y DCAVV de Semaedeso	Comité formado	X									
Acción 2. Diseñar un programa piloto para dar seguimiento a los padecimientos a corto plazo asociados con los principales contaminantes criterio, que incluya la selección de unidades de salud "centinelas", la definición de contaminantes de relevancia (p.ej. O_3, PM_{10} y $PM_{2.5}$), la definición de padecimientos trazadores (como conjuntivitis, hipertensión	Programa piloto elaborado y número de unidades centinela establecidas		X								

arterial, otitis, asma y depresión) y las regiones diagnosticadas con mayor propensión a impactos en la salud por las fuentes existentes, así como las estaciones de monitoreo atmosférico correspondientes **Responsable**: Unidad de Epidemiología de SSO, DCAVV de Semaedeso											
Acción 3. Definir las mejoras al sistema de evaluación epidemiológica con base en los resultados del programa piloto **Responsable:** Unidad de Epidemiología de SSO, DCAVV de Semaedeso	Programa o protocolo de seguimiento epidemiológico definitivo establecido			X							
Acción 3. Lograr la integración de las variables del programa en los sistemas de vigilancia y seguimiento epidemiológico existentes **Responsable:** Unidad de Epidemiología de SSO	Variables del protocolo integradas			X							

Acción 5. Implementar programa de vigilancia epidemiológica de manera permanente **Responsable:** Unidad de Epidemiología de SSO	Reportes periódicos de impactos en la salud publicados				X	X	X	X	X	X	X

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
Acción 1. Formar un comité o grupo de coordinación que vigile las acciones relacionadas con el seguimiento epidemiológico y la evaluación de impactos en la salud por contaminación atmosférica en el estado	Gasto corriente de la secretaría
Acción 2. Diseñar un programa piloto para dar seguimiento a los padecimientos a corto plazo asociados con los principales contaminantes criterio, que incluya la selección de unidades de salud "centinelas", la definición de contaminantes de relevancia (p.ej. O3, PM10 y PM2.5), la definición de padecimientos trazadores (como conjuntivitis, hipertensión arterial, otitis, asma y depresión) y las regiones diagnosticadas con mayor propensión a impactos en la salud por las fuentes existentes, así como las estaciones de monitoreo atmosférico correspondientes	$500 000.00 (MXN)
Acción 3. Definir las mejoras al sistema de evaluación epidemiológica con base en los resultados del programa piloto	$500 000.00 (MXN)
Acción 4. Lograr la integración de las variables del programa en los sistemas de vigilancia y seguimiento epidemiológico existentes	Gasto corriente de la secretaría
Acción 5. Implementar programa de vigilancia epidemiológica de manera permanente	$100 000.00 (MXN)
Total	**$1 000 000.00 (MXN) para 2019 y 2020 $100 000.00 (MXN) para 2022 a 2028 $1 700 000.00 (MXN) (Total)**

Sitios de consulta

- MMA (2013). Guía metodológica para la elaboración de un análisis general e impacto económico y social (AGIES) para instrumentos de gestión de calidad del aire. Ministerio del Medio Ambiente.
- Linzalone N. et al. (2018). Institutionalizing Health Impact Assessment: A consultation with experts on the barriers and facilitators to implement HIA in Italy. Journal of Environmental Management 218: 95-102.
- Secretaría de Salud (2016). Informe 2016 del Sistema de Análisis para la Vigilancia Epidemiológica ante la Contaminación Ambiental.

EJE 6. Fortalecimiento institucional y financiamiento

Medida 6.1. Fortalecimiento del sistema de monitoreo atmosférico del estado de Oaxaca

Objetivo: Ampliar el sistema de monitoreo atmosférico de la ZMCO e Instalar sistemas de monitoreo en las cuencas atmosféricas de Salina Cruz y Tuxtepec.

Justificación: Hasta ahora, la red de monitoreo estatal cuenta con dos estaciones en la ZMCO cuya cobertura es insuficiente para disponer de un diagnóstico apropiado de la calidad del aire en esa cuenca atmosférica.

Por otra parte, en la cuenca de Salina Cruz es necesario instalar un sistema de monitoreo atmosférico, pues las emisiones provenientes de la refinería exceden los lineamientos estipulados en la NOM-156-SEMARNAT-2012 y existen antecedentes de fuertes quejas de la población por la exposición a contaminantes del aire bajo ciertas condiciones meteorológicas. De igual manera, las emisiones generadas por los ingenios azucareros y otras industrias en la cuenca de Tuxtepec hacen necesario el monitoreo de la calidad del aire para conocer la contaminación a la que realmente está expuesta la población.

La ampliación de la red de monitoreo estatal debe ir acompañada de mejoras operativas y tecnológicas, y de nuevos mecanismos institucionales que permitan contar con datos continuos, así como un fortalecimiento de recursos humanos técnicos capaz de llevar a cabo las actividades.

La disponibilidad de datos de monitoreo atmosférico confiable en áreas densamente pobladas es un elemento esencial para la gestión de la calidad del aire, pues a través de sus registros históricos y situación respecto a las normas de calidad del aire deben tomarse las medidas necesarias y suficientes para proteger la salud de la población.

Responsable de la medida: DCAVV de Semaedeso

Participantes: Semaedeso, gobiernos municipales, INECC, Comité Núcleo del ProAire 2019-2028, SEMARNAT.

Beneficios esperados: Conocer las concentraciones de contaminantes criterio en las tres cuencas atmosféricas y su situación en cuanto al cumplimiento de las normas de calidad del aire, así como disponer de los registros históricos que permitan evaluar los resultados de las medidas de prevención y control implementadas dentro de los programas de gestión de la calidad del aire.

Meta e indicador de la medida:

Meta: Contar con al menos seis estaciones de monitoreo operadas conforme a los criterios de aseguramiento y control de calidad establecidos por la norma para 2028

- Indicador 1: número de monitores instalados en cada cuenca
- Indicador 2: porcentaje de datos válidos y publicados diariamente por estación de monitoreo y contaminante (2019-2028)

Acciones

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Elaborar un diagnóstico de los protocolos de operación, el sistema de rescate y almacenamiento de datos, la disponibilidad de datos en línea y el procedimiento de validación de la información ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso, INECC	Diagnóstico elaborado, con lista de acciones de mejora específicas para la red del estado	X									
Acción 2. Capacitar al personal operativo de monitoreo ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso, INECC	Porcentaje de personal capacitado	X	X								
Acción 3. Poner en operación un centro de control de datos ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso, INECC	Centro de control de datos instalado y en operación		X	X							

Acción 4. Integrar un programa estandarizado y sistemático de control de calidad **Responsable:** DCAVV de Semaedeso, INECC	Programa publicado en página web de Semaedeso		X	X							
Acción 5. Capacitar al personal administrativo/directivo de Semadeso encargado de presupuestar anualmente los insumos requeridos **Responsable:** DCAVV de Semaedeso, INECC	Capacitación realizada y presupuestos realizados conforme a la capacitación	X	X								
Acción 6. Divulgar la información de calidad del aire según la norma del Índice Nacional de Calidad del Aire **Responsable:** DCAVV de Semaedeso	Información de calidad del aire publicada en la página web de Semaedeso		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 7. Crear un fideicomiso para la operación de monitoreo atmosférico **Responsable:** DCAVV de Semaedeso, SEMARNAT	Fideicomiso creado y en operación		X	X							

Acción 8. Ampliar la red de monitoreo atmosférico, incluyendo las cuencas de Tuxtepec y Salina Cruz ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso, SEMARNAT	Estaciones instaladas y operando		X	X	X	X	X				
Acción 9. Realizar campañas de monitoreo para la medición de elementos traza y contaminantes peligrosos del aire (HAP, por sus siglas en inglés) ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso	Informes de resultados de campañas realizados							X	X		
Acción 10. Realizar monitoreo permanente de elementos traza y HAP ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso	Estaciones de monitoreo de elementos traza y HAP								X	X	X

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)[21]
Acción 1. Elaborar un diagnóstico de los protocolos de operación, el sistema de rescate y almacenamiento de datos, la disponibilidad de datos en línea y el procedimiento de validación de la información	$53 000.00 (MXN) por año

[22]Se supuso el sueldo de un mes de tres técnicos especializados (en consideración del tiempo que podría tomar) según el tabulador de sueldo de funcionarios públicos del estado 2018.

[23]Costo referencial promedio del mercado 2018.

Acción 2. Capacitar al personal operativo de monitoreo	$212 460.00 (MXN) por año
Acción 3. Poner en operación un centro de control de datos	$70 000.00 (MXN) como inversión inicial[22]
Acción 4. Integrar un programa estandarizado y sistemático de control de calidad	$159 000.00 (MXN) por año
Acción 5. Capacitar al personal administrativo/directivo de Semadeso encargado de presupuestar anualmente los insumos requeridos	$53 000.00 (MXN) por año
Acción 6. Divulgar la información de calidad del aire según la norma del Índice Nacional de Calidad del Aire	$53 000.00 (MXN) por año
Acción 7. Crear un fideicomiso para la operación de monitoreo atmosférico	$159 000.00 (MXN) por año
Acción 8. Ampliar la red de monitoreo atmosférico, incluyendo las cuencas de Tuxtepec y Salina Cruz	$3 000 000.00 (MXN) como inversión inicial[25] $270 000.00 (MXN) como post-inversión
Acción 9. Realizar campañas de monitoreo para la medición de elementos traza y contaminantes peligrosos del aire (HAP, por sus siglas en inglés)	$2 000 000.00 (MXN) por año[25]
Acción 10. Realizar monitoreo permanente de elementos traza y HAP	$2 000 000.00 (MXN) como inversión inicial[25] $150 000.00 (MXN) como post-inversión

Sitios de consulta

- https://www.epa.gov/stationary-sources-air-pollution/clean-air-act-standards-and-guidelines-petroleum-refineries-and
- https://www.epa.gov/epcra/what-epcra

Medida 6.2. Fortalecimiento de capacidades al interior del Departamento de Calidad del Aire y Verificación Vehicular

Objetivo: Contar con los recursos humanos, técnicos y económicos necesarios para la adecuada gestión de la calidad del aire, a través del desarrollo de capacidades del personal del DCAVV.

Justificación: De manera generalizada, en México se visibilizan precariamente los problemas de calidad del aire en las ciudades. Sin embargo, la falta de diagnósticos serios, aunada a la ausencia de herramientas adecuadas, no permite contar con información suficiente que permita negociar para que se destinen los recursos necesarios para la gestión de la calidad del aire. Entre los desafíos se encuentran los escasos recursos humanos en el estado, quienes tienen la misión de resolver todos los tópicos relacionados con la contaminación, sea del aire, agua o suelo, lo cual es grave, si se considera que se requiere personal capacitado para ejercer esta función.

En Oaxaca, los encargados del DCAVV son sólo dos personas, quienes se enfrentan a la regulación y gestión de industrias de jurisdicción federal importante y al control de fuentes de área demasiado dispersas y en contextos rurales que también son grandes generadores de emisiones. La gestión de calidad del aire requiere personal capaz de diagnosticar la calidad del aire a través de la medición, estimación e interpretación de resultados.

Tras el fortalecimiento en capacitación, el personal a cargo de la gestión de la calidad del aire en el estado podrá:

- Generar diagnósticos adecuados para la gestión de la calidad del aire.
- Realizar acciones preventivas y correctivas para disminuir los impactos de la contaminación del aire.
- Afrontar los desafíos que supone la gestión.

Responsable de la medida: DCAVV de Semaedeso

Participantes: Comité Núcleo del ProAire 2019-2028, INECC, SEMARNAT

Beneficios esperados: Implementación de una gestión integral de la calidad del aire del estado

Meta e indicador de la medida:

Meta: Ampliar el equipo de profesionales participantes capacitados en la gestión de la calidad del aire a 2028 para realizar todas las actividades del DCAVV de Semaedeso en tiempo y forma

- Indicador: Porcentaje de las acciones de gestión de calidad del aire realizadas en tiempo y forma mes con mes

Acciones										
Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)								
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Realizar una evaluación sobre las necesidades a diferentes niveles de gestión de la calidad del aire con base en el ProAire 2019-2028 (municipios, área de especialización, políticas, suministros) ***Responsable*:** DCAVV de Semaedeso, INECC	Reporte de evaluación realizado	X									
Acción 2. Evaluar las fortalezas y debilidades institucionales y de personal ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso, INECC, SEMARNAT	Diagramas FODA y Gantt realizados	X									
Acción 3. Desarrollar un plan operativo en función de las prioridades del DCAVV ***Responsable:*** DCAVV de Semaedeso, INECC, SEMARNAT	Planeación operativa y presupuestal elaborada	X									
Acción 4. Crear un espacio permanente para el intercambio de información con actores y municipios a través	Plataforma de información establecida y en operación		X	X	X	X	X	X	X	X	X

de una plataforma digital de información sobre calidad del aire **Responsable:** Semaedeso, INECC											
Acción 4. Sistematizar el proceso de análisis de datos de la calidad del aire (medición/estimación) para la actualización de diagnósticos, protocolos sectoriales y reglamentos **Responsable:** DCAVV de Semaedeso, INECC, SEMARNAT	Análisis de datos sistematizado e instrumentos de gestión de la calidad del aire actualizados			X	X	X	X	X	X	X	X

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
Acción 1. Realizar una evaluación sobre las necesidades a diferentes niveles de gestión de la calidad del aire con base en el ProAire 2019-2028 (municipios, área de especialización, políticas, suministros)	$53 000 pesos (MXN) por año
Acción 2. Evaluar las fortalezas y debilidades institucionales y de personal	$212 460 pesos (MXN) por año[23]
Acción 3. Desarrollar un plan operativo en función de las prioridades del DCAVV	$212 460 pesos (MXN) por año[24]
Acción 4. Crear un espacio permanente para el intercambio de información con actores y municipios a través de una plataforma digital de información sobre calidad del aire	$53 000 pesos (MXN) por año

[24]Sueldo de un funcionario público al año..

[25]Sueldo de un funcionario público al año.

Acción 5. Sistematizar el proceso de análisis de datos de la calidad del aire (medición/estimación) para la actualización de diagnósticos, protocolos sectoriales y reglamentos	$212 460 pesos (MXN) anuales[25]

Sitios de consulta

- https://www.finanzasoaxaca.gob.mx/pdf/presentacion/PE2018/egresos/ANEXO%206.pdf

[26]Sueldo de un funcionario público al año.

Medida 6.3. Conformación y puesta en marcha del Comité Núcleo ProAire 2019-2028

Objetivo: Conformar e institucionalizar el comité que dará seguimiento y evaluará los avances de las medidas del ProAire 2019-2028.

Justificación: Debido a que el ProAire 2019-2028 es un programa donde participan los tres órdenes de gobierno y cuya instrumentación transita a través de periodos gubernamentales diferenciados, es necesario contar con un grupo de trabajo constituido por actores clave que lo hagan trascender más allá de las administraciones y que faciliten la cooperación interinstitucional. Además, este grupo debe contar con representantes de la sociedad civil, la academia y la industria, idealmente con capacidad de influir en la toma de decisiones y conocimientos en temas ambientales, de preferencia relacionados con la calidad del aire.

El grupo de trabajo conocido como Comité Núcleo ProAire (CNP) es fundamental en la implementación, ejecución y seguimiento de las medidas. Para esto, es necesario que se rija por un reglamento que establezca las funciones y atribuciones de cada miembro y su personal auxiliar.

Responsable de la medida: Semaedeso.

Participantes: SEMARNAT Delegación Oaxaca y DGGCARETC, Semaedeso, Dirección de capacitación y cultura ambiental; Secretaría de Salud, Sistema Estatal de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE), Protección civil, INEGI; Semovi, Sinfra, Sedapa, IEEPO, Coesfo, procuraduría ambiental, municipios, academia, industria, sociedad civil.

Beneficios esperados: Garantizar el seguimiento efectivo y eficiente de la implementación de las medidas, desde la gestión de su financiamiento hasta su culminación.

Meta e indicador de la medida:

Meta: Integrar el comité núcleo para la puesta en marcha del ProAire 2019-2028

- Indicador: reglamento interno y plan de trabajo del comité acordados y publicados

Acciones										
Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acción 1. Establecer el Comité Núcleo ***Responsable:*** Semaedeso	Acta protocolizada	X									
Acción 2. Diseñar el reglamento de operación del CNP ***Responsable:*** CNP	Reglamento diseñado	X									
Acción 3. Instrumentar los mecanismos de participación y la conformación de subcomités por ejes temáticos ***Responsable:*** CNP	Mecanismo y subcomités creados	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4. Documentar toda la información que se derive de la ejecución, evaluación y seguimiento de cada medida que integra el ProAire 2019-2028 ***Responsable:*** CNP	Informe anual de evaluación publicado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 5. Realizar sesiones informativas con medios de comunicación sobre los avances y la instrumentación del ProAire 2019-2028	Ruedas de prensa realizadas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable: CNP	Ruedas de prensa realizadas										
Acción 6. Evaluar los resultados de las medidas del ProAire 2019-2028 ***Responsable:*** CNP	Estudios de evaluaciones publicados										X

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
Acción 1. Establecer el Comité Núcleo	Gasto corriente de las dependencias
Acción 2. Diseñar el reglamento de operación del CNP	Gasto corriente de las dependencias
Acción 3. Instrumentar los mecanismos de participación y la conformación de subcomités por ejes temáticos	Gasto corriente de las dependencias
Acción 4. Documentar toda la información que se derive de la ejecución, evaluación y seguimiento de cada medida que integra el ProAire 2019-2028	Gasto corriente de las dependencias
Acción 5. Realizar sesiones informativas con medios de comunicación sobre los avances y la instrumentación del ProAire 2019-2028	Gasto corriente de las dependencias
Acción 6. Evaluar los resultados de las medidas del ProAire 2019-2028	Gasto corriente de las dependencias

Sitios de consulta

- Guía de Elaboración de ProAire de SEMARNAT

Medida 6.4. Implementación de mecanismos de financiamiento

Objetivo: Contar con recursos suficientes para la implementación de las medidas del ProAire 2019-2028, mediante identificación, disposición y uso de diversos mecanismos de financiamiento.

