

PROGRAMA DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ESTADO DE DURANGO (2016-2026)



Siglas y acrónimos

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Microgramos por metro cúbico
μm	Micrómetros
BenMap	Environmental Benefits Mapping and Analysis Program
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CH_4	Metano
CINPRO	Consultoría en Ingeniería de Proyectos
CNP	Comité Núcleo del ProAire
CO	Monóxido de carbono
CO_2	Dióxido de carbono
COA	Cédula de Operación Anual
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
DAP	Disposición A Pagar
DGGCARETC	Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones Transferencia de Contaminantes
EIS	Evaluación del Impacto en Salud
FER	Funciones Exposición - Respuesta
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
GEI	Gases de Efecto Invernadero
Gg/año	Giga-gramos por año
Ha.	Hectárea
ICAD	Índice de Calidad del Aire de Durango
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEM	Inventario Nacional de Emisiones de México
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
LEAP	Long-range Energy Alternatives Planning System
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LP	Licuado de Petróleo
Mg/año	Mega-gramos por año
MK2	Horno ecológico denominado MK2
msnm	Metros sobre el nivel del mar
m^2	Metros cuadrados
m^3	Metros cúbicos
N_2O	Óxido nitroso
NH_3	Amoniaco
NOM	Norma Oficial Mexicana
NO_x	Óxidos de nitrógeno

OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organismo No Gubernamental
PCA	Plan de Contingencia Atmosférica
PEA	Población Económicamente Activa
PEACC	Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PIB	Producto Interno Bruto
PJ	Petajoules
PM	Partículas en suspensión
PM ₁₀	Partículas suspendidas de diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros
PM _{2.5}	Partículas suspendidas de diámetro aerodinámico menor o igual a 2.5 micras
PROAIRE	Programas de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PYCCA	Prevención y control de la contaminación de la atmósfera
RESPIRA	Índice de Calidad de Aire y Riesgos a la Salud
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SEP	Secretaría de Educación Pública
SGM	Servicio Geológico Mexicano
SIMCA	Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Estado de Durango
SINAICA	Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SO ₂	Dióxido de azufre
SRNyMA	Secretaría de Recursos Naturales y de Medio Ambiente del Estado de Durango
USCUSS	Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency)
VEV	Valor Estadístico de la Vida
WRF-Chem	Weather Research and Forecasting with Chemistry

Agradecimientos

Por su participación para la realización del ProAire Durango 2016-2026.

- Asociación Mexicana de Profesionales Inmobiliarios (AMPI) Durango.
- Asociación Talleres Automotrices A.C.
- AARENAZA S.C.
- AICH Org.
- Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango (CIIDIR – IPN).
- Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (COCyTED).
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) Delegación Durango.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Dirección Local Durango.
- Comisión para la Protección Contra Riesgos Sanitarios del Estado de Durango (COPRISED).
- Comité de Planeación para el Desarrollo Municipal de Durango (COPLADEM).
- Dirección Estatal de Protección Civil del Estado de Durango
- Dirección General de Transportes en el Estado de Durango.
- Eco Cañón A.C.
- Enviro Tech.
- Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Juárez del Estado de Durango (FCF-UJED).
- Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango (FCB-UJED).
- H. Ayuntamiento de Durango.
- H. Ayuntamiento de Gómez Palacio.
- H. Ayuntamiento de Lerdo.
- Instituto Tecnológico Superior de Lerdo.
- Instituto Tecnológico de Durango.
- Mi Árbol y Yo.
- Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado (SECOPE).
- Secretaría de Educación del Estado de Durango (SEED).
- Secretaría de Educación Pública (SEP) Delegación Durango.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Delegación Durango.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, -Dirección General de Gestión de Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (SEMARNAT-DGGCARETC).
- Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila (SEMA).

- Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango (SRNyMA).
- Universidad Politécnica de Durango (UNIPOLI).
- Universidad Tecnológica de La Laguna (UTLaguna)
- Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED)

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO	14
1.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTADO DE DURANGO.....	14
1.2. ASPECTOS FÍSICOS.....	14
1.2.1. Superficie territorial	14
1.2.2. Orografía.....	15
1.2.3. Hidrografía	16
1.2.4. Clima	17
1.2.5. Meteorología.....	18
1.2.6. Uso de suelo y vegetación	20
1.2.7. Flora y fauna.....	22
1.2.8. Áreas naturales protegidas	22
1.2.9. Cuencas atmosféricas.....	23
1.3. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	25
1.3.1. Dinámica poblacional	25
1.3.2. Desarrollo económico	26
1.3.3. Consumo energético.....	28
1.4. VÍAS DE COMUNICACIÓN	29
CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ESTADO DE DURANGO	32
2.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO.....	33
2.1.1. Sistema de Monitoreo Atmosférico.....	33
2.1.2. Auditorías del Sistema de Monitoreo Atmosférico	36
2.1.3. El centro de control	36
2.1.4. Validación de bases de datos	37
2.1.5. Constitución de un Sistema de Monitoreo Atmosférico Estatal.....	37
2.2. NORMAS VIGENTES DE CALIDAD DEL AIRE:	37
2.3. INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	38
2.3.1. Indicadores primarios.....	39
2.3.2. Indicadores secundarios	41
2.4. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE	44
2.5. PLAN DE CONTINGENCIA ATMOSFÉRICA.....	45
2.6. CUMPLIMIENTO DE LA NOM-156-SEMARNAT-2012	46
2.7. MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ESTADO DE DURANGO.....	48
2.7.1. Resultados de la modelación	48
2.8. CONCLUSIONES	52
CAPÍTULO 3. INVENTARIO DE EMISIONES.....	54
3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES CRITERIO; DURANGO 2013.....	54
3.1.1. Emisiones totales.....	55
3.2. ANÁLISIS DEL INVENTARIO DE EMISIONES POR TIPO DE FUENTE	56
3.3. PROYECCIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES A 10 AÑOS	64

3.3.1. Proyección econométrica.....	64
3.3.2. Modelo LEAP (Proyección 2013- 2026 del sector energético para Durango) ..	65
3.4. INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)	68
3.5. CONCLUSIONES	69
CAPÍTULO 4. IMPACTOS SOBRE LA SALUD Y EXTERNALIDADES	72
4.1. INTRODUCCIÓN	72
4.2. EFECTOS NOCIVOS PARA LA SALUD	74
4.2.1. Efectos adversos para la salud humana por contaminante	76
4.3. EXTERNALIDADES AMBIENTALES.....	79
4.3.1. Metodología de Impactos en Salud (EIS).....	79
4.3.2. Información recopilada para Durango sobre los impactos en la salud.....	80
4.3.3. Determinación de contaminantes a evaluar para el impacto en salud	82
4.3.4. Impactos en salud para el Estado de Durango (indicador)	84
4.3.5. Costos por impacto a la salud	85
4.4. CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES	87
CAPÍTULO 5. COMUNICACIÓN, EDUCACIÓN Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN MATERIA DE CALIDAD DEL AIRE	89
5.1. INTRODUCCIÓN	89
5.1.1 Lineamientos jurídicos para la comunicación pública, educación ambiental y participación ciudadana y protección a la salud, en materia de calidad del aire.....	89
5.2. ESTUDIO DE PERCEPCIÓN SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE.....	91
5.2.1 Los hallazgos identificados son los siguientes:	92
5.3. DESCRIPCIÓN PROCESO ACTUAL DE COMUNICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE	92
5.4. CONSIDERACIONES DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL AIRE DEL ESTADO DE DURANGO.....	96
5.5. PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN MATERIA DE CALIDAD DEL AIRE	97
5.5.1. ProAire y la participación ciudadana	97
5.5.2. Mecanismos de participación ciudadana en materia de calidad del aire	98
5.6. ESTRATEGIAS DE ACCIÓN SOBRE LA COMUNICACIÓN PÚBLICA EN MATERIA DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	99
5.6.1. Matriz de acción de comunicación pública en materia de calidad del Aire del Estado de Durango 2016- 2026.	99
5.7. CONCLUSIONES.....	105
CAPÍTULO 6. ESTRATEGIAS Y MEDIDAS.....	107
6.1. ÁRBOL DE PROBLEMAS Y DE SOLUCIONES.....	107
6.1.1. Árbol de problemas	107
6.1.2. Árbol de soluciones.....	108
6.2. OBJETIVO GENERAL	110
6.3. METAS GENERALES	110
6.4. ESTRATEGIAS	110
6.5. MEDIDAS	111
Estrategia 1. Reducción de emisiones de fuentes fijas	112
Estrategia 2. Reducción de emisiones en fuentes móviles.....	120
Estrategia 3. Reducción de emisiones en comercios y servicios.....	125
Estrategia 4. Comunicación y educación ambiental	133

Estrategia 5. Salud y externalidades.....	138
Estrategia 6. Fortalecimiento institucional y financiamiento.....	140
CAPÍTULO 7. FUENTES DE FINANCIAMIENTO	149
7.1. CONTEXTO GENERAL Y ANTECEDENTE	149
7.2. DIAGNÓSTICO GENERAL DE LAS CONDICIONES SOCIALES E INSTITUCIONALES EN TORNO A LA SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA Y OPERATIVA DEL PROGRAMA	149
7.3. ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD PARA LOS PERIODOS 2016-2017 Y 2018-2020.....	151
REFERENCIAS	153

Tablas

Tabla 1. Principales elevaciones en el Estado de Durango.....	15
Tabla 2. Regiones hidrológicas en el Estado de Durango.....	17
Tabla 3. Superficie estatal por tipo de clima.....	17
Tabla 4. Áreas naturales protegidas en el Estado de Durango	23
Tabla 5. Localidades más pobladas del Estado de Durango.....	25
Tabla 6. Participación de las actividades económicas en el Estado de Durango, 2014....	27
Tabla 7. Sectores de actividad económica de los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo, 2015	28
Tabla 8. Infraestructura en el Estado de Durango, 2014 (INEGI)	29
Tabla 9. Estaciones de monitoreo atmosférico automáticas del SIMCA de Durango	35
Tabla 10. Normas Oficiales Mexicanas Salud Ambiental	37
Tabla 11. Percentiles de Ozono registrados por el SIMCA en 2014 (en ppm).....	39
Tabla 12. Percentiles de PM ₁₀ registrados por el SIMCA en 2014 (en µg/m ³).....	40
Tabla 13. Valores de transformación del Índice de Calidad del Aire de Durango.	45
Tabla 14. Cumplimiento de la NOM-156-SEMARNAT-2012.	46
Tabla 15. Emisiones por tipo de fuentes de emisión en Mg/año	55
Tabla 16. Emisiones por fuente y subcategoría en Mg/año.....	56
Tabla 17. Emisiones por municipio en Mg/año, para el Estado de Durango 2013.....	60
Tabla 18. Principales emisores antropogénicos en el municipio de Durango	62
Tabla 19. Principales emisores antropogénicos en la Región Lagunera de Durango.....	63
Tabla 20. Proyección de las emisiones para el año 2026 (Mg/año).	64
Tabla 21. Demanda de combustible obtenida con LEAP (PJ).....	66
Tabla 22. Emisiones en miles de toneladas, obtenido con LEAP para el sector energético de la línea base para el Estado de Durango.	67
Tabla 23. Emisiones de GEI en Gg de CO ₂ eq por categoría, año y/o período para el Estado de Durango.....	68
Tabla 24. Consumo de energía por subcategoría de Energía en el Estado de Durango (PJ).....	69
Tabla 25. Comparativos de los límites máximos permitidos de las NOM y OMS.....	75
Tabla 26. Fuente y tipo de información para el Estado de Durango.	80
Tabla 27. Muertes documentadas por enfermedad en el Estado de Durango para el año 2013.	80
Tabla 28. Cantidad de admisiones hospitalarias por tipo de enfermedad y grupo asociado para el Estado de Durango en 2013.	81
Tabla 29. Número de incidencias por enfermedad para el Estado de Durango en 2013. .	81
Tabla 30. Estudios de efectos en salud para PM ₁₀ y O ₃ , tasas o los casos de este tipo de eventos y la función concentración - respuesta seleccionados.	83
Tabla 31. Escenario de modelación con BenMap para Durango.....	84
Tabla 32. Resultados de BenMap reduciendo 10 µg/m ³ de PM ₁₀ en Durango para 2013.	85
Tabla 33. PIB nacional y parámetros relacionados del sector salud en 2014 en millones de pesos y porcentaje.....	86
Tabla 34. Co-beneficios en términos de salud al disminuir la concentración de PM ₁₀	86

Tabla 35. Facultades normativas en regulación, gestión, información y difusión en control de la contaminación atmosférica.....	90
Tabla 36. Acciones del ProAire Durango 2016-2026 que darán lugar a la estrategia de generación de información confiable de calidad del aire.	100
Tabla 37. Esfuerzos de comunicación para que la información de la calidad del aire sea relevante para la población del Estado de Durango.....	101
Tabla 38. Iniciativas que pueden incentivar la participación y cambio de comportamiento social que le otorgue legitimidad al tema de la calidad del aire.....	103
Tabla 39. Estrategias y medidas.....	111
Tabla 40. Reducción de emisiones.....	147
Tabla 41. Herramientas de SOPORTE o COMPLEMENTARIAS de la.....	150
Tabla 42. Matriz de fuentes potenciales de apoyo para el periodo 2016-2020.....	150
Tabla 43-A: ProAire Durango Estrategia de Sostenibilidad.....	151

Figuras

Figura 1. División política del Estado de Durango.....	14
Figura 2. Topografía del Estado de Durango.....	15
Figura 3. Hidrografía del Estado de Durango.....	16
Figura 4. Tipo de clima en el Estado de Durango.....	18
Figura 5. Precipitación total anual en milímetros (mm).....	19
Figura 6. Temperatura promedio (°C) en el Estado de Durango.....	19
Figura 7. Rosas de viento anuales presentes en el Estado de Durango.....	20
Figura 8. Porcentaje de tipo de uso de suelo en el Estado de Durango.....	21
Figura 9. Uso de suelo y vegetación en el Estado de Durango.....	21
Figura 10. Áreas Naturales Protegidas en el Estado de Durango.....	23
Figura 11. Población total del Estado de Durango (1900 - 2015).....	25
Figura 12. PIB del Estado de Durango, 2014.....	26
Figura 13. Consumo de petrolíferos en el Estado de Durango 1999-2015.....	28
Figura 14. Usuarios y generación de energía eléctrica en el Estado de Durango 2002-2015.....	29
Figura 15. Vehículos registrados en el Estado de Durango.....	30
Figura 16. Ubicación de las estaciones automáticas de la Ciudad de Durango.....	34
Figura 17. Ubicación de las estaciones automáticas de las ciudades Lerdo y Gómez Palacio.....	34
Figura 18. Días con excedencia de la NOM-020-SSA1-1993 para O ₃ en 2014.....	39
Figura 19. Días con excedencia de la NOM-025 para PM ₁₀ en 2014.....	40
Figura 20. Comportamiento horario del ozono en el municipio de Durango.....	41
Figura 21. Comportamiento semanal del ozono en Durango.....	42
Figura 22. Comportamiento anual del ozono en Durango.....	42
Figura 23. Comportamiento horario de PM ₁₀ en el municipio de Durango.....	43
Figura 24. Comportamiento anual de las PM ₁₀ en el municipio de Durango.....	44

Figura 25. Comparación de temperatura y velocidad del viento calculada y observada en la estación Cevag “CEV”, del 24-30 de abril del 2013, puntos rojos representan mediciones, línea azul representa valores calculados.....	48
Figura 26. Comparación de las concentraciones de ozono y monóxido de carbono en la estación “IPN”, del 24-30 de abril del 2013.	49
Figura 27. Comparación de concentraciones de PM ₁₀ y PM _{2.5} observadas, escaladas y no escaladas, del 24-30 de abril del 2013.....	49
Figura 28. Comparación de concentraciones de SO ₂ observadas y calculadas, del 24-30 de abril del 2013.	50
Figura 29. Distribución espacial de ozono para el día 25 de abril de 2013 a las 18:00 hrs. en el Estado de Durango.	50
Figura 30. Distribución espacial de partículas PM ₁₀ para el día 25 de abril de 2013 a las 09:00 hrs. en el Estado de Durango.....	51
Figura 31. Distribución espacial de partículas PM _{2.5} para el día 25 de abril de 2013 a las 09:00 hrs. en el Estado de Durango.....	51
Figura 32. Contribución porcentual de las emisiones por contaminante y tipo de fuente..	56
Figura 33. Contribución porcentual por categoría y contaminante.....	60
Figura 34. Contribución porcentual por fuente y contaminante en el municipio de Durango	61
Figura 35. Contribución porcentual por fuente y contaminante en la Región Lagunera de Durango (Gómez Palacio – Lerdo).....	63
Figura 36. Comportamiento de las emisiones en el periodo de la línea base en Durango para los tres escenarios. (Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016)	65
Figura 37. Proyección de la línea base (2013- 2026) de la demanda energética en PJ, por subcategoría del sector energético para el Estado de Durango.	67
Figura 38. Emisiones de CO ₂ equivalente en miles de toneladas para la línea base para el Estado de Durango.....	67
Figura 39. Emisión de GEI promedio anual por categoría 2005-2008 para el Estado de Durango.....	68
Figura 40. Índice de calidad del aire en Durango.	73
Figura 41. Formación del Ozono troposférico.	78
Figura 42. Distribución espacial de partículas PM ₁₀ para el día 25 de abril de 2013 a las 09:00 hrs. en el Estado de Durango.....	84
Figura 43. Imagen de las estaciones de monitoreo.....	94
Figura 44. Mapa de las estaciones de monitoreo y su índice de calidad del aire.	95
Figura 45. Árbol de problemas identificados en el ProAire Durango 2016-2026.....	107
Figura 46. Árbol de soluciones identificados en el ProAire Durango 2016-2026	109

Introducción

El problema de la contaminación del aire ha venido en crecimiento en las últimas décadas, siendo una constante en muchas ciudades y regiones en todo el mundo, lo que ha causado problemas de salud a la población y a los ecosistemas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que la exposición a los contaminantes atmosféricos está en gran medida fuera del control personal y requiere medidas de las autoridades públicas a nivel local, nacional e internacional (SEMARNAT, 2013).

Para evaluar la situación en materia de contaminación atmosférica en una ciudad o región es necesario contar con herramientas de medición y monitoreo como son: sistemas de monitoreo atmosférico, inventarios de emisiones, índices de calidad del aire, entre otros; que permitan implementar acciones de mejora de la calidad del aire, que se integran en un Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) (SEMARNAT, 2013).

Cabe resaltar de manera muy importante que para la realización de este ProAire se utilizaron herramientas y modelos de vanguardia a nivel internacional, que nos permiten generar información valiosa para la toma de decisiones. Estas herramientas y modelos son:

- Modelación de la calidad del aire del Estado de Durango utilizando la versión 3.5.1 del modelo WRF-Chem (Weather Research and Forecasting with Chemistry), que está contenido en el capítulo 2.
- Proyección del sector de energía del periodo 2013 – 2026 con el modelo LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System, por sus siglas en inglés), el cual es una herramienta para modelar escenarios energéticos y ambientales.
- Modelo BenMap (Environmental Benefits Mapping and Analysis Program), el cual permite evaluar los impactos en la salud de una población expuesta y generar salidas tabuladas de los efectos de cada contaminante analizado.

Es así que se ha desarrollado el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de Durango (ProAire Durango 2016-2026).

Este programa integra medidas y acciones bajo 6 líneas estratégicas (3 de reducción de emisiones de fuentes emisoras y 3 ejes transversales de comunicación y educación ambiental, salud y externalidades, y fortalecimiento institucional y financiamiento). Estas medidas fueron establecidas a partir del diagnóstico técnico en materia de calidad del aire realizado en el Estado de Durango.

Del diagnóstico de la calidad del aire, destacan los siguientes resultados:

Generalidades en el Estado de Durango. El 65.6% de la población se concentra en los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo, siendo las principales actividades económicas, la Industria manufacturera, el comercio, los servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, la agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza, y la construcción.

El crecimiento económico en el Estado se ve reflejado en un mayor consumo de petrolíferos, mayor número de usuarios de energía eléctrica, mayor número de vehículos

circulando en el Estado, así como un crecimiento importante en la generación de energía eléctrica.

El diagnóstico de la calidad del aire a través del monitoreo de contaminantes atmosféricos mostró que en la ciudad de Durango se han presentado algunos días que exceden la norma referente a partículas PM_{10} , y en contadas ocasiones para Ozono (O_3); mientras que el resto de los contaminantes no presentan valores sobre la norma. Estos resultados se corroboraron con la modelación de la calidad del aire, que se realizó como parte de este ProAire.

El inventario de emisiones a la atmósfera arroja los siguientes datos de la estimación de emisiones; las fuentes fijas aportan el 79% de dióxido de azufre (SO_2) total en el Estado; las fuentes de área emiten la mayor cantidad de partículas con el 94% de las PM_{10} y 88% de las $PM_{2.5}$, así como el 93% del amoníaco (NH_3). Las fuentes móviles aportan el 89% del monóxido de carbono (CO), el 68% de los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el 58% de los COV.

Se describió en el presente documento los principales efectos que ocasiona a la salud la exposición a los contaminantes criterio y las principales fuentes que generan este tipo de contaminantes en el Estado; se generó un ejercicio indicativo de externalidades ambientales en cuanto a impactos en salud y costos. Este análisis se realizó utilizando el modelo BenMap, el cual permite dar datos duros de los beneficios económicos por la reducción de contaminantes.

En cuanto al tema de comunicación, educación y participación ciudadana en materia de calidad del aire en el Estado, se realizó una encuesta en línea, para saber cuál es la percepción y grado de conocimiento sobre la calidad del aire de la población. Este tema representa importantes áreas de oportunidad dirigidas a lograr que la sociedad en general participe más activamente en identificar la problemática y ser parte de las soluciones.

Finalmente, a partir del diagnóstico que se hace como parte del ProAire, se han establecido las medidas de control que serán implementadas en el Estado de Durango para reducir la emisión de contaminantes al aire y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Estas medidas son 19, destacando 10 medidas dirigidas a las fuentes emisoras (fijas, móviles, comercios y servicios), y las 9 restantes, a los ejes transversales de salud y externalidades, comunicación y educación ambiental y fortalecimiento institucional y financiamiento.



Sierra del municipio de San Dimas, Durango

Capítulo 1. Generalidades de la zona de estudio

Capítulo 1. Generalidades de la zona de estudio

El presente capítulo tiene como objeto proporcionar información general sobre las condiciones geográficas, físicas, socioeconómicas, de crecimiento poblacional así como de movilidad urbana que permitan un análisis más amplio de la situación que prevalece en el Estado de Durango y su interrelación con la gestión de la calidad del aire.

1.1. Delimitación geográfica del Estado de Durango

El Estado de Durango se localiza en las coordenadas geográficas: Al norte 26°48', al sur 22°19' de latitud norte; al este 102°28', y al oeste 107°11' de longitud oeste (*Gobierno del Estado de Durango, 2011*). Limita al norte con los Estados de Chihuahua y Coahuila de Zaragoza; al este con Coahuila de Zaragoza y Zacatecas; al sur con Zacatecas, Nayarit y Sinaloa; al oeste con Sinaloa y Chihuahua.

1.2. Aspectos físicos

1.2.1. Superficie territorial

El Estado de Durango tiene una extensión de 123,451.2 kilómetros cuadrados (Km²), representando el 6.3% de la superficie del país; por ello ocupa el cuarto lugar a nivel nacional, después de Chihuahua, Sonora y Coahuila; tiene una altitud promedio de 1,775 metros sobre el nivel del mar. Su división política es de 39 municipios (Figura 1). Su capital es la Ciudad Victoria de Durango (*INEGI, 2015*).



Figura 1. División política del Estado de Durango
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016 con información de INEGI.

1.2.2. Orografía

La entidad está dividida en cuatro provincias fisiográficas: Sierra Madre Occidental (la cual representa el 71.47% del Estado); Sierras y Llanuras del Norte (con el 14.43% del total estatal); Sierra Madre Oriental (representa el 5.03% de la superficie total); y Mesa del Centro (representa el 8.57% de la superficie estatal) (*Gobierno del Estado de Durango, 2011*), ver Figura 2.

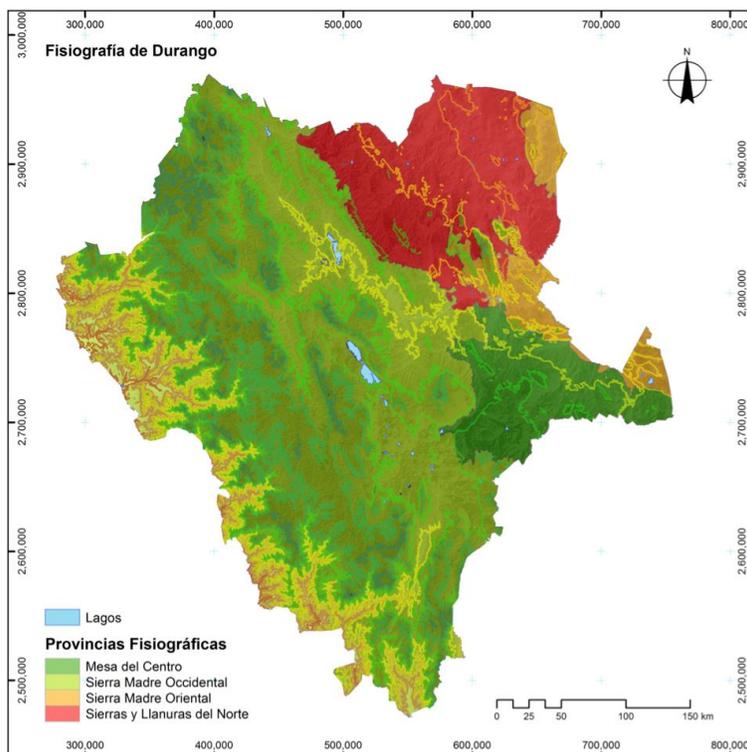


Figura 2. Topografía del Estado de Durango

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016 con información de INEGI.

Las cuatro provincias fisiográficas representadas en Durango se subdividen en un total de nueve subprovincias: Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses; Sierras y Llanuras de Durango; Gran Meseta y Cañones Duranguenses; Mesetas y Cañadas del Sur; Del Bolsón de Mapimí; Sierra de la Paila; Sierras Transversales; Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande; y Sierras y Llanuras del Norte.

De acuerdo al INEGI (2015), las principales elevaciones en el Estado se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales elevaciones en el Estado de Durango

Nombre	Altitud (msnm)
Cerro Gordo	3,340
Cerro Barajas	3,300
Sierra Del Epazote	3,200
Cerro Pánfilo	3,180
Cerro El Táscate	3,100
Cerro El Oso	3,060
Cerro Los Altares	3,020
Sierra El Rosario	2,820

Nombre	Altitud (msnm)
Cerro El Alto de Dolores	2,800
Cerro San Javier	2,320
Sierra San Pedro	2,260

Fuente: INEGI, 2015.

1.2.3. Hidrografía

El Estado se ubica en tres vertientes principales: Golfo de México, en una pequeña extensión del extremo norte; Océano Pacífico en la parte occidental y Bolsón de Mapimí en el resto del Estado. Forma parte de tres regiones hidrológicas administrativas: Pacífico Norte, Río Bravo y Cuencas Centrales del Norte.

La hidrografía está representada por las corrientes principales de los ríos Nazas, Aguanaval, Baluarte, Mezquital, Acaponeta, Tepehuanes, Ojo Caliente, Tamazula y otras corrientes secundarias o afluentes, que forman parte de la vertiente del Pacífico. Presentan en su mayoría drenaje de tipo dendrítico¹ y régimen perenne². Sobre las corrientes principales se ubican los aprovechamientos siguientes: presas Francisco Zarco, Lázaro Cárdenas (El Palmito), Peña de Águila, San Bartolo y la Guadalupe Victoria, todas ellas para riego y uso piscícola.

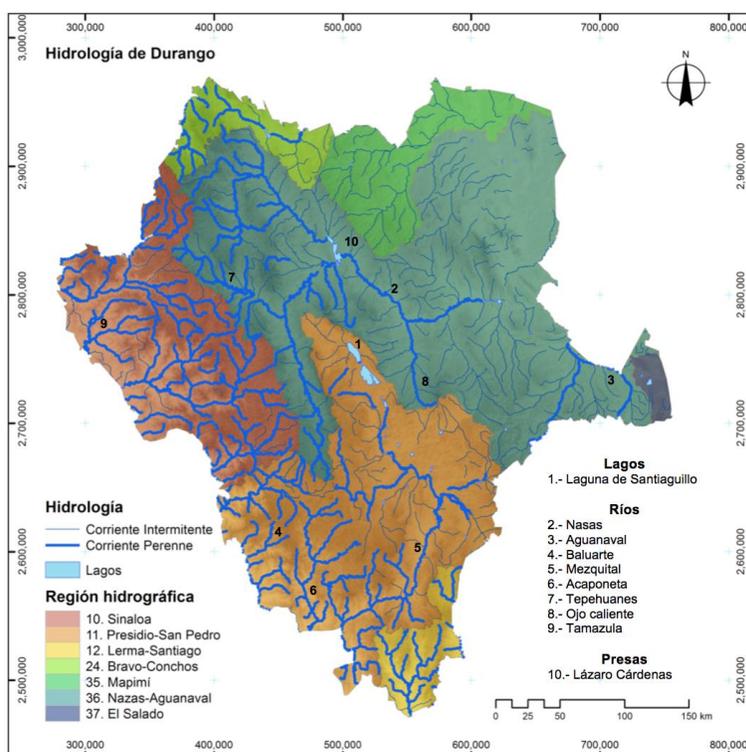


Figura 3. Hidrografía del Estado de Durango

Fuente: Elaboración propia CINPRO - SRNyMA, 2016 con información de INEGI.

¹ La palabra dendrítico procede del griego dendron, que significa árbol, debido a la semejanza que este tipo de drenaje tiene con un árbol y sus ramas, las cuales forman sus tributarios o afluentes.

² Ríos que están formados por cursos de agua localizados en regiones de lluvias abundantes, con escasas fluctuaciones a lo largo del año, los cuales siempre tienen agua en sus corrientes.

Dentro del Estado existen siete regiones hidrológicas en función de su red hidrográfica y su orografía (Gobierno del Estado de Durango, 2011); ver Tabla 2.

Tabla 2. Regiones hidrológicas en el Estado de Durango.

Región	Cuencas de ríos y cuerpos de agua
Región de Sinaloa	Ríos Piaxtla-Elota-Quelite, San Lorenzo, Culiacán, la corriente del Río Sinaloa y Río Fuerte
Región Presidio-San Pedro	Ríos: San Pedro, Acaponeta, Baluarte y Presidio
Región Lerma-Santiago	Río Huaynamota
Región Bravo-Concho	Ríos Conchos-P. de la Boquilla y Florido
Región hidrológica de Mapimí	Lago del Rey y la cuenca A. La India – L. Palomas
Nazas - Aguanaval	Ríos Nazas-Torreón, Nazas-Rodeo, Aguanaval, Presa Lázaro Cárdenas y L. de Mayrán y Viesca
Región de El Salado	Camacho - Gruñidora

Fuente: Gobierno del Estado de Durango, 2011.

1.2.4. Clima

Uno de los factores determinantes para la distribución de los climas del Estado de Durango parece ser la barrera constituida por la Sierra Madre Occidental, que detiene los vientos húmedos, presentando en la región de las Quebradas un clima marítimo, semitropical, con temperaturas generalmente altas, más o menos uniforme durante el año, abundante precipitación pluvial y alta humedad atmosférica.

A excepción de la región citada la mayor parte de la sierra, por su altitud, tiene un clima semihúmedo, templado o semifrío, que se vuelve templado y semiseco en el lado oriental de la sierra y en buena parte de la franja central del Estado, para pasar a ser semiárido y semiseco al oriente de los valles y francamente seco en la parte oriente del Estado, donde es muy extremo, de tipo continental, con sólo pequeños manchones de clima templado en las sierras aisladas (Tabla 3 y Figura 4; INEGI, 2014).

Tabla 3. Superficie estatal por tipo de clima

Tipo o subtipo	Símbolo	%
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	A(w)	3.77
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	ACw	7.79
Templado subhúmedo con lluvias en verano	C(w)	22.57
Semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano	C(E)(m)	0.10
Semifrío subhúmedo con lluvias en verano	C(E)(w)	11.17
Semiseco muy cálido y cálido	BS1(h')	0.15
Semiseco semicálido	BS1h	0.84
Semiseco templado	BS1k	27.15
Seco semicálido	BSh	7.56
Seco templado	BSk	4.67
Muy seco semicálido	BWh	14.23

Fuente: INEGI, 2014.

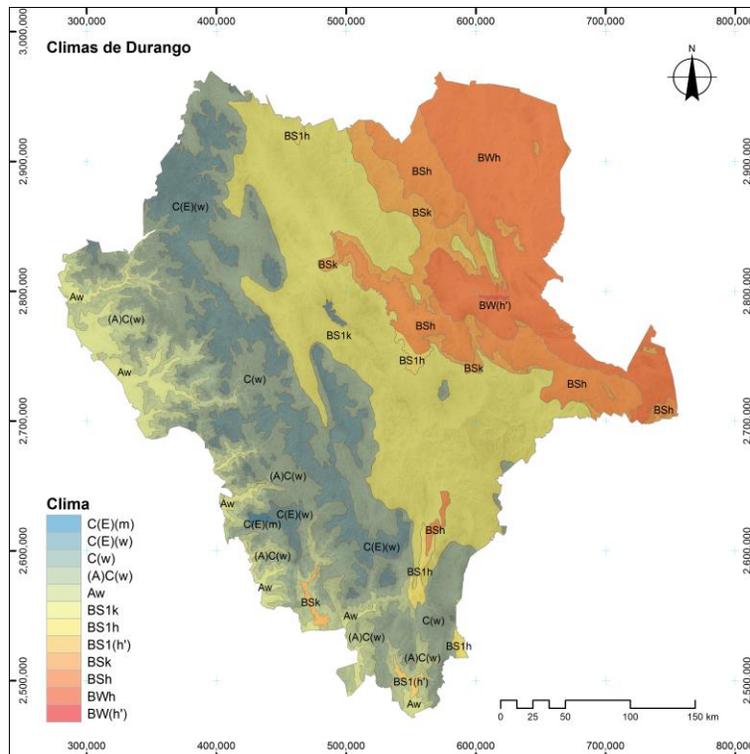


Figura 4. Tipo de clima en el Estado de Durango
 Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016 con información de INEGI.

1.2.5. Meteorología

La precipitación total anual no se distribuye homogéneamente a través del Estado. Las zonas con menor precipitación total se localizan en el noreste del territorio, en la zona del Bolsón de Mapimí y los límites con el estado de Coahuila. En contraste, la región con mayor precipitación total se localiza al oeste y suroeste del Estado, en la región de cañones, cañadas y laderas de la vertiente oeste de la Sierra Madre Occidental. La precipitación media del Estado es de 500 mm anuales, donde la temporada de lluvias se presenta principalmente en los meses de julio y agosto (Figura 5).

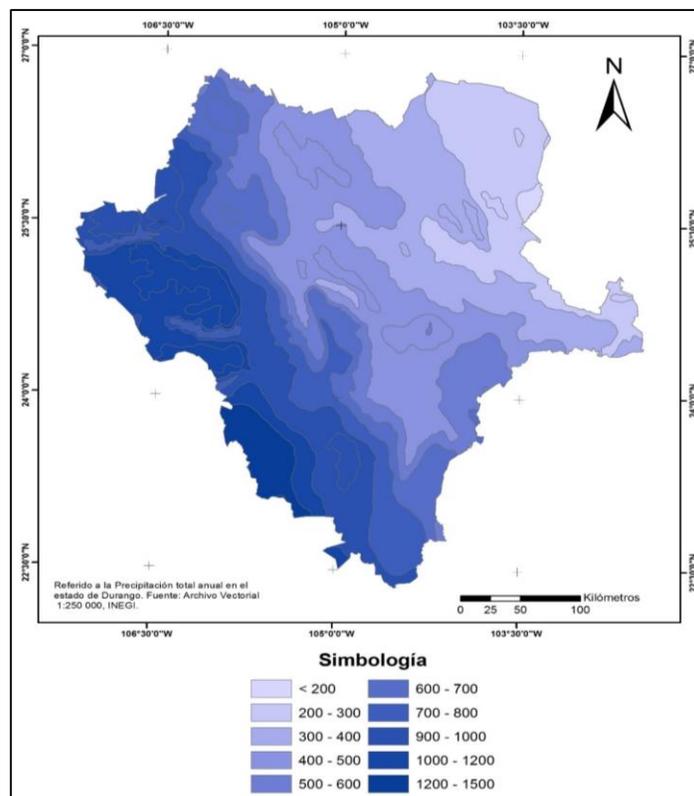


Figura 5. Precipitación total anual en milímetros (mm)

Fuente: Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango, 2014

La temperatura media anual es de 17°C en el Estado de Durango; la temperatura promedio más alta es mayor a 31°C, se presenta en los meses de mayo y junio y la más baja, alrededor de 1.7°C, en el mes de enero. En la Figura 6 se presenta la temperatura promedio en distintas estaciones meteorológicas del Estado, donde se observa que hay una diferencia importante entre diferentes regiones.