Justificación: Para la implementación oportuna de las medidas del ProAire 2019-2028, es indispensable contar con una cantidad de recursos económicos administrados de forma correcta.

Debido a que una cantidad importante de las acciones planteadas deberán llevarse a cabo por dependencias públicas y considerando sus limitados recursos, es importante identificar fuentes externas de ingresos, así como diseñar mecanismos de administración y de aprovechamiento de sinergias con otros programas, a fin de garantizar el logro de los objetivos y las metas del ProAire 2019-2028.

Al respecto, el artículo 7 de la Ley de Equilibrio Ecológico del estado de Oaxaca establece que: "Para formular y conducir la política ambiental estatal, expedir y aplicar los instrumentos previstos en esta Ley, las autoridades tendrán en cuenta [...] que se procure la capacidad técnica, financiera y humana para realizar actividades de investigación, planeación y administración encaminadas al desarrollo sustentable del Estado".

Responsable de la medida: Semaedeso

Participantes: Ejecutivo y Legislativo del Estado, Sefin, Comité técnico del Fondo Estatal de Cambio Climático, Secretaria de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

Beneficios esperados: Lograr el cumplimiento de los objetivos y las metas del programa en los tiempos planeados, a partir de un financiamiento suficiente y oportuno.

Meta e indicador de la medida:

Meta: recabar la cantidad necesaria para garantizar la implementación de todas las medidas del ProAire 2019-2028.

- Indicador: cantidad de dinero recaudado y destinado a medidas del ProAire 2019-2028

Acciones										
Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (años)								
		19	20	21	22	23	24	25	26	27
Acción 1. Realizar el diagnóstico anual de fuentes de financiamiento potenciales ***Responsable:*** Semaedeso	Diagnóstico realizado		X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 2. Realizar campañas de contacto y obtención de apoyos ***Responsable:*** Semaedeso	Reportes de contacto realizados		X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 3. Obtener apoyos ***Responsable:*** Semaedeso	Número de apoyos y cantidades gestionados y obtenidos		X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4. Diseñar los procedimientos de coordinación y entendimiento con el Fondo Estatal de Cambio Climático y los fondos municipales ***Responsable:*** Semaedeso y Comité Técnico del FECC	Procedimientos de coordinación y entendimiento diseñados		X							
Acción 5. Emitir decreto y/o reformar la Ley de equilibrio ecológico del estado de Oaxaca, para	Fondo y/o fideicomiso establecido		X							

habilitar la creación de un fondo y/o fideicomiso ***Responsable:*** Ejecutivo y Legislativo Estatal, Semaedeso											
Acción 6. Diseñar el procedimiento del fondo y/o fideicomiso, que incluya los recursos provenientes de donativos, multas, trámites, permisos y auditorías, entre otros ***Responsable:*** Sefin, SHCP	Procedimiento del fondo y/o fideicomiso diseñado		X								
Acción 7. Crear el reglamento del fondo y/o fideicomiso, que incluya los mecanismos de operación ***Responsable:*** Semaedeso y Sefin	Reglamento del fondo y/o fideicomiso diseñado		X								
Acción 8. Publicar el reglamento del fondo y/o fideicomiso, que incluya los mecanismos de operación ***Responsable:*** Sefin	Reglamento del fondo y/o fideicomiso publicado			X							

Acción 9. Actualizar un programa con la especificación de los destinos de cada fondo adquirido o donativo ***Responsable:*** Semaedeso y Sefin	Programa publicado		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 10. Incluir en el PVV obligatorio el destino de los recursos provenientes del mismo a dicho fondo y/o fideicomiso (cobro de la verificación, compra de hologramas, multas) ***Responsable:*** Semaedeso	Modificación en el programa de verificación realizada		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 11. Rendir cuentas ante donantes ***Responsable:*** Semaedeso y Sefin	Reportes de rendición de cuentas realizados		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 12. Realizar seguimiento, monitoreo y rendición de cuentas del fondo y/o fideicomiso ***Responsable:*** Semaedeso y Sefin	Informe sobre monto mensual absoluto de la recaudación generada y destino del gasto realizado		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Costo estimado	
Acciones	**Monto estimado (M.N.)**
Acción 1. Realizar el diagnóstico anual de fuentes de financiamiento potenciales	Gasto corriente de las dependencias
Acción 2. Realizar campañas de contacto y obtención de apoyos	Gasto corriente de las dependencias
Acción 3. Obtener los apoyos	Gasto corriente de las dependencias
Acción 4. Diseñar los procedimientos de coordinación y entendimiento con el Fondo Estatal de Cambio Climático y los fondos municipales	Gasto corriente de las dependencias
Acción 5. Emitir decreto y/o reformar la Ley de equilibrio ecológico del estado de Oaxaca, para habilitar la creación de un fondo y/o fideicomiso	Gasto corriente de las dependencias
Acción 6. Diseñar el procedimiento del fondo y/o fideicomiso, que incluya los recursos provenientes de donativos, multas, trámites, permisos y auditorías, entre otros	Gasto corriente de las dependencias
Acción 7. Crear el reglamento del fondo y/o fideicomiso, que incluya los mecanismos de operación	Gasto corriente de las dependencias
Acción 8. Publicar el reglamento del fondo y/o fideicomiso, que incluya los mecanismos de operación	Gasto corriente de las dependencias
Acción 9. Actualizar un programa con la especificación de los destinos de cada fondo adquirido o donativo	Gasto corriente de las dependencias
Acción 10. Incluir en el PVV obligatorio el destino de los recursos provenientes del mismo a dicho fondo y/o fideicomiso (cobro de la verificación, compra de hologramas, multas)	Gasto corriente de las dependencias
Acción 11. Rendir cuentas ante donantes	Gasto corriente de las dependencias
Acción 12. Realizar seguimiento, monitoreo y rendición de cuentas del fondo y/o fideicomiso	Gasto corriente de las dependencias

Sitios de consulta

- Ley del Equilibrio Ecológico del estado de Oaxaca
- Ley de Cambio Climático para el Estado de Oaxaca
- Programa Estatal de Cambio Climático de Oaxaca 2016-2022
- Programa Estatal de Verificación de Vehículos del estado de Oaxaca
- https://www.gob.mx/comisionambiental/acciones-y-programas/fideicomiso-para-apoyar-programas-proyectos-y-acciones-ambientales-en-la-megalopolis

CAPÍTULO 7.

OPCIONES DE FINANCIAMIENTO

7.1. Introducción y objetivo

Con el fin de implementar de manera oportuna las medidas planteadas y conseguir sus metas en tiempo y forma, resulta necesario establecer estrategias para garantizar la suficiencia de recursos y su correcta administración.

Asimismo, como se observó en el capítulo anterior, un alto porcentaje de las medidas deberá ser implementado por entidades públicas, las cuales por lo general no sólo atienden el tema de mejorar la calidad del aire y tienen el mandato de atender otro tipo de actividades. Esto implica que el desarrollo de las medidas del ProAire en muchos casos rivaliza en atención con el de otras acciones, con el riesgo de quedar fuera de la asignación de recursos.

A fin de evitar esta rivalidad y garantizar la sostenibilidad de los objetivos y las acciones del ProAire, este capítulo presenta una estrategia de tres ejes a empujar: **aprovechamiento de sinergias** con otros programas, **gestión centralizada** de los recursos y reconocimiento de **fuentes externas** de ingresos.

7.2. Aprovechamiento de sinergias

La Ley de cambio climático para el estado de Oaxaca (LCCEO) establece la creación del Fondo Estatal para el Cambio Climático (FECC) con el objeto de captar y canalizar recursos financieros públicos, privados, nacionales e internaciones, que serán destinados a priorizar proyectos y acciones relacionadas con prevención de desastres y adaptación y mitigación del cambio climático. Los ingresos de este fondo, según la misma ley, se constituyen por:

- Aportación inicial que el Gobierno del estado de Oaxaca determine.
- Recursos propios del estado y sus municipios, determinados anualmente.
- Sanciones por exceder límites de emisiones establecidos.
- Aportaciones que efectúen los sectores público, privado y social.
- Donaciones de personas físicas o morales.
- Aportaciones por parte de gobiernos de otros países u organismos internaciones.

Asimismo, el artículo 58 de la misma ley establece que el fondo podrá complementar o transferir recursos a otros fondos con objetivos concurrentes, previo acuerdo del Comité Intersecretarial de Cambio Climático (CICC). Esto abre la posibilidad de aprovechar las sinergias entre las acciones de combate al cambio climático y de mejora de la calidad del aire, que en muchos casos son las mismas, pues atienden a la prevención de emisiones a la atmosfera. El fideicomiso o fondo, planteado en el segundo eje, puede ser el puente para aprovechar los recursos del FECC, aprovechando lo establecido en la LCCEO.

A consecuencia de lo que mandata la LCCEO, en 2015 se publicó el PECC, que corresponde al instrumento de planeación que define los ejes estratégicos y las acciones que el gobierno de Oaxaca deberá instrumentar durante los siguientes años como parte de la política estatal en materia de cambio climático *(Semaedeso, 2018c).* La ***Tabla 47*** muestra las medidas establecidas en el PECC que coinciden con algunas del ProAire 2019-2028 y que directamente aprovechan los recursos de la estructura financiera que proporciona el FECC.

Tabla 47. Medidas coincidentes entre el PECC y el ProAire 2019-2028.

Eje estrategico	Clave y nombre de la medidaE	je estratégico	Clave y nombre de la medida
Eje2. Movilidad integral urbana	M5. Plan Integral de Movilidad Urbana de la ZMCO (Fase I).	EJE 2. Reducción de emisiones de fuentes móviles	Medida 2.2. Reducción de emisiones provenientes de vehículos de transporte público de la ZMCO.
Eje 3. Eficiencia energética en vivienda y servicios	M6. Expansión del uso de calentadores solares en el sector residencial (viviendas urbanas y comercios).	EJE 2. Reducción de emisiones de fuentes móviles	Medida 2.2. Reducción de emisiones provenientes de vehículos de transporte público de la ZMCO.
Eje 3. Eficiencia energética en vivienda y servicios	M8. Estufas eficientes de leña en comunidades rurales.	EJE 3. Reducción de emisiones de fuentes de área	Medida 3.6. Determinación del consumo de leña para uso residencial y comercial en el estado de Oaxaca.
Eje 5. Reducción de carbono negro	M12. Sistemas de control de partículas (carbono negro) en ingenios azucareros.	EJE 1. Reducción de emisiones de fuentes fijas	Medida 1.3. Reducción de emisiones provenientes de ingenios azucareros.
Eje 5. Reducción de carbono negro	M13. Eficiencia de combustión de biomasa en hornos ladrilleros y cerámicos.	EJE 3. Reducción de emisiones de fuentes de área	Medid 3.2. Proyecto Piloto de Horno ladrillero tecnificado. Medida 3.7. Diagnóstico para cuantificar las emisiones generadas por el sector alfarero (cambio tecnológico y certificado asociado.
Eje 6. Territorios climáticamente inteligentes	M17. Fortalecimiento del programa de manejo forestal sustentable (saneamiento y manejo integral del fuego.	EJE 3. Reducción de emisiones de fuentes de área	Medida 3.3. Consolidación de esfuerzos para el combate a incendios forestales.
Eje 6. Territorios climáticamente inteligentes	M14. Sustitución de fertilizantes químicos nitrogenados por biofertilizantes y/o abonos orgánicos.	EJE 3. Reducción de emisiones de fuentes de área	Medida 3.4. Implementación de un Proyecto piloto para la producción agropecuaria regenerativa.
Eje 6. Territorios climáticamente inteligentes	M15. Manejo de excretas de ganado de traspatio, estabulado y semi estabulado para la producción de fertilizantes orgánicos.	EJE 3. Reducción de emisiones de fuentes de área	Medida 3.4. Implementación de un Proyecto piloto para la producción agropecuaria regenerativa.

Eje estrategico	Clave y nombre de la medida	Eje estratégico	Clave y nombre de la medida
Eje 6. Territorios climáticamente inteligentes	M18. Fomento de agroecología en predios agrícolas.	EJE 3. Reducción de emisiones de fuentes de área	Medida 3.4. Implementación de un Proyecto piloto para la producción agropecuaria regenerativa. Medida 3.5. Eliminación de las prácticas de quema de pastos y esquilmos en la producción agropecuaria.
Eje 6. Territorios climáticamente inteligentes	M20. Manejo integral de la ganadería extensiva para incrementar el coeficiente de agostadero.	EJE 3. Reducción de emisiones de fuentes de área	Medida 3.4. Implementación de un Proyecto piloto para la producción agropecuaria regenerativa.

Fuente: Elaboración propia con información del PECC (Semaedeso, 2018c).

7.3. Fideicomiso para mejorar la calidad del aire en el estado de Oaxaca

Debido a la naturaleza intersectorial de las acciones para mejorar la calidad del aire, es complicada en la mayoría de los casos la coordinación para la priorización de acciones a realizar y de los recursos que destina cada entidad responsable. Por ello, resulta muy práctica la centralización de la administración de los recursos recabados y su canalización a la implementación de las acciones planteadas en el ProAire 2019-2028.

Uno de los instrumentos que centraliza la administración de los recursos, y que puede otorgar la practicidad mencionada, es el establecimiento de un fondo y/o fideicomiso con un diseño similar al Fondo Estatal de Cambio Climático. Además de la mayor practicidad en la administración de los recursos focalizados en acciones para mejorar la calidad del aire y la definición previa y clara de las fuentes de ingresos y las actividades a las que irán destinados los recursos, brindará mayor transparencia en el financiamiento del ProAire 2019-2028.

Por otro lado, y como complemento de la estrategia, deberá buscarse que la gran mayoría de ingresos a dicho fondo provengan, en la medida de lo posible, de ciertas medidas establecidas en este ProAire, a través del pago de derechos, trámites, permisos y multas derivadas de la aplicación de la regulación en materia de protección a la atmósfera; esto con el fin de garantizar la sostenibilidad financiera del ProAire 2019-2028 y desvincularla lo más posible de la dependencia de recursos externos.

Un inicio de la propuesta anterior pudiera ser aprovechar lo establecido en el Programa Estatal de Verificación de Vehículos del estado de Oaxaca (PVVO), donde se señala que, de conformidad con el artículo 156 de la Ley de Equilibrio Ecológico del estado de Oaxaca, la secretaría podrá diseñar el mecanismo administrativo en coordinación con otras instituciones para aplicar las sanciones correspondientes derivadas de dicho programa *(Semaedeso, 2017)* .

Sin embargo, a diferencia del Fondo Estatal de Cambio Climático, que se fundamenta en la LCCEO, el fondo propuesto no se sustenta en la legislación vigente en materia de equilibrio ecológico del estado, por lo que una alternativa temporal mientras se impulsa el cambio en la legislación podría ser el establecimiento de un fideicomiso con participación estatal dedicado a la materia.

El estado de Oaxaca cuenta con una ley que regula los fideicomisos con participación estatal (LRFPE), la cual se alinea con la propuesta, pues en su artículo 4 establece que estos fideicomisos podrán constituirse para conjuntar esfuerzos del sector público, social y privado a fin de fomentar y promover programas, proyectos, iniciativas y acciones que favorezcan el desarrollo sustentable del estado, señalando (entre otras) apoyo en el aprovechamiento racional y equitativo de recursos naturales, protección del medio ambiente y desarrollo sustentable comunitario, local y regional en áreas urbanas y rurales en el ámbito de competencia de las autoridades estatales y municipales.

7.4. Identificación de fuentes externas de financiamiento

Como se mencionó en la introducción de este capítulo, la primera fuente de financiamiento de las acciones establecidas en el ProAire 2019-2028 corresponde a los recursos del presupuesto estatal y/o municipal. Sin embargo, la asignación de éstos rivaliza con una gran variedad de acciones de las cuales son responsables los gobiernos locales. Por ello, y con el fin de garantizar la adecuada implementación del ProAire 2019-2028, es necesario conseguir financiamiento de fuentes externas.

Dentro de las estas opciones externas de financiamiento se pueden encontrar:

- Recursos federales destinados a las entidades federativas y municipios
- Banca de desarrollo
- Banca comercial
- Fondos del sector público
- Fondos privados
- Donaciones
- Organismos internacionales

7.4.1. Recursos federales destinados a entidades federativas y municipios

El acceso a los recursos presupuestales federales requiere integrar las acciones del ProAire 2019-2028 en la planificación estatal y municipal de desarrollo o contemplarlas dentro del gasto local. Los recursos federales a los que pueden acceder los estados y municipios son *(CMM, 2014)*:

- **Ramo 23. Provisiones salariales y económicas**

Este ramo presupuestario se compone de recursos que pueden ser destinados a entidades y municipios a través de fondos específicos, para destinarlos principalmente a infraestructura pública, desarrollo de zonas metropolitanas e incremento del capital físico y capacidad productiva de los estados con menor índice de desarrollo humano, entre otros.

- **Ramo 28. Participaciones federales**

Ramo del presupuesto federal con recursos asignados a los estados y municipios de acuerdo con la Ley de Coordinación Fiscal, los cuales no están condicionados en su entrega ni en su ejercicio, por lo que pueden ser usados libremente. La decisión del manejo y la aplicación de estos recursos depende del órgano legislativo de la entidad.

- **Ramo 33. Aportaciones federales para entidades federativas y municipios**

Son recursos que la federación transfiere a las haciendas públicas de estados, Distrito Federal y, en su caso, municipios cuyo gasto está condicionado a la consecución y el cumplimiento de los objetivos que la Ley de Coordinación Fiscal dispone.

- **Ramo 16. Programa de fortalecimiento ambiental de las entidades federativas**

A través de la SEMARNAT se canalizan recursos presupuestales a los estados para el financiamiento de proyectos de fortalecimiento de la infraestructura ambiental, tanto estatales como municipales.