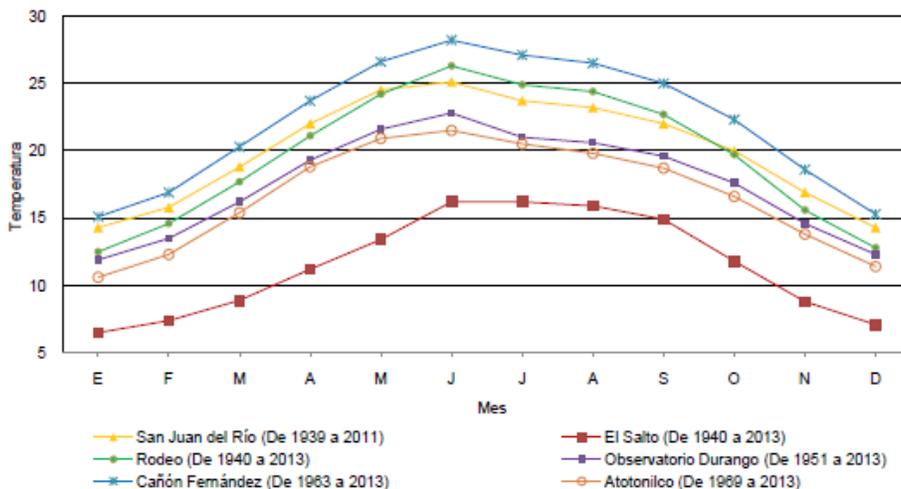


Figura 6. Temperatura promedio (°C) en el Estado de Durango

Fuente: INEGI, 2014

De acuerdo al análisis de vientos realizado para el año 2013 en el Estado de Durango, de la información obtenida de cuatro estaciones meteorológicas del SMN y de diecinueve estaciones del INIFAP; los vientos dominantes en el Estado son del oeste en primavera, del noroeste en verano y otoño y del noreste en invierno; en la Figura 7 se presentan rosas de viento anuales de algunas de las estaciones meteorológicas ubicadas en el Estado.

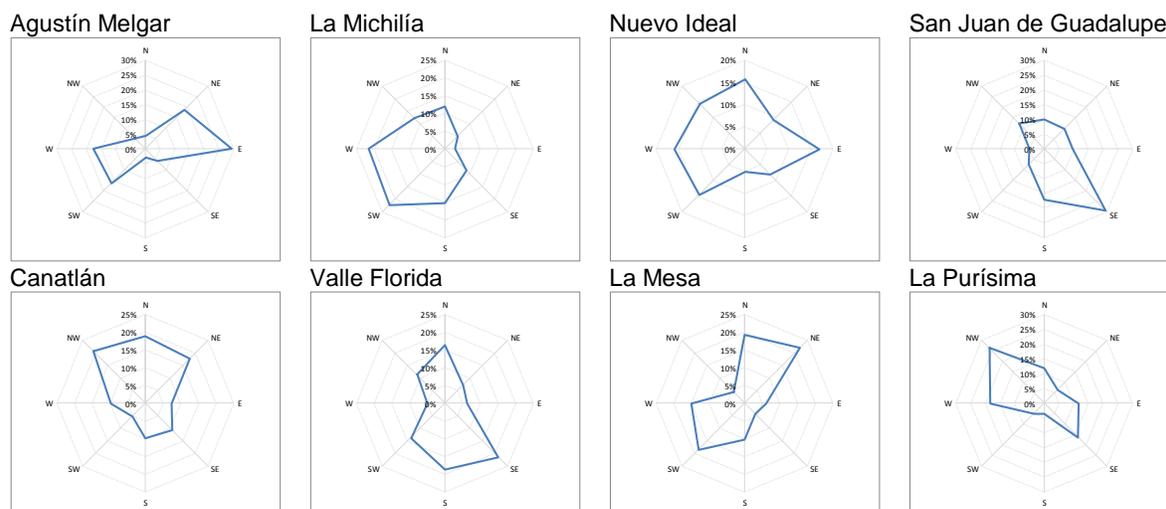


Figura 7. Rosas de viento anuales presentes en el Estado de Durango
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016 con información de CONAGUA e INIFAP.

1.2.6. Uso de suelo y vegetación

De acuerdo a la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250000 Serie V de INEGI; existen diferentes usos de suelo, entre los que se encuentran el uso agrícola con una superficie de 1,303,400 (10.57%), el área urbana ocupa una superficie de 32,400 ha. que representa el 0.26% de la superficie estatal; los cuerpos de agua ocupan 41,600 ha. que es el 0.34% de la superficie de Durango. (Ver Figura 8).

En el estado de Durango se presentan nueve de los diez tipos de vegetación que existen en el país (Rzedowski, 1978); la diversidad de los ecosistemas en la entidad se encuentran en función de su compleja fisiografía y tipos de clima, en este sentido predominando el bosque con un 42.15% de su superficie, de los tipos de pino, encino y pino-encino; seguido del matorral con un 21.28% de la superficie, incluye los tipos Crasicaule, desértico micrófilo, desértico rosetófilo, submonato y subtropical; así como 19.08% de pastizal y 4.91% de selva baja y mediana caducifolia.

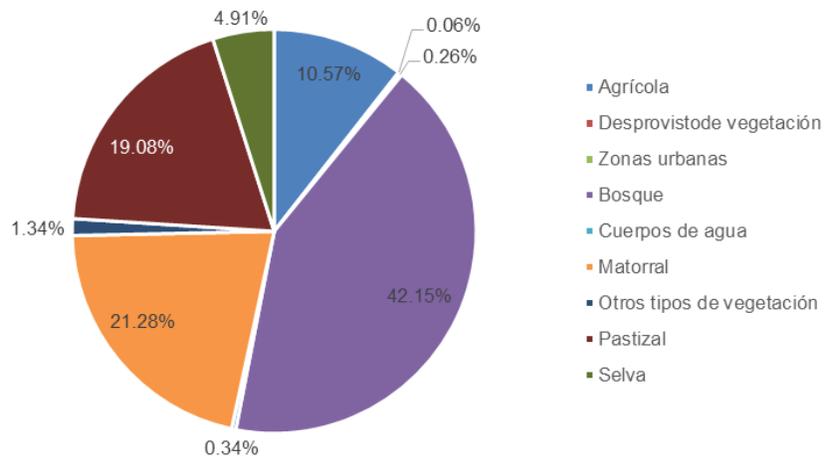


Figura 8. Porcentaje de tipo de uso de suelo en el Estado de Durango
Fuente: Uso de suelo y vegetación escala 1:250000 Serie V INEGI.

En la figura 9 se presenta el uso de suelo y vegetación en el Estado de Durango.

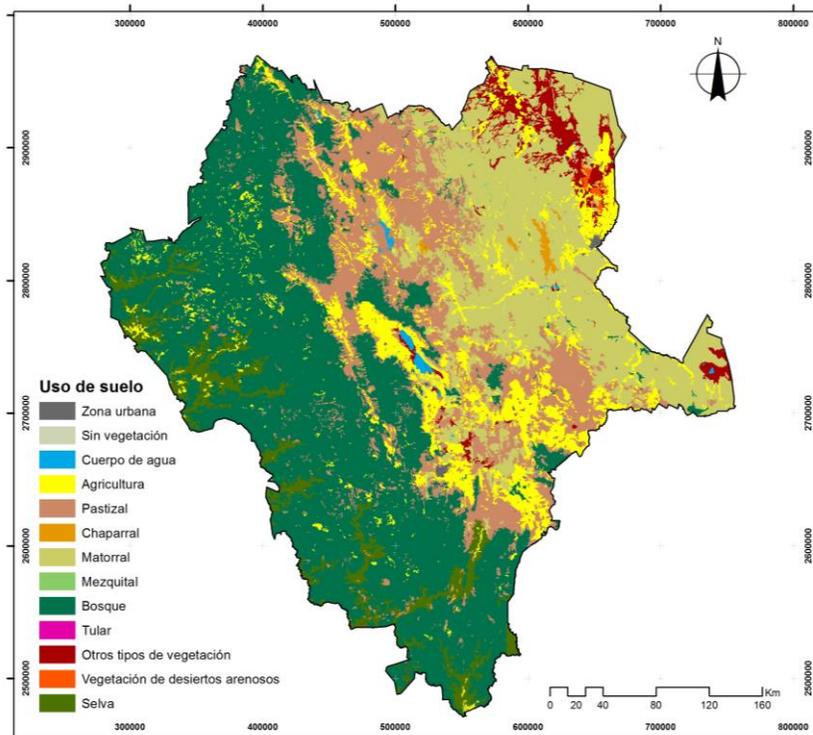


Figura 9. Uso de suelo y vegetación en el Estado de Durango
Fuente: Uso de suelo y vegetación escala 1:250000 Serie V INEGI.

1.2.7. Flora y fauna

La flora en el Estado de Durango está compuesta en el semidesierto por pequeños arbustos, nopales, magueyes, biznagas y otras plantas; y en los valles, por pastizales, árboles de huizache, sabino y álamo; en la sierra, por cedros, encinos, madroños y pastizales; y en las quebradas por árboles frutales como guamúchil, zapote, guayabo, ciruelo, naranjo y mango.

Entre la fauna en el Estado se encuentran boa, iguana verde, lobo mexicano, iguana sonorensis, rana de Moctezuma, tortuga gravada y lagarto. En bosques de pino y encino: puma, murciélago, águila real, venado cola blanca, lobo, gato montés, diversas especies de ardilla y guajolote salvaje. En los matorrales: víbora de cascabel y alacrán. En los pastizales: rata canguro y ratón de campo, ardilla, mapache, zorrillo, armadillo y tlalcoyote. En el Bolsón de Mapimí, tortuga del desierto. Animales en peligro de extinción: oso negro mexicano, gorrión, lechuza, perrito de la pradera, berrendo y tortuga galápagos de Mapimí.

1.2.8. Áreas naturales protegidas

El Estado de Durango tiene una extensión territorial de 12.3 millones de ha. de las cuales el 73% es considerado de carácter forestal, por lo que es reconocido como la primera reserva forestal de México.

De acuerdo con el Ordenamiento Ecológico del Estado, en Durango existen dos Áreas Naturales Protegidas (ANP) con decreto federal como: La Michilía y Mapimí; ambas con categoría de reserva de la biosfera (RB). Las dos fueron creadas en 1979 constituyéndose en las dos primeras reservas de la biosfera en América Latina. La Michilía se decretó durante ese mismo año, mientras que el decreto de Mapimí como reserva de la biosfera se llevó a cabo hasta el año 2000. Cuenta también con una ANP de Protección de Recursos Naturales: Cuenca Alimentadora del Distrito de Riego 043 Estado de Nayarit, la cual fue decretada en 1949 y recategorizada en 2002.

En el estado de Durango hasta la fecha cuenta con tres áreas naturales de jurisdicción estatal, Cañón de Fernández, Parque Ecológico El Tecuán y Quebradas de Santa Bárbara, con la categoría de parque estatal (PE). Declaradas como área natural protegida mediante decreto administrativo publicado en el Periódico Oficial del estado de Durango en 2004 y 2008, respectivamente (Tabla 4 y figura 10).

El día 02 de febrero del año 2012, se otorgó el Reconocimiento Oficial como Sitio de Importancia Internacional como Humedal a la Laguna de Santiaguillo con la designación de Sitio Ramsar N.º. 2046. Tiene una superficie de 24,016 hectáreas, localizada en las coordenadas 24 ° 50'15 "N 104 ° 51'35" W. Se compone de dos pequeños lagos, Laguna Superior, que es permanente y la Laguna Inferior, intermitente.

Tabla 4. Áreas naturales protegidas en el Estado de Durango

Categoría	Nombre	Municipio	Competencia	Superficie (Ha)
Área de protección de recursos naturales	Quebrada de Santa Bárbara	Pueblo Nuevo	Estatal	65
Parque Estatal	El Tecuán	Durango	Estatal	894
Parque Estatal	Cañón de Fernández	Lerdo	Estatal	17,001
Área de Protección de Recursos Naturales	^b Cuenca alimentadora del Distrito de Riego 043 Estado de Nayarit		Federal	2,328,975
Reserva de la Biósfera	^a Mapimí	Mapimí	Federal	342,388
Reserva de la Biósfera	La Michilía		Federal	9,325

^a Incluye superficie de los Estados de Durango, Chihuahua y Coahuila de Zaragoza

^b Incluye superficie de los Estados de Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco y Nayarit.

Fuente: INEGI, 2014

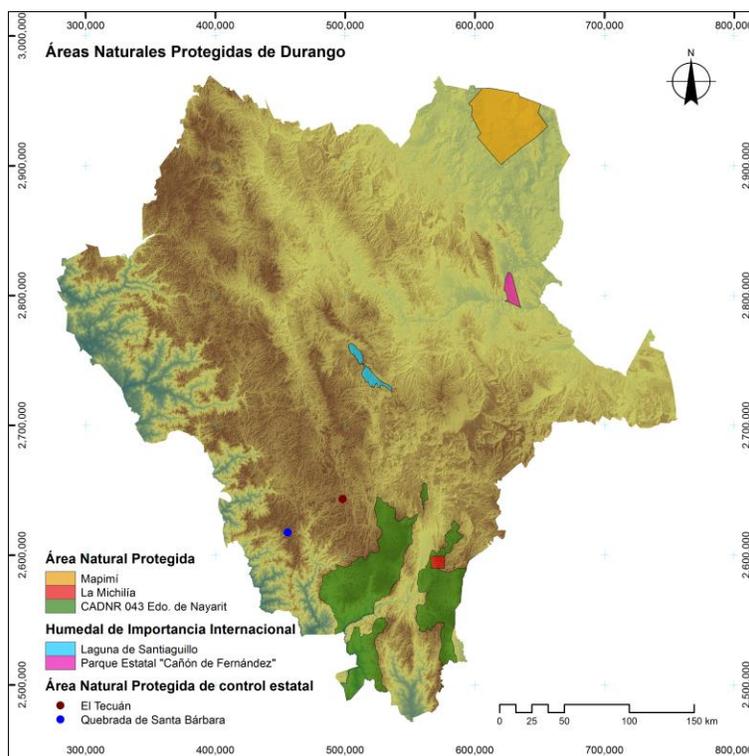


Figura 10. Áreas Naturales Protegidas en el Estado de Durango

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016 con información de INEGI

1.2.9. Cuencas atmosféricas

Una cuenca atmosférica, de acuerdo con el anteproyecto de la Ley General de la Calidad del Aire y Protección a la Atmósfera, se define como un “Espacio geográfico delimitado parcial o totalmente por elevaciones montañosas u otros atributos naturales ocupado por un volumen de aire con características similares” (Centro Mario Molina, 2014).

De manera general, la administración de la calidad del aire bajo el enfoque de cuencas atmosféricas, se basa en los siguientes principios básicos:

1. Una gestión moderna de la calidad del aire requiere de un enfoque integral que contemple las emisiones de contaminantes criterio y de efecto invernadero a nivel local, regional y global. En muchos casos existen co-beneficios en medidas preventivas, correctivas y de sustitución tecnológica con resultados muy favorables.
2. Las cuencas atmosféricas tienen diferente capacidad de asimilación, por lo que en dos sitios con una misma carga de emisión de contaminantes, las concentraciones de ellos pueden variar sustancialmente en forma espacial y temporal.
3. Parte de los contaminantes que se generan en una cuenca atmosférica son transportados a otras cuencas atmosféricas aledañas ya sea en su forma original o como contaminantes secundarios.

Criterios para delimitar las cuencas atmosféricas: características fisiográficas y meteorológicas con la finalidad de identificar los límites naturales y las masas de aire comunes en los niveles superficiales. Asimismo, dado que la delimitación de una cuenca atmosférica es esencialmente para fines de gestión de la calidad del aire, es válido utilizar límites políticos o criterios jurisdiccionales que faciliten su manejo desde un punto de vista institucional.

De esta manera, las cuencas atmosféricas se clasificaron en tres tipos:

1. Cerrada: aquella que se encuentra rodeada por elevaciones montañosas en más de un 50% de su perímetro poligonal cuando colinden con el mar y en un 70% o más de su poligonal, cuando ésta no colinde con el mar. Además, se considera un gradiente de alturas entre el nivel medio del valle y el parteaguas de las montañas que lo circundan, mayor a 150 metros.
2. Semicerrada: son aquellas en las que elevaciones montañosas oscilan entre 40 y 70% de su perímetro poligonal.
3. Abierta: son aquellas en las que las elevaciones montañosas no circundan en más de un 40% al área de estudio. En este tipo de cuencas es necesario tomar en cuenta la división política nacional, estatal o municipal, para poder limitar su extensión.

En el Estado de Durango se identifican dos cuencas atmosféricas la delimitada en la zona centro del estado por el municipio de Durango, y la que se ubica en la Región Lagunera, donde se ubican los municipios de Gómez Palacio y Lerdo.

El municipio de Durango, particularmente en su zona urbana forma parte de una cuenca atmosférica semicerrada por lo que existe una ventilación considerablemente buena, inducida por los vientos dominantes que prevalecen durante la mayor parte del año. No obstante, las bajas temperaturas que se presentan en la temporada invernal, en combinación con las calmas o vientos muy débiles, inducen condiciones desfavorables de dispersión de contaminantes, y en consecuencia un incremento en las concentraciones a nivel superficial (Proaire Durango 2009-2013).

1.3. Aspectos socioeconómicos

1.3.1. Dinámica poblacional

De acuerdo a las proyecciones de CONAPO, en el Estado de Durango en el año 2013 se contaba con una población absoluta de 1,728,429 habitantes; de acuerdo al INEGI en la Encuesta Intercensal 2015 la población creció a 1,754,754 habitantes; esta población equivale al 1.5% del total de la población del país. El 65.6% de la población se concentra en tres municipios: Durango (37.3%), Gómez Palacio (19.5%) y Lerdo (8.7%) (Tabla 5).

Tabla 5. Localidades más pobladas del Estado de Durango

Municipio	Localidad	Habitantes (año 2015)
Durango	Victoria de Durango	654,876
Gómez Palacio	Gómez Palacio	342,286
Lerdo	Lerdo	153,311
Pueblo Nuevo	El Salto	50,417
Santiago Papasquiaro	Santiago Papasquiaro	48,482
Mezquital	San Francisco del Mezquital	39,288
Cuencamé	Cuencamé de Ceniceros	35,415
Guadalupe Victoria	Guadalupe Victoria	35,380
Canatlán	Canatlán	32,852
Nuevo Ideal	Nuevo Ideal	27,278

Fuente: Encuesta Intercensal 2015 (INEGI, 2015).

En el Estado de Durango la distribución de la población en 2015 fue de 69% urbana y 31% rural; con una densidad de población de 14 personas por Km².

Los censos realizados de 1900 a 2010, así como la Encuesta intercensal en 2015 muestran el crecimiento de la población en el Estado de Durango (Figura 11).

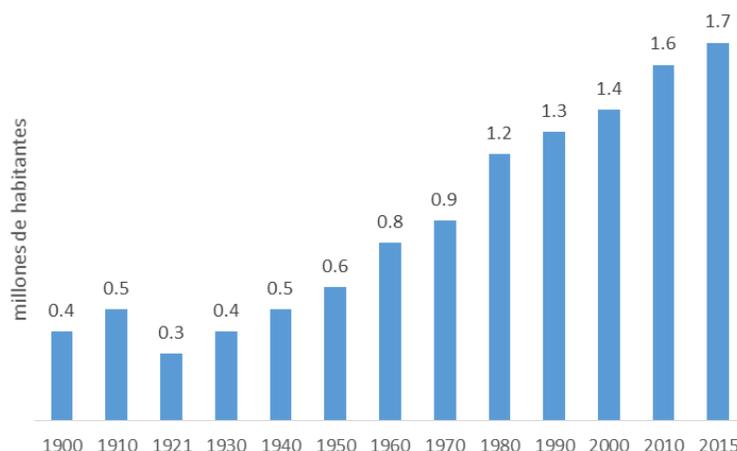


Figura 11. Población total del Estado de Durango (1900 - 2015)

Fuente: INEGI, 2015

La esperanza de vida en el Estado de Durango en el 2015 para las mujeres era de 78.5 años, mientras que para los hombres era de 72.9 años.

En 2014, en Durango se registraron 40,337 nacimientos y 8,950 defunciones, siendo las principales causas de muerte enfermedades del corazón, diabetes mellitus y tumores malignos.

En el 2015 de acuerdo al INEGI, en Durango había 455,989 viviendas particulares, las cuales representan el 1.4% del total nacional; el 76.8% (350,200) disponen de agua entubada dentro de la vivienda, el 92.4% (421,334) de las viviendas disponen de drenaje conectado a la red pública, y el 97.7% (445,501) cuentan con energía eléctrica.

1.3.2. Desarrollo económico

El Producto Interno Bruto (PIB) del Estado ascendió a cerca de 200 mil millones de pesos en 2014, con lo que aportó 1.2% al PIB nacional. En este mismo año, en el Estado de Durango, se tiene que las actividades primarias aportan al PIB estatal el 10%, las actividades secundarias el 35% y las actividades terciarias entre las que se encuentran el comercio y los servicios inmobiliarios, aportaron el 55% (Figura 12).

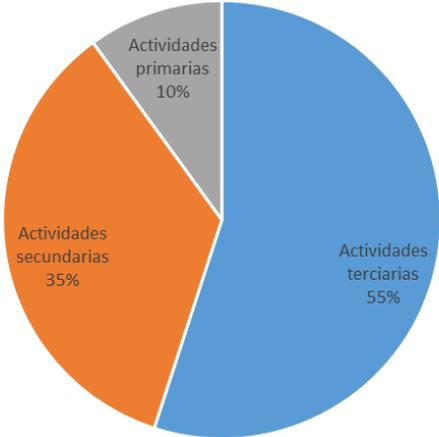


Figura 12. PIB del Estado de Durango, 2014
Fuente: INEGI, 2015

En la Tabla 6 se presenta la contribución por actividad económica en el Estado de Durango para el año 2014, donde las actividades que más aportan, son la Industria manufacturera con el 18.55%, seguido del comercio con el 14.84%, servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles el 11.62%, la agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza con el 10.10%, y la construcción con 9.28%.

De las actividades primarias a nivel estatal la agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza son las que más aporta al PIB con el 3.8%.

Tabla 6. Participación de las actividades económicas en el Estado de Durango, 2014

Sector de actividad económica	Actividad económica	Millones de pesos	% Participación a nivel nacional
Actividades Primarias	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	20,190	3.80%
Actividades Secundarias	Minería	8,114	0.70%
	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	5,716	1.70%
	Construcción	18,555	1.50%
	Industrias manufactureras	37,100	1.30%
Actividades Terciarias	Comercio	29,671	1.1%
	Transportes, correos y almacenamiento	12,062	1.1%
	Información en medios masivos	2,671	0.7%
	Servicios financieros y de seguros	3,734	0.7%
	Serv. inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	23,242	1.2%
	Servicios profesionales, científicos y técnicos	1,618	0.4%
	Corporativos	1,177	0.0%
	Servicios de apoyo a negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	4,017	0.7%
	Servicios educativos	11,070	1.6%
	Servicios de salud y de asistencia social	4,879	1.3%
	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	155	0.2%
	Hoteles y restaurantes	2,020	0.6%
	Otros servicios excepto actividades del gobierno	3,529	1.0%
	Actividades del gobierno	10,442	1.5%
	Total Estatal		199,929

Fuente: Secretaría de Economía, 2015

De acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas del INEGI, Durango cuenta con 55,722 Unidades Económicas, lo que representa el 1.3% del total en el país.

Al tercer trimestre de 2015, la Población Económicamente Activa (PEA) ascendió a 773,068 personas, lo que representó el 61.7% de la población en edad de trabajar. Del total de la PEA, el 95.1% está ocupada y el 4.9% desocupada.

En 2015, Durango reportó 749 mil trabajadores principalmente en el comercio y agricultura, lo que representó 1.4% y 2.1% respecto al personal ocupado en esos sectores a nivel nacional.

Los sectores estratégicos en el Estado de Durango son: minería, metalmecánica, agroindustrial, apoyo a los negocios, productos de madera, confección y autopartes.

En el caso de los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo, las actividades económicas se distribuyen de una manera distinta, el municipio de Durango esta mas ligado a las actividades económicas de servicios (51.92%), mientras que los municipios de Gómez Palacio y Lerdo tienen un comportamiento en cuanto a su actividad económica

muy similar entre sí, siendo el sector servicios y secundario los que más impactan (Ver Tabla 7).

Tabla 7. Sectores de actividad económica de los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo, 2015

Municipio	Población ocupada	Sector de actividad económica				
		Primario ¹	Secundario ²	Comercio	Servicios ³	No especificado
Durango	257,657	2.87%	26.08%	18.29%	51.92%	0.84%
Gómez Palacio	115,783	8.69%	31.68%	18.51%	39.06%	2.05%
Lerdo	52,040	8.96%	31.79%	18.47%	39.19%	1.60%

Nota: Los límites de confianza se calculan al 90 por ciento.

1 Comprende: agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y caza.

2 Comprende: minería, extracción de petróleo y gas, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción.

3 Comprende: transporte, gobierno y otros servicios.

Fuente: INEGI. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015.

1.3.3. Consumo energético

De acuerdo a las estadísticas de SENER, se reporta que en los últimos 17 años (1999-2015) ha habido un crecimiento importante en las ventas de petrolíferos en el estado de Durango, en el caso de las gasolinas han aumentado en un 62%, mientras que 48% en las ventas de diésel (Ver Figura 13).

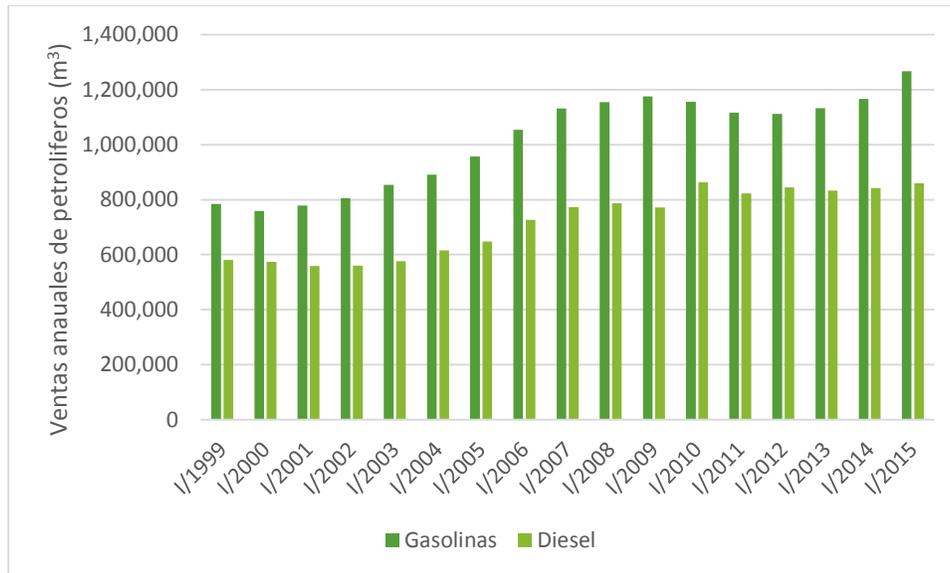


Figura 13. Consumo de petrolíferos en el Estado de Durango 1999-2015

Fuente: Elaboración propia con información de SIE, 2016.

Mientras que en el caso del número de usuarios de energía eléctrica, estos han aumentado en un 40% en los últimos 14 años (2002 a 2015); y la generación de energía eléctrica en los últimos años (2002 a 2015) ha aumentado en un 184% (Figura 14).

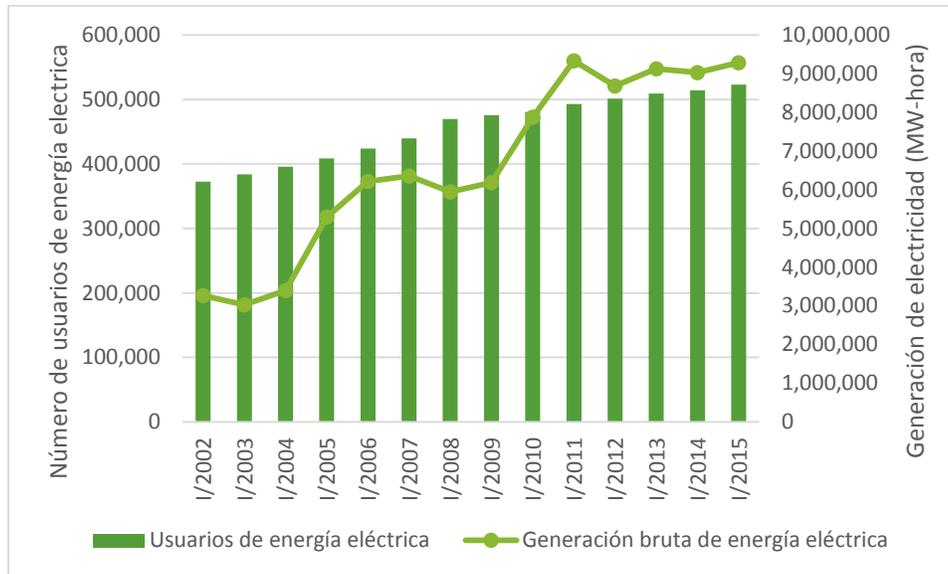


Figura 14. Usuarios y generación de energía eléctrica en el Estado de Durango 2002-2015

Fuente: Elaboración propia con información de SIE, 2016.

1.4. Vías de comunicación

De acuerdo con el Anuario Estadístico y Geográfico de Durango 2014, el Estado en 2013 contaba con una longitud carretera de 15,570 km, 1,153.3 km de vías férreas, un aeropuerto internacional y 148 aeródromos (Tabla 8).

Tabla 8. Infraestructura en el Estado de Durango, 2014 (INEGI)

Vías Férreas (Km)	1,153
- Troncales y ramales	1,013
- Secundarias	125
- Particulares	15
Aeropuertos	1
- Nacional	0
- Internacional	1
- Aeródromos	148
Longitud de la red carretera (Km)	15,571
- Troncal federal	2,386
- Alimentadoras estatales	3,007
- Caminos rurales	9,004
- Brechas mejoradas	1,174

Fuente: INEGI, 2014.

El INEGI reporta una flota vehicular en aumento. En el período de 1980 a 2014 el número de vehículos en circulación pasó de 75,859 vehículos a 533,546, es decir, una diferencia de 457,687 unidades (INEGI, 2015), como se observa en la Figura 15. Este aumento está relacionado directamente con el crecimiento poblacional.

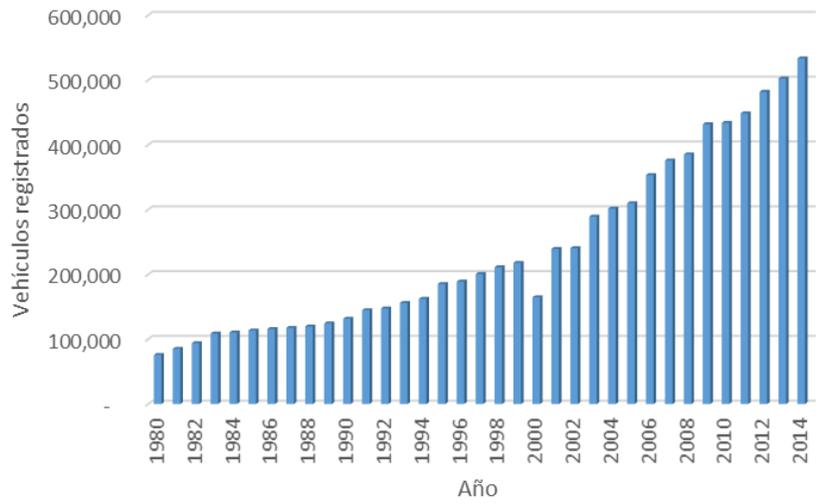


Figura 15. Vehículos registrados en el Estado de Durango
 Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016 con información de INEGI



Ciudad de Durango

Capítulo 2. Diagnóstico de la calidad del aire en el estado de Durango

Capítulo 2. Diagnóstico de la calidad del aire en el Estado de Durango

La calidad del aire es el estado de 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 (Diario Oficial de la Federación, 2012).

La instauración y operación³ del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Durango (SIMCA), a cargo del Departamento de Monitoreo de la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango, es fundamental para diagnosticar la calidad del aire. La finalidad de contar con un sistema de monitoreo es conocer la concentración de los contaminantes y salvaguardar la salud de la población de acuerdo al artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que: "toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar".

El esfuerzo que realizan los gobiernos locales para establecer y operar Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire es fundamental para generar información que permita tomar decisiones para el control de la contaminación del aire, así como estimar los efectos en la salud humana y los ecosistemas, e integrar información al Sistema Nacional de Información Ambiental de acuerdo al INEGI (Diario Oficial de la Federación, 2010).

El marco normativo que define los lineamientos de monitoreo y muestreo de la calidad del aire en México, es la Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012 (NOM-156) para establecer y operar sistemas de monitoreo de la calidad del aire (Diario Oficial de la Federación, 2012). Esta norma oficial mexicana rige en 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 quinientos mil habitantes;
- Zonas metropolitanas;
- Asentamientos humanos con emisiones superiores a veinte mil toneladas anuales de contaminantes criterio primario a la atmósfera;
- Conurbaciones; y
- Actividad industrial que por sus características se requiera del establecimiento de estaciones de monitoreo de calidad del aire y/o de muestreo de contaminantes atmosféricos.

Este marco se complementa con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia de salud ambiental que establecen los valores límite permisibles para la concentración de contaminantes criterio en el aire ambiente y las normas técnicas que establecen los procedimientos para su medición.

El Anexo 1 contiene un diagnóstico del SIMCA de Durango, donde se evalúa la infraestructura de monitoreo y muestreo, sus procedimientos operativos para el manejo y gestión de los datos de calidad del aire que genera en las localidades de Durango, Lerdo

³ Se refiere al mantenimiento y calibración de equipos; gestión, control y aseguramiento del sistema de calidad; y manejo de datos (Diario Oficial de la Federación, 2012).

y Gómez Palacio.

2.1. Descripción del Sistema de Monitoreo Atmosférico

La Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango es la institución responsable de la operación del SIMCA, que tiene cobertura en las ciudades de Durango, Gómez Palacio y Lerdo, por ser las ciudades de mayor densidad poblacional y características urbanas específicas. El objetivo de contar con el SIMCA en Durango, es cumplir con la regulación aplicable, conocer las condiciones de la calidad del aire a la que se encuentra expuesta la población, divulgar el índice de calidad del aire (ICAD) de Durango y generar políticas públicas para mejorar la calidad de vida de la población.

Los contaminantes criterio que se registran a través del SIMCA son: ozono (O₃), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO), partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀), partículas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}) y partículas suspendidas totales (PST). El SIMCA también cuenta con instrumentos para la medición de los parámetros meteorológicos velocidad y dirección del viento, temperatura, radiación solar, presión barométrica y humedad relativa.

2.1.1. Sistema de Monitoreo Atmosférico

El mantenimiento y operación del SIMCA requiere una adecuada gestión de sus procedimientos para generar datos válidos conforme a los lineamientos de la NOM-156, las NOM técnicas y de salud ambiental.

De acuerdo con la información contenida en su página electrónica, el SIMCA⁴ inició sus operaciones en el año 1994, con la operación de tres estaciones para el muestreo manual de PM₁₀ y PST; actualmente opera siete estaciones de monitoreo automáticas, tres de las cuales se localizan en la ciudad de Durango, una en Lerdo y dos en Gómez Palacio, y una más que aún no se reporta en la página WEB, la cuál se denomina como TECNOLÓGICO (T) e inició operaciones en julio de 2016. También cuenta con una unidad móvil para medir contaminantes criterio en zonas especiales y equipos portátiles para diagnósticos rápidos de partículas suspendidas o para atender denuncias. (Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, 2015).

Los datos del SIMCA se presentan en la página <http://calidadaire.durango.gob.mx/index.php>, donde se muestran mapas con la ubicación, información, fotografías y la dirección⁵ las siete estaciones de monitoreo (exceptuando la estación de monitoreo TECNOLÓGICO (T)) se denominan con las siglas de la institución en donde se ubican y la primera letra como identificador. En la ciudad de Durango (Figura 16) se emplean los siguientes nombres y claves para las estaciones de monitoreo: SRNyMA (S), ITD (I) y IPN (I). En Lerdo y en Gómez Palacio las estaciones son: SAGARPA (S), Campestre GP (G) y NUGP (U) (Figura 17).

⁴ <http://srnymadgo.gob.mx/es/CalidadAire> (consultada el 12/12/2015)

⁵ <http://calidadaire.durango.gob.mx/portfolio.html> consultada el 12/12/2015)

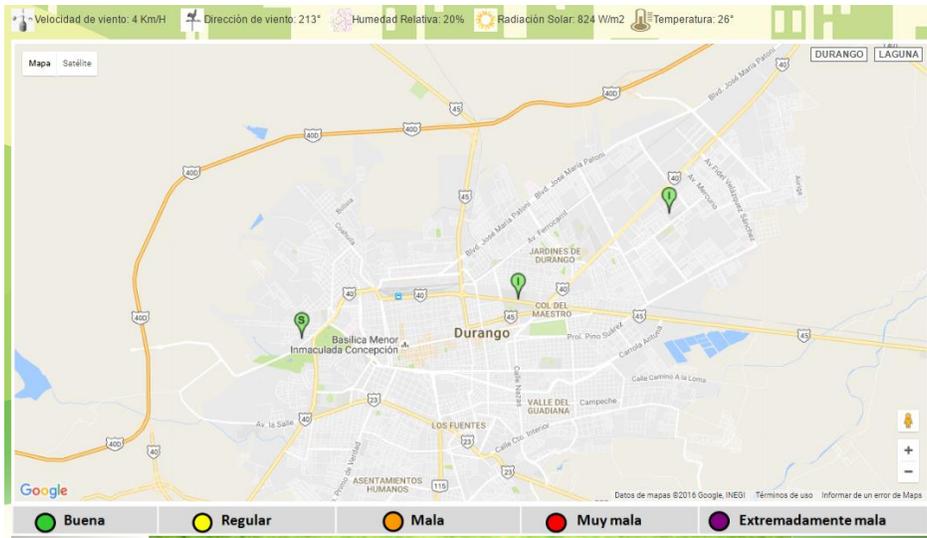


Figura 16. Ubicación de las estaciones automáticas de la Ciudad de Durango.
Fuente: Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango (SIMCA)

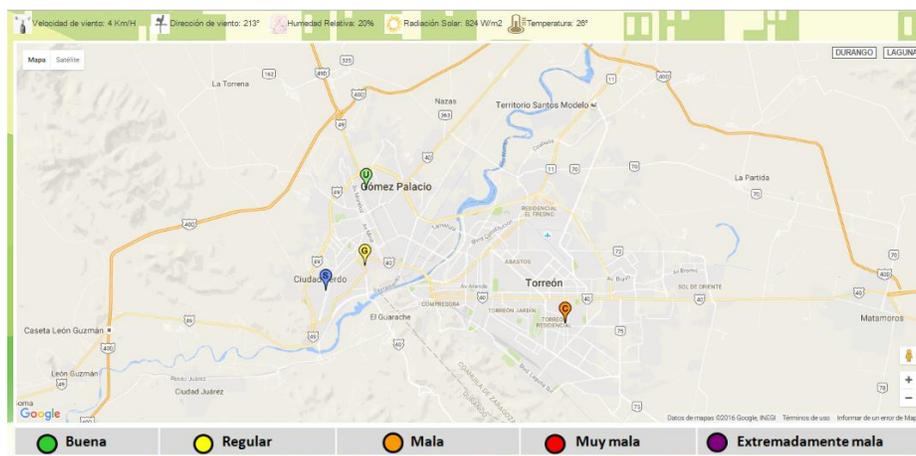


Figura 17. Ubicación de las estaciones automáticas de las ciudades Lerdo y Gómez Palacio.
Fuente: Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango (SIMCA)

Un complemento importante para la divulgación de la información que genera el SIMCA, es su divulgación a través del Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire⁶ (SINAICA) que opera el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Es importante homologar la información contenida en ambas plataformas electrónicas con respecto al SIMCA, sus características, operación, y mantenimiento.

⁶ El SINAICA tiene los objetivos de: I) Adquirir y conformar de forma sistemática una base de datos de la información generada por las Redes de Monitoreo del país y ponerla a disposición de la población en general y de los diversos sectores, académico, público y privado; II) Proporcionar el principal soporte para la generación de informes técnico-científicos, que sirvan de base para el mejor entendimiento de la problemática ambiental y desarrollo de estrategias que permitan reducirla o controlarla; y III) Promover la inclusión de todas aquellas ciudades del país que cuenten con programas de monitoreo atmosférico, incluyendo no solo redes, sino estaciones de tipo automático y manual; tanto públicas y privadas de sitios de interés nacional.

La representatividad espacial de las estaciones de monitoreo del SIMCA se presentan en la Tabla 9, conforme a las indicaciones de la NOM-156 y los estudios de representatividad⁷ (Carmona, 2003).

Tabla 9. Estaciones de monitoreo atmosférico automáticas del SIMCA de Durango

Ciudad de Durango					
Estación	Clave	Representatividad espacial	Dirección	Coordenadas	Parámetros
SRNyMA	S	Micro	Av. Ferrocarril 109. Anexo Vivero, Sahuatoba, Durango, Dgo.	Coordenadas: latitud: 24° 1'36.40" Longitud: 104°41'34.71"	O ₃ , NO ₂ , SO ₂ , CO, PM ₁₀ , PM _{2.5}
ITD	I	Vecinal	Blvd. Felipe Pescador. Zona Centro. Durango, Dgo.	latitud: 24°2'4.10" longitud: 104°38'42.10"	O ₃ , NO ₂ , SO ₂ , CO, PM ₁₀
IPN	I	Vecinal Micro	Sigma S/N Fracc. 20 de noviembre II. Durango, Dgo.	latitud: 24°3'5.60" longitud: 104°36'40.90"	O ₃ , NO ₂ , SO ₂ , CO, PM ₁₀ , PM _{2.5}
Ciudades Lerdo y Gómez Palacio					
SAGARPA	S	Vecinal	López Rayón y Fco. I Madero s/n. Zona centro, Lerdo, Dgo.	latitud: 25°32'20.92" longitud: 103°31'23.51"	O ₃ , NO ₂ , SO ₂ , CO, PM ₁₀ , PM _{2.5}
NUGP Gómez Palacio	U	Vecinal Micro	Av. Universidad s/n. Núcleo Universitario, Gómez Palacio Dgo.	latitud: 25°35'15.89" longitud: 103°30'4.93"	O ₃ , NO ₂ , SO ₂ , CO, PM ₁₀
Campestre Gómez Palacio	GP	Micro	South del Monte y Paris. Col. Campestre Gómez Palacio, Dgo.	latitud: 25°33'4.37" longitud: 103°30'9.14"	O ₃ , NO ₂ , SO ₂ , CO, PM ₁₀
TECNOLÓGICO	T	Vecinal	Av. Tecnológico 1555, Periférico, Gómez-Lerdo Km 14.5.	latitud: 25°33'8.16" longitud: 103°32'4.37"	O ₃ , PM ₁₀

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Durango

También se cuenta con 3 estaciones de monitoreo manual para PST y PM₁₀, de las cuales también se obtiene información y se hace uso de la misma en el presente ProAire, con el fin de fortalecer la información existente de calidad del aire. Las estaciones manuales existentes se ubican en la Ciudad de Durango y se denominan: PROFEPA, 20 de noviembre y CBTIS 130.

Adicionalmente, se realizó el estudio denominado "Estudios ambientales de las emisiones vehiculares, producción de ladrillo, exposición personal a contaminantes, monitoreo de la calidad del aire, hidrocarburos y partículas, en la Ciudad Victoria de Durango, Durango" (INECC, 2015), con el fin de identificar áreas de oportunidad para mejorar la operación del SIMCA.

⁷ NOM-156. Representatividad espacial: Límites de cobertura espacial de una estación de acuerdo a las características de su entorno

2.1.2. Auditorías del Sistema de Monitoreo Atmosférico

La auditoría a un Sistema de Monitoreo Atmosférico consiste en evaluar de forma sistemática sus procedimientos para mantener y calibrar los equipos de medición, y el manejo de los datos a través de un programa de aseguramiento de calidad. La NOM-156 no incluye la figura de la auditoría y sólo incorpora como necesaria la “revisión” de actividades y procedimientos de los componentes del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire. La revisión la puede llevar a cabo el área responsable del sistema o un tercero acreditado, en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

En el Cuarto Almanaque de Datos y Tendencias de la Calidad del Aire en 20 Ciudades Mexicanas 2000-2009 (Instituto Nacional de Ecología, 2010), se señala que el SIMCA no contaba con auditorías. En julio del año 2014 el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2014) realizó un diagnóstico al SIMCA como parte del Programa de Fortalecimiento de Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire, con el propósito de identificar áreas de oportunidad para mejorar el desempeño.

En el diagnóstico se visitaron las estaciones de monitoreo SRNyMA, IPN y ITD (identificada como I). Las áreas de oportunidad que se identificaron, son:

- Adquirir una mezcla de gases para calibrar;
- Verificar su calibrador dinámico de gases;
- Restablecer la operación de las estaciones de monitoreo que se encuentran fuera de operación debido a problemas con el insumo de energía;
- Contar con un abasto suficiente de consumibles y refacciones para la operación de los equipos de monitoreo;
- Elaborar e implementar un sistema de control de calidad para la operación de las estaciones de monitoreo;
- Contar con personal técnico especializado en la operación de las estaciones de monitoreo y para el análisis de la información.

2.1.3. El centro de control

La NOM-156 estipula que un Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire requiere un centro de control para recibir los datos crudos⁸ desde las estaciones de monitoreo con el fin de ser validados⁹, y administrarlos en forma de bases de datos (en medios electrónicos o gráficos) y difundirlos a través del ICAD.

Al respecto se identificaron áreas de oportunidad para el mejor funcionamiento del SIMCA, tales como:

- Contar con un plan para instalar un centro de control y aplicar su mejora continua.
- Contar con un procedimiento de validación y respaldo de datos, incluyendo el uso de banderas;
- Contar con un procedimiento para la elaboración del ICAD;
- Administrar y gestionar las bases de datos validadas.

⁸ NOM-156. Datos que se generan en las redes de monitoreo de la calidad del aire y muestreo de contaminantes atmosféricos, que no han pasado por las etapas de limpieza, verificación y validación

⁹ NOM-156. La validación de datos se concibe como un proceso para determinar la calidad analítica de un conjunto de datos de acuerdo con las necesidades particulares del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire y de su plan de aseguramiento de calidad.

2.1.4. Validación de bases de datos

La limpieza, verificación y validación de los datos crudos¹⁰ del monitoreo y el muestreo del SIMCA correspondientes al año 2014, se realizó para valorar su calidad analítica y precisión¹¹, y también porque se consideró que estos datos sintetizan los esfuerzos por mejorar y mantener el desempeño de este sistema.

Los resultados del manejo de los datos de 2014 para los contaminantes criterio indican que aún es necesario garantizar la operación continua y eficiente del conjunto de estaciones de monitoreo del SIMCA, debido entre otras causas a:

- La presencia de períodos de tiempo sin registro de información del monitoreo en el caso de O₃ y PM₁₀;
- La presencia de desplazamientos de las líneas base de las mediciones;
- El registro de eventos extraordinarios precedidos por datos constantes y con bajo valor durante periodos variables de tiempo.

2.1.5. Constitución de un Sistema de Monitoreo Atmosférico Estatal

Aunado al listado de acciones necesarias para mejorar el desempeño del SIMCA que se ha referido en los apartados anteriores y ante el hecho de la expansión urbana y el aumento de actividades productivas propias del Estado, es necesario revisar la cobertura actual del SIMCA, ya que cubre solamente a las ciudades de Durango, Lerdo y Gómez Palacio. Esta cobertura requerirá ampliarse siguiendo los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-156. Para Durango es necesario conjuntar los resultados del inventario de emisiones para determinar la ampliación de cobertura del SIMCA.

2.2. Normas vigentes de calidad del aire:

En la tabla 10 se presentan las especificaciones técnicas de las Normas Oficiales Mexicanas vigentes para evaluar el cumplimiento de calidad del aire para la protección de la salud.

Tabla 10. Normas Oficiales Mexicanas Salud Ambiental

Contaminante	Valores límite			Norma Oficial Mexicana
	Exposición aguda		Exposición crónica	
	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	Concentración y tiempo promedio	
Partículas suspendidas totales (PST)	Se omiten las PST en la NOM vigente			NOM-025-SSA1-2014
Partículas menores de 10 micrómetros	75 µg/m ³ promedio de 24 horas	No se debe rebasar	40 µg/m ³ promedio anual	

¹⁰ Incluye la verificación de los datos crudos con banderas por considerarse no válidos, fuera de rango de operación e igualando a cero los negativos que están dentro del límite de tolerancia establecido por el Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire.

¹¹ Capacidad de un instrumento para obtener el mismo resultado en mediciones diferentes, realizadas bajo las mismas condiciones. NOM-156, 2012

(PM ₁₀)				
Partículas menores de 2.5 micrómetros (PM _{2.5})	45 µg/m ³ promedio de 24 horas	No se debe rebasar	12 µg/m ³ promedio anual	
Ozono (O ₃)	0.095 ppm promedio de una hora/ 0.1862 µg/m ³ promedio de una hora	No se debe rebasar	–	NOM-020-SSA1-2014
	0.070 ppm promedio de 8 horas/ 0.1372 µg/m ³ promedio de 8 horas.	No se debe rebasar	–	
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm promedio de 8 horas/ 12595 µg/m ³ promedio de 8 horas.	Una vez al año		NOM-021-SSA1-1993
Dióxido de azufre (SO ₂)	0.11 ppm promedio de 24 horas/ 288.2 µg/m ³ promedio de 24 horas	Una vez al año	0.025 ppm promedio anual	NOM-022-SSA1-2010
	0.200 ppm promedio de 8 horas/ 524 µg/m ³ promedio de 8 horas	Dos veces al año		
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	0.21 ppm promedio de una hora/ 394.8 µg/m ³ promedio de una hora	Una vez al año		NOM-023-SSA1-1993

Fuente: Modificación a la NOM-025-SSA1-1993 (20 de agosto de 2014)
 Modificación a la NOM-020-SSA1-1993 (19 de agosto de 2014)
 NOM-021-SSA1-1993 (18 de agosto de 1994)
 NOM-022-SSA1-2010 (8 de septiembre de 2010)
 NOM-023-SSA1-1993 (18 de agosto de 1994)

2.3. Indicadores de la Calidad del Aire

En un Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire la gestión de los datos de los contaminantes criterio implica su manejo diario (limpieza, verificación y validación) y generar bases de datos, indicadores y reportes del estado de la calidad del aire, con el fin de proteger la salud humana. Estos procedimientos implican tener un equipo técnico capacitado, lineamientos sustentados en la NOM-156 y vinculación con las áreas de comunicación social.

Aun cuando prevalece la falta de compleción en los datos de monitoreo del SIMCA, lo que hace improcedente técnicamente elaborar indicadores de calidad del aire, en este apartado se obtuvieron indicadores de O₃ y PM₁₀ con fines ilustrativos. Por ello, también se hace uso de los resultados de los sitios de medición manual existentes en el municipio de Durango, estos son: PROFEPA, 20 de noviembre y CBTIS 130.

2.3.1. Indicadores primarios

En este apartado se obtuvieron indicadores de O₃ y PM₁₀.

2.3.1.1 Ozono

Considerando los límites de protección a la salud humana que indican las NOM de Salud Ambiental se observa que en el mes de mayo hubo 2 excedencias de O₃ en la estación SRNyMA, (ver figura 18).

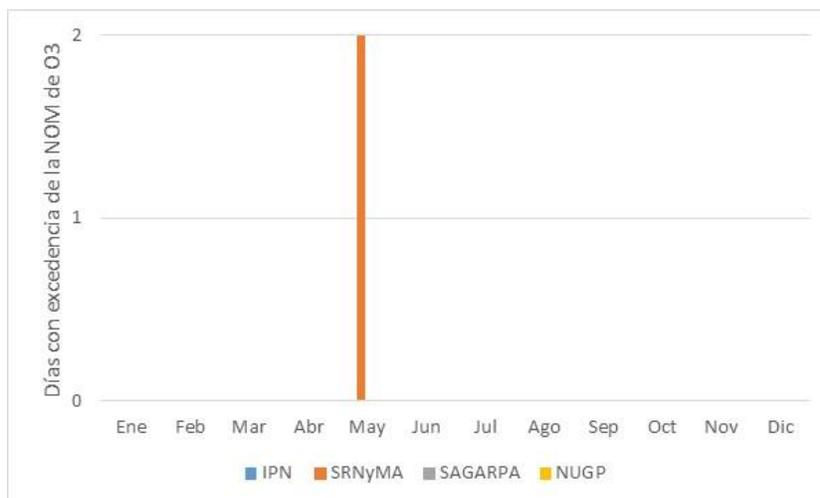


Figura 18. Días con excedencia de la NOM-020-SSA1-1993 para O₃ en 2014

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016, con información de SIMCA

La información de las tendencias del ozono es limitada, ya que la insuficiencia de datos en el SIMCA limita la posibilidad de realizar un análisis estadísticamente representativo.

Pese a lo anterior la tabla 11 muestra la distribución de percentiles del monitoreo de O₃ en las cuatro estaciones de monitoreo. Los datos arrojan que las concentraciones que superan el valor de la NOM señalado en 0.095 ppm, ocurren como eventos extraordinarios en la estación SRNyMA y sólo representan menos del 2% de los datos registrados conforme al valor del Percentil 98.

Tabla 11. Percentiles de Ozono registrados por el SIMCA en 2014 (en ppm).

Indicador / Estación	IPN	SRNyMA	SAGARPA	NUGP
Mínimo	0.0007	0	0	0.0001
Percentil 10	0.004	0.011	0.002	0.011
Percentil 25	0.014	0.018	0.003	0.023
Percentil 50	0.026	0.027	0.008	0.028
Percentil 75	0.036	0.038	0.018	0.039
Percentil 90	0.044	0.047	0.028	0.049
Percentil 95	0.049	0.053	0.036	0.053
Percentil 98	0.055	0.06	0.044	0.057
Máximo	0.076	0.15	0.083	0.075

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016, con información de SIMCA

2.3.1.2 Partículas PM₁₀

NOM de PM₁₀ de 75 µg/m³ se excedió en las cuatro estaciones que operaron en 2014, en un promedio de 2 a 1 días al mes, como se muestra en la Figura 19.

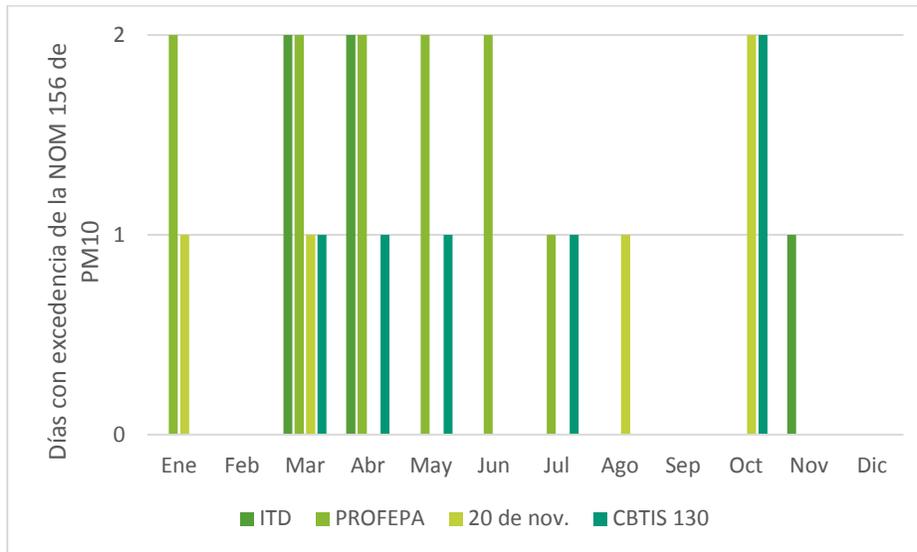


Figura 19. Días con excedencia de la NOM-025 para PM₁₀ en 2014
Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016, con información de SIMCA

En el caso de PM₁₀, la tabla 12 muestra que el valor del percentil 50 en la estación PROFEPA supera el límite de la NOM de 75 µg/m³ en más del 50% de los muestreos realizados y prácticamente ocurre lo mismo en la estación ITD, esto debido posiblemente por distintos factores como puede ser la resuspension de partículas. En las estaciones 20 de noviembre y CBTIS 130 las concentraciones que superan el valor de 75 µg/m³ son más del 25% del total conforme al percentil 75.

Tabla 12. Percentiles de PM₁₀ registrados por el SIMCA en 2014 (en µg/m³).

Indicador / Estación	ITD	PROFEPA	20 de nov.	CBTIS 130
Mínimo	19	21	10	29
Percentil 10	36	54	17	38
Percentil 25	55	62	22	44
Percentil 50	73	97	34	59
Percentil 75	92	149	83	84
Percentil 90	95	166	123	103
Percentil 95	107	192	132	136
Percentil 98	113	237	137	166
Máximo	118	266	140	186

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016, con información de SIMCA

2.3.2. Indicadores secundarios

2.3.2.1 Ozono

Comportamiento durante el día

Con la información de 2014, en la figura 20 se aprecia que los patrones de las estaciones IPN, SRNyMA y NUGP ejemplifican el comportamiento típico fotoquímico de este contaminante durante el día. Los valores máximos se presentan entre las 14:00 y 17:00 hrs. cuando la radiación solar es más alta.

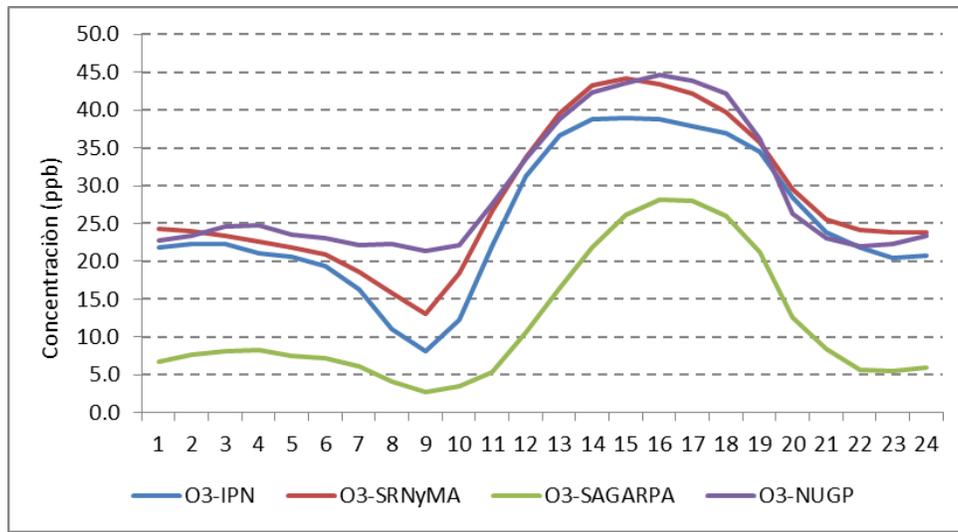


Figura 20. Comportamiento horario del ozono en el municipio de Durango.
Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016, con información de SIMCA

Comportamiento semanal

Cuando se analiza el comportamiento semanal del O_3 , se observa que en las cuatro estaciones las concentraciones tienden a aumentar en lunes y domingo, y tienden a ser menores entre el jueves y viernes, cabe aclarar que las diferencias de magnitud de un día al otro son mínimas (± 0.003 ppm).

Las estaciones de SAGARPA y NUGP, reproducen el comportamiento de concentraciones promedio altas en lunes y domingo, SAGARPA presenta los valores más bajos y NUGP los más altos (Figura 21).

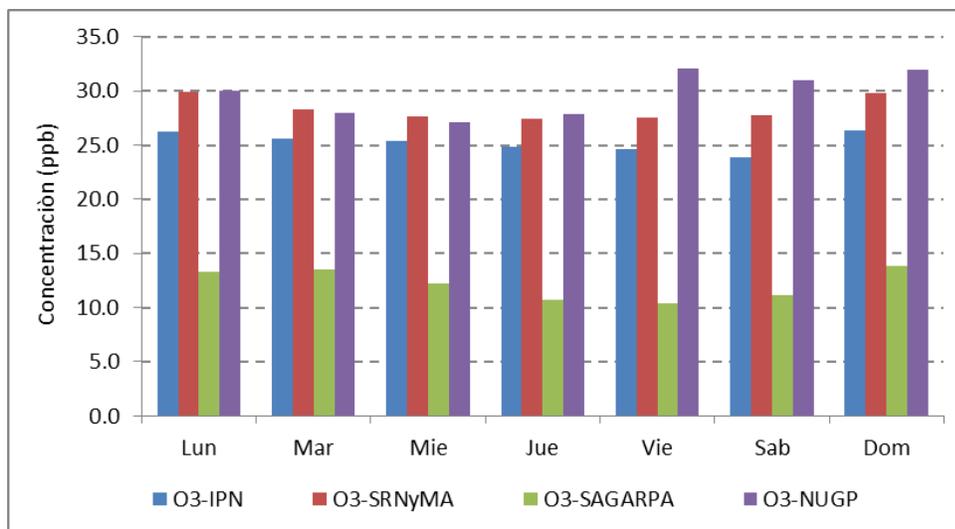


Figura 21. Comportamiento semanal del ozono en Durango.
Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016, con información de SIMCA

Comportamiento anual

El comportamiento anual del O₃ refleja los vacíos de información y la consistencia relativa que tienen estaciones como IPN y SRNyMA. Los valores aumentan en el mes de mayo, y disminuyen hasta en un 50% en el mes de diciembre.

Es notable la ausencia de información de las estaciones SAGARPA y NUGP, y el comportamiento atípico de esta última que tiene concentraciones bajas en septiembre y que se incrementan gradualmente hacia el mes de diciembre (Figura 22).

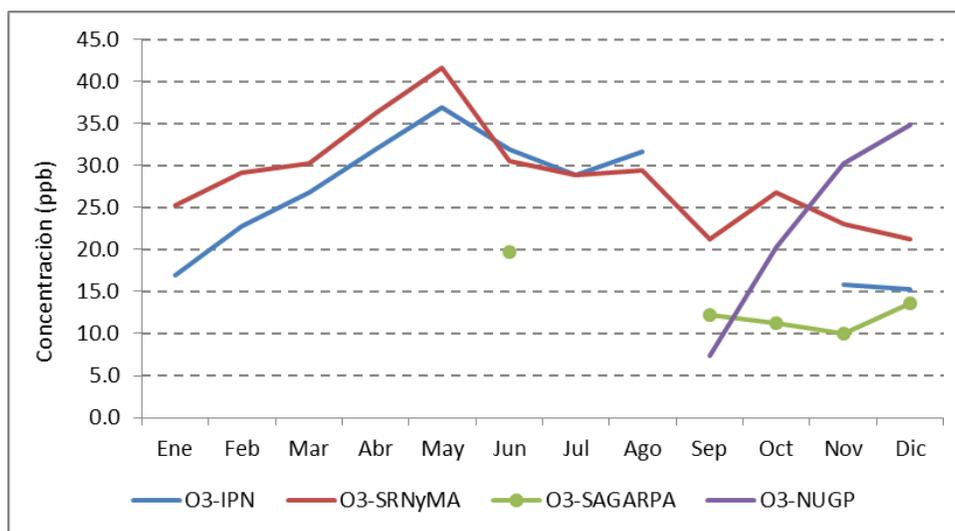


Figura 22. Comportamiento anual del ozono en Durango.
Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016, con información de SIMCA

2.3.2.2 Partículas PM₁₀

Comportamiento durante el día

En el caso de las partículas PM₁₀, cabe destacar que para este contaminante se utilizó la información solo del monitoreo automático para el análisis, en la figura 23 se presenta el comportamiento horario de este contaminante, donde las concentraciones de partículas incrementan a partir de las 8:00 horas hasta alcanzar el valor máximo del día a las 10:00 horas. Posteriormente, se presenta una disminución constante de las concentraciones del contaminante y a partir de las 17 horas, nuevamente comienzan a elevarse las concentraciones que se mantienen hasta las 21 horas aproximadamente, para comenzar a descender nuevamente. El comportamiento horario de las concentraciones de PM₁₀, muestra una clara relación con la movilidad típica de las zonas urbanas.

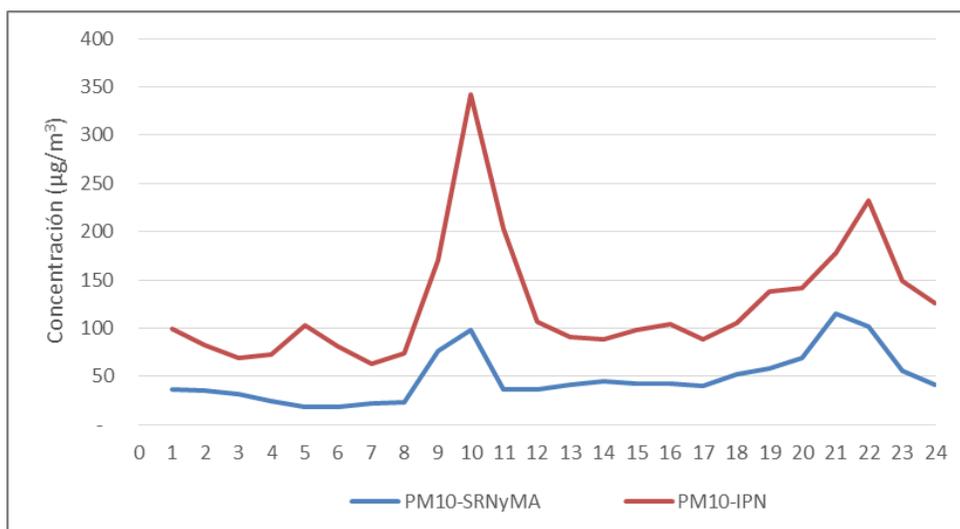


Figura 23. Comportamiento horario de PM₁₀ en el municipio de Durango.

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016, con información de SIMCA

Comportamiento semanal

No existe información validada suficiente para determinar el comportamiento semanal para PM₁₀.

Comportamiento anual

La falta de información de PM₁₀ en febrero y diciembre y el número limitado de muestreos en la mayoría de los meses del año, condiciona la interpretación de los patrones anuales que se presentan en la figura 23, no obstante, y con las reservas que implican estas carencias es posible asociar un aumento o mayores concentraciones de PM₁₀ en los meses de invierno y un decremento junio.

En la figura 24 puede observarse que en la estación PROFEPA se registran con mayor frecuencia las concentraciones máximas.

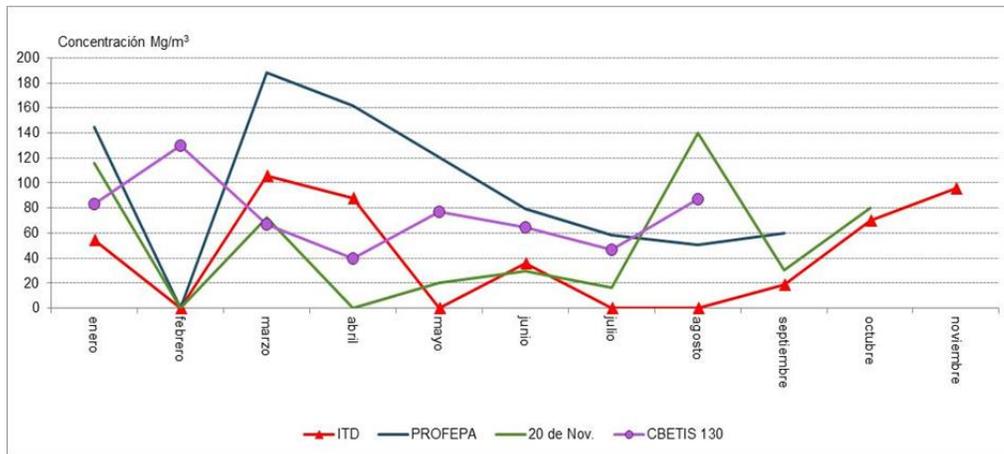


Figura 24. Comportamiento anual de las PM₁₀ en el municipio de Durango
Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016, con información de SIMCA

Los resultados obtenidos en el presente análisis para PM₁₀ y O₃ son consistentes con lo reportado por el INECC en 2015 (INECC, 2015), en el que se muestreó la calidad del aire por 18 días y donde los resultados mostraron que:

- Todos los contaminantes gaseosos presentaron bajas concentraciones, mismas que se ubican por debajo del valor normado en el país.
- En el caso del ozono, la concentración máxima registrada representa el 64% del valor promedio horario establecido en la norma NOM-020-SSA1-2014.
- Para los casos de los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono, y el dióxido de azufre, los valores de concentración máximos registrados, alcanzaron el 16%, 11% y 3% respectivamente, respecto a los valores regulados en las normas NOM-023-SSA1-1993, NOM-021-SSA1-2006 y NOM-022-SSA1-2006.
- En el caso de las partículas, las menores a 2.5 micras presentaron concentraciones cercanas al límite permisible en la NOM-025-SSA1-2014, al alcanzar concentraciones de 34 µg/m³ cuando su valor establecido por la NOM correspondiente es de 45 µg/m³, en promedio de 24 horas.
- Las partículas PM₁₀ se constituyeron como el contaminante con mayor incidencia en la ciudad, ya que siete de los ocho días con datos válidos, se presentaron excedencias al estándar nacional establecido en la NOM-025-SSA1-2014, que es de 75 µg/m³, registrándose un valor máximo de 162 µg/m³ en promedio de 24 horas.

2.4. Índice de Calidad del Aire

En la página electrónica del SIMCA se informa que el Índice de la Calidad del Aire (ICAD) es un valor de referencia que facilita que la población de las ciudades de Durango, Gómez Palacio y Lerdo, conozca el grado de contaminación y el nivel de riesgo que representa para su salud en su zona de residencia o trabajo. (Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire, 2015).

El ICAD se calcula con los promedios horarios de cada contaminante criterio O₃, SO₂, NO₂, CO, PM₁₀ y PM_{2.5}, en cada estación de monitoreo y para la transformación de una concentración a un valor del ICAD se consideran los intervalos de concentración que se indican en la Tabla 13.

Tabla 13. Valores de transformación del Índice de Calidad del Aire de Durango.

INDICADORES DE CALIDAD DEL AIRE	GASES (ppm)				PARTICULAS (µg/m ³)	
	CO	NO ₂	O ₃	S ₀₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
BUENA 0-50 ICA	0-5.5	0.0-0.105	0-0.055	0-0.065	0-37	0-22
REGULAR 51-100 ICA	5.51-11.0	0.106-0.210	0.056-0.110	0.066-0.130	38-75	23-45
MALA 101-150 ICA	11.01-16.5	0.211-0.315	0.111-0.165	0.131-0.195	76-125	46-70
MUY MALA 151-200 ICA	16.51-22.0	0.316-0.420	0.166-0.220	0.196-0.260	126-319	71-150
EXTREMADAMENTE MALA >201 ICA	>22.0	>0.420	>0.220	>0.260	>320	>151

Fuente: Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango.

2.5. Plan de Contingencia Atmosférica

Un Plan de Contingencia Atmosférica (PCA) tiene el objetivo de mejorar la calidad del aire de una región o localidad cuando se alcanzan niveles de contaminación que ponen en riesgo la salud de la población; de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y protección del Ambiente o LGEEPA (Diario Oficial de la Federación, 2010) una contingencia ambiental se define como la situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.

En la Fracción VIII del Artículo 112 del Capítulo II, de la Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, de la LGEEPA, se señala que en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, los gobiernos de los estados, del Distrito Federal y de los municipios, de conformidad con la distribución de atribuciones establecida en los artículos 7o., 8o. y 9o. de esta ley, así como con la legislación local en la materia: Tomarán las medidas preventivas necesarias para evitar contingencias ambientales por contaminación atmosférica.

Por su parte, en la Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango, en su Título Quinto, de la Protección al Ambiente y Capítulo I de Disposiciones Comunes, el Artículo 68 Fracción VII, refiere que la Secretaría, en estrecha coordinación con los Ayuntamientos, en el ámbito de sus competencias, estará facultada para la aplicación de las medidas necesarias en casos de contingencias y emergencias, causadas por el deterioro súbito del ambiente

Una contingencia ambiental es un conjunto de medidas que se aplican cuando se presenta un episodio de contaminación severa, durante el cual, las concentraciones de ozono, partículas suspendidas u otro contaminante atmosférico, alcanzan niveles que ponen en riesgo la salud de la población en general y producen efectos adversos en los grupos sensibles como niños, adultos mayores, personas con enfermedades respiratorias o cardiovasculares. En este contexto, se puede considerar que en los municipios del Estado de Durango en los que tiene cobertura el SIMCA no han registrado hasta ahora de situaciones que se puedan calificar como contingencias ambientales debido a una mala calidad del aire.

No obstante que los registros de contaminación disponibles en el SIMCA no indican la presencia de situaciones de emergencia en Durango, el quehacer o visión preventiva asociada a las contingencias ambientales que se expresa en los instrumentos normativos federales y locales antes citados deberá canalizarse hacia las estrategias de comunicación y educación ambiental de este ProAire, buscando así una internalización en la sociedad de los riesgos asociados con la exposición a los contaminantes atmosféricos, promoviendo conductas preventivas, participativas y conscientes de la importancia del fenómeno de contaminación del aire y sus implicaciones sociales, ambientales y económicos.

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

La NOM-156 es el instrumento normativo a seguir para evaluar el funcionamiento del SIMCA, considerando las condiciones mínimas para su óptima operación con el fin de “conocer la calidad del aire y los contaminantes denominados criterio, así como dar a conocer a la población el ICAD”.