7.4.2. Catálogo de fuentes de recursos externos

A continuación, en la ***Tabla 48***, se muestra una revisión de posibles fuentes de financiamiento para cada medida establecida en el ProAire 2019-2028, provenientes sobre todo de la banca de desarrollo, fondos del sector público, fondos privados, donaciones y organismos internacionales. Se recomienda hacer esta revisión al menos una vez cada año, debido al dinamismo de este tipo de programas.

Tabla 48. Fuentes de financiamiento externo de medidas del ProAire 2019-2028.

Medida	Institución financiera	Tipo de apoyo financiero	Página web	Datos del contacto
1.1 Reducción de las emisiones a la atmósfera provenientes de la refinería Ing. Antonio Dovalí Jaime.	Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)	Garantía, crédito comercial, crédito concesional, asistencia técnica.	https://www.caf.com/es/sobrecaf/	Av. Paseo de la Reforma, No. 342, Piso 23, col. Juárez, C.P. 06600, Del. Cuauhtémoc, CDMX. Tel. +52 (55) 1102 6911
	Banco Nacional de Obras y Servicios (BANOBRAS) / Cofinanciamiento y Créditos Sindicados de Largo Plazo	Créditos simples y crédito en cuenta corriente. Siendo elegibles instituciones del sector público como paraestatales del sector energético.	https://www.gob.mx/banobras/acciones-y-programas/cofinanciamiento-y-creditos-sindicados-de-largo-plazo?state=published	Javier Barros Sierra 515, Lomas de Santa Fe, Ciudad de México. C.P. 01219. Tel. 01 (800) 2266 2727. E-mail: contacto.banobras@banobras.gob
	México Infraestructura Partners – Fondos EXI	Apoyo financiero a proyectos de infraestructura como transporte de gas natural, almacenamiento de líquidos y plantas de proceso.	http://www.mexicoinfra.com/exi/	Av. De las Palmas, No. 1005, col. Lomas de Chapultepec, Del. Miguel Hidalgo, C.P. 11000, Oficina 301. Tel. (55) 5292-4772.
1.2 Sustitución de combustibles fósiles por combustibles alternativos (Biomasa y RSU) en cementera.	Banobras / Cofinanciamiento y Créditos Sindicados de Largo Plazo	Créditos simples y crédito en cuenta corriente. Siendo elegibles entidades privadas para actividades de aprovechamiento de residuos para generación eléctrica.	https://www.gob.mx/banobras/acciones-y-programas/cofinanciamiento-y-creditos-sindicados-de-largo-plazo?state=published	Javier Barros Sierra 515, Lomas de Santa Fe, Ciudad de México. C.P. 01219. Tel. 01 (800) 2266 2727. E-mail: contacto.banobras@banobras.gob
	BK Partners y The Rohatyn Group (TRG) Balam Fund	Financiamiento para empresas dedicadas, entre otras actividades, a proyectos de generación de energías renovables (biomasa) y cogeneración.	http://balamfund.com/services/	Av. Paseo de la Reforma 412, Piso 21, Col. Juárez, del. Cuauhtémoc, C.P. 06600, CDMX. Tel. +52 (55) 1450 – 0800, E-mail: elima@bkpartners.com
1.3 Reducción de emisiones provenientes de ingenios azucareros	Secretaría de Agricultura,Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	Apoyo monetario a fondo perdido.	https://www.gob.mx/sagarpa/acciones-yprogramas/componente-de-modernizacion-de-maquinaria-y-equipo	Municipio Libre 377, Santa Cruz Atoyac, Ciudad de México. C.P. 03310 Tel. (55) 38711000, E-mail: contacto@sagarpa.gob.mx
	Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario,Rural, Forestal y Pesquero (FND)	Crédito para Socas y Resocas, crédito para reparación de parque vehicular.	https://www.gob.mx/fnd	Agrarismo 227, Escandón, Ciudad de México. C.P. 11800 Tel. 01 800 0078725, E-mai: comunicacion@fnd.gob.mx
	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA)	Apoyo financiero y asesoría técnica para personas físicas y morales del sector agropecuario, en actividades como transferencia de tecnología.	https://www.fira.gob.mx/	Amapolas 1100, 3er. Piso, Esquina Naranjos. col. Reforma Oaxaca, Oax. C. P. 68050 Tel. (01-951) 515-5085 y 7500
2.1 Actualización del programa de verificación vehicular en la ZMCO	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Préstamos y donaciones a entidades gubernamentales a nivel estatal y local.	https://www.iadb.org/es	Avenida Paseo de la Reforma 222, Piso 11, col. Juárez, del. Cuauhtémoc, CDMX. Tel. (52-55) 9138-6200, (52-55) 9138-6229 BIDMexico@iadb.org
2.2 Reducción de emisiones provenientes de vehículos de transporte público en la ZMCO.	Banobras y Banco Mundial, Proyecto de Transformación del Transporte Urbano (PTTU)	Financiamiento destinado a entidades del sector público (y privado) para el desarrollo de proyectos de transporte sustentable		Javier Barros Sierra 515, col. Lomas de Santa Fe, C.P. 01219, Ciudad de México. Tel. 01 (800) 2266 2727 contacto.banobras@banobras.gob

Medida	Institución financiera	Tipo de apoyo financiero	Página web	Datos del contacto
2.2 Reducción de emisiones provenientes de vehículos de transporte público en la ZMCO.	Banobras, Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN)	Financiamiento destinado a entidades del sector público (y privado), a nivel estatal y municipal, para actividades de infraestructura urbana	https://www.fonadin.gob.mx/acerca-del-fonadin/	Javier Barros Sierra 515, col. Lomas de Santa Fe, C.P. 01219, Ciudad de México. Tel. 01 (800) 2266 2727 contacto.banobras@banobras.gob
	CAF, Transporte sostenible para ciudades intermedias	Financiamiento y asesoría técnica en proyectos que busquen reducir emisiones desde la adopción de modos de transporte público más eficiente	https://www.caf.com/es/sobrecaf/	Av. Paseo de la Reforma 342, piso 23, col. Juárez, del. Cuauhtémoc, C.P. 06600, Ciudad de México. Tel. +52 (55) 1102 6911
3.1 Fomentar el uso de calentadores solares en el sector residencial y comercial.	Nacional Financiera (NAFIN), Mejora Sustentable en Vivienda, Eco Crédito Empresarial Masivo	Financiamiento en condiciones preferenciales para el aprovechamiento de energía solar, financiando equipos como calentadores solares	https://www.nafin.com/portalnf/content/financiamiento/mejora_vivienda.html	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica-FIDE. Mariano Escobedo 420, col. Anzures, C.P. 11590, Ciudad de México. Tel: 01-800-343-3835 fide.contacto@fide.org.mx
3.2. Ejecución del proyecto piloto de horno ladrillero tecnificado.	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), fondos mixtos	Subsidio en efectivo o en especie para continuar la investigación científica y el desarrollo tecnológico del estado que brinda el financiamiento	https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-fondos-mixtos-constituidos	Av. Insurgentes Sur 1582, col. Crédito Constructor, del. Benito Juárez, C.P. 03940. Ciudad de México. Tel. +52 (55) 5322-7700 cst@conacyt.mx
	Plataforma mexicana de carbono	Posibilidad de emisión de bonos verdes destinados a añadir valor a actividades que reduzcan emisiones	http://www.mexico2.com.mx	Av. Paseo de la Reforma 255, col. Cuauhtémoc, del. Cuauhtémoc, C.P. 06500, Ciudad de México. Tel. (55) 5128.2048 contacto@mexico2.com.mx
3.3 Consolidación de esfuerzos para el combate a incendios forestales.	Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Programa Nacional Forestal (PRONAFOR)	Subsidios destinados (entre otros) a personas físicas, morales y colectivas dedicadas a la actividad forestal con fines de protección, conservación, restauración, etcétera, de productos forestales	https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/apoyosconafor	Periférico Poniente 5360, San Juan de Ocotán, Jalisco, C.P. 45019. Tel. (33) 3777 7000 conafor@conafor.gob.mx
	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), programa ENAREDD+	Financiamiento destinado a comunidades, gobiernos, empresas y organizaciones sin fines de lucro para actividades de manejo de recursos naturales que contribuyan a REDD+	https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/96565/04_REDD en_Mexico.pdf	Periférico Poniente 5360, San Juan de Ocotán, Jalisco, C.P. 45019. Tel. (33) 3777 7000 conafor@conafor.gob.mx
	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES)	Subsidios y asesoría técnica destinado a proyectos de conservación de los ecosistemas y su biodiversidad en las regiones prioritarias	https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/programasde-subsidio	Ejército Nacional 223, col. Anáhuac I sección, Ciudad de México, C.P. 11320. Tel. (55) 5449 7000 uenlace@conanp.gob.mx
3.4. Implementación de un proyecto piloto para la producción agropecuaria regenerativa	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA)	Financiamiento de tipo crédito refaccionario, financiamiento rural, microcréditos y asesoría técnica a personas físicas y morales de los sectores agropecuario y rural	https://www.fira.gob.mx/Nd/index.jsp	Anillo Periférico Blvd. Adolfo López Mateos 4300, col. Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04500, Ciudad de México. Tel. 01-800-999-FIRA (3472), 01 55 5449 1905 helpdesk@fira.gob.mx
	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO)	Subvenciones en apoyo a los países monitoreando la seguridad alimentaria, fomentando (entre otras actividades) la agricultura familiar, el desarrollo agrícola y rural, y la adaptación al cambio climático	http://www.fao.org/home/es/	Farallón 130, col. Jardines del Pedregal, C.P. 01900, Ciudad de México. Tel. (+52) 55-245-799-71, (+52) 55-556-845-95 FAO-MX@fao.org

Medida	Institución financiera	Tipo de apoyo financiero	Página web	Datos del contacto
3.4. Implementación de un proyecto piloto para la producción agropecuaria regenerativa	Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro)	Proyecto de investigación y desarrollo rural de SAGARPA y CIMMYT que promueve una intensificación sustentable de la producción de maíz y trigo en México a fin de aumentar el ingreso de los agricultores y la sustentabilidad de sus sistemas de producción	https://www.cimmyt.org/es/project-profile/modernizacion-sustentable-de-la-agricultura-tradicional/	Kilómetro 45, carretera México-Veracruz, col. El Batán,Texcoco, C.P. 56237, Edo. de Méx. Tel. +52 (55) 5804 2004, +52 (595) 952 1900
3.5. Eliminación de las prácticas de quema de pastos y esquilmos en la producción agropecuaria	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	Apoyo monetario a fondo perdido	https://www.gob.mx/sagarpa/acciones-yprogramas/componente-de-modernizacion-de-maquinaria-yequipo	Municipio Libre 377, col. Santa Cruz Atoyac, C.P. 03310. Ciudad de México. Tel. (55) 38711000 contacto@sagarpa.gob.mx
	Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero (FND)	Créditos en condiciones ventajosas frente a la Banca Comercial, destinado a cualquier actividad económica que se realice en poblaciones rurales menores a 50 000 habitantes	https://www.gob.mx/fnd	Agrarismo 227, col. Escandón, C.P. 11800, Ciudad de México. Tel. 01 800 0078725 comunicacion@fnd.gob.mx
	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA)	Apoyo financiero y asesoría técnica para personas físicas y morales del sector agropecuario en actividades (entre otras) de producción primaria del sector.	https://www.fira.gob.mx/	Amapolas 1100, 3er. piso, esquina Naranjos, col. Reforma, Oaxaca, C.P. 68050, Oax. Tel. (01-951) 515-5085 y 7500
3.6. Determinación del consumo de leña para uso residencial y comercial en el estado de Oaxaca	Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)	Programa Piloto de Sustitución de Leña y Carbón por Gas Licuado para llevar alrededor de 13 000 estufas de gas a hogares en situación de pobreza extrema alimentaria, además de facilitar el acceso del energético en tiendas Liconsa	https://www.gob.mx/sedesol	Av. Paseo de la Reforma 116, col. Juárez, del. Cuauhtémoc, C.P. 06600, Ciudad de México. Tel. 5328 5000 demandasocial@sedesol.gob.mx
	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO)	Subvenciones en apoyo a los países monitoreando la seguridad alimentaria, fomentando (entre otras actividades) la agricultura familiar, el desarrollo agrícola y rural y la adaptación al cambio climático	http://www.fao.org/home/es/	Farallón 130, col. Jardines del Pedregal, C.P. 01900, Ciudad de México. Tel. (+52) 55-245-799-71, (+52) 55-556-845-95 FAO-MX@fao.org
4.1. Implementación de la campaña de comunicación pública ProAire 2019-2028	Cámara Nacional de la Industria de Radio y Televisión (CIRT)	Institución autónoma de interés público sin fines de lucro que agrupa a las personas con título de concesión para operar y explotar comercialmente estaciones de radio y televisión	http://www.cirt.com.mx	Horacio 1013, col. Polanco Reforma, del. Miguel Hidalgo, Ciudad de México. Tel. +52 55 5726 9909
	Google AD Grants	Donación en especie equivalente a 10 000 dólares (USD) mensuales en publicidad de Google Ads (publicidad en línea de Google)	http://www.google.com.mx/intl/es/grants	----------
	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Préstamos y donaciones a entidades gubernamentales a nivel estatal y local	https://www.iadb.org/es	Av. Paseo de la Reforma 222, piso 11, col. Juárez, del. Cuauhtémoc, Ciudad de México. Tel. (52-55) 9138-6200, (52-55) 9138-6229 BIDMexico@iadb.org

Medida	Institución financiera	Tipo de apoyo financiero	Página web	Datos del contacto
5.1. Creación de capacidades locales sobre evaluación de impactos en la salud y externalidades vinculadas con la contaminación atmosférica	Fondo Sectorial de Investigación ambiental SEMARNAT-CONACYT	Subsidio en efectivo o en especie que permite continuar la investigación científica y el desarrollo tecnológico del sector salud	https://www.conacyt.gob.mx/index.php/-fondos-sectoriales-cons-tituidos2/item/semarnat-conacyt	Av. Insurgentes Sur 1582, col. Crédito Constructor, del. Benito Juárez, C.P. 03940, Ciudad de México. Tel. +52 (55) 5322-7700 cst@conacyt.mx
	Japan International Cooperation Agency (JICA)	Asesoría técnica en las modalidades de proyecto de cooperación técnica, co-creación de programas y cooperación técnica	https://www.jica.go.jp/activities/evalua-tion/ku57pq00000l-n698-att/development_evaluation_en.pdf	JICA Oficina en México. Ejército Nacional 904, piso 16B, col. Palmas Polanco, C.P. 11560, Ciudad de México. Tel. + (52-55) 5557-9995 mx_oso_rep@jica.go.jp
5.2. Elaboración de un programa de vigilancia epidemiológica estatal vinculada con la contaminación atmosférica y sus efectos en la salud pública	Fondo Sectorial CONACYT-Secretaría de Salud	Subsidio en efectivo o en especie que permite continuar la investigación científica y el desarrollo tecnológico del sector salud	http://conacyt.gob.mx/index.php/fondos-sec-torialesconstitui-dos2/item/ssa-imssissste-conacyt	Av. Insurgentes Sur 1582, col. Crédito Constructor, del. Benito Juárez, C.P. 03940, Ciudad de México. Tel. +52 (55) 5322-7700 M. en C. Margarita Irene Calleja y Quevedo, Secretaria Técnica del Fondo Sectorial mcalleja@conacyt.mx
	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)	Protección a la población por exposición a factores ambientales, mediante regulación, control y prevención de riesgos sanitarios	https://www.gob.mx/cofepris/	Oklahoma 14, col. Nápoles, C.P. 03810, Ciudad de México. Tel. 5080 5200 contactociudadano@cofepris.gob.mx
6.1. Fortalecimiento del Sistema de Monitoreo Atmosférico del estado de Oaxaca	Fondo Sectorial CONACYT-SEMARNAT	Subsidio en efectivo o en especie que permite continuar el desarrollo tecnológico y las innovaciones para el sector que atiende problemas y necesidades ambientales	http://www.conacyt.gob.mx/index.php/fon-dos-sectorialesconsti-tuidos2/item/semarnatconacyt	Av. Insurgentes Sur 1582, col. Crédito Constructor, del. Benito Juárez, C.P.03940 Ciudad de México. Tel. +52 (55) 5322-7700 mcalleja@conacyt.mx
	Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)	Asesoría técnica en las modalidades de proyecto de cooperación técnica, co-creación de programas y cooperación técnica	https://www.jica.go.jp/activities/evalua-tion/ku57pq00000l-n698-att/development_evaluation_en.pdf	JICA Oficina en México. Ejército Nacional 904, piso 16B, col. Palmas Polanco, C.P. 11560, Ciudad de México. Tel. + (52-55) 5557-9995 mx_oso_rep@jica.go.jp
6.2. Fortalecimiento de capacidades en el interior del Departamento de Calidad del Aire y Verificación Vehicular	Comisión Nacional de Mejora Regulatoria (CONAMER), Programa de Reconocimiento y Operación SARE (PROSARE)	Herramienta de política pública que permite diagnosticar y evaluar la operación de los módulos de apertura rápida de empresas a nivel nacional, con el objetivo de fortalecer y preservar las características primordiales del SARE promovido por COFEMER	https://www.gob.mx/cofemer/acciones-y-pro-gramas/prosare	Coordinación de Estados y Municipios COFEMER. Blvd. Adolfo López Mateos 3025, col. San Jerónimo Aculco, C.P. 10400, Ciudad de México. Tel. 5629 9500 ext. 22606 cem@cofemer.gob.mx
	Promotora Social México (PSM)	Apoyo financiero en la modalidad de donativos destinados a fortalecer capacidades organizacionales	http://www.psm.org.mx/	Alpes 220, col. Lomas-Virreyes, Lomas de Chapultepec V secc., C.P. 11000, Ciudad de México. Tel. 01 55 4166 6600 http://www.psm.org.mx/contacto/
6.3. Conformación y puesta en marcha del Comité Núcleo ProAire 2019-2028	Gasto corriente de las dependencias involucradas en la medida	----------	----------	----------

Medida	Institución financiera	Tipo de apoyo financiero	Página web	Datos del contacto
6.4. Implementación de mecanismos de financiamiento	Gasto corriente de las dependencias involucradas en la medida	----------	----------	----------

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado Juárez, A. M. (2008). Migración y pobreza en Oaxaca. *El Cotidiano. Agricultura y migración* (148), 85-94.

Berumen Barbosa, M. (2003). *Geografia economica de Oaxaca.* Oaxaca. Obtenido de http://www.eumed.net/cursecon/libreria/mebb/indice.html

Bicchieri, C. (2006). *The Grammar of Society: the Nature and Dynamics of Social Norms.* Cambrifdge University Press.

Bolaños González, M., Paz Pellat, F., Cruz Gaistardo, C., Argumedo Espinoza, J., Romero Benítez, V., & de la Cruz Cabrera, J. (2016). Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. *Terra Latinoamericana, 34*(3).

CMM. (2011). *Inventario de emisiones de contaminantes criterio y gases efecto invernadero del estado de Oaxaca, México 2008.* Centro Mario Molina (CMM). Obtenido de http://www.medioambiente.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2016/02/Inventario-de-Emisiones-Oaxaca.-CMM.-Ago-22-2011.pdf

CMM. (2014). *Guía para la elaboración de programas de acción climática a nivel local.* Ciudad de México.

COMEAP. (2018). *Associations of long-term average concentrations of nitrogen dioxide with mortality.* Committee on the Medical Effects of Air Pollution.

Conabio. (Octubre de 2017). *Portal de geoinformación.* Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

CONAPO. (25 de Julio de 2018a). Datos de proyecciones de población al 2050. *Base de Datos.* Comisión Nacional de Población.

CONAPO. (2018b). *Sistema Urbano Nacional 2018.* Ciudad de México: Sedatu.

DGE. (2018). *Anuario de Morbilidad 1984-2017.* Obtenido de http://187.191.75.115/anuario/html/anuarios.html

DGGCARETC. (2015). *Guía para la elaboración de programas de gestión para mejorar la calidad del aire (ProAire).* Ciudad de México: SEMARNAT.

DIGEPO. (2012). *Diagnóstico mínimo en materia de migración en Oaxaca.* Gobierno de Oaxaca.

DIGEPO. (2016a). *Medio Ambiente de Oaxaca.* Oaxaca de Juárez. Obtenido de http://www.digepo.oaxaca.gob.mx/recursos/publicaciones/infografia_medio_ambiente.pdf

DIGEPO. (2016b). *EL 11.3% DE LA POBLACIÓN DE OAXACA ES MAYOR DE 60 AÑOS: DIGEPO.* Recuperado el 23 de Octubre de 2018, de http://www.digepo.oaxaca.gob.mx/2016/08/28/el-11-3-de-la-poblacion-de-oaxaca-es-mayor-de-60-anos-digepo/

ERG. (2003). *Development of an Area Source Emissions Inventory for Ciudad Juárez, Chihuahua, México.* Sacaramento, California.

Explorable. (2018). *Convenience Sampling.* Obtenido de https://explorable.com/convenience-sampling#ixzz271MJYnDR

FAO-Sagarpa. (2012). *Linea Base del programa de sustentabilidad de los recursos naturales. Ciudad de México: Sagarpa.* Obtenido de http://smye.info/rn/ind_fin/

Ghorani-Azam, A., Riahi-Zanjani, B., & Balali-Mood, M. (2016). *Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran. J Res Med Sci, 21*(65).

Gobierno de Oaxaca. (2016). *Plan estratégico sectorial Comunicaciones y Transportes.* Gobierno del Estado de Oaxaca.

H. Ayuntamiento de Oaxaca de Juárez. (2013). *Plan de Acción Climática Municipal de Oaxaca de Juárez. Oaxaca de Juárez:* Dirección de Medio Ambiente Sustentable.

Hoek, G., Krishnan, R., Beelen, R., Peters, A., Ostro, B., Brunekreef, B., & Kaufman, J. (2013). Long-term air pollution exposure and cardio- respiratory mortality: a review. *Enviornmental Health, 12*(43), 1-16.

Hubbell, B. J., Fann, N., & Levy, J. I. (2009). Methodological considerations in developing local-scale health impact assessments: balance national, regional, and local data. *Air Quality, Atmosphere and Health, 2,* 99-110.

IARC. (2012). IARC: *Diesel engine exhaust carcinogenic.* International Agency for Research on Cancer.

IEEDS. (2012). *Inventario de emisiones de gases criterio para el Estado de Oaxaca*, 2011. Oaxaca de Juárez: IEEDS.

IEEDS. (2014a). *Programa de Contingencias.* Oaxaca de Juárez: Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable.

IEEDS. (2014b). *Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) de la Zona Metropolitana de Oaxaca. Oaxaca de Juárez*: IEEDS.

IHME. (2018). *Global Burden of Disease* (GBD) 2016. Institute for Health Metrics and Evaluation. Obtenido de https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/

INAFED. (2016). *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México.* Ayuntamiento de Oaxaca de Juárez. Obtenido de http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/index.html

INE. (2005). *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones* (1a. Edición ed.). México D.F.

INE. (2011). *Guía para evaluar los impactos en la salud por la instrumentación de medidas de control de la contaminación atmosférica.* Instituto Nacional de Ecología.

INECC. (2012). *Estudio de emisiones y actividad vehicular en la Ciudad de Oaxaca, Oaxaca.* Ciudad de México: INECC.

INECC. (2014a). *Valoración económica de los beneficios a la salud de la población que se alcanzarían por la reducción de las PM2.5 en tres zonas metropolitanas mexicanas.* Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

INECC. (2014b). *Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera Fuentes móviles carreteras 2013 y 2030.* Ciudad de México: INECC.

INECC. (2017). *Programa Institucional del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático 2014-2018 Avances 2017.* Ciudad de México: INECC.

INECC-INSP. (2015). *Propuesta de Norma Oficial Mexicana y Manifestación de Impacto Regulatorio para el establecimiento del "RESPIRA, Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud".* Ciudad de México: INECC.

INEGI. (Septiembre de 2013). *Relieve de Oaxaca.* Recuperado el 28 de 06 de 2018, de https://www.paratodomexico.com/estados-de-mexico/estado-oaxaca/relieve-oaxaca.html

INEGI. (2015). *Panorama Sociodemografico de Mexico.* Mexico.

INEGI. (2016a). *Conociendo Oaxaca. 6ta edición.* Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2016b). *Estructura económica de Oaxaca en síntesis.* Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca.* Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Gegrafía.

INEGI. (2017). *Marco Geoestadístico Nacional.* Recuperado el 19 de Junio de 2018, de http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/catalogoclaves.aspx

INEGI. (2018). *Defunciones generales.* Obtenido de http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mortalidad/

INSP. (2016). *Estimación de impactos en la salud por contamiación atmosférica en la región centro del país y alternativas de gestión.* Instituto Nacional de Salud Pública.

INSP-CMM. (2015). *Beneficios sociales por mejorar la calidad del aire en México: Impactos a la salud y su valoración económica.* Instituto Nacional de Salud Pública y Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente.

Kochi, I., Hubbel, B., & Kramer, R. (2006). An Empirical Bayes Approach to Combining and Comparing Estimates of the Value of Statistical Life for Environmental Policy Analysis. *Environmental & Resources Economics, 34,* 385-406.

Künzli, N., Kaiser, R., Medina, S., Studnicka, M., Chanel, O., Filliger, P., . . . Sommer, H. (2000). Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *The Lancet, 356*, 795-801.

Moy, V. (1 de Agosto de 2016). Los números frios en Oaxaca. ***Nexos.***

OMS. (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. Resumen de evaluación de los reisgos. Organización.* Mundial de la Salud.

Periódico el Imparcial de Oaxaca. (2018). *Buscan Prevenir Incendios Forestales en Oaxaca*. Recuperado el Septiembre de 2018, de http://imparcialoaxaca.mx/los-municipios/125850/buscan-prevenir-incendios-forestales-en-oaxaca/

PMD. (2017). *Plan municipal de Desarrollo de Oaxaca de Juárez 2017-2018.* Oaxaca. Obtenido de https://municipiodeoaxaca.gob.mx/uploads/archivos/Plan_Muncipal_Oaxaca_de_Juarez_2017_2018.pdf

Radian. (1997). *Mexico Emissions Inventory Program Manuals, Area Source Inventory Development, Final.* sacramento, California.

Schwarts, E. M., Scott, G., Haymes, S., Heimiller, D., & George, R. (2004). *Atlas de Recursos Eólicos del Estado de Oaxaca.* Laboratorio Nacional de Energía Renovable.

SCT. (2015). *Anuario estadístico Sector Comunicaciones y Transportes.* Ciudad de México.

Secretaría de Salud. (2016). *Informe 2016, del Sistema de Análisis para la Vigilancia Epidemiológica ante la Contaminación Ambiental.* Dirección General de Epidemiología.

Semaedeso. (2015). *Calidad del Aire.* Secretaria del Medio Ambiente, Energia y Desarrollo Sustentable. Obtenido de http://www.medioambiente.oaxaca.gob.mx/calidad-del-aire/

Semaedeso. (2016). *Calidad del Aire.* Recuperado el 15 de 06 de 2018, de http://www.medioambiente.oaxaca.gob.mx/calidad-del-aire/

Semaedeso. (18 de Noviembre de 2017). *Programa Estatal de Verificacion de Vehículos del Estado de Oaxaca.* Recuperado el 2018, de http://www.medioambiente.oaxaca.gob.mx/transparencia/2017/pdf/normatividad/estatal/7.%20PROGRAMAS/Programa%20Estatal%20de%20Verificacion%20de%20Vehiculos%20del%20estado%20de%20Oaxaca-%2010%2011%202017.pdf

Semaedeso. (2018a). *Información de calidad del aire.* Oaxaca de Juárez, Oaxaca.

Semaedeso. (2018b). *Histórico Verificación Vehicular.* Oaxaca.

Semaedeso. (2018c). *Programa Estatal de Cambio Climático de Oaxaca 2016-2022.* Oaxaca de Juárez.

Semaedeso. (2018d). ¿En qué consiste el Acuerdo Metropolitano por la Calidad del Aire? *Oaxaca Sustentable, Medio Ambiente y Energías*(4), 15.

SEMARNAT. (2012a). *Inventario Nacional de Emisiones de México,* 2005. Ciudad de México: DGGCARETC.

SEMARNAT. (2012b). *Sistema Nacional de Emisiones a la Atmósfera.* Recuperado el 31 de Julio de 2018, de http://sinea.semarnat.gob.mx/

SEMARNAT. (2013a). *Inventario Nacional de Emisiones de México, 2008.* Ciudad de México: DGGCARETC.

SEMARNAT. (2013b). *Guía de para la Instrumentación para las Medidas de Comunicación pública y Educación de la implementación del ProAire.* Ciudad de México.

SEMARNAT. (2014). *Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018.* Ciudad de México: SEMARNAT.

SEMARNAT. (2017). *Estrategia Nacional de Calidad del Aire.* Ciudad de México.

SEMARNAT-INECC. (2017). *Programa de Gestión Federal para Mejorar la Calidad del Aire de la Megalópolis. ProAire de la MEGALÓPOLIS 2017-2030.* Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Sinfra. (2018). *Zonas Metropolitanas de Oaxaca.* Oaxaca de Juárez.

SENER. (2017). *Prospectivas de petrolíferos, gas natural y gas LP 2017-2031.* Ciudad de México.

Texcalac-Sangrador, J. L., Riojas-Rodríguez, H., Álamo-Hernández, U., Hurtado-Díaz, M., & Cervantes-Martínez, K. (2014). *Evaluación del Impacto en Salud por Exposición a Contaminantes Atmosféricos Criterio en 26 Ciudades de México Informe Final.* Instituto Nacional de Salud Pública.

Turner, M. C., Jerrett, M., Pope III, C. A., Krewski, D., Gapsturs, S. M., Diver, W. R., . . . Burnett, R. T. (2016). Long-Term Ozone Exposure and Mortality in a Large Prospective Study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 193*(10), 1134-1142.

UNAM. (2007). *Atlas Nacional de México.* México, D.F.

US EPA. (2011). *The Benefits and Costs of the Clean Air Act from 1990 to 2020.* U.S. Environmental Protection Agency.

US EPA. (2018). *Air Topics.* Obtenido de https://www.epa.gov/environmental-topics/air-topics

Verificentros Oaxaca. (2018). *Verificentros Oaxaca.* Recuperado el 25 de Julio de 2018, de http://www.verificentrosoaxaca.com.mx/

WHO. (2006a). *Air quality guidelines. Global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*. World Health Organization.

WHO. (2006b). *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide.* Global update 2005. Summary of risk assessment.

WHO-OECD. (2015). *Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth.* Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

LEGISLACIÓN CONSULTADA

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca
- Ley Estatal de Planeación de Oaxaca
- Ley Orgánica del Poder Ejecutivo del Estado de Oaxaca
- Ley Estatal de Derechos
- Ley de Transporte del Estado de Oaxaca
- Ley que Regula los Fideicomisos con Participación Estatal
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera
- Reglamento de Vialidad para el Municipio de Oaxaca de Juárez
- Reglamento Interno de la Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable
- Bando de Policía y Gobierno del Municipio de Oaxaca de Juárez
- Reglamento del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental para el Municipio de Oaxaca de Juárez

GLOSARIO

Actividad económica: Cualquier proceso donde se generan e intercambian productos, bienes o servicios para cubrir las necesidades de las personas.

Calidad del aire: Estado de la concentración de los diferentes contaminantes atmosféricos en un periodo de tiempo y lugar determinados, cuyos niveles máximos de concentración se establecen en las normas oficiales mexicanas y que son catalogados por un índice estadístico atendiendo sus efectos en la salud humana.

Cambio climático: Impactos en el sistema climático causados por el calentamiento global antropogénico (consecuencia, a su vez, de la quema de combustibles fósiles).

Cobeneficios: Beneficios que, en el lenguaje de las discusiones internacionales de cambio climático, van más allá de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) intrínsecas por definición a los proyectos de mitigación.

Contaminantes criterio: Contaminantes normados con límites máximos de concentración con la finalidad de proteger la salud humana y asegurar el bienestar de la población.

Datos vía remota: Recepción de datos a un dispositivo que está a cierta distancia del sistema al que se hace referencia y al que está conectado mediante una línea de comunicación.

Desarrollo sustentable: Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Estudios epidemiológicos: Estudios de investigación médica basados en el conjunto de actividades intelectuales y experimentales realizadas de modo sistemático con el objeto de generar conocimientos sobre las causas que originan las enfermedades humanas.

Exposición personal: Exposición diaria de una persona a la contaminación del aire en varios ambientes a lo largo del tiempo, lo cual lleva a la acumulación de contaminantes inhalados.

Financiamiento: Conjunto de recursos monetarios y de crédito que se destinan a una empresa, actividad, organización o individuo para que los mismos lleven a cabo una determinada actividad o concreten algún proyecto.

Inventario de Emisiones: Recuento de la cantidad de contaminantes liberados a la atmósfera. Por lo general, contiene las emisiones totales de uno o más gases de efecto invernadero o contaminantes del aire en específico, los cuales provienen de todo tipo de fuentes en una determinada área geográfica y durante un lapso de tiempo establecido, la mayoría de las veces un año específico.

Limpieza, verificación y validación en el monitoreo: Proceso para determinar la calidad analítica de los datos.

Percentil: Medida de posición usada en estadística que indica, una vez ordenados los datos de menor a mayor, el valor de la variable por debajo del cual se encuentra un porcentaje dado de observaciones en un grupo de observaciones.

Producto Interno Bruto: Valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un periodo determinado. Es un indicador representativo que ayuda a medir el crecimiento o decrecimiento de la producción de bienes y servicios de las empresas de cada país, únicamente dentro de su territorio. Este indicador es un reflejo de la competitividad de las empresas.

Monitoreo atmosférico: Medición de contaminantes atmosféricos de forma continua en tiempo real, a través de equipos o analizadores que utilizan métodos de medición aprovechando las propiedades físicas y/o químicas de los contaminantes atmosféricos para determinar su concentración.

Movilidad: Desplazamientos origen-destino que tienen lugar en las ciudades, ya sea por medios de transporte motorizados o no motorizados, particulares o colectivos, haciendo referencia a la clasificación general de los modos de transporte que una persona puede utilizar para trasladarse de un lugar a otro.

Salud ambiental: Según la Organización Mundial de la Salud, "disciplina que comprende aquellos aspectos de la salud humana, incluida la calidad de vida y el bienestar social, que son determinados por factores ambientales físicos, químicos, biológicos, sociales y psico-sociales".

Sector primario: Conjunto de actividades económicas relacionadas con la recolección o extracción y transformación de los recursos naturales con poca o ninguna manipulación. Sus principales actividades son agricultura, ganadería, silvicultura, apicultura, acuicultura, caza, pesca, explotación forestal y la minería. Usualmente, los productos primarios son utilizados como materia prima en las producciones industriales.

Sector secundario: Conjunto de actividades a través de las cuales las materias primas son transformadas en bienes manufacturados de consumo.

Sector terciario: Conjunto constituido por las actividades económicas cuyo propósito es la producción de los servicios que demanda la población. También se conoce como sector servicios. Si bien los sectores primario y secundario se dedican a la producción de bienes materiales, la existencia del sector terciario permite clasificar todas las actividades económicas que permiten aumentar el bienestar de los consumidores a través de los servicios, es decir, la producción de bienes no materiales.

Tasa: Relación entre dos magnitudes. Se trata de un coeficiente que expresa la relación existente entre una cantidad y la frecuencia de un fenómeno.

Valores límite: Nivel fijado con base en conocimientos científicos con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana en un periodo determinado y que no debe excederse.

Zona metropolitana: Conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 000 o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasan el límite del municipio que la contenían, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos, predominantemente urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica. También se incluyen a aquellos municipios que, por sus características particulares, son relevantes para la planeación y política urbanas de las zonas en cuestión.

ANEXO 1.