En este sentido, con el propósito de identificar los lineamientos del monitoreo atmosférico y el manejo de datos que deben cumplirse o mejorarse en el SIMCA conforme a la NOM-156, a continuación, se enlistan estos lineamientos, su condición y el plazo de tiempo en que se sugiere atender (corto¹², mediano¹³, y largo plazo¹⁴), considerando su prioridad técnica y viabilidad financiera:

Tabla 14. Cumplimiento de la NOM-156-SEMARNAT-2012.

Lineamiento	Descripción	Prioridad
Objetivos de monitoreo	El objetivo de monitoreo del SMICA que señala “conocer la calidad del aire y los contaminantes denominados criterio, así como dar a conocer a la población el ICAD”, puede incorporar o definir la situación del muestreo de partículas que realiza con instrumentos manuales y referir la forma como estos datos se emplean en la gestión de la calidad del aire de la entidad.	Largo plazo
Diseño del sistema de monitoreo	Efectuar y documentar la caracterización de entornos de las estaciones de monitoreo existentes y proyectadas, con el propósito de justificar plenamente la representatividad espacial y tipo de cada estación de monitoreo en función de los objetivos de monitoreo definidos. Notificar en esta caracterización la respuesta a las recomendaciones elaboradas por el Instituto Nacional de Ecología en la Supervisión técnica y diagnóstico operativo de los Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire de Durango, efectuada en el año 2014.	Largo plazo
Aseguramiento de calidad	Conformar un programa de control de calidad que describa las tareas y las áreas de los laboratorios para la calibración y transferencia de estándares; el mantenimiento y almacenaje de las refacciones y consumibles; el mantenimiento y limpieza de equipos. Considerar en este programa la descripción de las tareas de soporte técnico, mantenimiento y calibración de equipos.	Largo plazo
Monitoreo y	Documentar los procedimientos sobre el sistema de acopio y	Mediano

¹² Menor a un año.

¹³ Entre un año y cuatro años.

¹⁴ Entre 5 y 10 años.

Lineamiento	Descripción	Prioridad
transmisión de datos	transmisión de datos, identificando el tipo de banderas asignadas a situaciones debidas a la mala operación de los instrumentos, métodos de respaldo y almacenaje.	plazo
Muestreo de datos	Documentar los procedimientos sobre el muestreo de partículas, proceso y almacenaje, identificando el tipo de banderas asignadas a situaciones debidas a la mala operación de los instrumentos, los métodos de respaldo y almacenaje.	Media
Manejo de datos	Documentar los procedimientos del manejo de datos, su limpieza, verificación y validación, generación de reportes de la calidad del aire, especificando las acciones de: <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza, verificación y validación de datos crudos; - Definición y asignación de banderas (datos fuera de rango de operación, negativos dentro del límite de tolerancia); - Almacenaje de bases de datos crudos con banderas y datos validados, homologadas con el formato de base de datos nacional; - Elaboración de estadística descriptiva y gráficas para identificar la estructura, el patrón de los datos y anomalías; - Definición de procedimientos para el resumen y análisis de datos -precisión, sesgo, representatividad y completión- basado en el programa de aseguramiento de calidad de los datos, los objetivos de la calidad de los datos, el diseño del muestreo/monitoreo y la observancia de los datos preliminares; - Evaluación de cumplimiento de los límites establecidos en las NOM salud ambiental; - Integrar la información del monitoreo y del muestreo al SINAICA, en los plazos definidos por la NOM-156. 	Mediano plazo
Elaboración del ICAD	Documentar el procedimiento de elaboración del ICAD, alinear este procedimiento conforme a la normatividad vigente en materia de salud ambiental y la estrategia de comunicación social que forma parte del ProAire de Durango, en los términos de las leyes de transparencia y de acceso a la información pública.	Largo plazo
	Participar en los grupos de trabajo para la revisión de la iniciativa de NOM para la elaboración del índice RESPIRA y que inicia en 2016, y adoptar los acuerdos de corto plazo mientras que se publique dicha NOM.	Largo plazo
Auditoria	Definir un esquema de auditoría temporal para evaluar el cumplimiento de estrategias y acciones de mejora continua a realizar a corto, medio y largo plazo. Integrar en este esquema las recomendaciones de la NOM-156 la evaluación de rutina de las estaciones de monitoreo y de registro en bitácora o formatos preestablecidos, que incluyen: <ul style="list-style-type: none"> - Estado, exterior e interior, de la estación; - Estado físico de la toma de muestra y de la torre meteorológica; - Obstáculos que impidan el libre paso de la corriente de aire; - Estado general del interior de la estación, en particular del funcionamiento del equipo de aire acondicionado; - Operación de los equipos, según las especificaciones del fabricante; - Registro, almacenamiento y transmisión de datos; y - Disponibilidad de consumibles en la estación (cilindros de gases de calibración, filtros, purificadores, limpiadores de aire, entre otros). 	Mediano plazo

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016.

2.7. Modelación de la calidad del aire en el Estado de Durango

Como parte del ProAire se realizó la modelación de la calidad del aire del Estado de Durango utilizando la versión 3.5.1 del modelo WRF-Chem (*Weather Research and Forecasting with Chemistry*) ver Anexo 2.

Debido a la poca información registrada por las estaciones de monitoreo de calidad del aire ubicadas en el Estado de Durango, se consideró necesario llevar a cabo una modelación mediante un modelo de transporte químico, la utilización de los resultados del inventario de emisión año base 2013 y el uso de los datos meteorológicos de la red de monitoreo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

2.7.1. Resultados de la modelación

Los resultados que genera el modelo WRF-Chem usando los datos meteorológicos observados en superficie, coinciden con los registros obtenidos de la estación meteorológica CEV (Figura 25). En algunos casos el modelo presenta valores más bajos en relación a los registros.

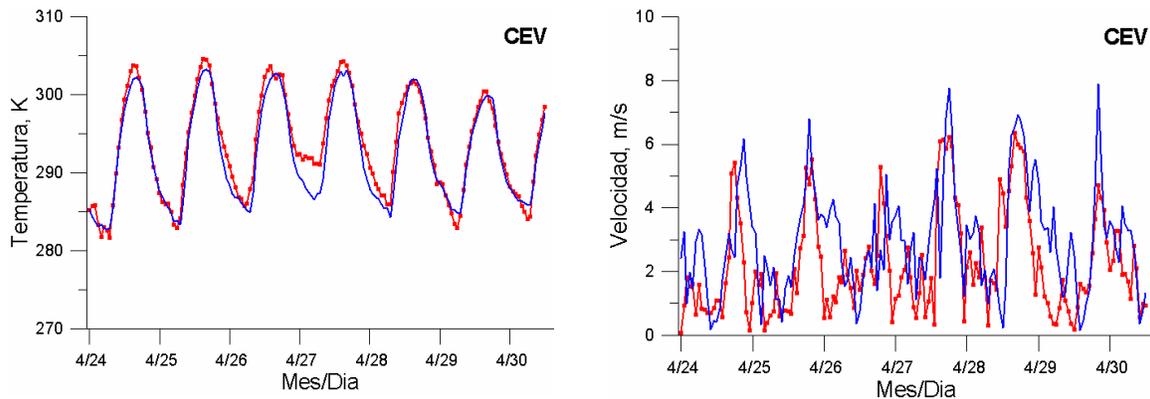


Figura 25. Comparación de temperatura y velocidad del viento calculada y observada en la estación Cevag “CEV”, del 24-30 de abril del 2013, puntos rojos representan mediciones, línea azul representa valores calculados.

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016 con resultados del modelo y de la estación CEV

Los registros meteorológicos de la estación, indican que el viento, durante abril de 2013, proviene principalmente de Sur a Suroeste (S-SO), con velocidades de hasta 6 m/s (Figura 25). Mientras que los resultados modelados, muestran la dirección de Oeste a Suroeste (O-SO), con velocidades de hasta 8 m/s.

En la figura 26 se presenta la comparación de las series de tiempo de las concentraciones de ozono registradas en la estación “IPN” y las generadas por el modelo WRF-Chem. Los resultados obtenidos son aceptables, y se muestra que las concentraciones de ozono en la Ciudad de Durango están por debajo de la norma ambiental (95 ppb).

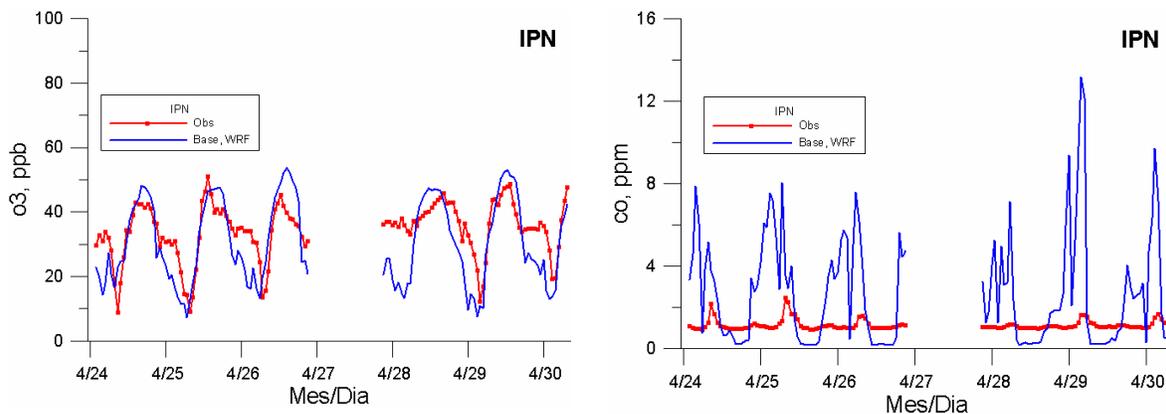


Figura 26. Comparación de las concentraciones de ozono y monóxido de carbono en la estación “IPN”, del 24-30 de abril del 2013.

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016, con resultados del modelo y de la estación IPN

Las fuentes con mayor contribución a las emisiones de CO son las fuentes móviles, el CO es emitido directamente desde la superficie y tiene un tiempo de vida química de aproximadamente dos meses, consecuentemente, la distribución de CO está controlada principalmente por procesos de transporte y emisiones.

Para todo el período de simulación y específicamente durante las mañanas, las concentraciones calculadas por el modelo están por encima de los valores observados en la estación “IPN”, esto se muestra de forma gráfica en la figura 26, también se pueden observar que durante las mañanas se generan varios picos de concentraciones de CO. Por las tardes el proceso se invierte, las concentraciones calculadas de CO son menores a las observadas para todos los días, generalmente esto podría ocurrir por un mezclado vigoroso combinado con alturas de la capa de mezcla elevadas.

Las series de tiempo para las concentraciones de las partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ calculadas por el modelo WRF-Chem y las observadas en la estación de monitoreo “IPN”, muestran que para ambos contaminantes los valores calculados están muy por debajo de los valores medidos en esta estación, esto se cumple para todas las horas del período simulado (Figura 27). Las concentraciones de partículas medidas están por arriba de la norma ambiental.

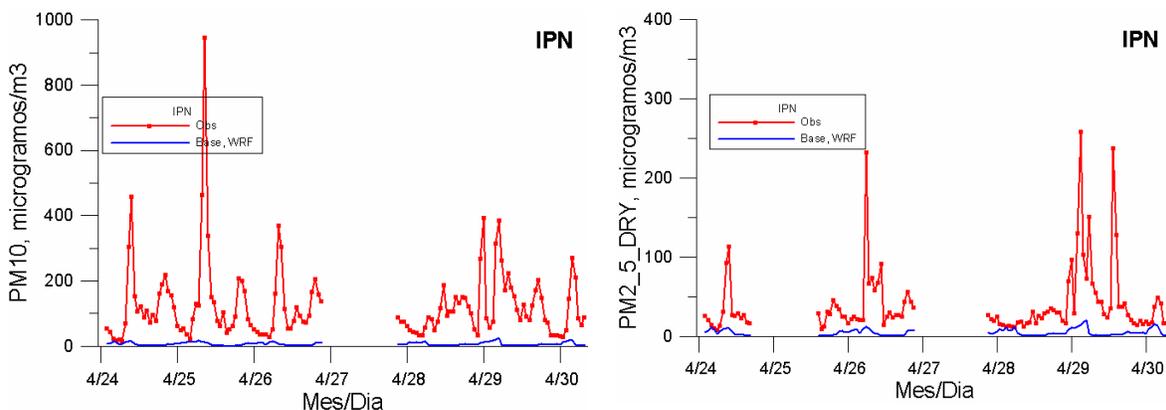


Figura 27. Comparación de concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ observadas, escaladas y no escaladas, del 24-30 de abril del 2013.

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016, con resultados del modelo y de la estación IPN

En la figura 28 se muestra la comparación de las concentraciones de SO₂ que se observaron en la estación “IPN” con respecto a las concentraciones calculadas por el modelo; donde estas últimas están sobreestimadas.

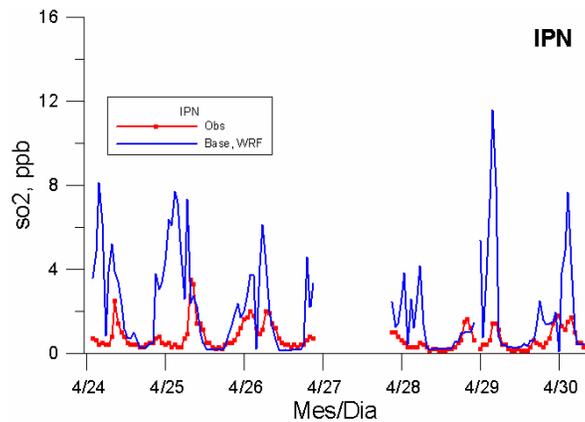


Figura 28. Comparación de concentraciones de SO₂ observadas y calculadas, del 24-30 de abril del 2013.

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016, con resultados del modelo y de la estación IPN

En la figura 29 se muestra la distribución de ozono que existe a las 18:00 hrs. del día 25 de abril de 2013, se observa que los municipios con la mayor concentración son Canatlán, San Juan del Río, Pánuco de Coronado y Peñón Blanco, en la región montañosa de la parte suroeste del Estado también se registran valores con las mayores concentraciones de ozono. En la parte sur del Estado también existen valores con concentraciones mayores de ozono, una explicación podría ser el transporte de precursores de ozono hacia el sur.

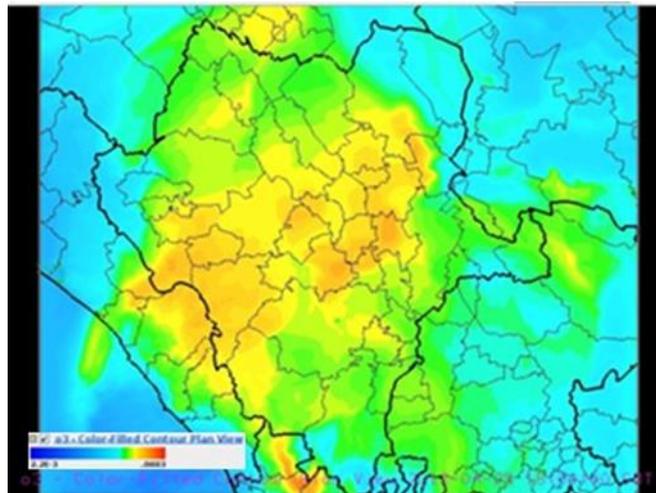


Figura 29. Distribución espacial de ozono para el día 25 de abril de 2013 a las 18:00 hrs. en el Estado de Durango.

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016, con resultados del modelo y de la estación IPN

Las concentraciones más elevadas de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ a las 09:00 hrs. del día 25 de abril del 2013 se encuentran localizadas en los municipios de Durango, San Juan del Río, Lerdo y Nombre de Dios, como se puede observar en las figuras 30 y 31.

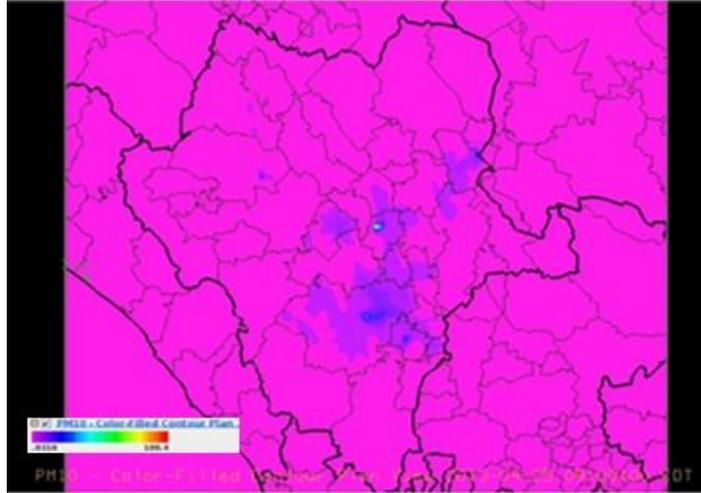


Figura 30. Distribución espacial de partículas PM_{10} para el día 25 de abril de 2013 a las 09:00 hrs. en el Estado de Durango.

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016, con resultados del modelo y de la estación IPN

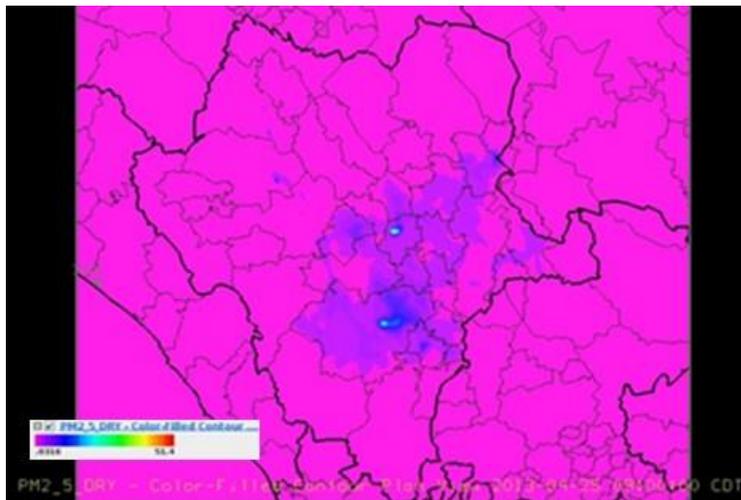


Figura 31. Distribución espacial de partículas $PM_{2.5}$ para el día 25 de abril de 2013 a las 09:00 hrs. en el Estado de Durango.

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016, con resultados del modelo y de la estación IPN

La simulación numérica puede aportar información valiosa para entender la relación entre las emisiones, la meteorología y la calidad del aire. Sus resultados complementan espacial y temporalmente la información de las estaciones de monitoreo, identificando potenciales zonas con mayores concentraciones a las medidas y describiendo la dinámica de las masas de aire contaminado.

2.8. Conclusiones

La Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango ha hecho importantes esfuerzos para mantener una operación del SIMCA óptima, sin embargo, aún existen varias oportunidades de mejora de acuerdo a los resultados que arrojan las evaluaciones realizadas mediante las auditorías.

La red automática de monitoreo tiene cobertura en las ciudades de Durango, Gómez Palacio y Lerdo, por ser las ciudades de mayor densidad poblacional, y consiste en 7 estaciones de monitoreo, 3 en la ciudad de Durango: SRNyMA (S), ITD (I) y IPN (I) y 4 en Lerdo y en Gómez Palacio: SAGARPA (S), Campestre GP (G), Tecnológico (T) y NUGP (U).

También se cuenta con 3 estaciones de monitoreo manual para PST y PM₁₀, de las cuales también se obtiene información. Las estaciones manuales existentes son: PROFEPA, 20 de noviembre y CBTIS 130.

El mantenimiento y operación del SIMCA requiere una adecuada gestión de sus procedimientos para generar datos válidos conforme a los lineamientos de la NOM-156, las NOM técnicas y de salud ambiental, para ello, como parte del ProAire se debe de establecer y dar seguimiento a una medida de cumplimiento a la norma.

De acuerdo a los datos de las estaciones de monitoreo, la norma de PM₁₀ de 75 µg/m³ se excedió en las cuatro estaciones que operaron en 2014, en un promedio de 2 a 1 días al mes. Para el caso del ozono se muestran 2 excedencias en el mes de mayo en una sola estación.

Dada la poca cantidad de datos validados del monitoreo de calidad del aire y con el fin de fortalecer la información, se realiza una modelación que permite identificar potenciales zonas con mayores concentraciones de ozono y partículas en el Estado. La modelación debe de utilizarse como método para corroborar los valores de concentración de contaminantes medidos en las estaciones de monitoreo, y no como una herramienta supletoria del monitoreo atmosférico. Es por ello que se remarca la necesidad de operar el SIMCA de manera regular cumpliendo con la normatividad aplicable.

De acuerdo a los datos de la calidad del aire, las concentraciones de contaminantes muestran tendencias de aumento, por lo que es pertinente aplicar medidas de control de la contaminación de manera preventiva.



Fuentes de emisión en el estado de Durango

Capítulo 3. Inventario de Emisiones

Capítulo 3. Inventario de Emisiones

En este capítulo se presentan los resultados del inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera año base 2013 desagregado por fuente (fijas, área, móviles y naturales), subcategoría y tipo de contaminante. Las fuentes de emisión se destacan por su contribución en el Estado y su ubicación en las cuencas atmosféricas. El inventario es un elemento de diagnóstico fundamental para dar soporte y certeza a la propuesta de las medidas y acciones que se establecen en el ProAire Durango 2016 – 2026.

3.1. Descripción general del Inventario de emisiones de contaminantes criterio; Durango 2013.

El alcance del presente Inventario de Emisiones, tiene una cobertura espacial que incluye a todo el territorio del Estado de Durango y su resolución es a nivel de municipio (39 municipios). El año base, 2013, se eligió con la finalidad de apoyar el proceso de elaboración del ProAire Durango 2016-2026, además de asegurar en la medida de lo posible, que las dependencias responsables de proporcionar información primaria puedan hacerlo sin mayor contratiempo; además de que está en concordancia con los esfuerzos para consolidar el inventario nacional de emisiones 2013 (INEM 2013).

Los contaminantes estimados incluyen partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) y amoníaco (NH_3). La cantidad total en peso se reporta en Mega-gramos por año (Mg/año), equivalente a toneladas por año.

Las fuentes de emisión analizadas se describen como:

Fuentes fijas; es toda instalación establecida en un solo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera (DOF, 1988^a) y que es regulado por la autoridad federal, estatal o municipal correspondiente.

Fuentes de área; son aquellas que son demasiado numerosas y dispersas para ser incluidas de manera eficiente dentro de un inventario de fuentes fijas pero que, en conjunto, emiten contaminantes al aire de manera significativa (Radian, 1997). Esta fuente está integrada por ocho categorías (quema de combustibles, uso de solventes, almacenamiento y transporte de derivados de petróleo, fuentes industriales ligeras y comerciales, agropecuaria, manejo de residuos, fuentes misceláneas y móviles no carreteras), las que a su vez se dividen en 39 subcategorías.

Fuentes móviles; es todo transporte motorizado que circula en carreteras o calles en el área de estudio.

Fuentes naturales; son aquellas que emiten sustancias a la atmósfera sin la intervención del hombre. Las fuentes naturales consideradas son las biogénicas y la erosión eólica.

Las metodologías utilizadas en el desarrollo del inventario se basan en los Manuales del programa de inventario de emisiones en México (Radian, 1997), así como las

actualizaciones, modificaciones y herramientas que SEMARNAT ha generado para actualizar los inventarios de emisiones nacionales 2005 y 2008, lo cual garantiza aspectos de comparabilidad con los resultados que a nivel nacional son publicados.

3.1.1. Emisiones totales

En la tabla 15 se presentan las emisiones por fuente de emisión en el Estado de Durango. En 2013 se emitieron un total de 66,620 Mg/año de PM₁₀, 18,839 Mg/año de PM_{2.5}, 14,302 Mg/año de SO₂, 650,299 Mg/año de CO, 139,875 Mg/año de NO_x, 255,950 Mg/año de COV y 30,689 Mg/año de NH₃.

Las partículas son generadas mayormente por las fuentes de área al igual que el amoniaco; el dióxido de azufre es emitido casi en su totalidad por las industrias; las fuentes móviles contribuyen principalmente con el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y en segundo lugar con los compuestos orgánicos volátiles. La vegetación es el principal emisor de compuestos orgánicos volátiles en el Estado.

Tabla 15. Emisiones por tipo de fuentes de emisión en Mg/año

Fuentes	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Fijas	2,909	2,123	11,357	3,958	8,249	2,850	167
Área	47,368	16,552	1,367	64,667	19,973	45,202	28,659
Móviles	275	164	1,578	581,673	58,808	67,626	1,864
Naturales	16,068	NA	NA	NA	52,844	140,272	NA
Total	66,620	18,839	14,302	650,299	139,875	255,950	30,689

NA= No Aplica

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016

En el presente análisis se toman en consideración las emisiones de fuentes fijas, área y móviles por ser emisiones antropogénicas en las cuales se pueden realizar acciones y medidas para mitigar sus emisiones. En la figura 32 se presentan las emisiones por fuente y su porcentaje de contribución.

Las fuentes fijas contribuyen principalmente con las emisiones de dióxido de azufre (79%), óxidos de nitrógeno (9%), y de partículas PM_{2.5} y PM₁₀, (con el 11 y 6% respectivamente); esto debido al consumo de combustibles pesado en el sector industrial como son el combustóleo y coque de petróleo.

Las fuentes de área contribuyen de manera importante con las emisiones de partículas con el 94% de las PM₁₀ y 88% de las PM_{2.5}, siendo las principales fuentes que contribuyen a ello los caminos sin pavimentar y pavimentados, la labranza, el uso de combustibles como la leña en los hogares y los incendios forestales. Además de contribuir con el 93% del amoniaco (NH₃), generado por los desechos de origen animal, el uso de fertilizantes y las actividades humanas. En cuanto a las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV), las fuentes de área contribuyen con el 39%, esto principalmente por el uso de solventes y el consumo de leña en los hogares.

Las fuentes móviles carreteras emiten el 89% del monóxido de carbono (CO), el 68% de los óxidos de nitrógeno y el 58% de los COV; estas emisiones se generan por el uso de combustibles fósiles principalmente diésel y gasolina en los vehículos automotores; siendo las pick up, autos particulares y vehículos menores de tres toneladas los más importantes.

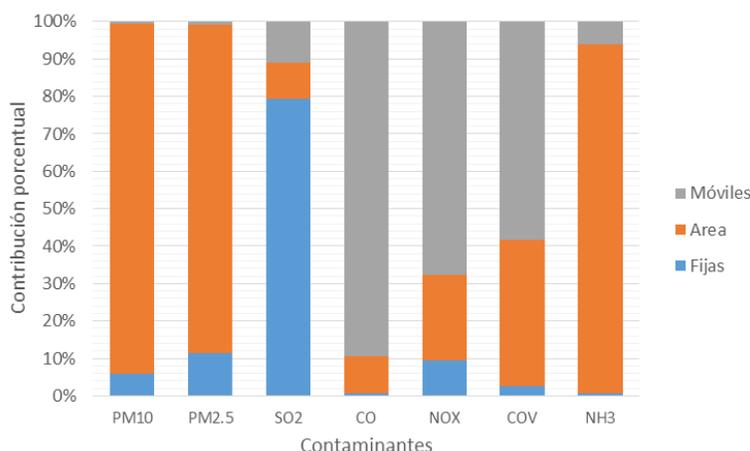


Figura 32. Contribución porcentual de las emisiones por contaminante y tipo de fuente
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016

3.2. Análisis del inventario de emisiones por tipo de fuente

En el presente inventario las fuentes fijas se estimaron por medio de 17 subcategorías, de área se consideraron 39 subcategorías, de fuentes móviles 14 subcategorías y de las fuentes naturales se consideraron 2 subcategorías. En la tabla 16 se presentan las emisiones por fuente y subcategoría.

Tabla 16. Emisiones por fuente y subcategoría en Mg/año

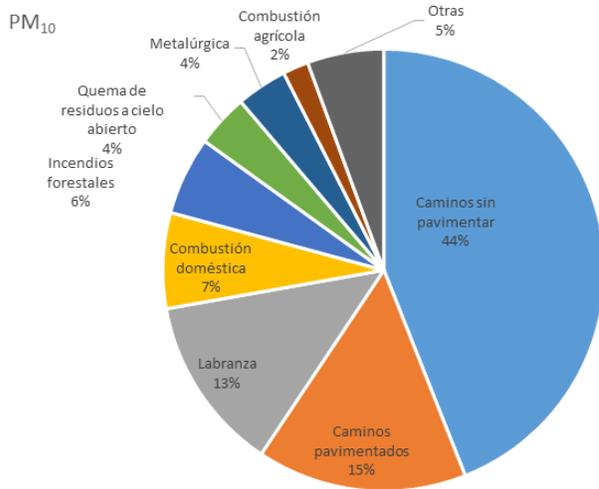
SUBCATEGORIA	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Fuentes Fijas	2,909	2,123	11,357	3,958	8,249	2,850	167
Extracción/beneficio minerales no metálicos	17	16	<1	2	3	<1	<1
Industria de alimentos y bebidas	16	8	1	101	89	3	2
Industria textil	15	15	<1	38	74	2	1
Industria de la Madera	70	65	11	905	104	2,476	39
Industria del plástico y hule	<1	<1	<1	1	2	3	<1
Minerales no metálicos	<1	<1	<1	<1	<1	NE	NE
Mezclas químicas	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Metálico	3	3	<1	<1	<1	19	<1
Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	13	4	<1	1	2	<1	<1
Metalúrgica	1,827	1,266	112	28	56	1	1
Automotriz	1	1	<1	<1	<1	69	<1
Celulosa y papel	9	9	1	145	201	6	4
Química	12	8	17	10	8	1	1
Generación de energía eléctrica	868	692	11,214	2,719	7,703	188	118
Petróleo y Petroquímica	<1	<1	<1	<1	<1	80	<1
Manejo de residuos peligrosos	<1	<1	<1	1	1	<1	<1
Cemento y cal	58	35	<1	7	8	<1	<1
Fuentes de Área	47,368	16,552	1,367	64,667	19,973	45,202	28,659
Combustión industrial	10	3	<1	49	210	2	7
Combustión comercial	4	4	<1	26	116	2	<1
Combustión agrícola	927	927	866	2,835	13,172	4	
Combustión doméstica	3,435	3,307	40	25,076	564	22,669	<1
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	NA	645	NA
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	NA	179	NA
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	50	NA
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	250	NA
Pintura para señalización vial	NA	NA	NA	NA	NA	240	NA
Recubrimiento de superficies en la industria	NA	NA	NA	NA	NA	970	NA
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	4,081	NA
Uso comercial y doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	NA	5,472	NA
Limpieza de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	2,049	NA
Manejo y distribución de gas LP	NA	NA	NA	NA	NA	2,927	NA
Manejo y distribución de gasolina y diésel	NA	NA	NA	NA	NA	977	NA

Actividades de construcción	197	41	NA	NA	NA	NA	NA
Asados al carbón	138	110	NE	275	5	18	NE
Panificación	NA	NA	NA	NA	NA	49	NA
Aplicación de fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5,607
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	NA	260	NA
Corrales de engorda	425	49	NA	NA	NA	NA	NA
Emisiones ganaderas de amoniaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	20,365
Labranza	6,299	1,397	NA	NA	NA	NA	NA
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	NA	1,404	NA
Quema de residuos a cielo abierto	1,898	1,738	50	4,246	300	427	NE
Bancos de materiales	1,461	886	NA	NA	NA	NA	NA
Incendios en construcciones	4	3	NE	58	1	4	NE
Incendios forestales	2,810	2,384	261	27,820	839	1,943	279
Emisiones domésticas de amoniaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2,399
Esterilización de material hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	2	NA
Quemas agrícolas	263	251	6	2,080	75	188	NE
Ladrilleras	43	27	112	268	62	4	NE
Caminos pavimentados	7,546	1,887	NA	NA	NA	NA	NA
Caminos sin pavimentar	21,596	3,239	NA	NA	NA	NA	NA
Terminales de autobuses	<1	<1	<1	6	3	<1	<1
Aviación	1	1	6	30	72	7	NE
Locomotoras	56	50	20	221	2,245	156	NE
Maquinaria de uso agropecuario	255	247	6	1,676	2,310	222	2
Maquinaria para construcción	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1
Fuentes Móviles	275	164	1,576	581,267	58,768	67,588	1,862
Autobuses de transporte urbano e inter-urbano a diésel	2	2	11	690	551	96	1
Autos Particulares (tipo sedán) a gasolina	93	50	527	207,053	22,413	23,322	793
Autos particulares (tipo sedán) a diésel	<1	<1	<1	10	9	4	<1
Motocicletas	8	5	17	11,976	406	1,862	6
Pick-up a gasolina	94	52	658	274,901	24,086	32,396	766
Pick-up a diésel	2	1	7	159	111	71	<1
Taxi	6	3	36	10,432	1,190	828	54
Tractocamiones	6	5	19	689	1,387	113	2
Vehículos privados y comerciales con peso < 3 toneladas (incluye SUV) a diésel	<1	<1	<1	2	2	<1	<1
Vehículos privados y comerciales con peso < 3 toneladas (incluye SUV) a gasolina	26	14	184	52,824	5,152	6,490	213
Vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas a diésel	2	2	3	32	99	17	<1
Vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas a gasolina	11	8	54	13,340	1,514	1,409	15
Vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas (microbús) a gasolina	7	5	34	8,945	846	810	9
Vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas (microbús) a diésel	17	14	26	213	1,001	170	4
Fuentes Naturales	16,068				52,844	140,272	
Biogénicas	NA	NA	NA	NA	52,844	140,272	NA
Erosión eólica	16,068	NE	NA	NA	NA	NA	NA
TOTAL	66,620	18,839	14,302	650,299	139,875	255,950	30,689

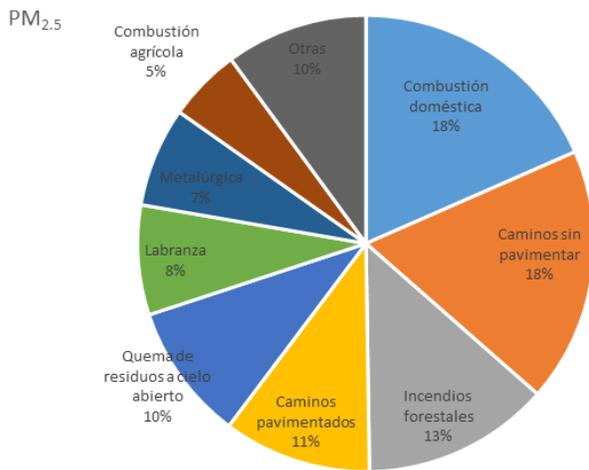
NA = No aplica, NE = No estimado

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016

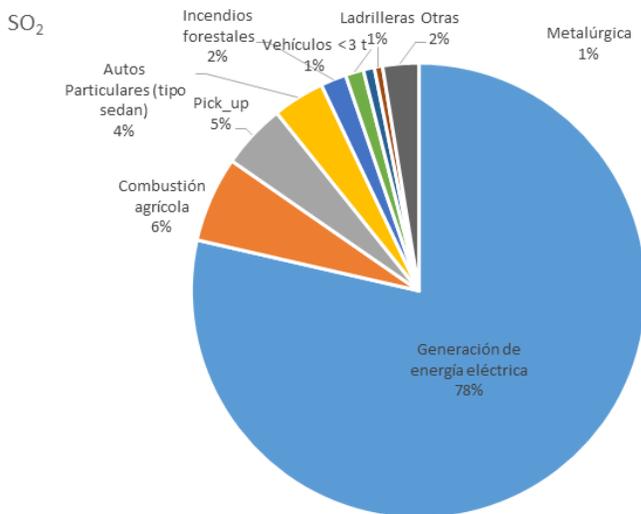
En la figura 33 se muestran las categorías de emisiones antropogénicas (fijas, áreas y móviles) que generan la mayor cantidad de emisiones por contaminante y municipio. Las gráficas muestran las subcategorías que más contribuyen a cada contaminante, las restantes se agrupan como otras.



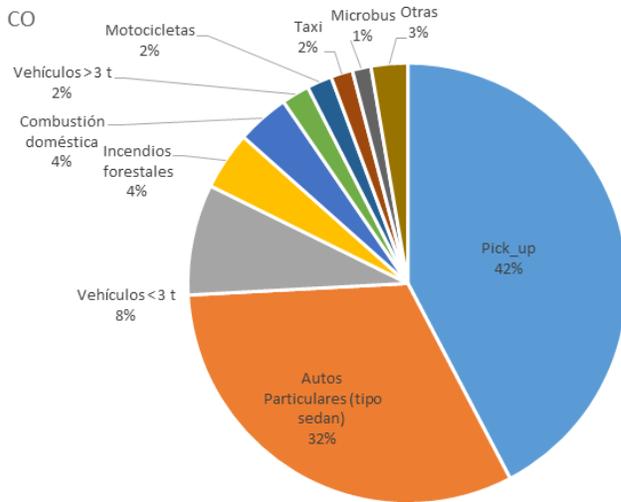
Para las PM₁₀, los caminos sin pavimentar contribuyen con el 44% de las emisiones, seguido de los caminos pavimentados (15%), la labranza (13%) y la combustión doméstica de leña (7%). Siendo los municipios de Cuencamé, Durango e Hidalgo los que más emisiones de partículas generan en el Estado.