GRUPOS FOCALES

Guía de facilitación para grupo focal 1: vigilancia de la calidad del aire. Metodología de análisis de opinión cualitativa

Presentación del grupo

Donde cada participante se presentará mencionando su nombre, ocupación, residencia, etcétera.
Tiempo estimado: 10 minutos

Asistente	Institución
Mayra Anaí Ramírez Hernández	Instituto Estatal de Educación Pública en Oaxaca (IEEPO)
Renato Gutiérrez Ricárdez	Protección Civil y Emergencia Escolar IEEPO
Oney Germán Couz Estrada	Protección Civil y Emergencia Escolar IEEPO
Gerardo García García	Regulación Sanitaria Servicios de Salud
Yolanda Vásquez Jiménez	Regulación y Fomento Sanitario SSO
Pedro A López G	CIIDIR IPN
Ing. Pablo Bezéndiz Gómez	Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L Planta Lagunas, Oaxaca
Ing. Alejo Morales Piñón	Cooperativa La Cruz Azul, S.C.L Planta Lagunas, Oaxaca
Municipios	Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca de Juárez, San Lorenzo Cacaotepec, Villa de Zaachila

Breve explicación de la metodología

Se da un agradecimiento a los participantes por su disposición y por su asistencia. Se menciona la importancia de esta dinámica de grupo de enfoque, dentro de la metodología de análisis de opinión, mencionando por qué fueron considerados para dicho grupo, dado su conocimiento y poder de injerencia y acción en el tema.

Introducción al caso

Comportamiento (hipótesis): los habitantes de Oaxaca no se ocupan de estar pendientes del monitoreo atmosférico y actuar en consecuencia.

Pregunta 1. Objetivo: medir expectativas empíricas

1. ¿En qué medida considera que sus conocidos y familiares están pendientes del estado de la calidad del aire que respiran?

a. La mayoría está pendiente.
b. Algunos están pendientes.
c. Casi nadie está pendiente.
d. Nadie está pendiente.

Preguntas 2 y 3. Objetivo: medir expectativas normativas

2. ¿En qué medida considera que debe estar al pendiente de la calidad del aire que usted y su familia respiran?

a. Siempre debo estar al pendiente de la calidad del aire que respiramos
b. Debería estar pendiente de vez en cuando
c. No creo que deba estar pendiente

3. ¿En qué medida considera que sus vecinos, familiares, conocidos y amigos creen que usted debe estar al pendiente de la calidad del aire que usted y su familia respiran/ si usted tuviera una enfermedad respiratoria?

a. La mayoría espera que yo esté al pendiente de la calidad del aire que respiramos
b. Algunos esperan que yo esté al pendiente
c. Casi nadie espera que yo esté al pendiente
d. Nadie espera que yo esté al pendiente

Mandatorio: todos deben opinar. Es importante considerar el lenguaje no verbal y, en caso de identificarlo como respuesta a un comentario, hacer mención de ello. Por ejemplo: "observé que te llamó la atención ese comentario. ¿Qué opinas?" Mientras una moderadora está llevando la sesión, otra debe de anotar las respuestas y comprobarlas, si es necesario.

Preguntas 4 y 5. Objetivo: medir condicionalidad

El señor Equis acaba de mudarse. En el municipio donde va a vivir se acaba de instalar un equipo de monitoreo de la calidad del aire. El DCAVV de Semaedeso hizo una invitación a toda la población a través de sus redes sociales (Twitter) y página web, para que consulten los datos de monitoreo cada día y evite hacer deporte cuando los niveles de contaminación son altos. En el trabajo, el señor Equis ha escuchado a sus compañeros hablar del nivel de contaminación durante el día. Hoy, uno de sus vecinos

le sugirió no salir a correr por la tarde porque el nivel de ozono (O3) había estado muy alto desde los días pasados. ¿Considera usted que el señor Equis debería mantenerse informado sobre la calidad del aire?

a. Sí. Siempre debería mantenerse informado(a).
b. Tal vez. De vez en cuando debería informarse.
c. No. No tendría por qué informarse.

El señor Equis está organizando una pequeña fiesta para celebrar que él y su familia ya terminaron de instalarse en su nueva casa. Al invitar a sus compañeros de trabajo, les menciona que hará un asado al carbón usando la receta de su suegro. Al escuchar esto, sus compañeros le preguntan bromeando si decidió hacer asado al carbón ahora que los niveles del contaminante ozono (O3) ya son aceptables. El señor Equis no entiende la broma y se pregunta si debería informarse sobre diferentes contaminantes y niveles de contaminación del aire. ¿Usted qué opina?

a. Sí, debería mantenerse informado al respecto
b. Tal vez debería informarse de vez en cuando
c. c.No, no es necesario que se mantenga informado

Mandatorio: cada participante deberá involucrarse en la lectura de las preguntas 4 y 5, además de contar con sus respuestas sobre los supuestos que se exponen. Se deben llevar estas preguntas impresas a color.

Introducción al tema:

Se pide hablar de la situación de la calidad del aire en la ZMM de Oaxaca. ¿Cuál creen que es el principal problema?, ¿y sus posibles soluciones? ¿Qué papel puede tener el componente de educación y concientización en la sociedad? (Sondeo de opinión: hablan los que quieran participar.)

Puntos a tratar:

Importante referir al tema de derechos humanos y calidad del aire.

La CNDH dirige una recomendación general a autoridades federales, estatales y municipales por violaciones a los derechos humanos a causa de la contaminación atmosférica urbana. Como uno de los puntos, se recomendó a las autoridades en todo el territorio nacional para que implementen medidas de reparación, funcionamiento y seguimiento necesarias para su correcto funcionamiento y puntual información al SINAICA. También se recomendó a la PROFEPA, para que inicie las inspecciones necesarias en las estaciones de monitoreo.

Para el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, la contaminación atmosférica es un costo sin factura que no miden las autoridades sobre riesgos en la salud humana, y la no revisión de la normatividad también es una grave violación a los derechos fundamentales. Por tanto, debe modificarse la perspectiva de prevención y control de la contaminación bajo el concepto de los derechos a la salud humana y a un medio ambiente sano.

ACTUALMENTE

-La Semaedeso cuenta con dos estaciones de monitoreo fijas en la ZMCO. En ambas se realiza medición de partículas PM10 y $PM_{2.5}$,y ozono. Cuentan con una estación movil.

-El DCAVV ha contado con capacitaciones de monitero por parte del SINAICA del INECC.

-La validación de los datos es manual (mediante Excel). Solicitan al INECC un taller de validación, a fin de publicar sus datos en tiempo real en el SINAICA.

-EL Semáforo de la calidad del aire no tiene disfusión diaria en el portal de Semaedeso.

-No se integran datos del Sistema de Monitoreo de Oaxaca en el Informe Nacional de Calidad del Aire que elabora el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

CORTO PLAZO

-Se contará con un software y equipo dedicado a las tareas de validación de los datos del Sistema de Monitoreo Atmosférico.

-Se generará el Semáforo de la calidad del aire de Oaxaca siguiendo los lineamientos y algoritmos de la Norma del Índice Nacional de Calidad del Aire y Salud, y se difundirá en tiempo real en el sitio web de SINAICA.

-Se difundirá el Índice de Calidad del Aire en tiempo real, (8:00, 12:00 y 16:00 horas) a través de distintos medios, como el sitio oficial de la Semaedeso (en su apartado "Calidad del aire"), redes sociales y dispositivos móviles.

LARGO PLAZO

-Se ampliará el sistema de monitoreo.

-Se implementará la estrategia de calidad del aire y salud en acción intersecretarial y con apoyo de distintos actores: sociedad civil, academia, iniciativa privada.

-Se integrarán datos de reporte del Sistema de Monitoreo de Oaxaca en el Informe Nacional de Calidad del Aire que elabora el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)

-Habrá capacitacciones y talleres, con un programa de educacion ambiental en escuelas.

-Se implementará un programa de difusión en escuelas.

-Se instrumentará una campaña de comunicación con el sector salud del estado de Oaxaca.

Mandatorio: escuchar a los participantes. Se debe mencionar los puntos señalados anteriormente.

Tiempo: 30 minutos

Guía de facilitación para grupo focal 2: Verificación vehicular. Metodología de análisis de opinión cualitativa

Presentación del grupo

Donde cada participante se presentará mencionando su nombre, ocupación, residencia, etcétera.
Tiempo estimado: 10 minutos

Asistente	Institución
Jesús Alberto López Regalado	Secretaría de Vialidad y Transporte del Estado (Sevitra)
Michelie Sosa Hernández	Secretaría de Vialidad y Transporte del Estado (Sevitra)
Ing. Hipólito Carlos Jiménez	Semovi
Andrea Acevedo Martínez	Semovi
Juan Cuenca Jiménez	INEGI
Nahim Cervantes	Sefin
Municipios	Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca de Juárez, San Lorenzo Cacaotepec, Villa de Zaachila

Se da un agradecimiento a los participantes por su disposición y su asistencia. Se menciona la importancia de esta dinámica de grupo de enfoque, dentro de la metodología de análisis de opinión, mencionando por qué ellos fueron considerados para dicho grupo, dado su conocimiento y poder de injerencia y acción en el tema.

Introducción al caso

Comportamiento (hipótesis): los habitantes de Oaxaca no llevan sus autos a verificar convencidos de que están actuando en pro de la calidad del aire, sino que lo hacen porque es un requisito para transitar en el estado de Oaxaca, pues se integra al pago anual de tenencia.

Pregunta 1. Objetivo: medir expectativas empíricas

1.1. ¿En qué medida considera que sus conocidos y familiares verifican y mantienen en buen estado su automóvil convencidos de que están contribuyendo a mejorar la calidad del aire?

a. Algunos consideran que están contribuyendo a la mejora de la calidad del aire.
b. Casi nadie lo hace por esos fines.
c. Nadie lo hace con ese propósito.

Preguntas 2 y 3. Objetivo: medir expectativas normativas

2. ¿En qué medida considera usted **que debe** realizar la verificación de su automóvil dado que es una medida que contribuye a la mejora de la calidad del aire que usted y su familia respiran?

a. Siempre considero que debo contribuir en dicha tarea
b. Tal vez debería estar más convencido de ello
c. No creo que el yo contribuir con la verificación solucione el problema de la contaminación del aire

3. ¿En qué medida considera **que debe** realizar la verificación de su automóvil dado que es una medida que contribuye a la mejora de la calidad del aire que usted y su familia respiran?

a. La mayoría espera que yo contribuya verificando mi auto.
b. Algunos esperan que yo verifique mi auto.
c. Casi nadie espera que yo lo haga.
d. Nadie espera que yo lo haga.

Mandatorio: todos deben opinar. Es importante considerar el lenguaje no verbal y, en caso de identificarlo como respuesta a un comentario, hacer mención de ello. Por ejemplo: "observé que te llamó la atención ese comentario. ¿Qué opinas?" Mientras una moderadora está llevando la sesión, otra debe anotar las respuestas y comprobarlas, si es necesario.

Preguntas 4 y 5. Objetivo: medir condicionalidad

Expectativas empíricas (lo que se cree que otros hacen)

4. Se estima que de todo el parque vehicular de la ZMCO, incluido el municipio de Oaxaca de Juárez, calculado en 600 000 automotores, sólo 23 % verifica. Ante dicha situación, en 2018 el Gobierno del estado de Oaxaca estableció como obligatoria la verificación vehicular. Posteriormente, el gobierno implementó una campaña de comunicación basado en una encuesta de opinión que afirma que ocho de cada diez ciudadanos está a favor de la medida y de verificar su auto en beneficio de la calidad del aire. El señor X, al mirar los anuncios de la campaña recuerda que no ha verificado su auto desde el año anterior. ¿Cómo considera usted que debe proceder?

a. Debe verificar su auto como la mayoría de los ciudadanos, en beneficio de la calidad del aire.
b. Tal vez deba considerar verificar su auto ya que la mayoría lo hace.
c. No importa lo que hagan los demás. El que él verifique no cambiará la situación.

Expectativa normativa (lo que se cree que se debe hacer y que otros creen que yo deban hacer)

5. El señor Equis, después de reflexionar sobre la situación comentó con sus colegas de trabajo que la verificación ya era obligatoria desde antes, pues al pagar la tenencia cada año te cobran la verificación, que esto solo tiene fines de recaudación y que no contribuye a mejorar el medio ambiente.

Al escuchar el argumento del señor Equis, sus compañeros se sorprendieron y uno de ellos le dijo que consideraba oportuno informarle que una de las principales fuentes de contaminación en esa ciudad proviene de los autos, y que verificar y mantener su automóvil en buen estado contribuye en gran medida a mejorar el aire que respiran. Mencionó también que, de no mantener su automóvil en perfecto estado y verificar, de manera indirecta estaba atentando contra los derechos humanos de su familia y toda la sociedad.

Después de este incidente, ¿Cómo considera usted que el señor X actuará? Va a verificar, al percatarse que verdaderamente, sus conocidos esperan que él verifique en beneficio de la calidad del aire.

a. Tal vez verifique su auto.
b. No cambiará su actitud y no verificará su auto.

Mandatorio: cada participante deberá involucrarse en la lectura de las preguntas 4 y 5, y contar con sus respuestas sobre los supuestos que se exponen. Se debe llevar esta pregunta impresa a color.

Tiempo 30 minutos

Conclusión del tema:

Se pide hablar del funcionamiento del Programa de Verificación en Oaxaca en la ZMM de Oaxaca. ¿Cuál creen que es el principal problema?, ¿y sus posibles soluciones? ¿Qué papel puede tener el componente de educación y concientización en la sociedad? (Sondeo de opinión: hablan los que quieran participar.)

Puntos a tratar:

- De acuerdo con el Inventario de Emisiones de Gases Criterio del estado de Oaxaca 2012, las fuentes móviles (vehículos) son la segunda fuente generadora de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, aportando 34% y 18%, respectivamente, del total estatal.
- De la encuesta mencionan que el principal problema que se asocia con la contaminación del aire son el transporte de carga y de pasajeros.
- En el 2008, se implementó a nivel estatal el Programa de Verificación Vehicular (PVV). Éste se divide en dos semestres, del 1 de enero al 31 de junio y del 1 de julio al 31 de diciembre. Sin embargo, hasta 2018 fue de carácter obligatorio; se incluye su costo en el pago anual de tenencia.

- Se cuenta con 17 Centros de Verificación Autorizados por la Semaedeso, de los cuales cuatro se ubican en la ZMCO y el resto en los principales municipios del estado (Huajuapan de León, Ciudad Ixtepec, San Pedro Mixtepec, Villa de Etla, Miahuatlán de Porfirio Díaz, Ocotlán de Morelos, Zimatlán de Álvarez, Tlacolula de Matamoros, Santo Domingo Tehuantepec, San Juan Bautista Tuxtepec, Asunción Nochixtlan, Santiago Pinotepa Nacional.

Mandatorio: escuchar a los participantes. Se debe mencionar los puntos señalados anteriormente.

Tiempo: 30 minutos

ANEXO II.

REPORTE DE RESULTADOS DE ENCUESTA

Análisis de percepción de la calidad del aire en el estado de Oaxaca

Acerca de esta investigación

Como parte de las actividades que conforman la elaboración del ProAire de Oaxaca 2019-2028, se contempló la oportunidad de conocer a través de una encuesta en línea cuál es la percepción y el grado de conocimiento sobre la calidad del aire en una población muestra del estado de Oaxaca.

De esta encuesta resultó un estudio cuantitativo que consiste en un análisis estadístico de datos. Éste es un insumo esencial para la conformación del capítulo 6, enfocado en comunicación, educación y participación ciudadana en materia de calidad del aire.

La encuesta fue diseñada para obtener un perfil sociodemográfico de los encuestados y evaluar su percepción, identificación al problema y capacidad de acción sobre el tema de calidad del aire.

METODOLOGÍA

El levantamiento de encuestas se llevó a cabo del 3 de agosto al 30 de agosto de 2018. El método de muestreo que se utilizó en este estudio fue el **muestreo de conveniencia.** Esta técnica de muestreo no probabilístico selecciona sujetos por su accesibilidad y proximidad "conveniente" para el investigador[26]. La principal ventaja es que se puede alcanzar una muestra grande de público objetivo en un tiempo relativamente corto[27].

Para dichos fines, se consideró como punto de arranque el Primer Taller de Diagnóstico, impartido el 3 de agosto de 2018, en la delegación de SEMARNAT de Oaxaca, a fin de sensibilizar a los participantes sobre la importancia de la encuesta y contar con su apoyo para la difusión de la misma. La Semaedeso difundió la liga de la encuesta a través de un directorio de actores vinculados con la misma y el ProAire. Entre estos destacan: instituciones de enseñanza superior, centros de investigación y dependencias del Gobierno del estado de Oaxaca.

[27](Explorable, 2018) http://www.experiment-resources.com/convenience-sampling.html#ixzz271MJYnDR

[28]Cabe mencionar que con este método estadístico no es posible realizar pruebas de probabilidad ni análisis de regresión lineal. No obstante, dado que la meta era evaluar la percepción y el grado de conocimiento sobre el tema de calidad del aire, los resultados provienen de métodos de estadística descriptiva, que no son afectados por la metodología de muestra de conveniencia

Características de la encuesta

Error estadístico: 3.6%.