En el caso de las partículas PM_{2.5} el consumo de leña en la combustión doméstica contribuye con el 18%, los caminos sin pavimentar contribuyen también con el 18%, seguido de los incendios forestales con un 13%, caminos pavimentados 11% y quemas de residuos a cielo abierto contribuyen en 10%. Siendo los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo los que más emisiones generan de este contaminante.

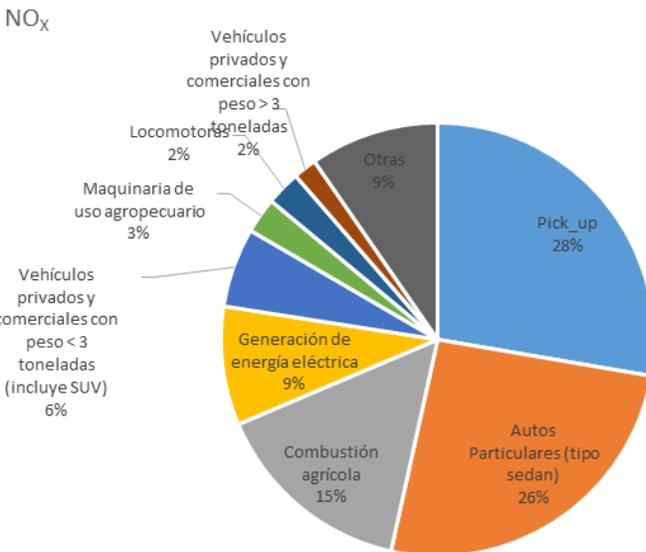


El dióxido de azufre es emitido principalmente por la generación de energía eléctrica y contribuye con un porcentaje de aportación de 78%, seguido de la combustión agrícola con un 6%, los vehículos Pick-up un 5% y los autos particulares tipo sedán un 4%. El municipio de Lerdo, es el de mayor aporte, ya que ahí se encuentra la planta C.T. Guadalupe Victoria.



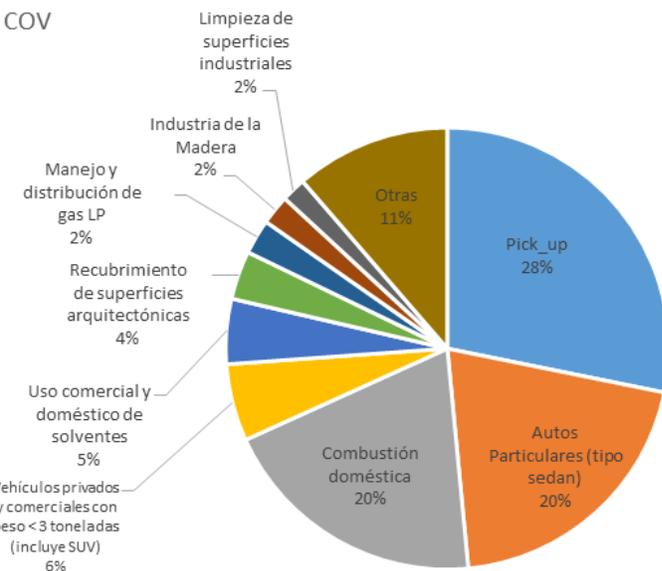
Para el monóxido de carbono, la clasificación de vehículos pick-up contribuyó con el 42%, los autos particulares tipo sedán con el 32%, los vehículos privados y comerciales con peso menor a 3 toneladas contribuyen con el 8%, los incendios forestales con un 4%, y la combustión que usa leña como combustible contribuyó con un 4%.

Los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo son lo que mayores emisiones generan de CO en el Estado.



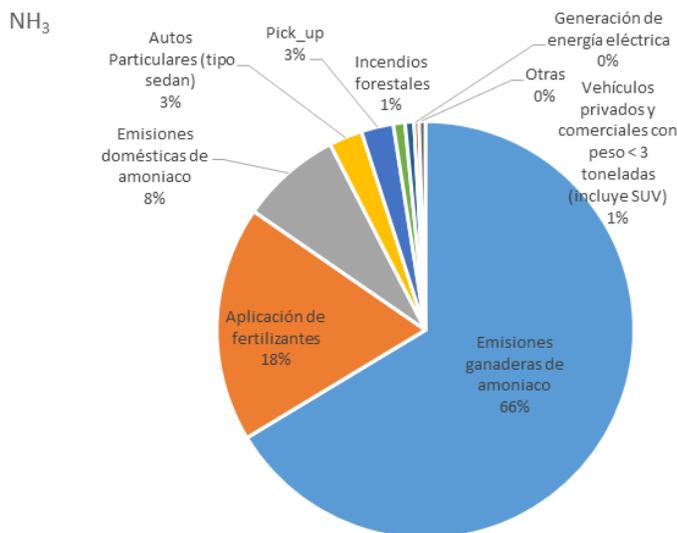
Para óxidos de nitrógeno los vehículos pick-up contribuyeron con el 28% de las emisiones, los autos particulares tipo sedán contribuyeron con el 26%, combustión agrícola contribuyó con el 15%, seguido del 9% de la generación de energía eléctrica y los vehículos privados y comerciales con peso menor a 3 toneladas contribuyó con el 6%.

Durango, Gómez Palacio y Lerdo son los municipios que mayores emisiones de NO_x generan.



En el caso de compuestos orgánicos volátiles las fuentes de emisión que más contribuyeron son vehículos pick-up 28%, autos particulares tipo sedán 20%, combustión doméstica con el 20%, los vehículos privados y comerciales con peso menor a 3 toneladas contribuyen con el 6% y el uso comercial y doméstico de solventes con el 5%.

Los municipios de Durango, Gómez Palacio y Tamazula, son los principales emisores de COV.



En el caso de amoniaco, la generación de emisiones ganaderas de amoniaco contribuyeron con el 66%, la aplicación de fertilizantes con el 18%, y las emisiones domésticas de amoniaco con el 8%. Mapimí, Gómez Palacio y Durango son los municipios con mayores emisiones de NH₃.

Figura 33. Contribución porcentual por categoría y contaminante.

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016

En la tabla 17 se muestra la contribución en emisiones por cada municipio del Estado. En esta tabla destacan las emisiones totales de los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo, que es donde se encuentra concentrada la mayor cantidad de población e industria.

De manera particular por municipio y contaminante, podemos resaltar los siguientes casos; el municipio de Cuencamé es el principal emisor de partículas PM₁₀ por los caminos sin pavimentar y la erosión eólica; en el caso de las PM_{2.5} son emitidas principalmente en el municipio de Durango por actividades como incendios forestales, quemas de residuos a cielo abierto y la combustión doméstica de leña. En cuanto a SO₂ el municipio de Lerdo es el que mayores emisiones se generan por la presencia de la planta de generación de energía eléctrica. Las emisiones de CO, NO_x y COV se generan mayormente en el municipio de Durango principalmente por las fuentes móviles. Las emisiones de amoniaco se generan mayormente en el municipio de Mapimí por la actividad ganadera.

Tabla 17. Emisiones por municipio en Mg/año, para el Estado de Durango 2013.

Municipio	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Canatlán	958	455	100	13,106	4,760	6,684	1,055
Canelas	186	86	7	1,452	180	611	107
Coneto de Comonfort	301	77	11	1,167	757	1,232	243
Cuencamé	7,349	914	92	7,391	6,618	9,498	951
Durango	5,695	3,150	997	295,091	34,679	49,036	3,529
El Oro	1,434	246	21	4,201	2,266	3,549	625
General Simón Bolívar	452	217	18	2,404	1,561	3,120	368
Gómez Palacio	3,700	1,691	518	108,943	20,298	27,019	4,089
Guadalupe Victoria	1,047	389	104	11,253	5,234	7,708	628
Guanaceví	4,135	946	47	5,908	1,093	2,360	491
Hidalgo	5,194	130	25	3,284	2,725	2,619	495
Indé	830	105	28	2,186	1,531	1,182	510
Lerdo	4,221	1,543	11,341	44,084	7,585	11,777	1,008
Mapimí	4,934	700	44	7,967	5,385	8,580	5,784
Mezquital	698	362	17	4,226	1,243	16,073	802
Nazas	373	146	21	3,694	1,580	2,651	207
Nombre de Dios	789	302	44	5,588	1,350	1,856	343
Nuevo Ideal	1,397	790	190	15,729	7,413	8,734	1,079

Municipio	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Ocampo	578	156	42	5,943	3,040	4,933	738
Otáez	1,023	218	4	901	246	2,034	124
Pánuco de Coronado	721	247	40	4,765	2,674	4,385	309
Peñón Blanco	697	188	27	3,189	1,923	2,965	256
Poanas	581	258	57	7,124	1,777	2,487	437
Pueblo Nuevo	1,134	434	38	11,690	1,808	9,675	635
Rodeo	532	116	14	3,930	1,304	2,341	257
San Bernardo	616	126	10	1,317	1,038	1,924	321
San Dimas	1,321	573	52	7,532	1,054	4,990	484
San Juan de Guadalupe	2,708	308	7	1,491	815	1,407	183
San Juan del Río	1,705	1,084	30	5,284	1,658	2,812	522
San Luis del Cordero	60	16	6	738	590	1,016	76
San Pedro del Gallo	762	30	6	491	531	700	174
Santa Clara	501	153	43	1,861	2,070	2,856	355
Santiago Papasquiaro	1,424	702	127	21,766	4,316	8,371	1,129
Súchil	141	60	16	3,065	877	2,001	199
Tamazula	4,120	822	33	10,678	1,673	23,375	796
Tepehuanes	791	366	41	7,695	1,399	3,263	459
Tlahualilo	2,764	514	20	4,774	3,091	6,142	559
Topia	233	90	5	1,472	352	2,055	153
Vicente Guerrero	514	173	59	6,919	1,380	1,927	208
Total	66,620	18,839	14,302	650,299	139,875	255,950	30,689

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016

En el Estado existen dos cuencas atmosféricas importantes: la cuenca atmosférica de Durango constituida únicamente por el municipio de Durango; y la cuenca de la Región Lagunera que está constituida por los municipios de Gómez Palacio y Lerdo, así como los municipios de Torreón y de Matamoros del Estado de Coahuila.

En la figura 34 se muestran las emisiones por tipo de fuente en el municipio de Durango.

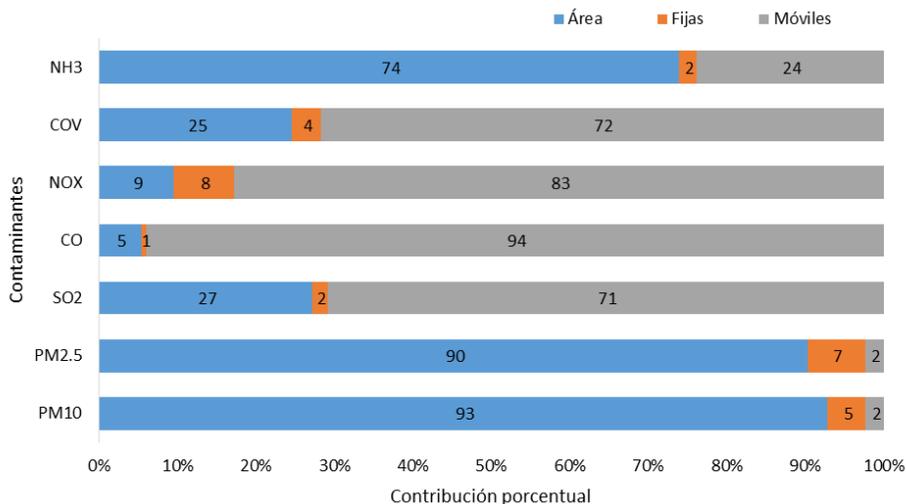


Figura 34. Contribución porcentual por fuente y contaminante en el municipio de Durango

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016

En la figura anterior se muestra que las fuentes de área son las que más contribuyen con respecto al total de las emisiones antropogénicas para el municipio de Durango, los aportes son: el 93% de las partículas PM₁₀, el 90% de las PM_{2.5}, y con el 74% del NH₃. Mientras que las fuentes móviles son las que más contribuyen con: 71 % del SO₂, 94% del CO, 83% de NO_x y 72% de COV. En la tabla 18 se presentan las subcategorías que son los principales emisores antropogénicos por contaminante en el municipio de Durango.

Tabla 18. Principales emisores antropogénicos en el municipio de Durango

Contaminantes	1er Emisor	2do Emisor	3er Emisor
PM ₁₀	Caminos sin pavimentar (20%)	Incendios forestales (16%)	Quema de residuos a cielo abierto (12%)
PM _{2.5}	Incendios forestales (24%)	Quema de residuos a cielo abierto (20%)	Combustión doméstica (18%)
SO ₂	Autos Particulares (tipo sedán) (26%)	Pick up (25%)	Vehículos < 3 toneladas (incluye SUV) (9%)
CO	Autos Particulares (tipo sedán) (37%)	Pick up (36%)	Vehículos < 3 toneladas (incluye SUV) (9%)
NO _x	Autos Particulares (tipo sedán) (37%)	Pick up (28%)	Vehículos < 3 toneladas (incluye SUV) (8%)
COV	Pick up (29%)	Autos Particulares (tipo sedán) (23%)	Vehículos < 3 toneladas (incluye SUV) (13%)
NH ₃	Emisiones ganaderas (35%)	Emisiones domésticas (20%)	Aplicación de fertilizantes (17%)

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016

Los bancos de materiales es una de las subcategorías de interés en el municipio, ya que contribuye en cuarto lugar a las partículas PM_{2.5} con el 7% de las emisiones y ocupa el séptimo lugar de su contribución a las PM₁₀ con el 6% de las emisiones.

Otras de las subcategorías de interés son las ladrilleras, las cuales contribuyen en menor proporción en cuanto a emisiones a la atmósfera a nivel municipio, sin embargo, es una fuente de emisión focalizada y de particular interés para la población y el gobierno local, la emisión más significativa de esta fuente es la de dióxido de azufre, ya que contribuye con el 6% de las emisiones de este contaminante en el municipio. Su impacto es importante al ubicarse dentro de la mancha urbana, y sus emisiones no se dispersan lo suficiente por lo que afectan directamente a las zonas aledañas del punto de emisión, de acuerdo al INECC, 2015, estas zonas presentan mayores concentraciones de partículas PM10 que rebasan la norma ambiental, pudiéndose identificar marcadores de la quema de biomasa en los hornos (propileno, acroleína y 1,4-diclorobenceno), los cuales presentaron en las ladrilleras, concentraciones mayores a los registrados en las áreas urbanas.

En la figura 35 se muestran las emisiones por tipo de fuente en la Región Lagunera que comprende los municipios de Gómez Palacio y Lerdo.

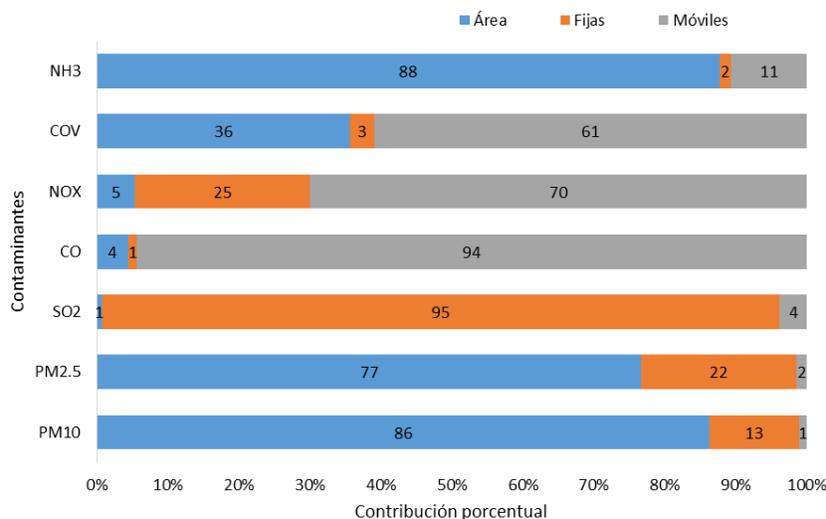


Figura 35. Contribución porcentual por fuente y contaminante en la Región Lagunera de Durango (Gómez Palacio – Lerdo)

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016

En la figura anterior se muestran las emisiones de la Región Lagunera (tomando en consideración únicamente los municipios del Estado de Durango, que son Gómez Palacio y Lerdo), donde se observa que las fuentes de área son las que más contribuyen con el 86% de las partículas PM₁₀, con el 77% de PM_{2.5}, así como el 88% del NH₃. Mientras que las fuentes móviles son las que más contribuyen con 94% del CO, 70% de NO_x y 61% de COV. Finalmente, las fuentes fijas son las que más contribuyen a las emisiones de SO₂ con el 95%. En la tabla 19 se presentan las subcategorías que son los principales emisores antropogénicos por contaminante en la Región Lagunera de Durango.

Tabla 19. Principales emisores antropogénicos en la Región Lagunera de Durango.

Contaminantes	1er Emisor	2do Emisor	3er Emisor
PM ₁₀	Caminos sin pavimentar (33%)	Caminos pavimentados (18%)	Generación de energía eléctrica (10%) Combustión doméstica (10%)
PM _{2.5}	Combustión doméstica (21%)	Generación de energía eléctrica (19%)	Quema de residuos a cielo abierto (16%)
SO ₂	Generación de energía eléctrica (94%)	Autos Particulares (tipo sedán) (2%)	Pick up (1%)
CO	Autos Particulares (tipo sedán) (44%)	Pick up (38%)	Vehículos < 3 toneladas (incluye SUV) (7%)
NO _x	Autos Particulares (tipo sedán) (32%)	Generación de energía eléctrica (24%)	Pick up (23%)
COV	Autos Particulares (tipo sedán) (28%)	Pick up (24%)	Combustión doméstica (16%)
NH ₃	Emisiones ganaderas (70%)	Emisiones domésticas (12%)	Aplicación de fertilizantes (6%)

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016

Los bancos de materiales es una de las subcategorías de interés en la región, es la que contribuye en las emisiones de partículas PM₁₀ con el 7% y con el 10% de las emisiones

de PM_{2.5}; su importancia radica en el impacto generado en la periferia de la mancha urbana, y sus emisiones no se dispersan lo suficiente por lo que afectan directamente a las zonas aledañas del punto de emisión.

3.3. Proyección del inventario de emisiones a 10 años

La elaboración del Inventario de emisiones de contaminantes criterio del Estado de Durango año base 2013 es un elemento de diagnóstico fundamental para iniciar el desarrollo de políticas de calidad del aire orientadas a la reducción y control de la emisión de contaminantes. Este inventario de emisiones y su proyección a 2026 permitirán analizar el estado que guarda el control de emisiones por tipo de fuente, a examinar posibles cambios en la futura calidad del aire, a establecer potenciales emisiones y a visualizar los sectores y actividades clave que potenciarán el crecimiento de las emisiones. Lo anterior, permitirá proponer medidas y acciones que potencialmente puedan conformar el Programa de gestión para mejorar la calidad del aire en el Estado de Durango 2016-2026. (ProAire Durango 2016-2026).

3.3.1. Proyección econométrica

Se realizaron dos proyecciones de la emisión de contaminantes atmosféricos provenientes de actividades antropogénicas realizadas en el Estado de Durango, una proyección a 2016 y otra a 2026; utilizando como año base el inventario de emisiones contaminantes del Estado de Durango 2013.

Para este análisis se consideraron las variables de crecimiento económico (PIB), crecimiento poblacional y de competitividad del Estado de Durango; planteándose tres escenarios, uno con un alto nivel de competitividad (llegando al lugar 15 de 32 en 2026), otro con un nivel medio (llegando al lugar 22) y el último con uno bajo (obteniendo el lugar 28).

La tabla 20 presenta los resultados de la proyección de la emisión de contaminantes de los tres escenarios para 2026. Es importante mencionar que estos resultados siguen la tendencia que se tiene de las variables desde 1999 hasta 2013.

Tabla 20. Proyección de las emisiones para el año 2026 (Mg/año).

Escenario	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	PIB	Competitividad
Alta	19,115	13,536	5,442	220,141	62,237	60,843	44,529	169,341.9	15
Media	19,355	12,712	6,192	414,457	104,131	103,609	42,069	171,426.2	22
Baja	19,634	12,126	7,068	749,827	167,098	167,132	40,520	173,233.1	28

Nota: Las emisiones contempladas en la proyección son las antropogénicas (Móviles, Fijas y Área)

La población es para todos los casos 1,933,496 habitantes

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016

Los resultados de la tabla 20 expresan que, aunque no hay gran cambio en las emisiones totales al comparar entre los escenarios de alta y mediana productividad, estas sí se ven afectadas al considerar una baja productividad.

El contaminante más sensible a estos cambios es el monóxido de carbono, el cual aumenta drásticamente ante un escenario de baja productividad. Otros dos gases que sufren cambios importantes son los compuestos orgánicos volátiles y los óxidos nitrosos, los cuales casi duplican su valor ante estos cambios. Así la emisión de las PM₁₀, SO₂, CO, NO_x y COV tendrá un menor crecimiento, comparada con los otros escenarios;

con excepción en la emisión de $PM_{2.5}$ y NH_3 , mismas que crecerán más a pesar de una mejora del índice de productividad.

En la figura 36 se observa el comportamiento de algunos contaminantes en la línea base (2013-2026); donde para el escenario con alta competitividad las emisiones de contaminantes son más bajas.



Figura 36. Comportamiento de las emisiones en el periodo de la línea base en Durango para los tres escenarios. (Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016)

Dadas estas observaciones, se recomienda por un lado seguir fortaleciendo y vinculando a las instituciones locales, mediante mejores prácticas y regulaciones que aseguren una mejora gradual de los índices de gobernabilidad, confianza, mejora del bienestar social y de intercambio con los demás estados, para que al tener un crecimiento económico importante este se vea reflejado y potenciado por el mercado interno, estatal y nacional, de manera cada vez más sustentable.

Puntualmente, las áreas en las cuales se tiene que trabajar más son las de rezago laboral, la falta de atracción de talento para emprender, la disminución de la desigualdad económica y la mejora de infraestructura y el cuidado del medio ambiente.

3.3.2. Modelo LEAP (Proyección 2013- 2026 del sector energético para Durango)

Se analizó la proyección del sector de energía del periodo 2013 – 2026 con el modelo LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System, por sus siglas en inglés), el cual es una herramienta para modelar escenarios energéticos y ambientales. Sus escenarios se basan en balances integrales sobre la forma en que se consume, convierte y produce la energía en una región o en una economía determinada; según una cartera de hipótesis alternativas de población, desarrollo económico, tecnología, precios y otras características.

La aplicación del modelo LEAP en el Estado de Durango consideró las siguientes categorías del sector de energía:

1. Residencial (rural y urbano)
2. Comercial y/o de servicios
3. Industrial (Industria de la madera, industria metalúrgica, generación de energía eléctrica y otras industrias)
4. Transporte

Adicionalmente se suministró información específica de población, número de vehículos, número de hogares, proporción de viviendas urbanas y rurales entre otras, para el año base 2013 y su proyección a 2026.

Se realizó la comparación entre el balance de combustibles calculado con el modelo LEAP y lo reportado por SENER para el año del inventario 2013; teniendo una correspondencia entre ambos de 87.4%.

La tabla 21, muestra los resultados de la proyección de la demanda de combustible con LEAP, para la línea base (2013- 2026) para el Estado de Durango en PJ.

Tabla 21. Demanda de combustible obtenida con LEAP (PJ).

Categoría / Año	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Habitacional	4.5	4.6	4.6	4.7	4.7	4.8	4.9
Industria	98.3	99.8	101.3	102.9	104.6	106.1	107.8
Comercio y servicios	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5
Transporte	38.8	39.4	40	40.6	41.2	41.9	42.5
<i>Total</i>	<i>142.99</i>	<i>145.21</i>	<i>147.33</i>	<i>149.65</i>	<i>151.98</i>	<i>154.301</i>	<i>156.72</i>
Categoría / Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Habitacional	4.9	5	5	5.1	5.2	5.3	5.3
Industria	109.5	111.1	112.8	114.6	116.3	118.1	120
Comercio y servicios	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7
Transporte	43.2	43.9	44.5	45.2	45.9	46.6	47.4
<i>Total</i>	<i>159.15</i>	<i>161.57</i>	<i>163.89</i>	<i>166.52</i>	<i>169.04</i>	<i>171.67</i>	<i>174.40</i>

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016

La figura 37, muestra la proyección de la línea base obtenida con LEAP del sector energético en el Estado de Durango. En la cual se observa que de 2013 a 2016 hay un incremento de un 4.66% en la demanda de energía en el Estado y a 2026 el incremento será del orden de 21.97% respecto al año base 2013.

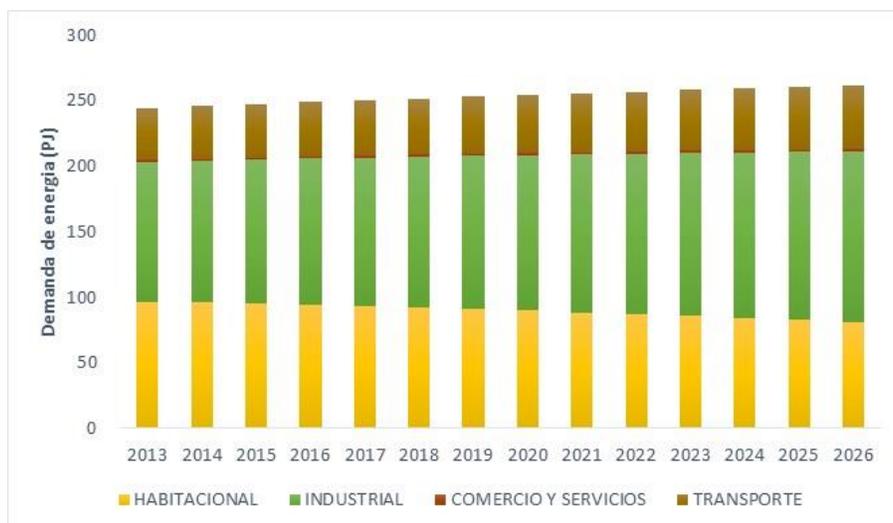


Figura 37. Proyección de la línea base (2013- 2026) de la demanda energética en PJ, por subcategoría del sector energético para el Estado de Durango.

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016

El modelo calcula CO₂, CH₄, N₂O y CO₂ equivalente para GEI y algunos otros contaminantes tales como CO, NO_x, COV, SO₂. La tabla 22 muestra los resultados de estos contaminantes para el sector energéticos obtenido con LEAP.

Tabla 22. Emisiones en miles de toneladas, obtenido con LEAP para el sector energético de la línea base para el Estado de Durango.

Contaminante / Año	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CO ₂	8,415.70	8,547.80	8,681.90	8,818.20	8,956.70	9,097.30	9,240.10
CH ₄	2	2	2	2	2.1	2.1	2.1
N ₂ O	39.8	40.4	41	41.6	42.3	42.9	43.6
CO	303.8	308.4	313	317.7	322.4	327.3	332.2
COV no metano	54.7	55.6	56.4	57.3	58.1	59	59.9
NOX	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
SO ₂	5.5	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6
Contaminante / Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
CO ₂	9,385.20	9,532.50	9,682.20	9,834.20	9,988.70	10,145.50	10,304.90
CH ₄	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3
N ₂ O	44.3	45	45.7	46.4	47.1	47.8	48.5
CO	337.2	342.2	347.3	352.5	357.8	363.2	368.6
COV no metano	60.8	61.7	62.7	63.6	64.6	65.6	66.6
NOX	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
SO ₂	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016

La figura 38, presenta los resultados de las emisiones de CO₂ equivalente para el sector de energía en el Estado de Durango.

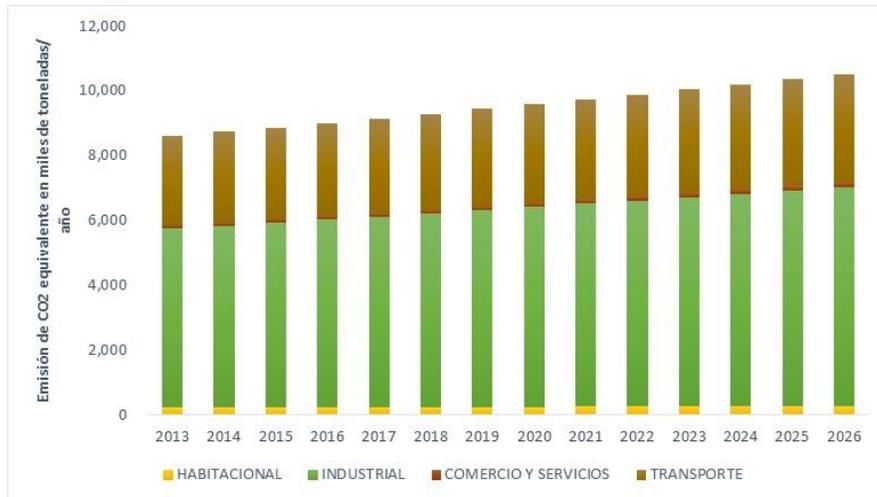


Figura 38. Emisiones de CO₂ equivalente en miles de toneladas para la línea base para el Estado de Durango

Fuente: elaboración propia CINPRO, 2016

En la figura 38, vemos un incremento de las emisiones de CO₂ equivalente respecto al tiempo, debido a un mayor consumo de combustibles, siguiendo la tendencia que actualmente se tiene en el Estado de Durango.

3.4. Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

El Gobierno del Estado de Durango publicó el “Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Durango 2005-2008” en noviembre de 2012, en el que reporta las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el año base 2005 así como su tendencia para el período 2005-2008. Cabe aclarar que se estimó la emisión de Dióxido de Carbono equivalente (Gg/año de CO₂ eq.) en base a las emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄) y Óxido Nitroso (N₂O).

Los resultados se muestran en la Tabla 23. En donde se observa que la emisión total en 2008 fue de 17,281.12 (Gg/año de CO₂ eq.), mientras que para cada categoría considerada en 2008 la emisión en (Gg/año de CO₂ eq.) fue de 13,149.39 para Energía; 779.53 para Procesos Industriales y Solventes; 2,600.08 para Agricultura; y 752.12 para Desechos.

Tabla 23. Emisiones de GEI en Gg de CO₂eq por categoría, año y/o período para el Estado de Durango

Categoría/año	2005	2006	2007	2008	Promedio
Energía	9,203.23	11,355.72	11,893.82	13,149.39	11,400.54
Procesos Industriales y Solventes	914.72	897.78	907.15	779.53	874.80
Agricultura	2,638.81	2,729.08	2,691.65	2,600.08	2,664.91
Desechos	717.27	618.00	687.74	752.12	693.78
Subtotal	13,474.03	15,600.58	16,180.36	17,281.12	15,634.02
Categoría/Periodo	2005-2008				
USCUSS	272.17				15,906.19

*GEI = Gases de Efecto Invernadero

Fuente: IEEGEI-Durango 2005-2008, noviembre de 2012.

La figura 39 muestra la contribución porcentual promedio emisión de CO₂ equivalente (Gg/año de CO₂ eq.) para el Estado de Durango por categoría, periodo 2005-2008; representando el sector Energía el 71.67%, Procesos Industriales y Solventes 5.5%, Agricultura 16.75%, Desechos 4.36% y USCUSS 1.71%.

La emisión para la categoría de Energía contribuye con el (72%) conformándose en la principal fuente de emisión de GEI, seguido con la Agricultura con el 17%. La tendencia de las emisiones de GEI de 2005 a 2008 en el Estado de Durango muestran un incremento a una tasa anual promedio de 8.77%.

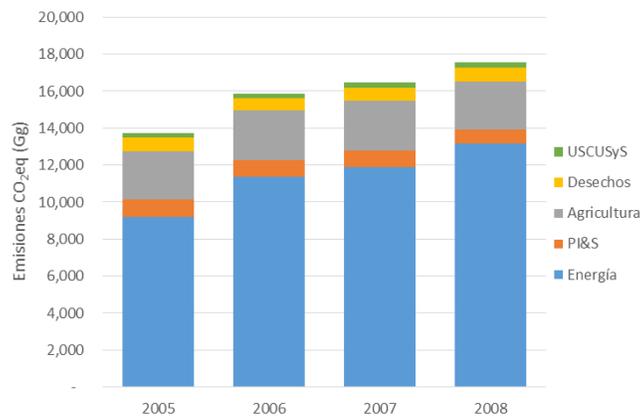


Figura 39. Emisión de GEI promedio anual por categoría 2005-2008 para el Estado de Durango.

Fuente: IEEGEI-Durango 2005-2008, noviembre de 2012.

En términos de emisión de GEI en (Gg de CO_{2eq.}), la emisión promedio por categoría durante el periodo 2005-2008 fue de 11,400.54 para Energía; 874.80 para Procesos Industriales y Solventes; 2,664.90 para Agricultura; 693.78 para Desechos; mientras que para USCUS fue de 272.17. Cabe destacar que tales emisiones considerando únicamente los tres gases de efecto invernadero más importantes: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O).

La categoría Energía es la que más emisiones de GEI genera en el Estado, misma que está ligada al consumo de combustible.

En la tabla 24 se presenta, por subcategoría, el consumo de energía en petajoules (PJ), en ella se identifica que la Subcategoría Generación de Energía es la que más consume energía en el Estado, seguido de la del Transporte. Ambas subcategorías se van incrementando a lo largo de los años.

Tabla 24. Consumo de energía por subcategoría de Energía en el Estado de Durango (PJ)

Subcategoría	2005	2006	2007	2008	%
Industrias de la energía	58.34	68.52	71.17	67.57	42.74
Industrias de las manufactura y construcción	25.61	35.52	34.15	53.91	18.77
Transporte	49.97	55.41	61.44	67.73	36.58
Residencial, comercial y de servicios	2.61	2.7	3.03	3.17	1.91
Total	136.53	162.15	169.79	192.38	100

Fuente: IEEGEI-Durango 2005-2008, noviembre de 2012.

3.5. Conclusiones

El presente inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera año base 2013, permite conocer el origen, la cantidad de emisiones que se generan en el Estado, la identificación de las fuentes principales de emisión y su ubicación particular en Durango.

Partículas

1. Los caminos sin pavimentar es la fuente más importante con el 44% de las emisiones de PM₁₀ en el Estado, dándose mayormente en los municipios de Cuencamé, Durango e Hidalgo
2. Las partículas PM_{2.5} son producto principalmente de la combustión doméstica por el consumo de leña y los caminos sin pavimentar contribuyendo con el 18% cada una de estas fuentes; los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo son los que más emisiones generan en el Estado.

El dióxido de azufre

1. La generación de energía eléctrica (78%) es la principal fuente de emisión de dióxido de azufre, ubicado principalmente en Lerdo donde se encuentra la termoeléctrica.

Monóxido de carbono

1. Los vehículos son la principal fuente de emisión de monóxido de carbón, en especial las pick-up con el 42%, los autos particulares tipo sedán con el 32%, los vehículos privados y comerciales con peso menor 3 toneladas contribuyen con el 8%. Los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo son lo que mayores emisiones generan de CO en el Estado.

Óxidos de nitrógeno

1. Para este contaminante los vehículos automotores representan la mayor fuente de emisión con el 28% del total, aunque la combustión agrícola es un importante generador de óxidos de nitrógeno con el 15%, seguido del 9% de la generación de energía eléctrica, los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo son lo que mayores emisiones de NO_x .

Compuestos orgánicos volátiles

1. Los vehículos automotores son la fuente que mayor emisión aporta a los compuestos orgánicos volátiles, principalmente las pick-up 28%, autos particulares tipo sedán 20%. Para este compuesto la combustión doméstica también es un importante emisor en el Estado con un aporte del 20%,
2. Los municipios de Durango, Gómez Palacio y Tamazula, son los principales emisores de COV

Amoniaco

1. En el caso de amoniaco, la generación de emisiones ganaderas de amoniaco es la fuente más importante y contribuye con el 66%,
2. Los municipios de Mapimí, Gómez Palacio y Durango son los municipios con mayores emisiones de NH_3 .



Hospital General 450, Durango

Capítulo 4. Impactos sobre la salud y externalidades

Capítulo 4. Impactos sobre la salud y externalidades

4.1. Introducción

La calidad de vida es el grado en que los individuos o sociedades tienen altos índices de bienestar físico, mental y social. Un parámetro importante en la evaluación de este bienestar es la salud humana, la cual se puede ver afectada por diferentes factores, uno de los más importantes es la calidad del aire.

Dentro de una región, zona, o delimitación política, la concentración de contaminantes atmosféricos y el tiempo en que la población está expuesta a estos, son las variables que determinan los riesgos a la salud.

La exposición humana a dichos contaminantes se encuentra determinada por varios factores, tales como fuentes específicas de los ambientes interiores y exteriores, movilidad, actividades de la población y características de las construcciones, entre otros. La exposición personal a contaminantes atmosféricos generados en ambientes exteriores está influida en gran medida por patrones de tiempo-actividad de la población.

Se han documentado diferentes estudios donde se relaciona la disminución de la exposición a la contaminación del aire y la disminución de la mortalidad y la morbilidad de la población, así como el incremento de tiempo de vida. Ballester, F. y Boldo, E. (2010).

Durante los últimos 20 años, la evaluación del impacto en salud (EIS) ha servido como una herramienta metodológica utilizada por los tomadores de decisiones en diversos países, estos estudios se han realizado en todo el mundo, particularmente Europa y Estados Unidos y su uso ha permitido la estimación de los impactos económicos y de salud.

La contaminación del aire ambiente afecta de distinta forma a los diferentes grupos poblacionales. Los efectos más graves se producen en personas más vulnerables, como enfermos, niños, ancianos y personas con acceso limitado a la asistencia médica. Las personas con asma pueden sufrir una crisis en los días con concentraciones elevadas de ozono, mientras que las personas expuestas durante varios años a concentraciones elevadas de material particulado (MP) tienen un riesgo mayor de padecer enfermedades cardiovasculares.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), el efecto de la mala calidad del aire genera una progresión de la sensibilidad a los contaminantes de las personas, la figura 40 muestra la relación que existe entre los contaminantes y los efectos en salud.

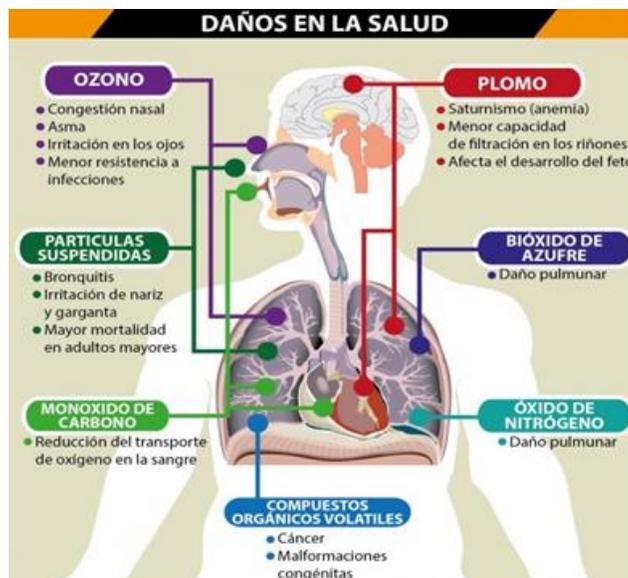


Figura 40. Índice de calidad del aire en Durango.

Fuente: <https://userscontent2.emaze.com/images/>

Los estudios epidemiológicos son valiosos porque generalmente abarcan el espectro total de las poblaciones humanas, incluyendo niños, ancianos y personas con afecciones respiratorias y cardiovasculares. Otra ventaja de los estudios epidemiológicos es que analizan la exposición a los contaminantes en las condiciones reales de la vida diaria, para ello es necesario contar con programas de vigilancia epidemiológica y monitoreo de la calidad del aire.

Los actuales modelos matemáticos para analizar la relación entre contaminación del aire ambiente y la salud humana deben atender elementos de información como los siguientes:

- Ubicuidad de la exposición. Es difícil de encontrar grupos no expuestos, que sirvan como referencia. Además, la contaminación al momento de producirse se distribuye inmediatamente de manera no homogénea en el aire ambiente.
- Variación individual de la exposición. Los individuos pasamos la mayor parte del tiempo en diferentes ambientes (aula, casa, cocinas, autos, oficinas, mercados, hospitales, etc.) donde la exposición varía de manera considerable.
- Otros factores. Causas diferentes a la de la contaminación atmosférica, que pueden tener mayor peso en la presencia de enfermedades respiratorias y del aparato circulatorio; como el tabaquismo, exposición a gases y/o polvos irritantes en el ámbito laboral. Por otro lado, y debido a que siempre se trata de mezclas de contaminantes, existe dificultad en atribuir los efectos sobre la salud a un contaminante en concreto.

En estudios de series de tiempo, en donde se analizan las variaciones en el tiempo de la exposición al contaminante y el indicador de salud estudiado en la población, se debe tener en cuenta la adecuación de la metodología estadística utilizada y los factores geofísicos (ciclos estacionales de energía y radiación solar en la superficie de la tierra), meteorológicos (temperatura y humedad) y socioculturales (nivel socioeconómico, cultural, religión, país, comunidad).

Al hablar de los efectos de la contaminación del aire ambiente sobre la salud es conveniente diferenciar entre la contaminación típica de invierno y la de verano. En invierno los episodios de contaminación pueden ocurrir debido a condiciones de estancamiento del aire por inversiones térmicas, los contaminantes principales durante estos eventos son SO_2 y las partículas PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$. En verano los episodios de contaminación pueden ocurrir en días calurosos y soleados, en los que las reacciones fotoquímicas de óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos llevan a la formación del O_3 .

4.2. Efectos nocivos para la salud

Los estudios efectuados a nivel mundial demuestran la asociación entre la exposición a los contaminantes del aire ambiente y los efectos adversos para la salud. Se han reportado efectos relacionados con las partículas PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$, SO_2 , NO_x , CO , y O_3 . Existen otros contaminantes presentes en el aire de las zonas urbanas o industriales, como los compuestos orgánicos volátiles (COV) y los hidrocarburos, pero su impacto en la salud todavía no está debidamente documentado.

En términos generales, los efectos a la salud que se han reportado van desde cambios fisiológicos menores hasta la muerte. La contaminación del aire afecta los sistemas cardiovascular y respiratorio principalmente. Los estudios de series de tiempo realizados en diferentes poblaciones han reportado aumento de mortalidad por causas cardiovasculares y respiratorias. Las admisiones en los hospitales, así como la atención en los departamentos de emergencia debido a dolencias cardíacas y respiratorias también aumentan cuando hay episodios de niveles elevados de contaminación del aire.

Los mecanismos a través de los cuales la contaminación del aire puede afectar los sistemas respiratorio y cardiovascular incluyen la disminución de la función pulmonar, las variaciones en el ritmo cardíaco y la respuesta a la inflamación (Cohen y Cols, 2004).

Por ser contaminantes cuya vía de entrada al organismo es por inhalación, es de esperarse que sus principales efectos sean en las vías respiratorias. Así, los efectos más comúnmente reportados en la salud por exposición a la contaminación del aire son en vías respiratorias (bronquitis, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, neumonía etc.), en el sistema cardiovascular (arritmias, infartos, etc.). De hecho, el efecto agudo en la mortalidad es el efecto tóxico que más se ha estudiado. Asimismo, en los últimos años se ha venido estudiando con más detalle a los grupos poblacionales que son más susceptibles: los niños, personas de la tercera edad y asmáticos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) cuenta con directrices sobre la Calidad del Aire, las cuales ofrecen orientación general relativa a umbrales y límites para contaminantes atmosféricos clave que entrañan riesgos sanitarios. Las Directrices se aplican en todo el mundo y se basan en la evaluación, realizada por expertos, de las pruebas científicas actuales.

Por otro lado México cuenta con Normas Oficiales en materia de Calidad del Aire, las cuales son un dispositivo legal que establece el límite máximo permisible de concentración de un contaminante del aire durante un tiempo promedio de muestreo determinado, definido con el propósito de proteger la salud y el ambiente.

La tabla 25 muestra el comparativo de los niveles de Calidad del Aire de la OMS y las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental.

Tabla 25. Comparativos de los límites máximos permitidos de las NOM y OMS

Contaminante	Valores límite			Norma Oficial Mexicana	OMS Concentración
	Exposición aguda		Exposición crónica		
	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	Concentración y tiempo promedio		
Partículas suspendidas totales (PST)	Se omiten las PST en la NOM vigente				--
Partículas menores de 10 micrómetros (PM ₁₀)	75 µg/m ³ promedio de 24 horas	No se debe rebasar	40 µg/m ³ promedio anual	NOM-025-SSA1-2014	50 µg/m ³ promedio de 24 horas. 20 µg/m ³ promedio aritmético anual
Partículas menores de 2.5 micrómetros (PM _{2.5})	45 µg/m ³ promedio de 24 horas	No se debe rebasar	12 µg/m ³ promedio anual		25 µg/m ³ promedio de 24 horas. 10 µg/m ³ promedio aritmético anual
Ozono (O ₃)	0.095 ppm promedio de una hora/ 0.1862 µg/m ³ promedio de una hora	No se debe rebasar	–	NOM-020-SSA1-2014	100 µg/m ³ promedio de 8 horas.
	0.070 ppm promedio de 8 horas/ 0.1372 µg/m ³ promedio de 8 horas.	No se debe rebasar	–		
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm promedio de 8 horas/ 12595 µg/m ³ promedio de 8 horas.	Una vez al año		NOM-021-SSA1-1993	
Dióxido de azufre (SO ₂)	0.11 ppm promedio de 24 horas/ 288.2 µg/m ³ promedio de 24 horas	Una vez al año	0.025 ppm promedio anual	NOM-022-SSA1-2010	20 µg/m ³ promedio de 24 horas. 500 µg/m ³ promedio de diez minutos
	0.200 ppm promedio de 8 horas/ 524 µg/m ³ promedio de 8 horas	Dos veces al año			
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	0.21 ppm promedio de una hora/ 394.8 µg/m ³ promedio de una hora	Una vez al año		NOM-023-SSA1-1993	200 µg/m ³ promedio de 1 horas. 40 µg/m ³ promedio aritmético anual

Fuente: Modificación a la NOM-025-SSA1-1993
 Modificación a la NOM-020-SSA1-1993 (19 de agosto de 2014)
 NOM-021-SSA1-1993 (18 de agosto de 1994)
 NOM-022-SSA1-2010 (8 de septiembre de 2010)
 NOM-023-SSA1-1993 (18 de agosto de 1994)

4.2.1. Efectos adversos para la salud humana por contaminante

4.2.1.1. Partículas suspendidas (PM)

Las partículas en suspensión (PM) son todas las partículas sólidas y líquidas que se encuentran suspendidas en el aire, la mayor parte de las cuales suponen un peligro para la salud. Esta mezcla compleja contiene, entre otras cosas, polvo, polen, hollín, humo. Las partículas se clasifican en función de su diámetro aerodinámico en PM₁₀ (partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10 µm) y PM_{2.5} (diámetro aerodinámico inferior a 2,5 µm); estas últimas suponen mayor riesgo a la salud, porque al inhalarlas, pueden alcanzar las zonas periféricas de los alvéolos y alterar el funcionamiento natural del pulmón.

Las partículas pueden ser emitidas al aire de forma directa cuando provienen de procesos de combustión o el polvo arrastrado por el viento; o bien formarse en la atmósfera por la transformación de gases emitidos como el SO₂. Los sulfatos y la materia orgánica son los principales componentes del conjunto de partículas en suspensión que contaminan el aire, si tomamos como referencia la masa de éstas. El polvo mineral, los nitratos y el hollín también pueden llegar a ser componentes principales en determinadas condiciones.

Los efectos en la salud, por la presencia de PM en el aire ambiente, se producen en función a los niveles de exposición de la población. La exposición crónica a las partículas aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como de cáncer de pulmón (Samet J, Krewski, 2001).

Las personas mayores, los niños, las personas con enfermedades cardíacas y pulmonares preexistentes y los asmáticos son los grupos de población más propensos a tener problemas de salud a causa de las partículas en suspensión presentes en el aire ambiente.

Una exposición a largo plazo (crónica) a las partículas en suspensión es probablemente superior a la de una exposición de corta duración (aguda) a concentraciones pico o extraordinarias. La exposición a largo plazo afecta sobre todo a las poblaciones que residen en las proximidades de vías con mucho tráfico vehicular. En ambientes interiores con cocinas tradicionales, que emplean leña y que se ubican en espacios cerrados y poco ventilados, aumenta el riesgo de infección aguda en las vías respiratorias y la mortalidad en los niños pequeños.

La mortalidad en ciudades con niveles elevados de contaminación supera entre un 15% y un 20% a la registrada en ciudades más limpias. Incluso en la Unión Europea, la esperanza de vida promedio es 8.6 meses inferior debido a la exposición a las PM_{2.5} generadas por actividades humanas. (Ballester, F. y Boldo, E. 2010).

4.2.1.2. Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

La presencia en el aire ambiente de dióxido de nitrógeno (NO₂) contribuye a la formación y modificación de otros contaminantes del aire tales como el ozono y las partículas en suspensión, así como a la aparición de la lluvia ácida.

Las principales fuentes de emisión antropogénica de NO₂ son los procesos de combustión (calefacción, generación de electricidad y motores de vehículos y barcos).

La concentración de NO₂ sobre los humanos afecta al tracto respiratorio. Se ha observado que una concentración media de 190 microgramos de NO₂ por metro cúbico de aire, superada el 40% de los días, aumenta la frecuencia de infecciones de las vías respiratorias en la población expuesta (Ballester, F. y Boldo, E. 2010).

Como contaminante atmosférico, el NO₂ puede correlacionarse de varias formas:

1. El NO₂, en concentraciones de corta duración superiores a 200 µg/m³, es un gas tóxico que causa una importante inflamación de las vías respiratorias.
2. Es la fuente principal de los aerosoles de nitrato, que constituyen una parte importante de las PM_{2.5}. En presencia de luz ultravioleta contribuye a la formación de ozono.

Los estudios epidemiológicos han revelado que los síntomas de bronquitis en niños asmáticos aumentan en relación con la exposición prolongada. La disminución del desarrollo de la función pulmonar también se asocia con las concentraciones de NO₂ registradas (u observadas) actualmente en ciudades europeas y norteamericanas (Ballester, F. y Boldo, E. 2010).

4.2.1.3. Dióxido de azufre (SO₂)

El dióxido de azufre (SO₂) es un gas incoloro con un olor penetrante que se genera con la quema de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo; usados para la calefacción doméstica, la generación de electricidad y los vehículos automotores.

El SO₂ puede afectar al sistema respiratorio y las funciones pulmonares, y causar irritación ocular. La inflamación del sistema respiratorio provoca tos, secreción mucosa y agravamiento del asma y la bronquitis crónica; asimismo, aumenta la propensión de las personas a contraer infecciones del sistema respiratorio. Los ingresos hospitalarios por cardiopatías y la mortalidad aumentan en los días en que los niveles de SO₂ son más elevados.

Los estudios indican que un porcentaje de las personas con asma experimenta cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios tras períodos de exposición al SO₂ de 500 µg/m³ promedio tan sólo 10 minutos.

En combinación con el agua, el SO₂ se convierte en ácido sulfúrico, que es el principal componente de la lluvia ácida (Ballester, F. y Boldo, E;2010).

4.2.1.4. Ozono (O₃)

El ozono (O₃) es un gas que se forma y reacciona por la acción de la luz solar. Está presente en dos capas de la atmósfera; en la parte más alta de ésta, forma una capa que protege la tierra de los rayos ultravioletas. Sin embargo, al nivel del suelo, el ozono se considera un serio contaminante del aire.

El ozono en el aire ambiente se forma a partir de otros contaminantes y puede reaccionar con otras sustancias, todo ello por la acción de la luz. Las concentraciones son normalmente bajas en los centros urbanos con mucho tráfico y suelen ser superiores en las afueras y en zonas rurales anexas, especialmente en los días soleados de verano. Sin embargo, el ozono puede ser transportado por el aire, recorrer grandes distancias y traspasar fronteras.

La exposición de corta duración a una concentración punta de ozono puede afectar de forma temporal a los pulmones, el tracto respiratorio y los ojos. También puede aumentar la susceptibilidad a los alérgenos respiratorios. La exposición a largo plazo a concentraciones de ozono relativamente bajas puede provocar una disminución de la función pulmonar.

El ozono en el aire puede causar problemas respiratorios, provocar asma, reducir la función pulmonar y originar enfermedades pulmonares. Actualmente se trata de uno de los contaminantes atmosféricos que más preocupan a nivel mundial (Fuente: OMS). La figura 41 muestra la formación de ozono troposférico.

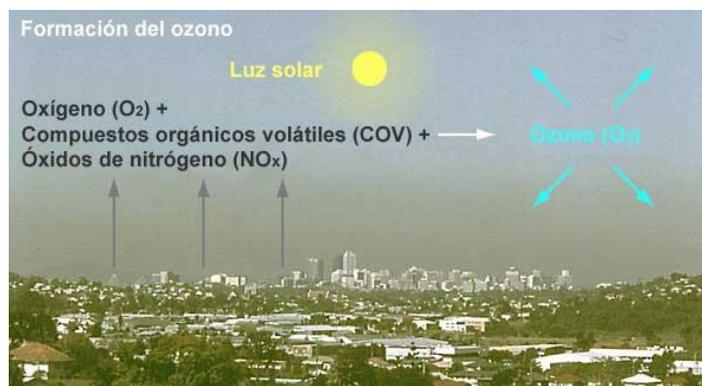


Figura 41. Formación del Ozono troposférico.
Fuente: Queensland Government EPA www.epa.qld.gov.au.

La elevada concentración de ozono en el aire puede producir efectos adversos de consideración en la salud humana. Puede causar problemas respiratorios, provocar asma, reducir la función pulmonar y originar enfermedades pulmonares. Actualmente se trata de uno de los contaminantes atmosféricos que más preocupan en las grandes metrópolis.

Diversos estudios europeos han revelado que la mortalidad diaria y la mortalidad por cardiopatías aumentan un 0,3% y un 0,4%, respectivamente, con un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la concentración de ozono (Ballester, F. y Boldo, E. 2010).

4.2.1.5. Monóxido de Carbono (CO)

La presencia en el aire de elevadas concentraciones de monóxido de carbono (CO) representa una amenaza para la salud. El CO inhalado se combina con la hemoglobina de la sangre, dando lugar a la formación de carboxihemoglobina, lo que reduce la capacidad de la sangre para el transporte de oxígeno desde los pulmones hasta los tejidos.

Se ha comprobado que una saturación de carboxihemoglobina por encima del 10% puede provocar efectos sobre la función psicomotora que se manifiesta con síntomas de cansancio, cefaleas y alteraciones de la coordinación. Por encima del 5% de saturación se producen cambios funcionales cardíacos y pulmonares y se aumenta el umbral visual. No se han encontrado pruebas que indiquen efectos significativos con una concentración de carboxihemoglobina inferior al 2%. (Elías Castañas, 2008).

4.2.1.6. Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

Los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) son un grupo variado de compuestos presentes en la atmósfera que incluyen un amplio espectro de hidrocarburos como

alcanos, alquenos, hidrocarburos aromáticos, cetonas, alcoholes, ésteres y algunos compuestos clorados. El benceno (C₆H₆) es un COV aromático que ha recibido mucha atención debido a su carcinogenicidad. El tolueno (C₆H₅CH₃) es un COV que actúa como importante precursor del ozono. En algunas ocasiones el metano (CH₄) se mide de forma independiente al resto de los COV.

La exposición a largo plazo a estos COV puede causar lesiones de hígado, riñones y sistema nervioso central a corto plazo puede causar irritación de los ojos y vías respiratorias, dolor de cabeza, mareos, trastornos visuales, fatiga, pérdida de coordinación, reacciones alérgicas de la piel, náuseas y trastornos de memoria. (USEPA, 1991; DHS, 1989; Godish, 1981,1990; USEPA, 1987).

4.3. Externalidades ambientales

4.3.1. Metodología de Impactos en Salud (EIS).

Una EIS, por sus siglas en inglés, puede ser entendida como una combinación de procedimientos, métodos y herramientas que utilizan información científica con el objeto de identificar, evaluar y caracterizar los impactos en la salud de la población asociados con la contaminación atmosférica. La EIS puede realizarse para dos propósitos: para estimar los impactos negativos asociados con la exposición de la población a la contaminación, como para estimar los beneficios para la salud con la reducción de dicha contaminación.

Para el primer caso, se aplica la metodología enfocada en la evaluación de los riesgos para la salud, con el objetivo de estimar las probabilidades de que se presenten efectos en la salud asociados con la exposición a contaminantes.

Para el segundo caso, se aplica la metodología de los beneficios para la salud, con el objetivo de calcular los beneficios que pueden obtenerse al implementar medidas de control o escenarios de la contaminación atmosférica. En el presente trabajo se determinaron estos beneficios.

La metodología que se utiliza para la evaluación de los impactos en la salud por la implementación de medidas de control se divide en cuatro etapas.

1. Identificación de contaminantes e impactos a la salud
2. La selección de las funciones exposición - respuesta (FER)
3. La evaluación de la exposición de la población
4. La caracterización del impacto en la salud de la población

Para la evaluación (EIS) se utilizó el modelo *BenMap (Environmental Benefits Mapping and Analysis Program)*.

Este programa permite evaluar los impactos en la salud de una población expuesta y generar salidas tabuladas de los efectos de cada contaminante analizado y sus efectos. A partir de los indicadores de calidad previamente obtenidos, se estima los efectos en salud a partir de la exposición humana.

En procedimiento a seguir en el modelo es el siguiente:

1. Selección del área de estudio.
2. Determinar el año o los años de estudio.

3. Introducción de los contaminantes a evaluar.
4. Selección de la función de impacto en salud.
5. Ingresar los datos de calidad del aire.
6. Posterior a eso debe incorporarse información sobre las variables de salud, mortalidad de cierta enfermedad, admisiones hospitalarias por ciertas causas, etc.

4.3.2. Información recopilada para Durango sobre los impactos en la salud

Casos de Mortalidad, Admisiones hospitalarias e incidencias para el Estado de Durango

Las estadísticas de salud en la población en México están a cargo de la Secretaría de Salud. Esta información tiene como base los casos de enfermedades que pudieran estar relacionadas directa o indirectamente con la calidad del aire.

La información y las fuentes de información recopiladas para Durango se presentan en la tabla 26.

Tabla 26. Fuente y tipo de información para el Estado de Durango.

Tipo de información	Descripción	Fuente específica
1. Mortalidad por enfermedad (20 principales causas de mortalidad)	Por enfermedad y municipio	Sistema estadístico y epidemiológico de defunciones. Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/std_defunciones.html
2. Incidencias	Por enfermedad y por mes	Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud.
3. Admisiones hospitalarias	Por enfermedad, municipio y año	Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud. http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/std_egresoshospitalarios.html

La información es año base 2013 dado que se considera la modelación de calidad del aire utilizando el inventario de emisiones. La tabla 27 muestra la información recopilada para mortalidad en el Estado por enfermedad y grupo (cardiovascular, respiratorio, etc).

Tabla 27. Muertes documentadas por enfermedad en el Estado de Durango para el año 2013.

Grupo por tipo	Enfermedad	Cantidad de Muertes
Enfermedades del Corazón	Enfermedades del Corazón	2,113
Isquémicas del Corazón	Enfermedades Isquémicas del Corazón	1,625
Respiratoria	Neumonía e Influenza	298
Cerebrovasculares	Enfermedades Cerebrovasculares	205
Respiratoria	Bronquitis Crónica, Enfisema y Asma	128
Respiratoria	Enfermedades Pulmonares Obstructivas Crónicas, Excepto Bronquitis, Bronquiectasia, Enfisema y Asma	89

Fuente: Sistema estadístico y epidemiológico de defunciones. Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud, 2013.

La tabla 28 muestra el número de admisiones hospitalarias por enfermedad agrupadas por tipo de afección.

Tabla 28. Cantidad de admisiones hospitalarias por tipo de enfermedad y grupo asociado para el Estado de Durango en 2013.

Grupo	Enfermedad	Cantidad de Admisiones
Vías aéreas superiores	Amigdalitis	120
	Rinitis	55
	Sinusitis	6
	Laringitis	70
	Enfermedades de la tráquea y de los bronquios, no clasificadas en otra parte	7
	Faringitis	103
	Otras infecciones agudas de sitios múltiples de las vías respiratorias superiores	102
	Rinofaringitis crónica	1
	Laringotraqueitis aguda	83
	Hipertrofia de los cornetes nasales	4
	Total	551
Vías aéreas inferiores	ASMA	330
	Bronconeumonía	239
	Bronquiectasia	1
	Bronquiolitis	626
	Bronquitis	194
	EPOC	241
	Neumonía	466
	Otros trastornos del pulmón	12
	Otros trastornos respiratorios especificados	5
	Síndrome de dificultad respiratoria del adulto	15
	Insuficiencia respiratoria aguda	44
	Insuficiencia respiratoria, no especificada	11
	Neumoconiosis	2
	Otras enfermedades específicas de vías respiratorias	1
	Infección aguda no especificada de las vías respiratorias inferiores	7
Total	2,194	
Cerebrovasculares	Cerebrovasculares	274
	Infarto cerebral, no especificado	2
	Total	276
Cardíaca	Enfermedad pulmonar del corazón, no especificada	6
	Hipertensión Arterial Sistémica	327
	Insuficiencia cardíaca, no especificada	76
	Isquémicas del Corazón	283
	Otro trastorno cardíaco en enfermedades bacterianas clasificadas en otra parte	1
	Total	693

Fuente: Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud, 2013

La tabla 29 muestra el número de incidencias por enfermedad, siendo las infecciones en vías respiratorias superiores la de mayor incidencia.

Tabla 29. Número de incidencias por enfermedad para el Estado de Durango en 2013.

Enfermedad	Número de incidencias
Asma	5,188
Faringitis aguda debida a otros microorganismos especificados	6
Infección de vía respiratoria superior	556,934
H1N1	35

Enfermedad	Número de incidencias
Influenza no identificada	393
Influenza identificada	31
Neumonía Hi	0
Neumonías	2,346
Síndrome de dificultad respiratoria del adulto	120
Tuberculosis	137
Hipertensión esencial (primaria)	12,094
Infartos	998
Enfermedad cerebrovascular, no especificada	421
Conjuntivitis	12,947

Fuente: Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud, 2013

La población utilizada en la modelación para el Estado de Durango es la definida por CONAPO para el año 2013 de 1,728,429 habitantes, la cual fue desagregada a nivel colonia, sexo y edad; y asignada a cada celda de la malla de modelación (ver Anexo 2).

4.3.3. Determinación de contaminantes a evaluar para el impacto en salud

Una gran cantidad de literatura científica documenta los diferentes efectos en la salud debido a la exposición de la contaminación atmosférica. Los resultados de las investigaciones llevadas a cabo en todo el mundo sirven para apoyar a los gobiernos locales y las organizaciones internacionales en la implementación de políticas públicas de protección de salud humana.

Las investigaciones están dirigidas en forma especial al ozono (O₃) y partículas (PM₁₀ y PM_{2.5}), debido a los efectos sobre la salud encontrada a nivel nacional e internacional.

Las exposiciones agudas y crónicas de estos contaminantes se asocian con mayor morbilidad y mortalidad por enfermedades cardiovasculares y respiratorias, ciertos tipos de cáncer, retraso del crecimiento intrauterino, bajo peso al nacer, síndrome de muerte temprana e infantil y partos prematuros, y efectos neurológicos.

Los estudios revelan que los grupos más susceptibles a los efectos sobre la salud de la contaminación atmosférica son los niños, adultos mayores de 65 años de edad, las personas con enfermedades crónicas como el asma, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, y la isquemia cardíaca, y las mujeres embarazadas debido a la exposición prenatal.

Se ha documentado una variedad de estudios en relación a la disminución de la exposición a la contaminación del aire y la disminución de la mortalidad y la morbilidad de la población. Los resultados de dichos estudios dirigidos a PM₁₀ y O₃ se presentan en la tabla 30.

Tabla 30. Estudios de efectos en salud para PM₁₀ y O₃, tasas o los casos de este tipo de eventos y la función concentración - respuesta seleccionados.

Evento de salud	Tipo de población	Tasa de casos	PM ₁₀		O ₃	
			%(IC al 95%)	Fuente	%(IC al 95%)	Fuente
Mortalidad (exposición a corto plazo)						
Mortilidad por todas las causas	General	4.75 casos por 1000	0.7 (0.5-0.9); 0.6 (0.4-0.8)	Romieu and cols. 2012 WHO 2006	0.3 (0.2-0.5); 0.5 (0.4-0.7)	Romieu and cols. 2012† Ito, De Leon 2005
	Niños	21.06 casos por 1000	1.3 (0.3-2.3); 1.7 (0.5-2.8)	Romieu and cols. 2012, Carbajal 2011		
	Mayores de 65 años	45.92 casos por 1000	0.9 (0.7-1.1); 0.5% (0.2-0.8)	Romieu and cols. 2012, O'Neill 2004		
La mortalidad por enfermedad cardiopulmonar	General	1.56 casos por 1000	0.7 (0.4- 1.0)	Romieu and cols. 2012†		
	Mayores de 65 años	20.72 casos por 1000	0.9 (0.5-1.2)	Romieu and cols. 2012	0.5 (0.3-0.8)	Romieu and cols. 2012†
La mortalidad por enfermedades respiratorias	General	0.42 casos por 1000	0.9 (0.3-1.5); 1.3 (0.5-2.1)	Romieu and cols. 2012, WHO 2006	0.4 (0.02-0.9)	Romieu and cols. 2012†
	Niños	2.79 casos por 1000	2.5 (0.5-4.7)	Carbajal 2011		
La mortalidad por enfermedades cardiovasculares	General	1.14 casos por 1000	0.4 (0.08-0.8); 0.9 (0.5-1.3)	Romieu and cols. 2012, WHO 2006	0.6 (0.4-0.9)	Bell 200
	Mayores de 65 años	15.39 casos por 1000	0.6 (0.2-1.0)	Romieu and cols. 2012	0.4 (0.1-0.7)	Romieu and cols. 2012†
La mortalidad por enfermedad cerebrovascular	General	0.9 (0.2-1.6)	Romieu and cols. 2012†			
	Mayores de 65 años	1.1 (0.3-1.9)	Romieu and cols. 2012†		0.6 (0.03-1.3)	Romieu and cols. 2012†
Mortalidad (exposición a largo plazo)						
La mortalidad total	Mayores de 30 años	9.27 casos por 1000	4.3(2.6-6.1)	Pooled in Kunzli, 2000		
	General	37 469 casos	1.4(1.2-1.6)	Pooled in Rosales and Castillo 2001		
Admisiones de hospital por enfermedades respiratorias	General	37 469 casos	1.4(1.2-1.6)	Pooled in Rosales and Castillo 2001	3.8 (0.5-7.1)	Pooled in Rosales and Castillo 2001
	Mayor de 65	7 604 casos	1.5 (1.2-1.8)	Pooled in Rosales and Castillo 2001	2.8 (1.7-3.9)	Pooled in Rosales and Castillo 2001
	General	41 719 casos	0.6 (0.42-0.79)	Pooled in Borja, Aburto 2000	0.98 (0.5-1.4)	Pooled in Borja, Aburto 2000
Admisiones de hospital por enfermedad cardiovascular	Mayor de 65	18 466 casos	1.22 (0.94-1.5)	Pooled in Borja, Aburto 2001		
Admisiones de hospitalarias por enfermedades respiratorias totales	General		9,67 (11,84 a 7,54)	Clarice Umbelino de FreitasI, Antonio Ponce de LeonII, Washington JugerII, Nelson GouveiaIII. Bazil 2016	1,93 (2,95 a 0,93),	Clarice Umbelino de FreitasI, Antonio Ponce de LeonII, Washington JugerII, Nelson GouveiaIII. Bazil 2016
Incidencia en enfermedades respiratorias	Niños <5 años		6,60 (9,53 a 3,75)	Clarice Umbelino de FreitasI, Antonio Ponce de LeonII, Washington JugerII, Nelson GouveiaIII. Bazil 2016	5,19 (9.1 a 1.5)	Clarice Umbelino de FreitasI, Antonio Ponce de LeonII, Washington JugerII, Nelson GouveiaIII. Bazil 2016
Incidencia en enfermedades cardiovasculares	Mayores de 65				2,11 (3.18 a 1.6).	Clarice Umbelino de FreitasI, Antonio Ponce de LeonII, Washington JugerII, Nelson GouveiaIII. Bazil 2016

WHO: World Health Organization, 2012. IC: Intervalo de confianza

4.3.4. Impactos en salud para el Estado de Durango (indicador)

De acuerdo a las concentraciones de PM₁₀ y el número de días fuera de la Norma, se realizó un ejercicio para determinar la mortalidad derivada de la exposición a PM₁₀ en el Estado de Durango con información base del año 2013. Para ello se realizó un análisis mediante el uso del modelo BenMap, utilizando los datos de concentración de PM₁₀ obtenidos en la modelación.

Con el fin de conocer los impactos económicos y de salud que se tendrían por la reducción de PM₁₀, se evalúa el escenario de disminuir la concentración en 10 µg/m³, el cual es un estándar referenciado con base en las experiencias nacionales e internacionales de los estudios presentados en la tabla 30. Los escenarios base y de control propuestos se presentan en la tabla 31.

Tabla 31. Escenario de modelación con BenMap para Durango.

Escenario	Concentración de PM ₁₀
Escenario de modelación de calidad del aire	Base: Resultado de modelación de calidad del aire en µg/m ³ Control: Resultado de modelación de calidad del aire menos 10 µg/m ³

De los resultados de la modelación de la calidad del aire se obtienen los datos reflejados en la figura 42, donde se muestra las concentraciones para PM₁₀, en la malla de simulación en el Estado de Durango.

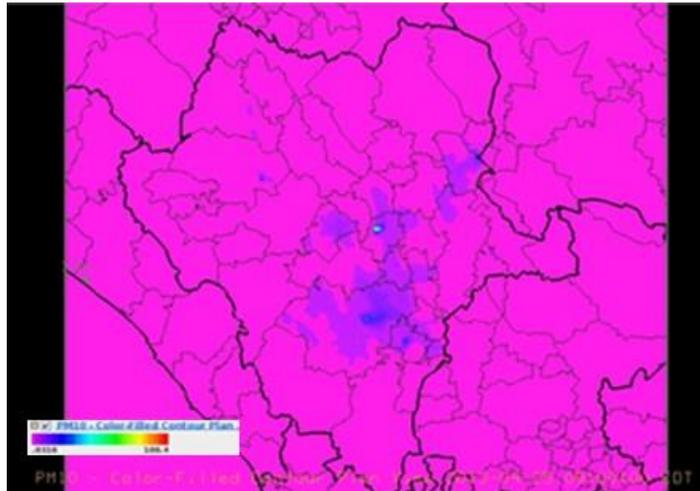


Figura 42. Distribución espacial de partículas PM₁₀ para el día 25 de abril de 2013 a las 09:00 hrs. en el Estado de Durango.

FUENTE: Elaboración propia CINPRO,2016

En la figura 42 se puede observar que los municipios de Durango y Lerdo existe una mayor concentración de PM₁₀, con 43 y 37 µg/m³ respectivamente.

Los resultados obtenidos con BenMap, suponiendo el escenario descrito en la tabla 30, arrojan de forma indicativa que se pueden reducir de 0.19 a 0.8 por ciento las muertes en el Estado de Durango.

La tabla 32 muestra los resultados obtenidos con BenMap en Durango en 2013, reduciendo 10 µg/m³ de PM₁₀.

Tabla 32. Resultados de BenMap reduciendo 10 µg/m³ de PM₁₀ en Durango para 2013.

Grupo por tipo	Enfermedad	Casos presentados de Muertes en 2013	Porcentaje evitado por Escenario
Enfermedades del Corazón	Enfermedades del Corazón	2,113	0.19%
Isquémicas del Corazón	Enfermedades Isquémicas del Corazón	1,625	0.8%
Cerebrovasculares	Enfermedades Cerebrovasculares	205	0.49%
Respiratoria	Bronquitis Crónica, Enfisema Y Asma	515	0.78%
	Enfermedades Pulmonares Obstructivas Crónicas, excepto Bronquitis, Bronquiectasia, Enfisema y Asma		

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2016.

4.3.5. Costos por impacto a la salud

Los métodos comúnmente empleados para valorar económicamente los cambios que por alguna modificación ambiental se dan en la tasa de morbilidad (Azqueta, 1998) son:

- a. El costo del tratamiento
- b. Funciones de producción de salud (Una función de producción relaciona un resultado de salud con los factores productivos)
- c. El método de la valoración contingente

Los costos asociados por la tasa de morbilidad que recaen en una pérdida de bienestar consisten en:

1. Costos de hospitalización y tratamiento de la enfermedad (incluyendo diagnóstico)
2. Los días de trabajo perdidos o de actividad restringida
3. El no poder disfrutar plenamente de su tiempo libre
4. El costo del malestar de la propia enfermedad
5. El costo que para su familia y sus amigos representa el que una persona esté enferma

El concepto de valor estadístico de la vida (VEV) refleja la disposición a pagar (DAP) por disminuir la probabilidad de muerte en una comunidad determinada en un periodo determinado. Es el valor que le confiere una población a una vida cualquiera dentro de su comunidad (Field, 2003).

Según INEGI en el año 2014 el PIB Nacional del sector salud fue equivalente al 5.3%. La tabla 33 muestra el PIB a nivel nacional de varios conceptos de gastos del sector salud. Del total del PIB Nacional invertido en salud (907,774 millones de pesos equivalentes al 5.3% del PIB Nacional), el Estado de Durango utilizó 4,800 millones de pesos por los mismos conceptos de salud y de asistencia social.