8
Minutos
de duración


Puntaje de fatiga


Accesibilidad

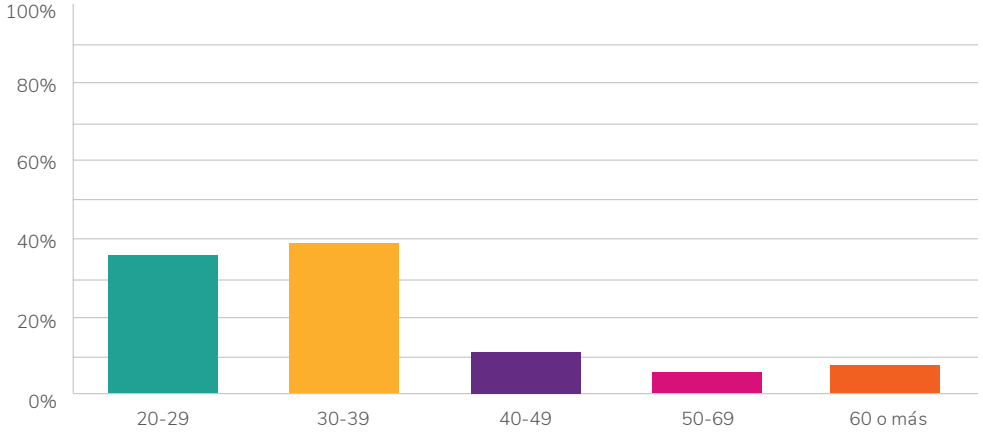
Perfil encuestado

Opciones de respuesta	Respuestas	
Masculino	60,34%	70
Femenino	39,66%	46
Total		**116**

El rango de edad de la muestra se encuentra entre 14 y 80 años, donde la mayoría se ubica en una edad de 30 y 39 años (39%); le sigue el rango de 20 a 29 años (35%).

¿En qué grupo se encuentra su edad?

Respondidas: 115 Omitidas: 1

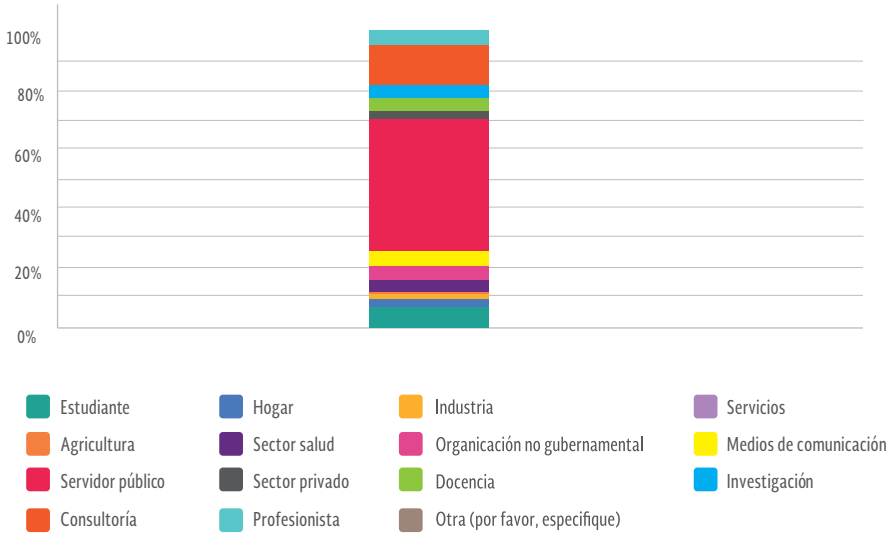


Opciones de respuesta	Respuestas
20-29	35,65%
30-39	39,13%
40-49	11,30%
50-59	6,09%
60 o más	7,83%

Más de 90% de los encuestados tiene estudios superiores de licenciatura (61%) y posgrado (30%). El 44% son servidores públicos, 13% se dedica a la consultoría, 7% son estudiantes, 5 % trabaja en medios de comunicación, 4 % trabajan en ONG y otro 4%, en el sector salud, principalmente.

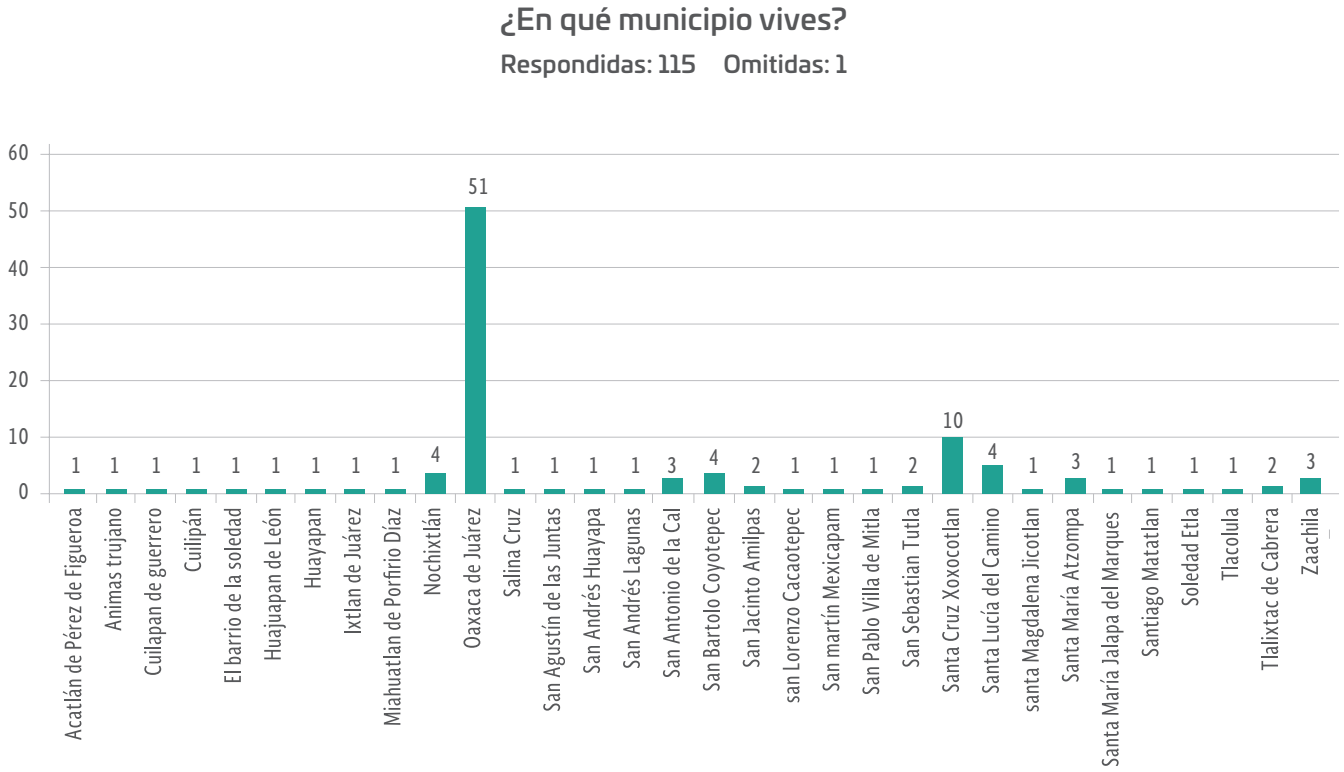
¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor su ocupación actual?

Respondidas: 115 Omitidas: 1



Opciones de respuesta	Respuestas
Estudiante	6,96%
Hogar	2,61%
Industria	1,74%
Servicios	0,00%
Agricultura	0,87%
Sector Salud	4,35%
Organización no gubernamental	4,35%
Medios de comunicación	5,22%
Servidor público	44,35%
Sector privado	2,61%
Docencia	4,35%
Investigación	5,22%
Consultoría	13,04%
Profesionista	4,35%
Otra (por favor, especifique)	0,00%

El 47% de la muestra se integra por personas que residen en el municipio de Oaxaca de Juárez. Le sigue un 9% que vive en el municipio de Santa Cruz Xoxocotlán; 4%, que corresponde a Asunción Nochixtlán; 4 %, a San Bartolo Coyotepec; y 4%, a Santa Lucía del Camino.



Resumen de perfil sociodemográfico

La muestra poblacional del estudio tiene una representación en su mayoría de **hombres,** con 59.8%, y de mujeres, con **40.2%**. El rango de edad se encuentra entre 14 y 80 años, donde la mayoría de la muestra se ubica en una edad entre 30 y 39 años (**40%**).

Más de 80% de los encuestados tiene estudios superiores de licenciatura y posgrado. El **47%** de los encuestados son servidores públicos, **13%** se dedica a la **consultoría, 7%** son **estudiantes**, **5%** trabaja en **medios de comunicación, 4%** trabaja en **ONG** y otro **4%**, en el sector salud, principalmente[28]. El **51%** de la muestra se integra por personas que residen en el municipio de Oaxaca de Juárez, le sigue un **10%**, que vive en el municipio de **Santa Cruz Xoxocotlán,** y un 12%**,** que se distribuye en el municipio de **Nochixtlán (4%) San Bartolo (4%) y Santa Lucía (4%).**

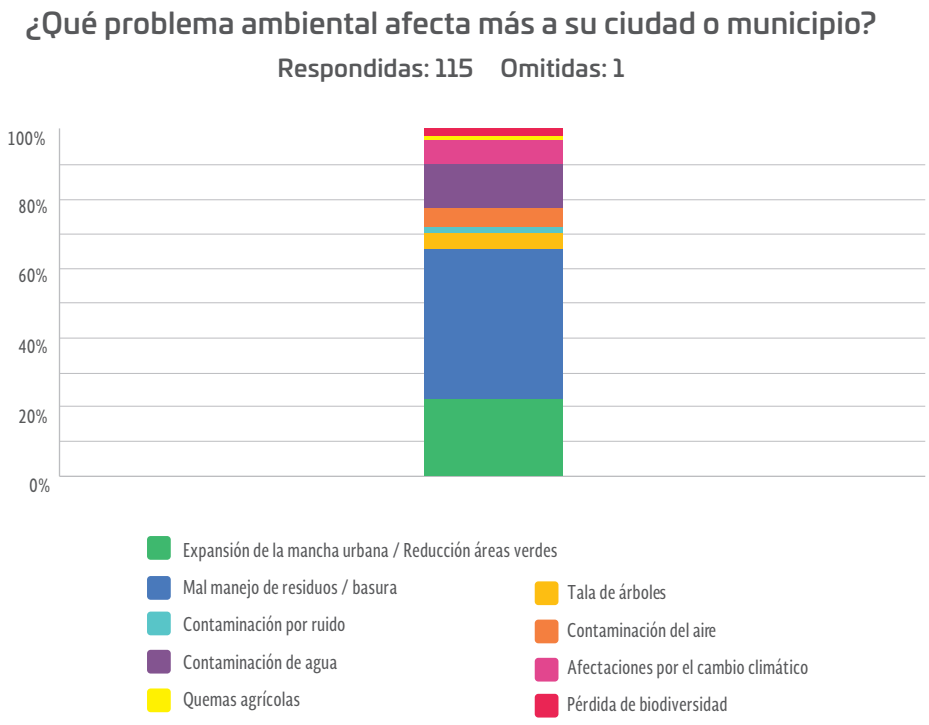
[29]La puntuación responde a un cálculo ponderado. Los temas que ocupan el primer lugar fueron valorados más alto. Ocupaciones como hogar, agricultura, industria, y sector público, cada una tiene el 1%.

ANÁLISIS

1) Percepción sobre la calidad del aire

En esta sección se analizan los principales problemas que manifiestan los encuestados en su ciudad o municipio, en general, a fin de establecer el grado de importancia que se le asigna a la calidad del aire en particular. Asimismo, se evalúa el concepto de "calidad del aire" en función de su significado y cercanía a la problemática personal. De manera particular, se quiere conocer si existe o no percepción de alguna relación entre calidad de aire y salud, y conocer qué enfermedades se relacionan con dicha problemática ambiental.

La contaminación ocupa el **primer** lugar entre los asuntos que preocupan más a los encuestados de su ciudad o municipio. Según su consideración, el problema ambiental que más afecta a su ciudad es el **mal manejo de residuos.** En segundo lugar **se ubica la expansión de la mancha urbana;** en tercer orden, **afectaciones al cambio climático;** y el cuarto se le asigna a la **calidad del aire.**



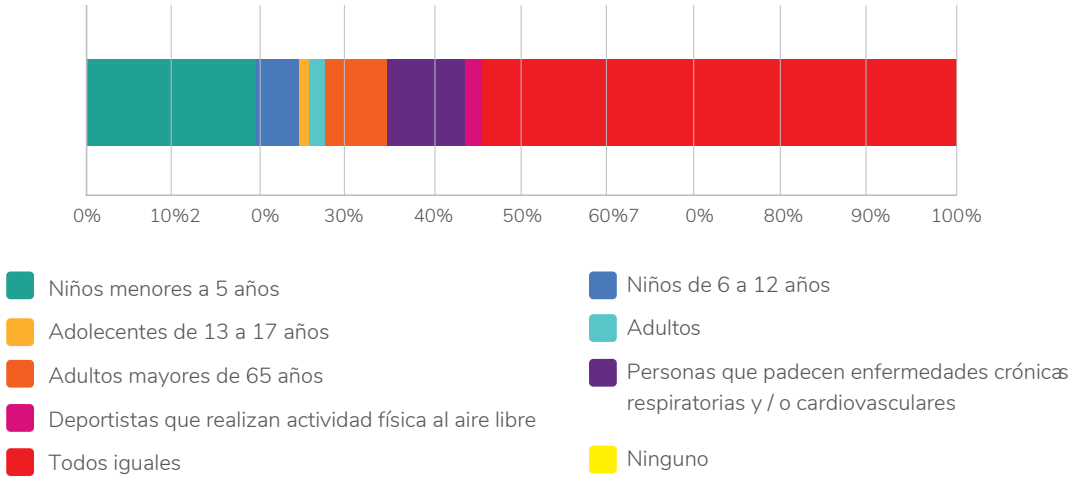
Ante la pregunta de si les preocupa la contaminación del aire en su ciudad o municipio, **90%** afirma que sí les preocupa. Sin embargo, esta preocupación no corresponde a la percepción de la mayoría de los encuestados (**44%**), que señalan que la **calidad del aire es regular,** seguido de un **38%,** que tienen

una **percepción positiva** sobre la calidad del aire que respiran en su ciudad. Esto nos muestra que la mayoría, en una perspectiva local o cercana, no manifiesta una percepción negativa o de alarma sobre la calidad del aire en su ciudad o que, a su vez, no tienen valores o conocimiento para evaluarla.

La opinión mayoritaria de los encuestados (**54%**) indicó que la contaminación del aire es un problema que afecta a todos por igual. Según los encuestados los principales problemas de salud asociados a una mala calidad del aire son: irritación de ojos (**61%**), problemas al respirar asma o tos crónica (**54%**) y resequedad fosas nasales (**39%**).

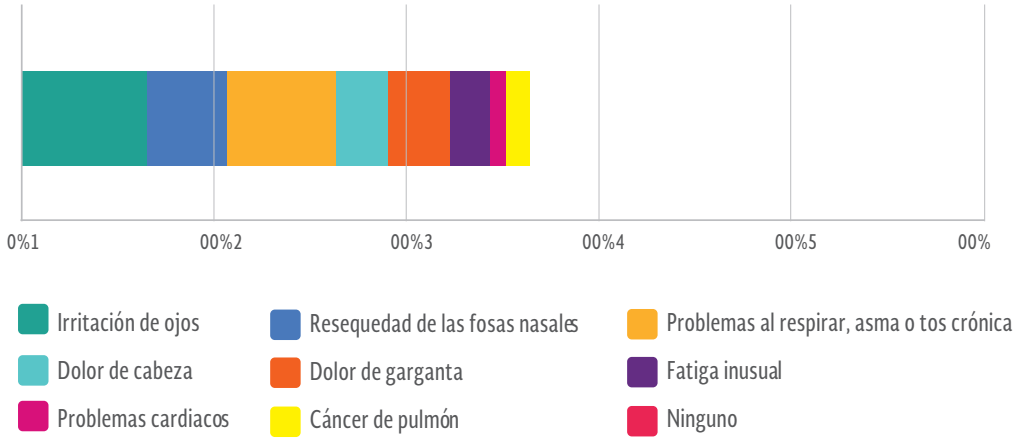
¿A qué sector de la población considera que le afecta más la contaminación del aire?

Respondidas: 115 Omitidas: 1



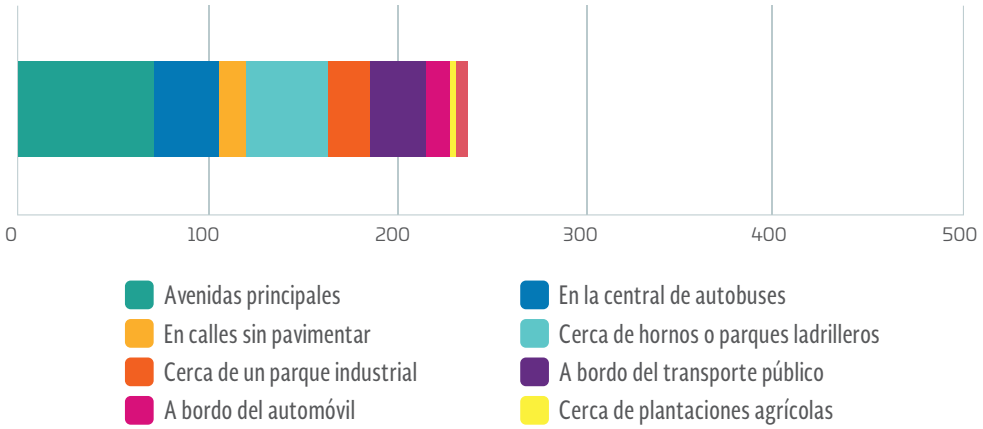
¿Qué efectos a la salud asocia con una mala calidad del aire?

Respondidas: 106 Omitidas: 7



¿En cuál de los siguientes lugares considera que está más expuesto a la mala calidad del aire?

Respondidas: 106 Omitidas: 7

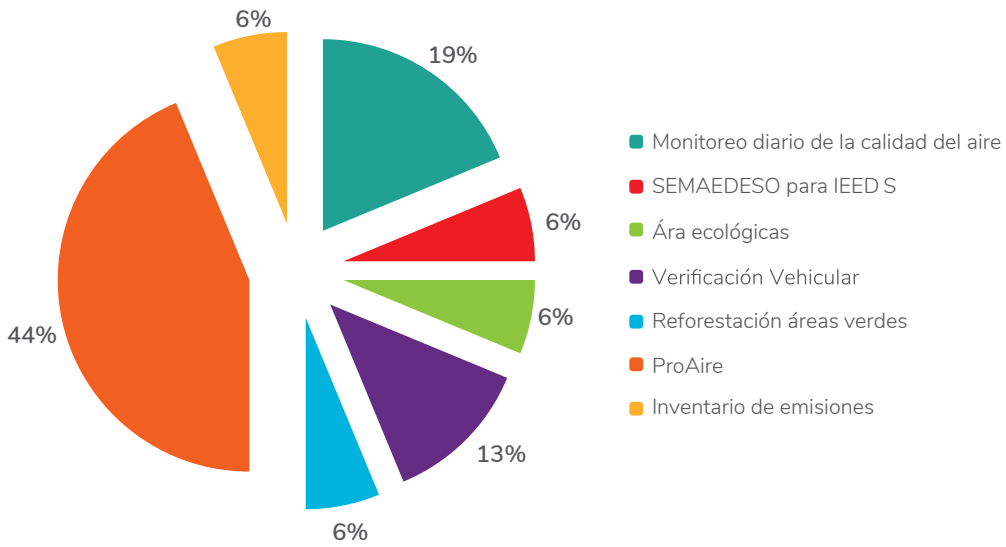


2) Conocimiento y asociación sobre la gestión de la calidad del aire

En esta sección se quiere identificar el conocimiento previo que los encuestados tienen sobre los aspectos que conforman la gestión de la calidad del aire, así como conocer sus medios de información sobre la condición de la calidad del aire en Oaxaca.

Yendo de una perspectiva general a lo particular identificamos que la mayoría de los encuestados (88%) no conocen los programas ni las acciones que realiza el Gobierno estatal a través de la Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable (Semaedeso) en materia de calidad del aire. Sólo 12% afirmó conocer algún programa con estos fines; de éstos, 44% hicieron mención de los ProAires. A continuación se mencionan los programas que vinculan con la acción de la secretaría.

Programas asociados con Semaedeso

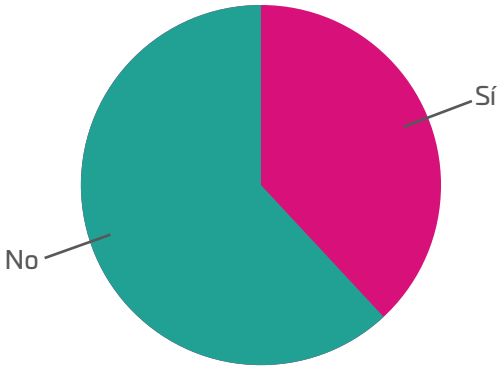


Ante la pregunta de por qué medio recibe información sobre la calidad del aire de Oaxaca, **40%** contestó que por **ningún medio;** le sigue **Facebook**, con **18%;** en tercer lugar se pondera el **sitio web de la Semaedeso,** con **16%;** y siguen **televisión** (**15%**) y **Twitter** (14%). De los medios de información que consideran más efectivos para mantenerse informados sobre la condición de la calidad del aire en Oaxaca, sobresalen Facebook (29%), **radio (19%)** y el **sitio web oficial de la Semaedeso (12%).**

El 61% contestó NO haber visitado el Sitio Web de la SEMAEDESO, un 38% afirmó haberla visitado.

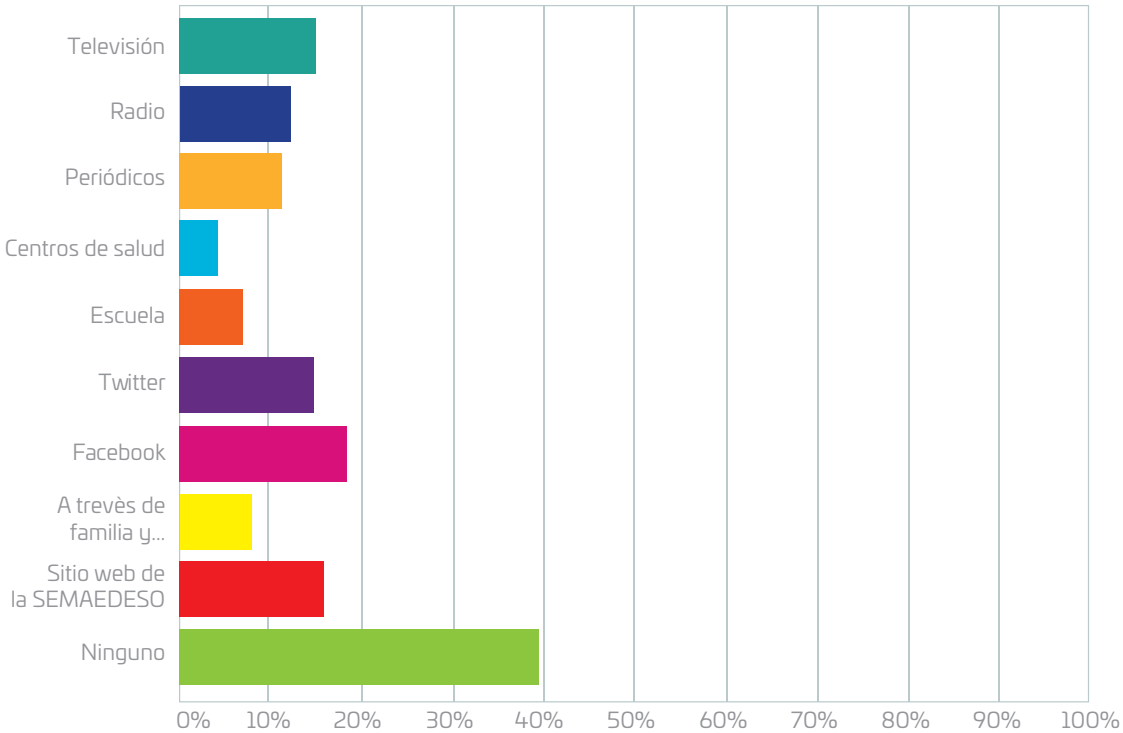
¿Has visitado el Sitio Web de la Semaedeso?

Respondidas: 113 Omitidas: 1



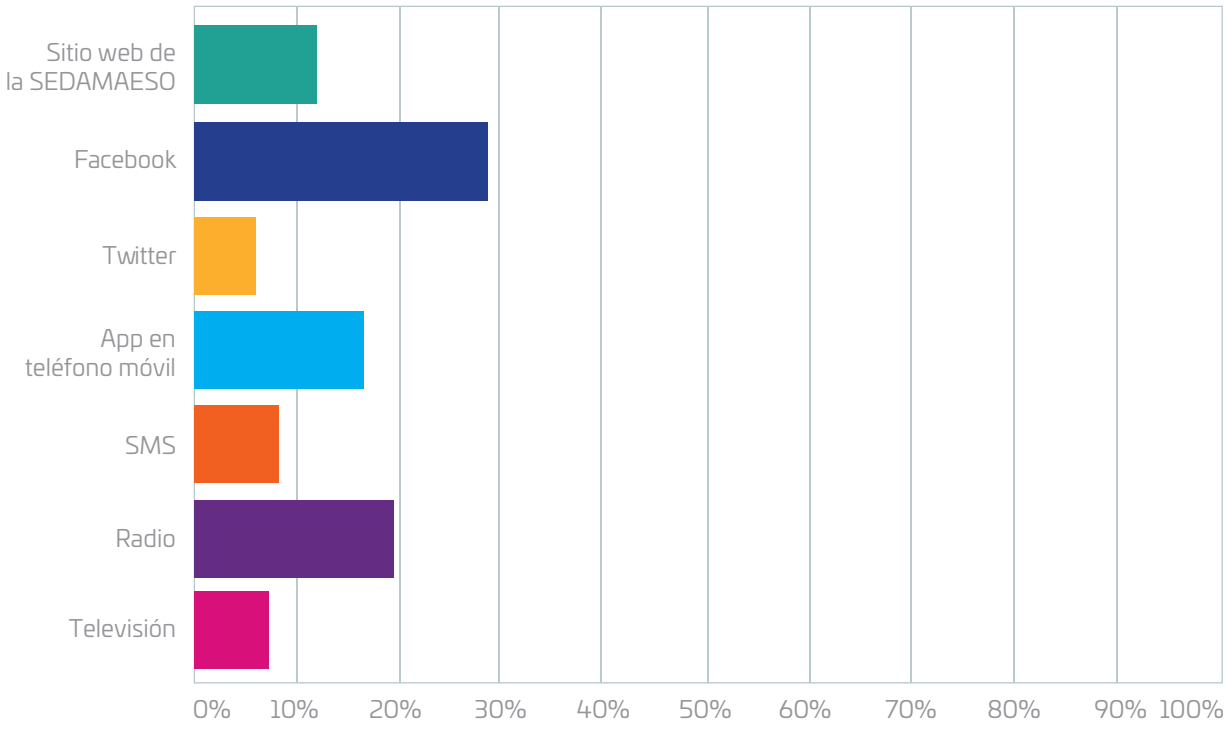
¿Por qué medio recibe información sobre la calidad del aire en Oaxaca?

Respondidas: 113 Omitidas: 1



¿Cuál cree que sea el mejor medio para estar enterado de la calidad del aire?

Respondidas: 107 Omitidas: 7



Se identifica como hallazgo importante la oportunidad que tiene la Semaedeso para constituirse como portavoz del tema de la calidad del aire, instrumentando una estrategia de comunicación por redes sociales (Facebook y Twitter), así como el diseño y el desarrollo de una aplicación para teléfonos móviles. Asimismo, se considera oportuno que instrumente una estrategia de difusión con medios masivos (televisión y radio), para lo que convendría que imparta una capacitación (a comunicadores) para el entendimiento y la transmisión del tema de la calidad del aire.

3) Identificación del problema y la solución

En este apartado buscamos saber si los encuestados reconocen los factores que contribuyen a la contaminación del aire y en qué lugares consideran estar más expuestos ante esta problemática. A su vez, se explora cuáles son las medidas que consideran que contribuyen a resolver este problema.

Las fuentes de emisión que los encuestados consideran que contribuyen mucho a la contaminación del aire son: **1) transporte público, 2) quema de basura, 3) transporte de carga y 4) parques ladrilleros.** Los encuestados refieren que las medidas que pueden ser muy buena opción para mejorar la calidad del aire son: **1) promover la renovación/creación de áreas verdes, 2) controlar las emisiones de los**

transportes de carga y pasajeros, 3) controlar las emisiones del sector ladrillero y alfarero, y 4) fortalecer el programa de verificación vehicular.

Tabla donde se muestran las fuentes de emisión que los encuestados consideran que contribuyen mucho a la contaminación del aire

	Muy poco	Mucho
Industrias y fábricas	9%	44%
Arques ladrilleros	7%	57%
Transporte público	0%	74%
Transporte de carga	4%	61%
Calles sin pavimentar	30%	11%
Vehículos	0.80%	52%
Quema de basura	1%	66%
Quemas agrícolas	7%	45%
Combustión doméstica (uso de leña)	24%	14%
Yeseras, caleras y cementeras	10%	37%
Incendios forestales	8%	44%
Uso de solventes	6%	39%

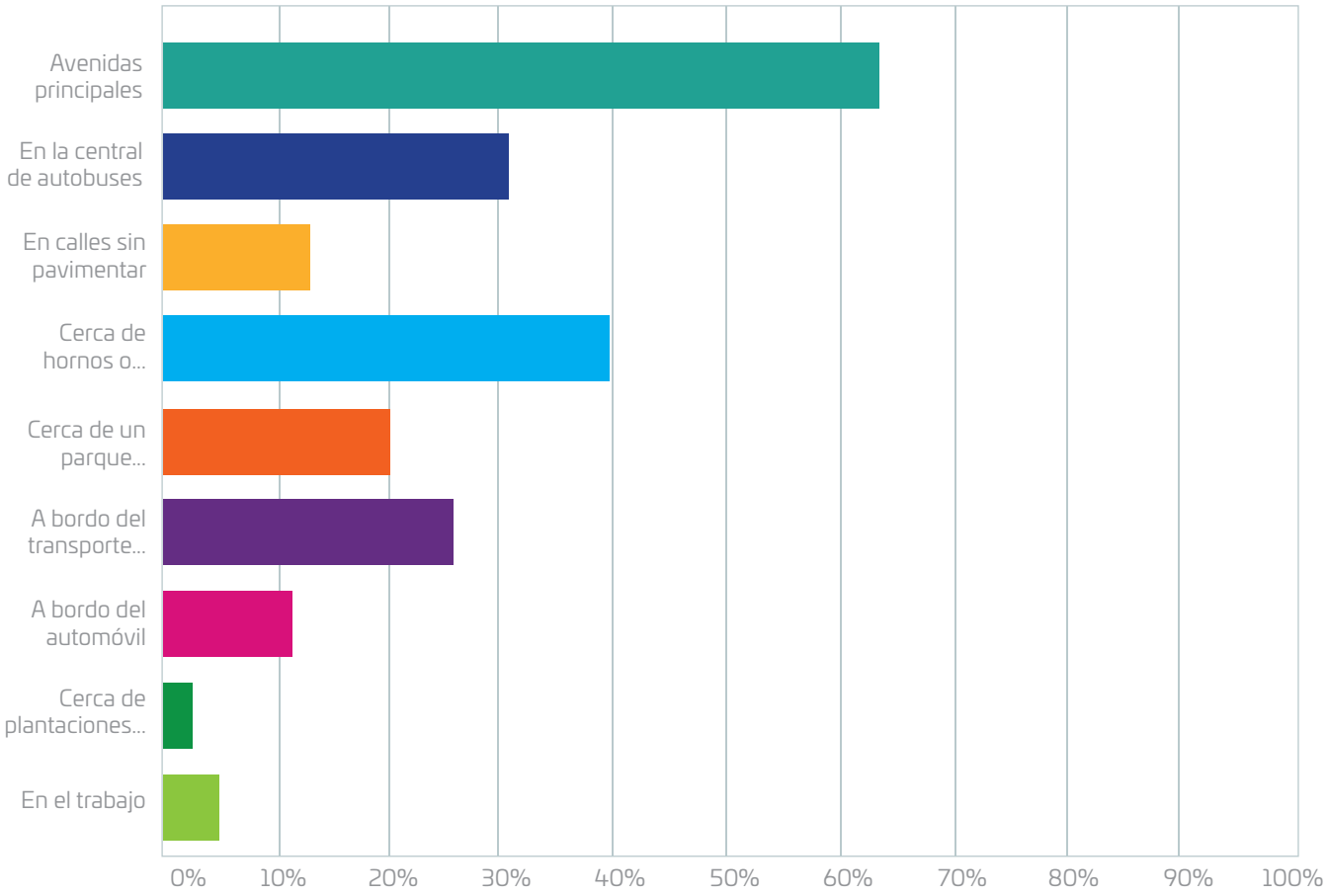
Tabla donde se muestran las medidas que los encuestados consideran que podrían funcionar para resolver la contaminación del aire

	No serviría	Podría funcionar	Sería muy buena idea
Regular de forma más estricta las emisiones contaminantes de las fábricas.	6%	51%	41%
Creación o renovación de áreas verdes.	0.90%	16%	83%
Fomentar la movilidad no motorizada (movilidad peatonal y ciclistas.	7%	38%	54%
Fortalecer el programa de verificación vehicular.	9%	38%	51%
Controlar las emisiones de los transportes de carga y pasajeros.	6%	21%	71%
Controlar las emisiones del sector ladrillero y alfarero.	6%	34%	59%
Instrumentar una campaña de comunicación de calidad del aire y salud.	6%	44%	49%
Mejorar el monitoreo atmosférico de la calidad del aire.	8%	36%	55%

Los lugares donde consideran estar más expuestos a respirar aire contaminado son: **avenidas principales (según 63%), cerca de hornos o parques ladrilleros (40%) y la central de autobuses (30%).**

¿En cuál de los siguientes lugares considera que está más expuesto a una mala calidad del aire?

Respondidas: 113 Omitidas: 1



Hallazgos identificados

Se observa concordancia en la percepción de los encuestados al distinguir las fuentes de emisión que más contribuyen a la contaminación atmosférica (transporte de carga y de pasajeros, y parques ladrilleros) y la selección de medidas que más pueden contribuir a resolver dicha problemática (controlar las emisiones de los transportes de carga y pasajeros, y controlar las emisiones del sector ladrillero y alfarero).

Asimismo, se observa que, en los lugares donde se perciben más expuestos a la mala calidad del aire, hay una asociación con las fuentes de contaminación que identifican como las que más contribuyen al problema de la contaminación atmosférica, por ejemplo: avenidas principales, cerca de transporte de carga y de pasajeros, y cerca de parques ladrilleros.

A continuación se hace un recuento de alguna de las opiniones que los encuestados expresaron:



Es necesario ver toda la contaminación tanto auditiva como del aire, considero que principalmente los autobuses y camiones de carga contaminan directamente a las personas ya que son demasiado viejos y siguen en circulación, creo que es necesario detectar esa situación ya que miles de personas a diario caminan por la calle respirando todos los desechos.



Considero la condición de la calidad del aire buena en mi comunidad. Sin embargo, creo que al estar muy cercanos a la ciudad podría existir infraestructura para el uso de transporte como las bicicletas para poder viajar hacia allá, ya que muchos pobladores de la comunidad tienen sus trabajos allá o visitamos con frecuencia la ciudad.



Es importante que muestren que tipo de acciones están haciendo, dónde podemos sumarnos los ciudadanos como vigilantes, que existan sanciones para quienes violen las normas y que se hagan públicas tanto las sanciones como a los sancionados, cuáles son acciones de largo plazo y cuáles de corto



Se tienen que implementar medidas de preventivas para mitigar el crecimiento de la contaminación, debe aplicar las leyes y normas en materia ambiental así como regular de manera estricta del cumplimiento del parque vehicular que circulan en las zonas metropolitanas del estado de Oaxaca.