Tabla 33. PIB nacional y parámetros relacionados del sector salud en 2014 en millones de pesos y porcentaje

Concepto	Millones de pesos	Porcentaje del PIB del sector salud
PIB ampliado del sector salud	907,774	
PIB de actividades económicas del sector salud	733,355	
Valor de trabajo no remunerado en cuidados de salud	174,419	
Impuestos a los productos netos de subsidios del sector salud		0.02%
Servicios médicos de atención ambulatoria		0.90%
Servicios hospitalarios		1.20%
Centros y residencias para el cuidado de la salud		0.01%
Actividades auxiliares del cuidado de la salud		0.10%
Administración de la salud pública		0.50%
Fabricación de bienes para el cuidado de la salud		0.50%
Bienes y servicios conexos		1.10%

Fuente: Secretaría de Economía 2014.

Para el caso del Estado de Durango se realizó una evaluación tomando como base el estudio llevado a cabo en la Ciudad de México denominado “Co-beneficios de los controles sobre la contaminación del aire local y global de la Ciudad de México” (INE, 2003) y se consideraron los resultados de co-beneficios obtenidos en términos de salud pública.

Dicho estudio considera cinco medidas de mitigación (3 de transporte, 1 residencial y 1 en la industria), La reducción de la concentración de PM_{10} de las cinco medidas se estimó en $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anuales (valor promedio para un periodo de 2003 a 2020).

En el caso del estudio de la Ciudad de México, los beneficios económicos de disminuir la concentración de PM_{10} en términos de salud pública, se muestran en la Tabla 34.

Tabla 34. Co-beneficios en términos de salud al disminuir la concentración de PM_{10} .

Reducción en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10}	Co-beneficios de salud pública en millones de USD/año
57	152

Fuente: INE, 2003

Para el Estado de Durango y de acuerdo a los datos de mortalidad y morbilidad obtenidos, y mediante el uso del modelo BenMap, y los datos de beneficios económicos de referencia, se calcula que los co-beneficio, tomando como referencia estudios internacionales, de reducir $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} en el Estado serían de 27 millones de USD/año correspondiente a los rubros:

1. Reducción de camas de hospitales
2. Menos medicamento por enfermedad
3. Reducción de días sin faltar al trabajo por enfermedad
4. Reducción de consultas médicas

4.4. Consideraciones y recomendaciones

Para determinar los impactos en salud en el Estado de Durango, es necesario contar con la siguiente información:

1. Medición de la calidad del aire, en las diferentes regiones del Estado.
2. Estudios macro y micro epidemiológicos de las enfermedades asociadas (según experiencias internacionales y nacionales) con la contaminación atmosférica a diferentes contaminantes como PM_{10} y O_3 .
3. Costos de salud.

También es indispensable contar con el desarrollo de capacidades institucionales y humanas en los temas de vigilancia epidemiológica, y enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire.

Los datos de monitoreo atmosféricos siguen siendo escasos por lo que es necesario, fortalecer las capacidades institucionales y humanas en este tema.

Adicionalmente, se propone realizar una capacitación conjunta del personal responsable de la vigilancia epidemiológica y monitoreo atmosférico, con el fin de generar la capacidad de analizar la información de manera conjunta y monitorear su comportamiento.

Una vez que se implementen medidas de reducción de la contaminación atmosférica, se sugiere monitorear y documentar los beneficios en la salud de la población obtenidos, que se deberán ver reflejados a través de la vigilancia epidemiológica.



Centro de educación ambiental del parque ecológico el Tecuán Durango, Dgo.

Capítulo 5. Comunicación, educación y participación ciudadana en materia de calidad del aire

Capítulo 5. Comunicación, educación y participación ciudadana en materia de calidad del aire

5.1. Introducción

La problemática de la calidad del aire, en el Estado de Durango, es un tema que concierne a todos sus habitantes. Ya que el simple hecho de realizar nuestras actividades cotidianas, nos hacen corresponsables de la emisión de contaminantes que directa o indirectamente emitimos a la atmósfera. Dicha condición a su vez nos predispone a estar expuestos a las afectaciones de salud que derivan de esta condición.

Es por ello que el problema de la calidad del aire implica que todos los sectores de la sociedad participen activamente en su prevención y en su solución. Ante este reto, el ProAire juega un papel predominante, ya que es el principal instrumento de gestión para mejorar la calidad del aire, tanto del gobierno federal como de los gobiernos estatales y municipales, en el cual se establecen metas y estrategias para reducir las emisiones a la atmósfera, y con ello alcanzar condiciones de calidad del aire adecuadas para la protección a la salud.

El marco de acción del ProAire integra a los tres órdenes de gobierno, los sectores productivos, la academia y la sociedad civil organizada. Uno de los resultados de su buen ejercicio conlleva a mantener informada a la población sobre la condición de la calidad del aire, y los posibles riesgos para su salud. El ProAire, además de promulgar una cultura de prevención, incrementa sus esfuerzos de comunicación y orienta sobre las acciones que se deben llevar a cabo para mejorar la calidad del aire, en un tenor de corresponsabilidad entre todos los sectores de la sociedad.

Este capítulo tiene como objetivo guiar la integración de un eje de comunicación pública, educación y participación ciudadana; a fin de que el ProAire de Durango se consolide como un instrumento de política pública y cercano a las necesidades de información de la ciudadanía, logrando con ello fomentar un alto nivel de conciencia ciudadana y una participación social activa e informada en el desarrollo e instrumentación de las medidas y acciones del Programa.

5.1.1 Lineamientos jurídicos para la comunicación pública, educación ambiental y participación ciudadana y protección a la salud, en materia de calidad del aire.

En el artículo 4º constitucional, en el cuarto y quinto párrafo, se establece el derecho de la protección de la salud y el derecho a un medio ambiente sano; de igual forma en el párrafo noveno, del dispositivo en cita, se establece el derecho de la niñez a la salud. Por lo anterior, se advierte que para hacer valer el derecho a la salud y a un medio ambiente sano en el que se asegure protección a todos los sectores de la población, se requiere en primer término, que el sistema jurídico provea la existencia de mecanismos e instituciones que permitan garantizar al titular de los derechos los accesos a la información.

El derecho a la información ambiental compromete a la Federación a comunicar su información y la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, dispone que una de las vías para acceder a la información es a través de

su difusión, como una obligación del Estado de informar a los ciudadanos sobre cuestiones relevantes.

En términos de la fracción XIV del artículo 32 BIS de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, es una atribución a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la evaluación de la calidad del aire y promoción del sistema de información ambiental que incluya los sistemas de monitoreo atmosférico, con la cooperación de las autoridades de los tres niveles de Gobierno, las instituciones de investigación y educación superior.

Que de conformidad al artículo 5 fracción XVII de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, se establece como una facultad de la Federación, la integración del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, y su puesta a disposición al público en los términos que señala esta misma Ley.

En la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA) y su reglamento en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera (PYCCA) se han delimitado las fuentes de contaminación de competencia federal y local, y se han establecido de manera general las facultades de las autoridades correspondientes en regulación, gestión, información y difusión en control de la contaminación atmosférica (ver tabla 35).

Tabla 35. Facultades normativas en regulación, gestión, información y difusión en control de la contaminación atmosférica

Jurisdicción	Facultad	Fundamento legal
Federal	El Gobierno Federal promoverá la participación de los distintos grupos sociales en la elaboración de los programas que tengan por objeto la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, según lo establecido en esta Ley y las demás aplicables.	LGEEPA Artículo 18.
	La regulación de la contaminación de la atmósfera, proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control en zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal.	LGEEPA Artículo 5.XII.
Estatal	La Secretaría establecerá y mantendrá actualizado un Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire.	Reglamento PyCCA Artículo 41.
	La prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, así como por fuentes móviles, que [...] no sean de competencia Federal.	LGEEPA Artículo 7.III
Municipal	La conducción de la política estatal de información y difusión en materia ambiental.	LGEEPA Artículo 7.XIV.
	La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios, así como de emisiones de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes móviles que no sean consideradas de jurisdicción federal, [...]	LGEEPA Artículo 8.III.
Municipal	La formulación y conducción de la política municipal de información y difusión en materia ambiental.	LGEEPA Artículo 8. XIII.
Municipal	Establecer las normas, políticas y acciones para la preservación, conservación, mitigación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección del ambiente; de observancia general en el territorio del Municipio de Gómez Palacio, procurando garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud	Reglamento de Desarrollo Sustentable y Protección al Ambiente del Municipio de Gómez Palacio, Durango.

Jurisdicción	Facultad	Fundamento legal
	y bienestar.	
Municipal	Difundir proyectos de educación ambiental y de conservación y desarrollo ecológico, en el ámbito de su competencia, a fin de fomentar una cultura ecológica.	Reglamento de Desarrollo Sustentable y Protección al Ambiente del Municipio de Gómez Palacio, Durango Artículo 6. XXII

Fuente: CINPRO, 2016

Es importante mencionar que las autoridades ambientales a nivel nacional han identificado la necesidad de mejorar, homologar y conformar el Índice Nacional de Calidad del Aire 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 pueden tomar.

Como respuesta a ello, dichas autoridades trabajan en la elaboración y potencial emisión de la Norma del Índice Nacional de Calidad del Aire que promulgará el Gobierno Federal a través de la SEMARNAT. Aunque está en proceso de elaboración, debe contemplarse como un futuro lineamiento de acción.

Hasta ahora las zonas metropolitanas que monitorean su calidad del aire lo reportan de manera diferenciada, lo que provoca también esquemas de comunicación diferenciales en el país. Lo anterior, revela la necesidad de desarrollar lineamientos o criterios de carácter nacional que sirvan de manera unificada para todas las entidades del país (INECC 2007)¹⁵.

El proceso consiste en generar el Índice Nacional de Calidad del Aire en cada una de las estaciones con que cuente un sistema de monitoreo adscrito a una zona metropolitana, asentamiento urbano con más de 500,000 habitantes conforme a la NOM-156.

5.2. Estudio de percepción sobre la calidad del aire

Como parte de las actividades que conforman la elaboración del ProAire de Durango 2016-2026, se contempló la oportunidad de conocer a través de una encuesta en línea, cuál es la percepción y grado de conocimiento sobre la calidad del aire en una población muestra del Estado de Durango.

De esta encuesta resultó un estudio cuantitativo que consiste en un análisis estadístico de datos. Dicho estudio fue un punto de partida para la conformación de este capítulo. La encuesta fue diseñada para obtener un perfil sociodemográfico de los encuestados, evaluar su percepción, su identificación al problema y su capacidad de acción sobre el tema de calidad del aire en su municipio.

El levantamiento de encuestas se llevó a cabo del 26 de enero al 5 de febrero del 2016. Se recibieron un total de 624 encuestas en línea. El método de muestreo que se utilizó en este estudio fue el muestreo de conveniencia (no es una muestra aleatoria o representativa). Esta técnica de muestreo no probabilístico selecciona sujetos por su

¹⁵ Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático e Instituto Nacional de Salud Pública *Elaboración de una Propuesta de Índice Nacional de Calidad del Aire, noviembre 2015*. <http://www.inecc.gob.mx/descargas/calair/720.pdf>

accesibilidad y proximidad “conveniente” para el investigador¹⁶. La principal ventaja es que se puede alcanzar una muestra grande, en un tiempo relativamente corto¹⁷.

5.2.1 Los hallazgos identificados son los siguientes:

- La mayoría de los encuestados (63.3%) en una perspectiva local o cercana, no manifiestan una percepción negativa o de alarma sobre la calidad del aire que respiran en su ciudad.
- La mayoría de los encuestados (+60%) desconoce los efectos a la salud que tiene la exposición a una mala calidad del aire. Por ejemplo, no identifica cuáles son los grupos más vulnerables ante esta problemática. Se puede inferir que hay una carencia de campañas de salud que abordan el tema de la calidad del aire.
- Se reconoce un desconocimiento a los programas gubernamentales para mejorar la calidad del aire en su ciudad. No se conocen las acciones que realiza la SRNyMA en materia de calidad del aire. Se identifica que el ProAire no cuenta con una identidad clara y definida ante los encuestados.
- La mayoría de los encuestados (+80%) desconoce que Durango cuenta con un sistema de monitoreo de la calidad del aire.
- Consultar el índice de calidad del aire no es una práctica común en los encuestados: sólo el 1% afirmó que lo consulta diariamente, mientras que un 21% indicó que a veces lo consulta y un 77% no lo consulta.
- Al identificar los medios de difusión que emplea la SRNyMA para comunicar la información sobre la calidad del aire y los medios de consulta de los encuestados, se puede apreciar una desconexión entre ambos. La SRNyMA utiliza el sitio Web Oficial y los encuestados reciben información sobre el tema a través de la televisión, Facebook y la radio. Los medios de comunicación son los principales portavoces de difundir cómo se encuentra la calidad del aire.
- Los parques ladrilleros son un factor clave en este problema: son considerados como la principal fuente de emisión de contaminantes, y, por ende, de exposición. Este hallazgo puede representar un área de oportunidad para que el gobierno tome más medidas y las comunique en forma oportuna.
- Hay una intención de ser actor de cambio, pero un desconocimiento sobre cómo poder contribuir.

Ver Anexo 3 el análisis cuantitativo de la encuesta de percepción de la calidad del aire en Durango.

5.3. Descripción proceso actual de comunicación de la calidad del aire

La Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango, opera y mantiene el Sistema de Información de Monitoreo de la Calidad del Aire (SIMCA) con el objetivo de dar a conocer a la población el índice de calidad del aire de Durango (ICAD). Ante esta labor de difusión el principal medio de comunicación que emplea la Secretaría es su sitio web.

¹⁶ <http://www.experiment-resources.com/convenience-sampling.html#ixzz271MJYnDR>

¹⁷ 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 de este estudio es evaluar la percepción y 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.

En dicho sitio se tienen un apartado en el menú principal de Calidad del Aire en donde al entrar aparece un boletín informativo que da recomendaciones estacionales de protección a la salud y acciones en pro de la calidad del aire, esto con un carácter informativo para una amplia audiencia, ya que maneja un lenguaje sencillo y aporta ejemplos claros sobre las acciones recomendadas.

Un aspecto importante es que dentro del portal de calidad del aire hay un logo distintivo del Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMCA), lo que hace más pronta su identificación y esto puede ser un recurso de comunicación que permita posicionar a la Red como un elemento clave de la información de la calidad del aire.

El SIMCA se integra de 7 estaciones de monitoreo, de las cuales tres estaciones IPN o CIIDIR, SRNyMA, ITD) se encuentran en la ciudad de Durango y 4 en la Comarca Lagunera: Campestre Gómez Palacio, UJED Gómez Palacio o NUGP, SAGARPA Lerdo y Tecnológico¹⁸. Además de estaciones fijas en la Red también se dispone de una estación móvil para poder realizar campañas indicativas en diferentes puntos del territorio.

Vale la pena señalar que estas estaciones de monitoreo, además de la función que desempeñan, también son un ícono de comunicación urbana. Ya que en su exterior emplean distintivos visuales de la imagen institucional del Estado de Durango acompañados con el título de “Estación de monitoreo atmosférico”. Se identifica como área de oportunidad el que se apoye dicha comunicación visual con la dirección del sitio web de la SRNyMA / calidad del aire y el logo institucional del ProAire. De esta forma podemos instaurar una comunicación indicativa sobre cuáles son los “componentes” que conforman la comunicación diaria de la condición de la calidad del aire en los municipios de Victoria de Durango, Lerdo y Gómez Palacios.

Figura 43 Muestra de cómo las estaciones de monitoreo son un ícono de comunicación urbana

¹⁸ Comarca Lagunera se conforma para efecto de este estudio por 3 ciudades: Torreón, Gómez Palacio y Ciudad Lerdo.

Estaciones de Monitoreo de la Calidad del Aire



Estación IPN

Sigma s/n, Fracc. 20 de Noviembre II, Durango Dgo.



Estación ITD

Blvd. Felipe Pescador, Zona centro, Durango Dgo.



Estación NUGP

Av. Universidad s/n, Núcleo Universitario, Gómez Palacio Dgo.



Estación SRNYMA

Av. Ferrocarril 109 Anexo Vivero, Sahuatova, Durango Dgo.

Figura 43. Imagen de las estaciones de monitoreo

Fuente: SRNyMA, 2016

El SIMCA se respalda en un sistema operativo que permite la recopilación y validación de datos originados en las estaciones. Estos datos a través de un algoritmo se convierten en información pública que se comunica al momento. El sistema operativo se hospeda en un servidor del Estado de Durango.

En el portal de calidad del aire, se descarga un mapa con la georeferencia de las estaciones de monitoreo (Figura 44). Cada estación de monitoreo presenta el color que corresponde al nivel de la calidad del aire basado en el orden cromático que indique el índice de calidad del aire. Dicho índice cromático funciona como valor de referencia para facilitar la comprensión de los niveles de contaminación atmosférica que prevalecen en la zona de consulta, el grado de contaminación y el nivel de riesgo que este representa para la salud humana, así como las recomendaciones o acciones que pueden realizar para su protección.

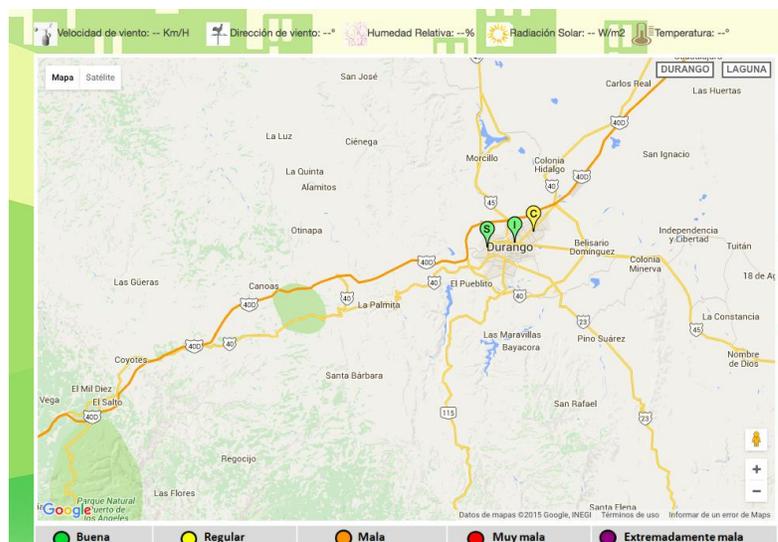


Figura 44. Mapa de las estaciones de monitoreo y su índice de calidad del aire.
Fuente: SRNyMA 2016

Asimismo, en dicho portal se despliega un menú informativo con lo siguiente:

Datos	Contaminante atmosférico con mayor concentración horaria. En esta sección se puede consultar el comportamiento horario del contaminante que presenta mayor concentración por estación de monitoreo de la fecha seleccionada.
Gráfica Mensual	En este apartado se pueden obtener gráficas que muestran el comportamiento mensual del promedio de concentración en puntos del índice de Calidad del Aire (ICA) de los contaminantes atmosféricos.
Calidad del aire	Breve descripción de contaminantes que se monitorean en el Estado de Durango. Actualmente se miden de manera continua los contaminantes criterio (aquellos que afectan la salud y el medio ambiente): ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO_2), las partículas en suspensión (PM_{10} , $PM_{2.5}$).
Normas mexicanas de calidad del aire	Se muestran las normas que avalan la conformación del sistema de monitoreo, cálculo del índice de calidad del aire y medidas de cada contaminante criterio.
Indicador	Descripción de la función y conformación del índice de calidad del aire.
Galería	Fotos de las estaciones de monitoreo fijas y móvil

Relacionado a la comunicación en medios digitales se hace mención que actualmente se cuenta con una estrategia de comunicación en redes sociales, específicamente en Facebook en la cual se da difusión sobre la información del índice de la calidad del aire.

Aunado a esto se toma en cuenta la evaluación que realizó SEMARNAT en diciembre del 2012, sobre el avance y seguimiento de la ejecución de las medidas y acciones del ProAire de Durango 2009-2013, que indica que en la Medida 10. Desarrollar e implementar una estrategia de difusión y comunicación social, muestra avances ya que se crearon los mecanismos para establecer una comunicación horaria sobre el índice de la calidad y está por consolidarse una estrategia de comunicación en materia de calidad del aire, que sincronizará los esfuerzos federales, estatales y municipales para la difusión del mismo.

5.4. Consideraciones de la educación ambiental de la calidad del aire del Estado de Durango

Los beneficios de la educación ambiental son amplios, aunque pueden resumirse como la base para conformar una ciudadanía participativa, bien informada y que incorpora prácticas que contribuyen al desarrollo sustentable, así como a las actividades de gestión a cargo de los gobiernos. Es por eso que en el ejercicio de los ProAire se debe centrar la atención en el desarrollo de estrategias en el marco de programas de educación ambiental, que promuevan los conocimientos, actitudes, habilidades y valores de la ciudadanía ante el tema general del desarrollo sustentable y de manera particular el tema de la calidad del aire.

Se identifica que en el marco de acción del ProAire de Durango 2009-2013, se elaboraron planes municipales de educación ambiental y se ejecutó el programa Educar para Cuidar el Medio Ambiente. En el nivel escolar de secundaria se impulsó el desarrollo de la educación ambiental a través del dictamen de los programas de Asignatura Estatal de Educación Ambiental impartidos en el ciclo escolar 2009-2010 (SEMARNAT 2012).

En el 2011 comenzó a operar de manera piloto el Programa Escuela Verde en 35 escuelas del municipio de Durango¹⁹. El programa es de carácter federal y lo implementa la Secretaría de Educación Pública (SEP) y la SEMARNAT, con su implementación los centros educativos que realizan acciones en pro del medio ambiente logran su certificación. El certificado "Escuela Verde" se expide a las escuelas para reconocer las acciones que impulsan con la participación de la comunidad educativa, para disminuir su impacto en el ambiente y contribuir al desarrollo de una ciudadanía ambientalmente responsable. Cabe destacar que dentro de las líneas de acción que realiza Escuela Verde no hay una particular que refiera a calidad del aire. Sobre esto se identifica un área de oportunidad de inscribir acciones de difusión diaria de la condición de la calidad del aire en el municipio donde se encuentra la escuela.

¹⁹ Este proyecto piloto alcanzó a un 4% del total de las escuelas primaria<, s, públicas y privadas del Municipio de Durango. Ya que según la lista de primarias públicas y privadas inscritas a la SEP del estado de Durango se tiene un total de 792 escuelas. (Ver Anexo: listado de escuelas primaria Municipio de Durango)

5.5. Participación ciudadana en materia de calidad del aire

En iniciativas de carácter social existe una relación directamente proporcional entre sociedad informada y sociedad participativa. Donde se puede inferir que unas sociedades informadas tienen más oportunidad para participar en los temas de su interés.

Tomando en consideración un referente internacional, el Principio 10 de la Declaración de Río 1992, señala: El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda.

En un contexto nacional, la participación ciudadana organizada en materia de medio ambiente, parte del principio de que toda persona debe tener acceso adecuado a la información que dispongan las autoridades públicas, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones.

La LEEGPA dedica en su capítulo 5 a la participación social e información ambiental. Artículo 157. El gobierno federal deberá promover la participación corresponsable de la sociedad en la planeación, ejecución, evaluación y vigilancia de la política ambiental y de recursos naturales.

5.5.1. ProAire y la participación ciudadana

Es importante hacer mención que el ProAire es un programa con fines sociales. Por lo que su éxito, en gran medida lo garantizará el grado de comprensión, compromiso y apropiación de la sociedad sobre el mismo.

Teniendo en cuenta que el ProAire es un programa de competencia estatal (de acuerdo al Artículo 7 de la LGEEPA), pero que incluye medidas de carácter federal y de competencia municipal, y que en muchos de los casos su escenario de acción transita a través de tiempos de acción política. El ProAire debe de conformarse por mecanismos orgánicos y actores claves que lo hagan pernotar y que le permitan la cooperación institucional con otros poderes y órdenes de gobierno.

Aunado a la cooperación institucional, es importante que el ProAire establezca los mecanismos de participación ciudadana. Por lo que es menester que desde el convenio de colaboración del Comité Núcleo se indique quiénes deben participar en las diferentes fases del Programa; y se involucre a la participación ciudadana en las tomas de decisiones.

En la instrumentación del ProAire se debe impulsar la participación informada, activa y efectiva de la sociedad, bajo principios de inclusión, igualdad y equidad. Fomentando en todo su trayecto mecanismos de diálogo con un grupo representativo de los intereses de la sociedad del Estado. Esta acción permitirá socializar el Programa y que éste sea del conocimiento e interés público.

Con el objetivo de que el ProAire transite de un programa de gestión política a un programa de acción social con corresponsabilidad, será indispensable que la participación ciudadana tenga injerencia en todas las medidas planteadas y acompañe todas sus etapas.

A través de estos mecanismos de participación ciudadana el ProAire podrá contar con información que le permitirá:

- Identificar y hacer visible el trabajo que se hace para y con la ciudadanía.
- Conocer la magnitud de las actividades de las medidas y su variación en el tiempo.
- Contar con información contabilizada de las actividades de participación y atención ciudadana, en los diferentes instrumentos y mecanismos institucionales.
- Asumir un mayor compromiso para impulsar la participación informada, activa y efectiva de la sociedad en pro de la calidad del aire.

5.5.2. Mecanismos de participación ciudadana en materia de calidad del aire

Los mecanismos que se identifican como espacios óptimos para la participación ciudadana yacen en el ProAire a través de un grupo de trabajo multidisciplinario, denominado Comité Núcleo del ProAire (CNP). Este tiene la finalidad de ejecutar y vigilar el cumplimiento de las acciones contenidas en el Programa, así como asegurar la participación de los actores involucrados.

Cabe destacar que el Comité Núcleo debe estar integrado por las autoridades del gobierno federal, del gobierno estatal de Durango, y de los municipios más directamente afectados, en este caso los que conforman las conurbaciones de Durango capital y La Comarca Lagunera; así como por representantes del sector académico, la iniciativa privada, las instituciones de investigación y miembros de la sociedad civil organizada. Es indispensable que cada organismo invitado nombre a un representante titular y a un suplente de manera oficial. Es importante que los integrantes del Comité Núcleo tengan conocimiento sobre la gestión de la calidad del aire y sus implicaciones.

En un alcance nacional se encuentra a los Consejos Consultivos para el Desarrollo Sustentable. Son órganos de consulta de la SEMARNAT creados para facilitar la participación de la ciudadanía en la política ambiental, así como en el análisis de temas nacionales e internacionales en materia de medio ambiente y recursos naturales. Están conformados por un Consejo Consultivo Nacional, seis Consejos Consultivos Regionales y treinta y dos Consejos Consultivos Núcleo para el Desarrollo Sustentable. El Estado de Durango conforma con Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Chihuahua y San Luís Potosí el Consejo Consultivo del Noroeste.

En la matriz que se muestra a continuación se asignan actividades precisas para la inserción y acción de la participación ciudadana a lo largo del ProAire.

5.6. Estrategias de acción sobre la comunicación pública en materia de la calidad del aire

Como se ha hecho mención anteriormente, la comunicación pública en materia de la calidad del aire implica desde el proceso de generación de información diaria y consecutiva, sobre la condición de la calidad del aire hasta el fomento de un cambio cultural que incentive acciones que puede realizar la población general para reducir la contaminación atmosférica. Esto confiere desde el desarrollo de estrategias de difusión, de educación ambiental hasta el fomento de la participación ciudadana.

5.6.1. Matriz de acción de comunicación pública en materia de calidad del Aire del Estado de Durango 2016- 2026.

La comunicación pública de la calidad del aire debe erigirse como un proceso de generación de datos confiables, (credibilidad sustentada por procesos de validación y autenticación de datos técnicos - generados por el sistema monitoreo - y reporte de la condición de la calidad del aire); partiendo de esta información de características técnicas, se requiere la interpretación y traducción a información “accesible” y “relevante” para la sociedad. Dicha información adquiere relevancia cuando la sociedad contempla la importancia de mantenerse informada sobre la condición de la calidad de aire y con ello tomar las consideraciones necesarias para la prevención de su salud (SEMARNAT - DGGCARETC, 2013).

Al contar con **información confiable**, y relevante se escala a una comunicación pública donde interviene el involucramiento de la sociedad y de sus distintos actores en la cultura en pro de la calidad del aire. Es así cuando se instaura la culturización o concientización, etapa donde la comunicación se vuelve dinámica, es decir abierta a un diálogo principalmente entre gobierno y la ciudadanía.

En la matriz que se muestra a continuación se tomó en cuenta las acciones del ProAire de Durango 2016-2026, inscritas al capítulo 6 de Estrategias y Medidas. Esto en función de conformar un proceso de comunicación integral en todas las fases del Programa. Con el objetivo de consolidar una plataforma de comunicación con base **confiable, funcional y legítima** para el interés de la sociedad.

En la tabla 36 se presentan las acciones del ProAire Durango 2016-2026 que darán lugar a la estrategia de generación de **información confiable** de calidad del aire.

Tabla 36. Acciones del ProAire Durango 2016-2026 que darán lugar a la estrategia de generación de información confiable de calidad del aire.

Acciones ProAire 2016-2026	Estrategias de comunicación	Medios de comunicación	Alcance de público objetivo
Sistema de monitoreo de la calidad del aire: contaminantes criterio, compuestos reactivos precursores del ozono y de las partículas suspendidas (PM ₁₀ y PM _{2.5})	Poner a disposición los resultados de la Auditorías del Sistema de Monitoreo Atmosférico: por parte de la SEMARNAT a través del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y en su caso instancias extranjeras.	Sitio web de calidad del aire de la Secretaría Publicación de almanaque y tendencia de datos de la calidad del aire. INECC.	Principalmente se debe de considerar a: Comité Núcleo ProAire Durango, medios de comunicación, tomadores de decisiones en el tema de gestión ambiental, centros e institutos de investigación, cámaras industriales y de servicios.
Conformación y difusión Índice de la Calidad del Aire	Reportar la calidad del aire permanentemente y en tiempo real.		
Centro de control de la medición de la calidad del aire y programa de actualización y reforzamiento permanentes de infraestructura de monitoreo de la calidad del aire.	Generar almanaques de datos de la calidad del aire. Reportar las actividades de control y aseguramiento de calidad de datos del monitoreo de la calidad del aire.		
Sensores meteorológicos: radiación solar, precipitación pluvial, velocidad de viento, dirección de viento, temperatura, humedad relativa y presión barométrica.	Contar con el Pronóstico Meteorológico General, o bien, un reporte de sinopsis meteorológica.		
Seguimiento e instrumentación del modelo BenMAP (Environmental Benefits Mapping and Analysis Program)	Reportar un análisis comparativo de los niveles de exposición a contaminantes recomendados según las Guías de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y las NOM de Salud Ambiental.		
Diseño del Programa de Contingencias Atmosféricas, que incluya las cuatro fases: Pre-Contingencia atmosférica, Fase I, Fase II, Fase III y Fase combinada que involucren a la industria de	Boletines informativos sobre las propuestas y alcances del Programa de Contingencias Atmosféricas.		

Acciones ProAire 2016-2026	Estrategias de comunicación	Medios de comunicación	Alcance de público objetivo
jurisdicción federal y local asentada en la región, así como líneas de acción de otros sectores clave (protección civil, sociedad civil organizada, escuelas y medios de comunicación).			
Programa de verificación vehicular obligatorio.	Desarrollar reportes informativos y ruedas de prensa para mostrar la inspección y vigilancia de la operación de los verificentros y estaciones de monitoreo.	Rueda de prensa y comunicación en sitio web SRNyMA	
Centro de inspección y vigilancia remota en los centros de verificación vehicular: supervisión pública en tiempo real de la operación de los verificentros.		Talleres de capacitación estatal y federal.	
Sistema de seguimiento y evaluación de cumplimiento del ProAire	Presentación Oficial del Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire)	Rueda de prensa	
	Comunicación sobre los avances de cumplimiento del ProAire	Rueda de prensa	
Encuesta de percepción y conocimiento sobre la calidad del aire	Estrategia de comunicación sobre los resultados del análisis cuantitativo de la encuesta estatal	Información de insumo para Talleres informativos con ONGs y medios de información.	

En la tabla 37 se muestran los esfuerzos de comunicación para que la información de la calidad del aire sea relevante para la población del Estado de Durango.

Tabla 37. Esfuerzos de comunicación para que la información de la calidad del aire sea relevante para la población del Estado de Durango

Acciones	Estrategias de comunicación	Medios de comunicación	Alcance de público objetivo
Incrementar la cobertura de monitoreo de la calidad del aire.	Difusión del estado del tiempo del índice de la calidad del aire en tiempo real, así como un pronóstico de su posible condición en las próximas 12 horas.	Sitio web de calidad del aire.	Población en general
Evaluar el estatus de la calidad del aire (buena, regular, mala), en cumplimiento de las NOM en materia de calidad del aire	Desarrollar talleres informativos y de sensibilización con la sociedad civil organizada, organizaciones no gubernamentales y medios masivos de comunicación (editores y periodistas).	Talleres informativos con ONGs y medios de información: cómo interpretar y hacer uso de la información del índice de calidad del aire.	Comité Núcleo ProAire Durango, ONGs y medios masivos de comunicación del Estado de Durango.
Instrumentar del Programa	Campañas masivas que informen sobre el	Sitio web de calidad del aire y medios de	Autoridades ambientales, Protección

de Contingencias Atmosféricas	plan de acción de pre contingencias y contingencias atmosféricas	comunicación. Estrategia en redes Sociales y Twitter	Civil, Secretaría de Salud y Comité Núcleo ProAire Durango.
	Contar con una estrategia de comunicación a la población y sectores claves para la activación de fases del Programa de Contingencias Atmosféricas.	Sitio web de calidad del aire, Sitio web Secretaría de Salud, centros de salud y escuelas. Estrategia en redes Sociales y Twitter.	Secretaría de Salud y población sensible
Posicionar el tema de la calidad del aire en la población de Durango	Informar a la población sobre los niveles de contaminación en tiempo real a través de sistema de pantallas informativas y de banderines en avenidas principales, centros deportivos, centros de salud y en el transporte colectivo.	Comunicación urbana	Secretaría de Ordenamiento Territorial y población urbana y Comité Núcleo ProAire Durango.
Implementar una campaña de salud y calidad del aire	Campañas masivas que informen sobre los impactos a la salud por la exposición a la contaminación del aire tanto en zonas urbanas como rurales.	Sitio web de calidad del aire, Sitio web Secretaría de Salud, centros de salud y escuelas medios masivos.	Población urbana y rural
	Realizar un congreso médico sobre calidad del aire.	Congreso médico	Sector médico
	Vincular en la semana de salud (enfermedades respiratorias) en escuelas el tema enfermedades respiratorias causadas por contaminación del aire.	Semana de salud	Escuelas y centros médicos
	Campañas de prevención estacional, sobre los efectos a la salud y la calidad del aire, en escuelas y centros médicos.		
Instrumentar el Programa de Educación de Calidad del Aire	Integrar en programa Educar para Cuidar el Medio Ambiente y en Escuela Verde acciones propias de la difusión de la calidad del aire.	Material de difusión en escuela y en sitio web de calidad del aire.	Comunidad educativa, autoridades ambientales estatales y federales y el Comité Núcleo.
Desarrollo de encuestas para evaluar la efectividad de los medios de comunicación sobre el índice de calidad del aire	Estrategia de comunicación sobre los resultados del análisis cuantitativo de la encuesta estatal	Sitio web de calidad del aire.	Autoridades ambientales y Comité Núcleo ProAire.

En la tabla 38 se muestran las iniciativas que pueden incentivar la participación y cambio de comportamiento social que le otorgue **legitimidad** al tema de la calidad del aire.

Tabla 38. Iniciativas que pueden incentivar la participación y cambio de comportamiento social que le otorgue legitimidad al tema de la calidad del aire

Acciones	Estrategias de comunicación	Medios de comunicación	Alcance de público objetivo
Involucrar a la ciudadanía (sociedad civil) en todas las etapas del ProAire de manera incluyente, participativa y corresponsable.	Estrategia de vinculación con los miembros del Comité Núcleo en los procesos de formulación, ejecución, evaluación y seguimiento del ProAire	Foros y talleres de participación	Comité Núcleo ProAire.
Contar con más mecanismos de información del Índice de Calidad del Aire.	Desarrollo para dispositivos móviles con sistemas operativos iOS y Android, que a través de una interfaz sencilla despliega la situación actual de la calidad del aire, radiación solar ultravioleta y las condiciones del tiempo.	Sitio web de calidad del aire.	Población general
	Convocatorias para el desarrollo de aplicaciones de calidad del aire Instituciones de educación superior e institutos de investigación, y con Organizaciones de la sociedad civil de Durango.	Convocatoria en medios impresos y electrónicos.	Universitarios y centros de investigación del Estado de Durango.
Promover el programa de verificación vehicular obligatorio en el municipio de Durango, Lerdo y Gómez Palacio.	Estrategia de comunicación en verifcentros y del Programa de incentivos vehiculares de aire limpio.	Sitio web de calidad del aire y de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.	Sector transporte y público general.
Implementar programas de transporte sustentable.	Estrategia de comunicación del plan estratégico de movilidad urbana sustentable de la ciudad de Durango.	Sitio web de calidad del aire y materiales de comunicación.	Sector transporte y población general
	Programas de buenas prácticas de conducción.		
Desarrollar un programa de inspección y vigilancia ciudadana en industrias de jurisdicción federal y estatal en los establecimientos de jurisdicción municipal y en los hornos ladrilleros.	Estrategia de comunicación del Programa "tú eres vigilante de la calidad del aire".	Sitio web de calidad del aire y materiales de comunicación, así como línea telefónica y chat en línea para denuncias de malas prácticas.	Población general
Posicionamiento	Distintivo ProAire en el sistema de bicicleta y en		Población general

discursivo y visual de ProAire en las medidas que integren al Programa.	transporte público bajo en emisiones.	Materiales de difusión sobre la cultura en pro de la calidad para zonas urbanas como rurales. Es importante hacer una estrategia de comunicación incluyentes porque es debido el empleo de lenguas indígenas en los materiales de comunicación.	
	Distintivos ProAire en las industrias que den cumplimiento a los compromisos del ProAire.		
	Distintivo ProAire en los verificentros.		
	Distintivo ProAire en la pavimentación de calles, principalmente en zonas rurales.		
Desarrollar un análisis cuantitativo sobre la evaluación social del ProAire.	Desarrollar un análisis cuantitativo sobre la evaluación social del ProAire.	Sitio web de calidad del aire.	Población general
Comunicar los indicadores de desempeño y resultados del ProAire.	Comunicación sistematizada sobre el reporte de avances de las acciones inscritas al ProAire.	Rueda de prensa y boletines de prensa.	Público general

5.7. Conclusiones

Con el propósito de que el ProAire de Durango se articule como un instrumento de política pública en materia de calidad del aire, será de gran importancia que desde su comienzo dé respuesta y acción a las necesidades de información de la ciudadanía, logrando con ello fomentar un alto nivel de conciencia ciudadana y una participación social activa e informada en el desarrollo e instrumentación de las medidas y acciones del Programa.