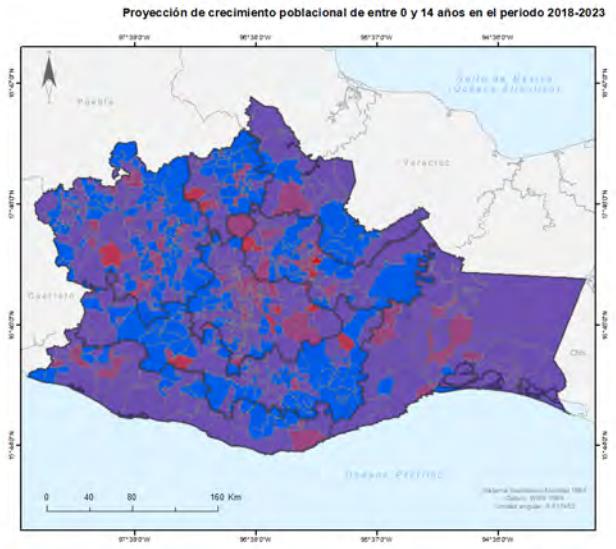
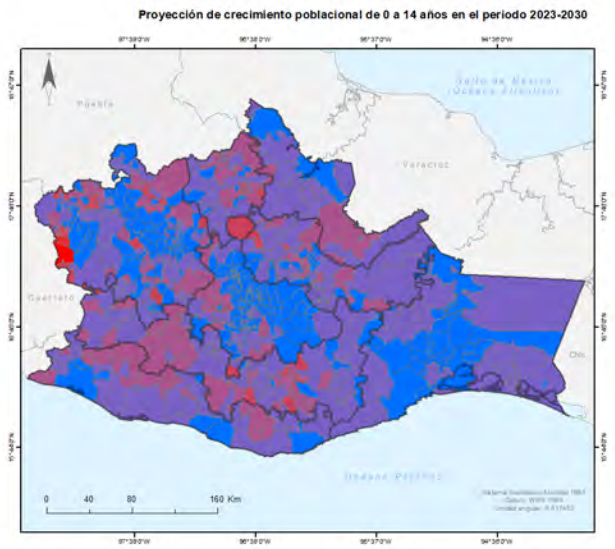
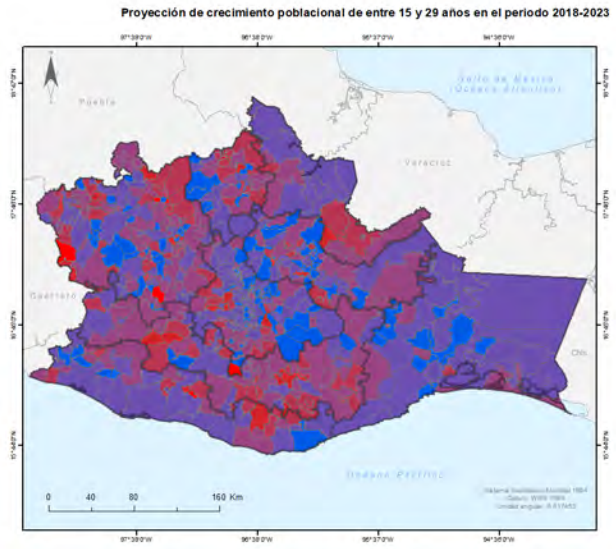
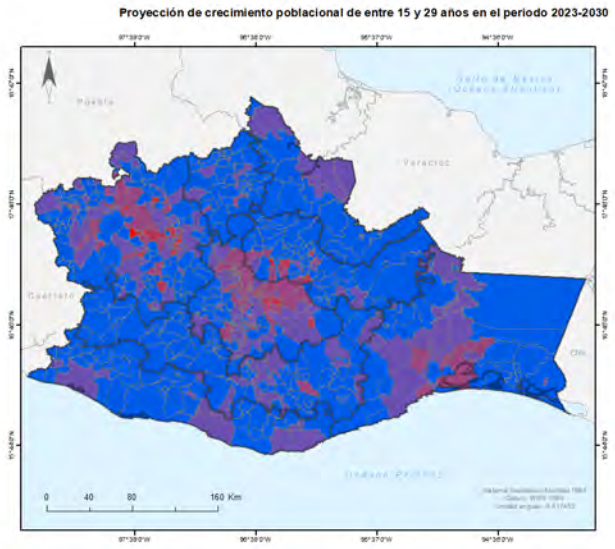
Que active un plan para mejorar la calidad del aire, es común ver la contaminación del aire durante las mañanas principalmente, algo que no se veía hace no muchos años. Una campaña de reforestación con las especies nativas es una buena opción que permitiría mejorar la calidad del aire, incrementar la disponibilidad de agua en presas y mantos acuíferos y disminuir la perdida de suelos.

ANEXO III.

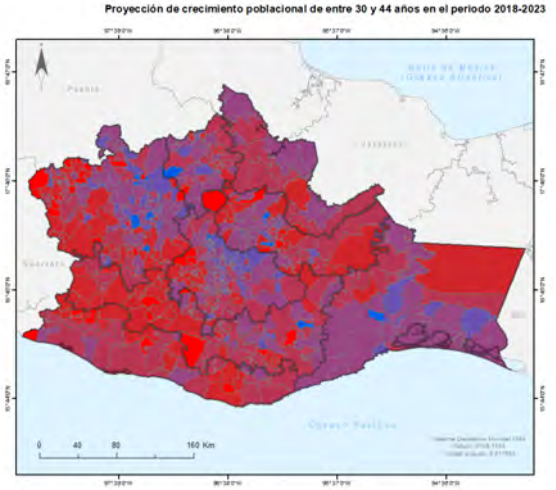
OAXACA EN CIFRAS: PROYECCIONES DE CRECIMIENTOS POBLACIONAL 2018-2030

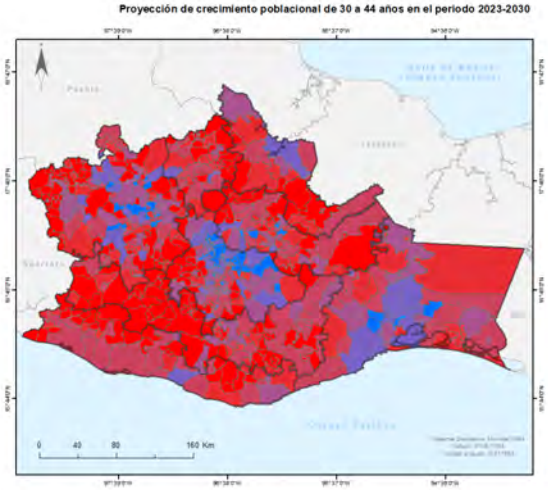
Para el planteamiento de la estrategia de comunicación pública en materia de calidad del aire y salud, que instrumentará el ProAire de Oaxaca entre 2019 y 2028, se consideró fundamental contar con una caracterización de la población de Oaxaca, así como una proyección de crecimiento de la misma (entre 2018 y 2030). Esto debido a que la estrategia de comunicación deberá contemplar la heterogeneidad de la población de Oaxaca y los posibles cambios de ésta, a fin de imaginar razonada y científicamente escenarios posibles, para incidir en cambios culturales en la población oaxaqueña en favor de la calidad del aire.

A continuación se muestran las proyecciones de crecimiento poblacional en el periodo de 2018 a 2030.

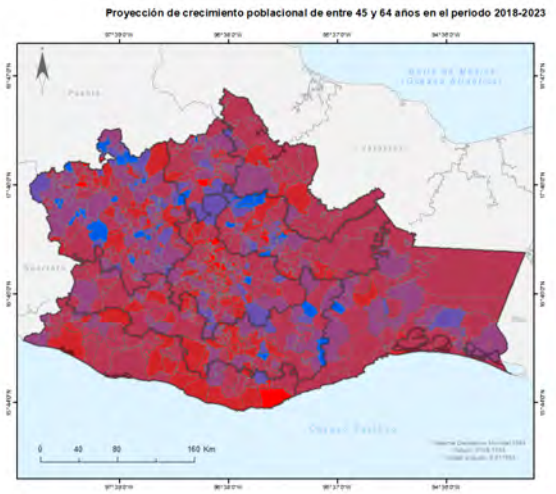
Proyecciones crecimiento poblacional en el periodo de 2018-2023	Proyecciones crecimiento poblacional en el periodo de 2023-2030
Población de 0 a 14 años	
	
Población de 14 a 29 años	
	

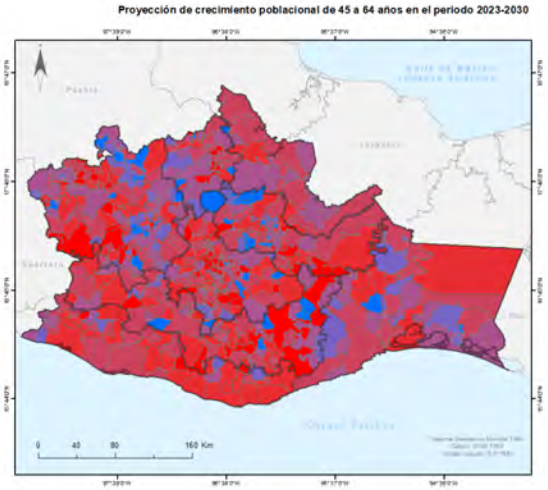
Población de 30 a 44 años



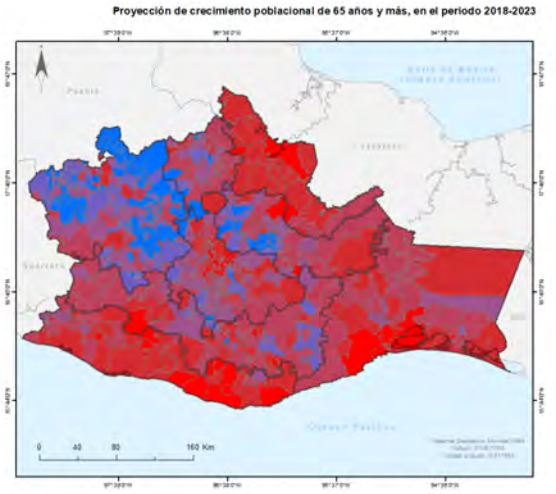


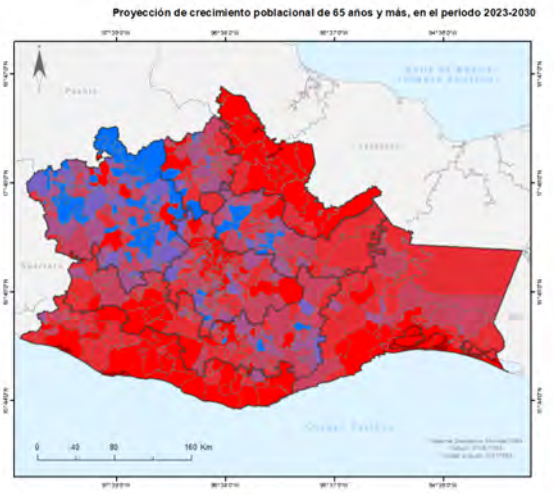
Población de 45 a 65 años





Población de 65 años en adelante





Análisis de la población de Oaxaca

La población de Oaxaca muestra hoy profundas transformaciones que afectan su crecimiento y su estructura por edad. La disminución en la mortalidad infantil, la mayor esperanza de vida al nacer, el aumento del uso de métodos anticonceptivos modernos y la intensificación de las migraciones son responsables directos, entre otros factores[29], de estos cambios. Dichos factores deben considerarse en una mejoría del nivel de vida de las personas y el incremento de la renta per cápita de la familia, unido a mayores posibilidades de acceso a salud, educación y bienestar en general.

Oaxaca en cifras

En 2010, la población de Oaxaca alcanzó 3 868 109 habitantes, con 100 mujeres por cada 92 hombres. En 1910 Oaxaca tenía 1 040 398 habitantes, lo que significa que durante los últimos 100 años la población se multiplicó casi 3.7 veces.

Oaxaca está conformada por 570 municipios. El más extenso es Santa María Chimalapa y el menos extenso es Santa Cruz Amilpas. El 6.9% de la población vive en el municipio de Oaxaca de Juárez, mientras que 0.002% (93 habitantes) habita en Santa Magdalena Jicotlán. Oaxaca tiene 41 habitantes por kilómetro cuadrado en promedio, en comparación con la Ciudad de México, que cuenta con la mayor concentración (5920). Además, ocupa 31% de acuerdo con el promedio de escolaridad de su población de 15 años y más, y 11.8 años es el grado promedio de escolaridad de la población del municipio de San Sebastián Tutla, mientras que el de Coicoyán de las Flores es de 2.3 años *(INEGI, 2016a)*[30].

Hay 1 203 150 hablantes de lengua indígena, lo que implica 34 de cada 100 habitantes de todo el estado, donde se registran aproximadamente 66 lenguas indígenas. Las cinco principales son: zapoteco (30.9%), mixteco (21.9%), mazateco (14.6%), mixe (9.8%) y chinanteco (9.1%). De esta población de habla indígena, 54 000 personas se ubican en la Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza; 24 000, en Huautla de Jiménez; y otras 24 000, en San Miguel Soyaltepec.

La población base se encuentra en edades jóvenes, pues 50% se acumula entre 0 y 23.6 años de edad. Por una parte, el grupo correspondiente a las personas con 14 años es el mayoritario de la pirámide, mientras que el grupo de 15 a 64 años concentra 60.5% de la población estatal y el grupo de 65 años y más muestra ya los efectos de la mayor esperanza de vida y el impacto de la transición demográfica en su conjunto, representando 7.7 % de la población estatal.

[30](CONAPO, 2018a). Dinámica demográfica 1990-2010 y proyecciones de población 2010-2050.

[31]INEGI. (2013). Conociendo Oaxaca. 2016. Obtenido el 1 de agosto de 2018 de: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/conociendo/OAXACA.pdf

En Oaxaca se prevé que la población continúe aumentando en las décadas futuras, con un volumen para 2020, 4 127 899 personas con una tasa de crecimiento de 0.50 % anual. En 2030 llegará a 4 293 423 habitantes, con un ritmo de crecimiento menor: 0.29 %. Asimismo, a estructura por edad y sexo aún mostrará una estructura piramidal con base amplia, pero irá aumentando su proporción de población en edades adultas y avanzadas.

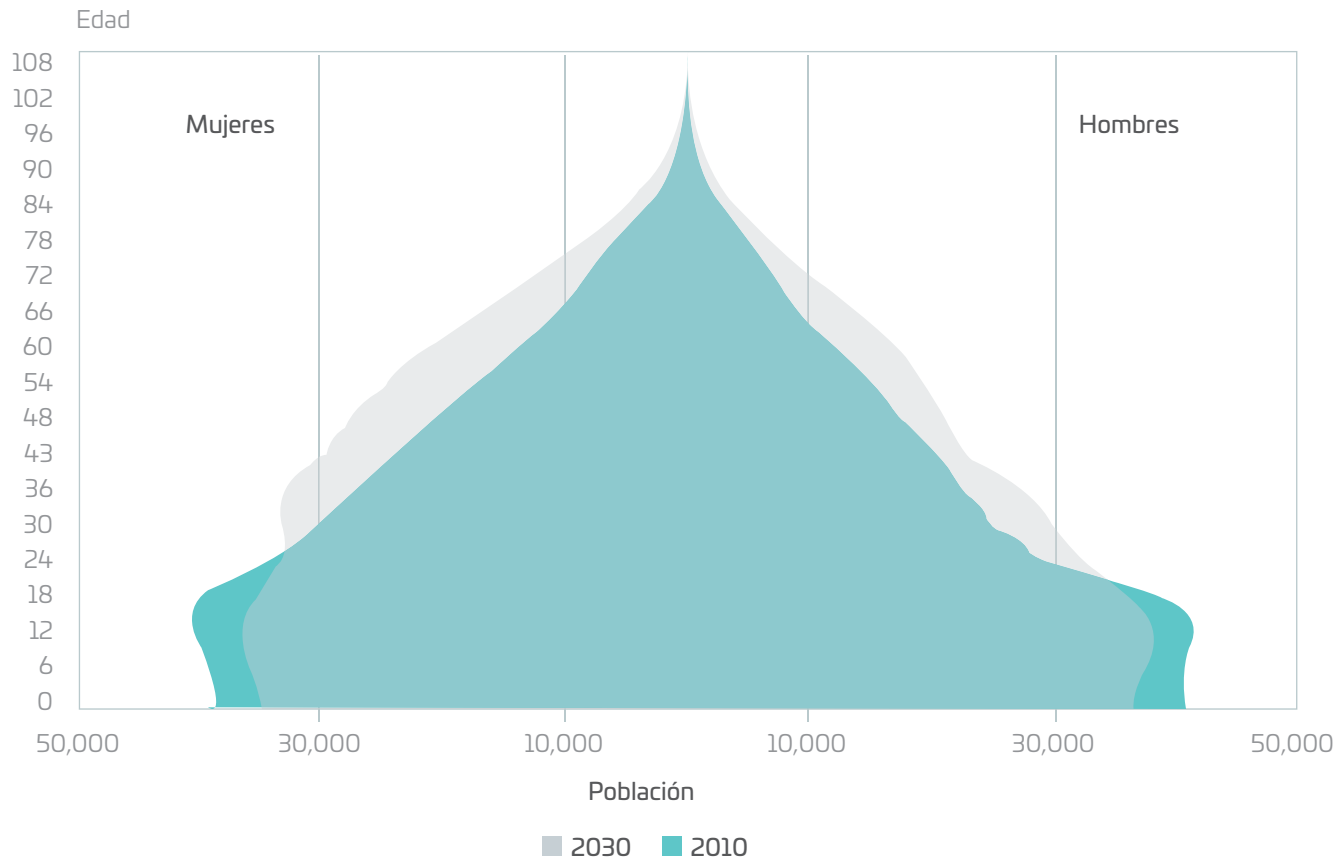


Figura 66. Población base proyectada de Oaxaca, 2010 y 2030.

Fuente: Tomado de (CONAPO, 2018a).

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

proAire

OAXACA
GOBIERNO DEL ESTADO

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE,
BIODIVERSIDAD, ENERGÍAS Y SOSTENIBILIDAD

PROGRAMA DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE DEL ESTADO DE OAXACA

2019-2028