Como se mencionó en este capítulo y en base al análisis de la encuesta realizada para estos fines, el ProAire debe ser un programa con identidad propia de fácil reconocimiento ante la ciudadanía. Asimismo, debe comprender una estrategia de difusión sobre las acciones que realiza la SRNyMA en materia de calidad del aire, como el sistema de monitoreo, a fin de que la consulta del índice de calidad del aire sea una práctica común en la población del Estado de Durango.

En paralelo al esfuerzo de difusión requerirá instaurar programas de educación ambiental que promuevan los conocimientos, actitudes, habilidades y valores de la ciudadanía ante el tema general del desarrollo sustentable y de manera particular el tema de la calidad del aire.

De igual manera, se recomienda consolidar una plataforma de participación ciudadana que transite en las distintas fases del Programa, lo que permitirán que éste trascienda los tiempos políticos y se instaure en el interés y acción de la ciudadanía.



Museo Francisco Sarabia Cd. Lerdo, Dgo.

Capítulo 6. Estrategias y medidas

Capítulo 6. Estrategias y medidas

De acuerdo a los capítulos anteriores, tenemos información que nos permite identificar las principales fuentes de contaminantes, así como los contaminantes que representan mayor problema en el Estado. Con el fin de poder encauzar mejor los esfuerzos para reducir emisiones, es muy útil hacer un árbol de problemas y uno de soluciones, para poder correlacionar las estrategias y medidas. En este capítulo se establecen también las acciones que conforman cada una de las medidas, los actores responsables y participantes y los recursos necesarios para la ejecución de las medidas.

6.1. Árbol de problemas y de soluciones.

6.1.1. Árbol de problemas

El árbol de problemas nos ayudará a identificar aquellas emisiones de contaminantes que representan el mayor problema y que se relaciona con una causa, es decir la fuente de la emisión. A través de los talleres del PROAIRE, los participantes pudieron llegar a un consenso sobre la existencia de un problema de calidad del aire principalmente en las cuencas atmosféricas de Durango y la Región Lagunera. El monitoreo atmosféricos nos arroja que el principal problema de las dos cuencas del Estado es la concentración alta de PM₁₀ producto de los caminos sin pavimentar con el 44% como la principal fuente. En la figura 45 se muestra el árbol de problemas, describiendo su impacto espacial.

Árbol de problemas- ProAire de Durango 2016- 2026	Contaminante	Categoría y subcategoría	Cobertura
	PM ₁₀	Fuentes Área/Caminos sin pavimentar 44%	
Fuentes Fijas/Industria metalúrgica 4%		Estatad	
Fuentes Área/Combustión doméstica 7%		Estatad	
Fuentes Área/Materiales pétreos 7%		Cuenca/Laguna	
PM _{2.5}	Fuentes Área/Combustión doméstica 18%		Estatad
	Fuentes Área/Caminos sin pavimentar 18%		Estatad
	Fuentes Área/Materiales pétreos 10%		Cuenca/Laguna
SO ₂	Fuentes Fijas/Generación de energía eléctrica 78%		Estatad/Municipal Lerdo
	Fuentes Área/Combustión agrícola 6%		Estatad
	Fuentes Móviles/Pick-up 5%		Estatad
	Fuentes Área/Regular las actividades de elaboración artesanal de ladrillos y carbón vegetal. 6%		Municipal Durango
CO	Fuentes Móviles/Pick-up 42%		Estatad
	Fuentes Móviles/Autos particulares 32%		Estatad
	Fuentes Móviles/Vehículos menores de 3 ton 8%		Estatad
COV	Fuentes Móviles/Pick-up 28%		Estatad
	Fuentes Móviles/Autos particulares 20%		Estatad
	Fuentes Área/Combustión doméstica 20%		Estatad
	Fuentes Móviles/Vehículos menores de 3 ton 6%		Estatad
	Fuentes Fijas/ Industria de la Madera 2%		Estatad
NO _x	Fuentes Móviles/Pick-up 28%		Estatad
	Fuentes Móviles/Autos particulares 26%		Estatad
	Fuentes Área/Combustión agrícola 15%		Estatad
	Fuentes Fijas/Generación de energía eléctrica 9%		Estatad
NH ₃	Fuentes Área/Emisiones ganaderas 66%		Estatad

Figura 45. Árbol de problemas identificados en el ProAire Durango 2016-2026

Fuente: CINPRO, 2016 con resultados de los talleres

6.1.2. Árbol de soluciones

De acuerdo a la problemática identificada para el Estado de Durango, se traslada la toma de decisiones hacia la atención de las consecuencias y la definición de soluciones. Para ello, en los mismos talleres los participantes de los sectores académico, industrial, y gobierno, así como el comité núcleo definieron las medidas a implementarse a través del ProAire. En la figura 46, se muestra, el árbol de soluciones, donde se señalan las medidas relacionadas con la problemática de la calidad del aire, así como las medidas transversales.

Árbol de soluciones- ProAire de Durango 2016- 2026	Contaminante	Categoría y subcategoría	Cobertura	Medida	Transversalidad	Medida de fortalecimiento institucional
	PM ₁₀	Fuentes Área/Caminos sin pavimentar 44%	Estatal	Medida 3.2.		Medida 4.1. Medida 4.2. Medida 4.2. Medida 4.4. Medida 5.1. Medida 6.1. Medida 6.2. Medida 6.3. Medida 6.4.
		Fuentes Fijas/Industria metalúrgica 4%	Estatal	Medida 1.1.		
		Fuentes Área/Combustión doméstica 7%	Estatal	Medida 3.3.		
		Fuentes Área/Materiales pétreos 7%	Cuenca/Laguna	Medida 1.2.		
	PM _{2.5}	Fuentes Área/Combustión doméstica 18%	Estatal	Medida 3.3.		
		Fuentes Área/Caminos sin pavimentar 18%	Estatal	Medida 3.2.		
		Fuentes Área/Materiales pétreos 10%	Cuenca/Laguna	Medida 1.2.		
	SO ₂	Fuentes Fijas/Generación de energía eléctrica 78%	Estatal/Municipal Lerdo	Medida 1.4.		
		Fuentes Móviles/Pick-up 5%	Estatal	Medida 2.1, 2.2 y 4.4.		
Fuentes Área/Regular las actividades de elaboración artesanal de ladrillos y carbón vegetal. 6%		Municipal Durango	Medida 3.1.			
CO	Fuentes Móviles/Pick-up 42%	Estatal	Medida 2.1, 2.2 y 4.4.			
	Fuentes Móviles/Autos particulares 32%	Estatal	Medida 2.1, 2.2 y 4.4.			
	Fuentes Móviles/Vehículos menores de 3 ton 8%	Estatal	Medida 2.1, 2.2 y 4.4.			
COV	Fuentes Móviles/Pick-up 28%	Estatal	Medida 2.1, 2.2 y 4.4.			
	Fuentes Móviles/Autos particulares 20%	Estatal	Medida 2.1, 2.2 y 4.4.			
	Fuentes Área/Combustión doméstica 20%	Estatal	Medida 3.3.			
	Fuentes Móviles/Vehículos menores de 3 ton 6%	Estatal	Medida 2.1, 2.2 y 4.4.			
	Fuentes Fijas/ Industria de la Madera 2%	Estatal	Medida 1.3.			
NO _x	Fuentes Móviles/Pick-up 28%	Estatal	Medida 2.1, 2.2 y 4.4.			
	Fuentes Móviles/Autos particulares 26%	Estatal	Medida 2.1, 2.2 y 4.4.			
	Fuentes Fijas/Generación de energía eléctrica 9%	Estatal	Medida 1.4.			
NH ₃	Fuentes Área/Emisiones ganaderas 66%	Estatal	Medida 3.4			

Figura 46. Árbol de soluciones identificados en el ProAire Durango 2016-2026

Fuente: CINPRO, 2016 con resultados de los talleres

6.2. Objetivo General

Conformar un sistema de gestión integral permanente que permita a lo largo del periodo 2016-2026, una reducción sostenida de los niveles de emisiones contaminantes en las dos principales cuencas urbanas del Estado de Durango, apoyándose en acciones de monitoreo, conocimiento y divulgación de los riesgos a la salud, fomento de medidas preventivas y correctivas, y una intensa participación e involucramiento ciudadano.

6.3. Metas generales

1ª Incrementar 15% anual la compleción de los datos (con lo cual se tendrá la suficiencia para la validación) que se registran en las estaciones de monitoreo del SIMCA, con respecto de una línea base que se integraría como parte de la medida denominada Programa Operativo para el Mejoramiento del Manejo de Datos.

2ª Reducir en un 20% las emisiones de SO₂ y CO provenientes de fuentes fijas y móviles respecto de los niveles de 2013, asegurando no exceder la norma aplicable.

3ª Reducir en un 15% las emisiones de partículas PM₁₀ y PM_{2.5} durante la vigencia del programa, respecto de los niveles de 2013, asegurando no exceder la norma aplicable.

4ª A lo largo de la vigencia del programa desarrollar los elementos e información necesaria para establecer la incidencia de ingresos hospitalarios y las muertes relacionadas a factores de calidad del aire.

5ª Implementar un programa estatal y programas de comunicación ambiental en los tres municipios más poblados del Estado, que involucren la participación de ciudadanos, organizaciones, empresas y autoridades públicas, incrementando sustancialmente los niveles de conciencia, conocimiento y uso de la información relativa a la calidad del aire y sus efectos en la salud de la población y en las actividades humanas.

6.4. Estrategias

El ProAire Durango 2016-2026 llevará a cabo acciones para revertir, controlar y reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera, con base a los datos disponibles de calidad del aire, inventarios, efectos a la salud, educación ambiental, que se presentaron en capítulos anteriores. Las medidas y acciones están alineadas mediante seis estratégicas básicas de intervención que buscan atender la problemática existente en el Estado, las estrategias son:

1. Reducción de emisiones de fuentes fijas
2. Reducción de emisiones en fuentes móviles
3. Reducción de emisiones en comercios y servicios
4. Comunicación y educación ambiental
5. Salud y externalidades
6. Fortalecimiento institucional y financiamiento

Las medidas y acciones definidas mediante los talleres de trabajo y tomando como base los análisis hechos en los árboles de problema y de solución, se muestran en la Tabla 39:

Tabla 39. Estrategias y medidas

Estrategia	Medida
1. Reducción de emisiones de fuentes fijas	1.1 Evaluación y en su caso implementación del uso de sistemas de control de emisiones de partículas en establecimientos de la industria metalúrgica.
	1.2 Regulación de las actividades de explotación de materiales pétreos.
	1.3 Fomento de la adopción de buenas prácticas en la industria de la madera para reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles.
	1.4 Reducción de emisiones generadas por Centrales Termoeléctricas.
2. Reducción de emisiones en fuentes móviles	2.1 Programa de Verificación Vehicular (PVV).
	2.2 Programa de sustitución de convertidores catalíticos.
3. Reducción de emisiones en comercios y servicios	3.1 Regular las actividades de elaboración artesanal de ladrillos y carbón vegetal.
	3.2 Pavimentación de caminos rurales y urbanos.
	3.3 Reducción del uso de leña como combustible doméstico.
	3.4. Reducción de NH ₃ por la utilización del estiércol de ganado bovino como fertilizante.
4. Comunicación y educación ambiental	4.1 Estrategia de comunicación pública en materia de calidad del aire.
	4.2 Programa de educación ambiental sobre calidad del aire.
	4.3. Implementar un programa de participación ciudadana a través de la constitución de un comité núcleo de vigilancia
	4.4 Campaña de concientización "Si verificas contribuyes" enfocada al impulso de la verificación vehicular.
5. Salud y externalidades	5.1 Fortalecer el sistema de vigilancia epidemiológica para monitorear el impacto en la contaminación atmosférica en la salud humana.
6. Fortalecimiento institucional y financiamiento	6.1 Programa Operativo para el Aseguramiento y Control de la Calidad del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Durango.
	6.2 Programa Operativo para el Mejoramiento del Manejo y Divulgación de Datos.
	6.3 Gestionar ingresos de origen fiscal para la ejecución de las medidas del ProAire.
	6.4 Financiamiento adicional en especie y dinero mediante donativos y campañas

Fuente: CINPRO con resultados de los talleres

6.5. Medidas

Las medidas fueron evaluadas y consensuadas por el Comité Núcleo del Programa, en los Talleres de Validación realizados para este fin los días 30 de junio en la Ciudad de Durango, y 1º de julio en la Región Lagunera (Lerdo - Gómez Palacio). Cada medida contempla una definición de objetivos y beneficios esperados, así como las acciones a desarrollar durante el periodo de vigencia del Programa. A continuación, se explican cada una de las medidas de manera sucinta. En el Anexo 4 contemplan la relatoría de los talleres de validación, el acervo fotográfico, las listas de asistencia y el Acta Constitutiva del Comité Núcleo del ProAire Durango 2016-2026.

Estrategia 1. Reducción de emisiones de fuentes fijas

Medida 1.1. Evaluación y en su caso implementación del uso de sistemas de control de emisiones de partículas en establecimientos de la industria metalúrgica.

Objetivo general: Reducir las emisiones de material particulado a la atmósfera generado por la industria metalúrgica en el Estado de Durango, mediante la promoción del uso de sistemas de control de emisiones o buenas prácticas.

Justificación:

- Para 2013, a través de la Cédula de Operación Anual (COA) de jurisdicción federal se cuenta con la información de treinta establecimientos del sector metalúrgico en el Estado de Durango. De estos, siete establecimientos reportan el uso de sistemas de control de partículas en sus procesos.
- Como parte de los resultados del inventario de emisiones del Estado de Durango, se encontró que las emisiones de partículas por la industria metalúrgica contribuyen con el 4% de las partículas PM₁₀ y el 7% de las PM_{2.5}.
- De acuerdo al estudio realizado mediante el uso del modelo BenMap, con el fin de conocer los impactos económicos y de salud que se tendrían por la reducción de PM₁₀, en 10 µg/m³ de concentración, se tendría que se pueden reducir de 0.19 a 0.8% las muertes derivadas de enfermedades del corazón, isquémicas del corazón, cerebrovasculares y respiratorias. Este impacto en términos monetarios, sería del orden de 4.8 mil millones de pesos del PIB del Estado por servicios de salud y de asistencia social. Dado que este sector representa 4% de aportación de las emisiones de PM₁₀, es importante atender la problemática por este sector y establecer la meta de que todos los establecimientos sean regulados mediante el marco legal vigente o modificaciones que pueda tener el mismo.
- Esta medida contribuirá a disminuir la contaminación del aire, considerando que la actividad metalúrgica es parte importante de la economía en el Estado. Se considera que las emisiones de este tipo de industria pueden ser reducidas mediante la implementación de equipos de control de partículas, mejores prácticas de control de emisiones, mejor análisis y control de la industria.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
X	X					

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Identificar las industrias metalúrgicas potenciales a la implementación de equipos o sistemas de control de partículas. Esta actividad se basa en hacer un compendio de industrias que pueden implementar equipos de control.		X	X								
Acción 2 Llevar a cabo talleres con el sector metalúrgico, con el fin de impulsar la implementación de equipos o sistemas de control de material particulado y la implementación de buenas prácticas para mitigar partículas en sus instalaciones.		X	X								

Diseñar, elaborar y socializar un programa de incentivos a la industria metalúrgica que reduzca sus emisiones a la atmósfera.		X	X								
Implementar el programa de incentivos			X		X		X		X		X
Acción 3 Proceso de revisión, inspección y verificación del cumplimiento de obligaciones normativas a la industria metalúrgica de competencia federal por la PROFEPA		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Indicadores:

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Número de programas de incentivos, sistemas de control y/o buenas prácticas implementadas			X	X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la Medida:	
SEMARNAT	
Instancias participantes:	
<i>Instancia</i>	<i>Nombre</i>
Instancia 1	La SEMARNAT, a través de la delegación en el Estado
Instancia 2	Servicio Geológico Mexicano (SGM ²⁰)
Instancia 3	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)

Costo estimado:

Nombre de la medida	Costos por acción
Promoción del uso de sistemas de control de emisiones de partículas en establecimientos de la industria metalúrgica.	Costo por estudios diagnósticos para la identificación en la industria metalúrgica de potenciales áreas de reducción de emisiones enfocadas a los equipos de control en el proceso y las buenas prácticas ambientales. \$10,000,000 MN/ industria Para 2013 a través de la COA federal se cuenta con la información de 30 establecimientos en el Estado del sector metalúrgico, de los cuales 7 cuentan ya con equipo de control con lo cual se considera iniciar con el 26% de la industria (7) por año.

²⁰ El SGM tiene por objeto "Promover el mejor aprovechamiento de los recursos minerales y generar la información geológica básica de la Nación", su participación debe ser el contribuir con información para SEMARNAT y la SRNYMA del Estado obras de infraestructura que se desarrollan en materia de minería.

Medida 1.2. Regulación de las actividades de explotación de materiales pétreos: bancos de materiales, pedreras, marmoleras, entre otras.

Objetivo general: Controlar las emisiones a la atmósfera que se generan por la explotación de materiales pétreos en bancos de materiales, pedreras, marmoleras, entre otras, a través de regulación e implementación de buenas prácticas amigables con el medio ambiente.

Justificación:

- Actualmente en el Estado se cuenta con un padrón de establecimientos que realizan este tipo de actividades, de los cuales aproximadamente el 10% cuenta con Licencia Ambiental Única Estatal.
- Los bancos de materiales es una de las subcategorías de interés en los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo, ya que esta contribuye en cuarto lugar a las emisiones de partículas $PM_{2.5}$ con un 7% y ocupa el séptimo lugar de su contribución a las emisiones de PM_{10} con un 6%.
- De acuerdo al estudio realizado mediante el uso del modelo BenMap, con el fin de conocer los impactos económicos y de salud que se tendrían por la reducción de PM_{10} , en $10 \mu g/m^3$ de concentración, se tendría que se pueden reducir de 0.19 a 0.8% las muertes derivadas de enfermedades del corazón, isquémicas del corazón, cerebrovasculares y respiratorias. Este impacto en términos monetarios, sería del orden de 4.8 mil millones de pesos del PIB del Estado por servicios de salud y de asistencia social. Dado que este sector representa 6% de aportación de las emisiones de PM_{10} , es importante atender la problemática del manejo de bancos de materiales y establecer la meta de que todos los establecimientos sean regulados mediante el marco legal vigente o modificaciones que pueda tener el mismo.
- El Estado cuenta con la Norma Técnica Ambiental para la reducción de contaminantes de las actividades de explotación de materiales pétreos en el Estado de Durango desde el año 2012.
- Con la finalidad de contar con una mejor calidad del aire para los habitantes en el Estado al reducir las emisiones de partículas generadas por las actividades de explotación e industrialización de materiales pétreos en bancos de materiales, marmoleras, pedreras, entre otros, existe la necesidad de la creación de la Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente (PROESPA), para dar valor jurídico a la inspección y vigilancia en el Estado.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_x	COV	NH_3
X	X					

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Revisar y en caso de no existir establecer o ampliar el instrumento regulatorio de las actividades de explotación e industrialización de materiales pétreos, a nivel estatal.		X									
Acción 2 Mantener actualizado el padrón de los establecimientos que realizan actividades de		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

explotación e industrialización de materiales pétreos, dicho padrón debe contener por lo menos la actividad que realizan, el consumo de combustible, sistemas de reducción de emisiones con los que cuentan, materias primas utilizadas y producción.												
Acción 3 Regular a los establecimientos que realizan actividades de explotación e industrialización de materiales pétreos, con la normatividad existente en el Estado, A través de la obtención de la Licencia Ambiental Única Estatal y la Cédula de Operación Anual Estatal.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4 Desarrollar e implementar un programa de buenas prácticas ambientales, que vayan más allá del cumplimiento al marco regulatorio			X	X	X	X	X					
Acción 5 Implementar un programa periódico de inspección y vigilancia a los establecimientos que realizan actividades de explotación e industrialización de materiales pétreos, del cumplimiento de la normatividad ambiental.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 6 Promocionar la creación de la Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente (PROESPA)		X	X									

Indicadores:

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Establecer un instrumento regulatorio de las actividades de explotación e industrialización de materiales pétreos.				X							
Indicador 2 Porcentaje de incremento en el número de Licencias Ambientales Únicas y Cédulas de Operación Anual respecto al año base					X	X	X	X	X	X	X
Indicador 3 Número de sistemas de control y/o buenas prácticas implementadas					X	X	X	X	X	X	X
Indicador 4 Documentación que acredite la creación de la PROESPA		X	X								

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	La Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado
Instancia 2	Los municipios de Durango, Lerdo, Gómez Palacio, algún otro de importancia en el Estado por el desarrollo de esta actividad.

Costo estimado:

Nombre de la medida	Costos por acción	
Regulación actividades recursos pétreos.	Personal de inspección y vigilancia \$1,500,000MN anuales	Capacitación de personal de inspección y vigilancia en la implementación \$1,500,000MN anuales

Medida 1.3. Fomentar la aplicación de buenas prácticas en la industria de la madera para reducir las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).

Objetivo general: Reducir la emisión de compuestos orgánicos volátiles en la industria de la madera en el Estado de Durango, mediante la implementación de buenas prácticas en el transporte, almacenamiento, aplicación y disposición final de solventes y químicos; para reducir la formación de contaminantes secundarios como el ozono.

Justificación:

- En DENUE, 2015 se tienen registrados 451 unidades económicas del sector 321 correspondientes a la industria de la madera en el Estado de Durango.
- En la información recabada a través de las Cédulas de Operación Anual Estatal solo 15 industrias reportaron su actividad en 2013.
- En la actualidad la industria de la madera participa de manera importante en la economía y al desarrollo del Estado.
- La industria de la madera utiliza productos y materias primas que contienen solventes y químicos que emiten COV y tóxicos.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
					X	

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Actualizar el padrón de industrias de la madera a través de la licencia ambiental y la cédula de operación anual estatal		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 2 Realizar un estudio en conjunto con la industria maderera, cuyo objetivo sea identificar las oportunidades de reducción de emisiones de contaminantes COV. Dichas oportunidades deben de estar vinculadas a los programas de silvicultura y manejo forestal impulsados por la CONAFOR		X	X								
Acción 3 Realizar capacitación a través de talleres para fomentar el uso de buenas prácticas en el uso de solventes		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4 Revisar el marco normativo que aplica a este sector industrial, y en su caso, hacer las modificaciones apropiadas del marco legal que permitan atender la problemática de emisiones por parte de este sector. El análisis del marco normativo, debe de incluir los programas conducidos por la CONAFOR		X	X								

Indicadores:

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Un estudio para identificar las oportunidades de reducción de emisiones de contaminantes COV.			X								
Indicador 2 Actualización del marco regulatorio				X	X						
Indicador 3 Número de Talleres de buenas prácticas realizados				X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado
Instancia 2	Municipio
Instancia 3	Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera ISIMA

Costos asociados:

Nombre de la medida	Costos por acción
Fomentar la aplicación de buenas prácticas en la industria de la madera para reducir las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).	Costos por capacitación de personal para la implementación de programas de buenas prácticas dentro de la industria de la madera Número total de la industria: 209 establecimientos según DENUE \$750,000MN/por el 20% del total de los establecimientos * Costos promedios de consultor

Medida 1.4 Reducción de emisiones generadas por Centrales Termoeléctricas.

Objetivo general: Disminuir las emisiones de SO₂, PM₁₀ y NO_x, generadas por la Centrales termoeléctricas, por medio del retiro de operación de la Central termoeléctrica de Guadalupe Victoria en Lerdo, para el año 2024, de acuerdo al Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN).

Justificación:

Tras las Reforma energética recientemente adoptada en México, las perspectivas del sector energético son modificadas considerablemente, ya que facilitan las inversiones necesarias para satisfacer la creciente demanda de electricidad a nivel nacional, estatal y local, sin depender únicamente del combustóleo. En este tenor, la central termoeléctrica Guadalupe Victoria en Lerdo Dgo. que usan actualmente combustóleo será retirada de operaciones de acuerdo al Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN).

La perspectiva para las emisiones de contaminantes del aire está determinada en gran medida por los cambios previstos para el sector eléctrico. En el paquete de reformas del sector energía, se prevé un plan para cambiar por completo la generación de energía

eléctrica con combustóleo, dando preferencia al gas natural y las energías renovables (IEA, 2016)²¹.

La central termoeléctrica en Guadalupe Victoria ubicada en Lerdo Dgo., actualmente usa combustóleo y producen casi el 78% de las emisiones de SO₂ totales del Estado. Durante 2013 la Central Termoeléctrica Guadalupe Victoria emitió 11,196 toneladas de SO₂, que representa casi 78% de las emisiones totales en el Estado de este contaminante. 632 toneladas de PM₁₀ (%) y 984 (%) toneladas de NO_x; siendo un importante contribuyente de estos contaminantes en el sector industrial de Lerdo, Dgo.

De acuerdo a la Reforma Energética, en el Estado de Durango, la matriz energética cambiará considerablemente, tomando en cuenta las nuevas instalaciones y los retiros programados de generación de electricidad a través del Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN). Según los datos del PRODESEN 2015-2029 (SENER, 2015)²², las perspectivas de generación de electricidad para ese período de tiempo son:

Instalaciones:

- Del 2015 al 2029, se proyecta la instalación de 277 MW de energía solar
- Se espera la instalación de 320 MW de energía eólica.
- La generación de energía eléctrica por ciclo combinado adicional será de 950 MW.

Retiros de plantas con tecnología más antigua:

- Se planea el retiro de las unidades 1, 2 y 3 de la Central de Ciclo Combinado de Gómez Palacio Dgo. Con una capacidad de 239.8 MW, en el año 2019.
- Se planea el retiro de las unidades 1 y 2 para la Central Termoeléctrica Guadalupe Victoria en el Municipio de Lerdo, con una capacidad de 320 MW en 2024.

De acuerdo a este escenario, la reducción de SO₂ por la generación de energía eléctrica, sería de 90% aproximadamente, y de un 70% considerando la reducción de emisiones totales del Estado de este contaminante.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
X	X	X		X		

²¹ Energy and Air Pollution. International Energy Agency. 9 rue de la Fédération 75739 Paris Cedex 15, France. www.iea.org. World Energy Outlook 2016 (IEA, 2016)

²² Prospectiva del sector eléctrico y Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2015-2029. Secretaría de Energía (SENER, 2015).

Actividades y Cronograma de ejecución

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Implementar un programa de reducción de emisiones (principalmente SO ₂) mediante la operación con bajo factor de planta y el consumo de combustibles mas limpios. Para la implementación de este programa se deberá establecer un convenio con CFE, el cual se orientara a lograr una disminución de las emisiones sin afectar el suministro de electricidad.		X	X								
Acción 2 Retiro de las unidades 1 y 2 para la Central Termoeléctrica Guadalupe Victoria en el Municipio de Lerdo, con una capacidad de 320 MW en 2024 de acuerdo al Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN).									X		
Acción 3 Realizar un análisis cada 2 años del escenario de emisiones de acuerdo a la nueva matriz energética planteada en el PRODESEN para el Estado de Durango.		X		X		X		X		X	

Indicadores:

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Porcentaje de reducción de contaminantes atmosféricos			X	X	X	X	X	X			
Indicador 2 Retiro de las unidades 1 y 2 para la Central Termoeléctrica Guadalupe Victoria en el Municipio de Lerdo, con una capacidad de 320 MW en 2024 de acuerdo al Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN)									X	X	

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
SEMARNAT	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	Comisión Federal de Electricidad
Instancia 5	SENER
Instancia 2	SEMARNAT
Instancia 4	PEMEX

Estrategia 2. Reducción de emisiones en fuentes móviles

Medida 2.1. Diseñar, implementar y mantener el Programa de Verificación Vehicular en el Estado de Durango.

Objetivo general:

Promover acciones y/o establecer medidas preventivas y correctivas relacionadas con el buen funcionamiento ambiental de los vehículos automotores mediante la puesta en operación del Programa de Verificación Vehicular, dirigido a los vehículos automotores que cuenten con placas del Estado, así como aquellos que no porten placa o pertenezcan a alguna organización civil (denominados autos chocolate).

Justificación:

- A pesar que el ozono únicamente mostró dos excedencias a la NOM-020-SSA1-1993 en el mes de mayo del año 2014, se muestra una tendencia al alta en dos de las estaciones de monitoreo.
- En cuanto a los datos de la modelación, los resultados obtenidos muestran que las concentraciones de ozono en la ciudad de Durango están por debajo de la norma ambiental (90 ppb), sin embargo, la flota vehicular ha ido en aumento.
- El INEGI reporta una flota vehicular en aumento. En el período de 1980 a 2014 el número de vehículos en circulación pasó de 75,859 vehículos a 533,546, es decir, una diferencia de 457,687 unidades (INEGI, 2015). Este aumento está relacionado directamente con el crecimiento poblacional.
- Los beneficios de contar con un programa de verificación vehicular en el Estado son:
 - Mantener, en las mejores condiciones mecánicas la flota vehicular
 - Disminución de vehículos ostensiblemente contaminantes (según la normatividad)
 - Generación de información que de soporte al “Programa de contingencias ambientales”
 - Medir anual y/o semestralmente la concentración de contaminantes emitidos por el escape de todos los vehículos automotores registrados en el Estado de Durango.
 - En su caso, establecer criterios adicionales a los establecidos en las normas oficiales mexicanas para efectos de regular de manera más eficiente las emisiones de los vehículos en circulación, como lo es los sistemas de diagnóstico a bordo de segunda generación.
 - Establecer registros anuales y/o semestrales de las concentraciones de gases de escape en la flota vehicular del Estado de Durango
- La medida se fortalece adicionalmente con la siguiente información y acciones: Se dispone del diagnóstico mediante la campaña con sensor remoto realizada por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y SRNYMA en la ciudad de Victoria Durango en 2015. Los resultados obtenidos por este estudio se compararon con el cumplimiento de la norma oficial mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015-, indican lo siguiente para Durango:
 - Al menos el 40% de la flota en circulación en el Estado no cumple con los límites máximos para emisiones de HC.

- El 25% de las pick up y los taxis; así como el 20% de los autos compactos no cumplen con los límites para CO.
- El 20% de la flota, con excepción de los taxis (30%), no cumple con los límites para NO.
- En general, el 48% de la flota en circulación no cumple con alguno de los límites de emisión establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2015.
- Los resultados de emisión de acuerdo a la antigüedad de los automotores, resultado de la medición, muestra que los vehículos de 15 o más años de edad “25% de la flota en circulación”, contribuyen con la emisión del 58% de HC, 53% de CO y 44% de los NO. Mientras que para la flota vehicular de 10 o más años de antigüedad “45% de la flota en circulación”, esta contribución representa el 78% de HC, 72% de CO y el 69% del NO.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
			X	X	X	

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Se realizará el Diseño del Programa de Verificación Vehicular (PVV) En primera instancia se deben hacer los estudios correspondientes para su implementación, en el calendario se plantea el arranque en 2018, y a partir de ese año se establece la obligatoriedad de que todos los vehículos sean sujetos a ser verificados		X									
Acción 2 Aplicar los instrumentos normativos correspondientes a los PVV, y en caso de requerirse, hacer las modificaciones pertinentes.		X									
Acción 3 Realizar la Definición y diseño del modelo del tipo de programa de verificación a aplicarse, de acuerdo a la normatividad vigente.		X									
Acción 4 Identificar y establecer las necesidades de fortalecimiento institucional de índole económico, recursos humanos y de generación de capacidades.		X									
Acción 5 Realizar un análisis de requerimiento de recursos financieros para la implementación, operación y mantenimiento del PVV. El análisis debe incluir la propuesta de cobro de la VV, los hologramas, multas y otros elementos económicos que tengan que considerarse con el fin de que el PVV sea autofinanciable.		X									
Acción 6 Desarrollar la Infraestructura requerida en el Estado para la implementación, operación y seguimiento del PVVO.		X									
Acción 7 Estimar los beneficios ambientales del PVV. Considerando que la verificación vehicular es el principal instrumento de gestión que permite		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

la reducción de emisiones vehiculares mediante las normas oficiales mexicanas, asimismo existen herramientas (modelos de emisión) que permiten estimar los beneficios ambientales de la aplicación de la medida												
Acción 8 Diseñar la propuesta de convocatoria, requerimientos y autorización a personas físicas o morales para prestar el servicio de PVV.		X										
Acción 9 Diseñar la estrategia de socialización y comunicación del PVV.		X										
Acción 10 Diseñar el sistema de información para el control de los datos generados durante el proceso de verificación, vigilancia de los centros de verificación vehicular y elementos de protección ante actos de corrupción en la operación de los sistemas.		X	X									
Acción 11 Publicación, Implementación y conducción del Programa de Verificación Vehicular			X	X								

Indicadores:

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Publicación del Programa de Verificación Vehicular y adecuación al marco normativo			X	X							
Indicador 2 Porcentaje de vehículos verificados, aprobados y rechazados.				X	X	X	X	X	X	X	X
Indicador 3 Número de Hogramas adquiridos, Certificados y Constancias Técnicas.				X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	La Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado para la implementación, seguimiento y operación del Programa de Verificación Vehicular.
Instancia 2	Secretaría de Finanzas para la conformación del fondo para el manejo y asignación de recursos para la operación del programa.

Costos asociados

Nombre de la medida	Costos por acción		
Diseñar, implementar y mantener el Programa de Verificación Vehicular en el Estado de Durango	Presupuesto para el servicio de consultoría sobre el diseño del programa de verificación \$1,500,000* * Costos promedios de consultor	1) Presupuesto para la capacitación del personal sobre la estructura, bases de datos del programa técnico. \$120,000* 2) Presupuesto para la contratación de personal especializado \$130,000.00* * Costos promedios de consultor	Costo promedio de adquisición de \$12.00 por certificado con holograma

Medida 2.2. Implementar el programa “Cambio de convertidor catalítico caduco” en vehículos particulares y taxis registrados en el Estado de Durango y que consumen gasolina y diésel.

Objetivo general:

Reducir las emisiones de CO, NOx y COV provenientes de los vehículos particulares y taxis por medio del diagnóstico del funcionamiento de los mismos y cambio de convertidores catalíticos.

Justificación:

- A pesar que el ozono únicamente mostró dos excedencias a la NOM-020-SSA1-1993 en el mes de mayo del año 2014, se muestra una tendencia a la alta en dos de las estaciones de monitoreo. En cuanto a los datos de la modelación, los resultados obtenidos muestran que las concentraciones de ozono en la ciudad de Durango están por debajo de la norma ambiental (90 ppb), sin embargo, la flota vehicular ha ido en aumento.
- Con el fin de reducir los precursores de la formación de ozono, se establece la medida para el cambio de los convertidores catalíticos. Esta medida, debe llevarse a cabo de manera sistematizada y controlada para asegurar el éxito del programa; en caso contrario se corren riesgos respecto a realizar malos diagnósticos y por consecuencia mal reemplazo de componentes, uso de componentes con características y desempeño por debajo de lo previsto por la autoridad, falta de atención de garantías por parte de los distribuidores de convertidores.
- Las ventajas de realizar el programa de manera sistemática y controlada son:
 - Certidumbre en cuanto a las especificaciones definidas por la autoridad, atención de garantías por parte de los distribuidores de convertidores,
 - Control técnico y administrativo por la parte de la autoridad,
 - Evitar el mercado negro de componentes de los convertidores catalíticos.
 - Reducción de gases de combustión, los cuales son transformados por el convertidor catalítico.
 - Evitar vehículos importados con convertidor catalítico averiado.
 - Creación de empleos mediante la instalación de los talleres para la realización del diagnóstico y cambio de los convertidores.
- Al igual que el Programa de Verificación Vehicular, el Comité Núcleo del Programa consideró que se debe implementar un proceso paulatino de implementación de esta medida que contemple, primero, una revista vehicular que lleve posteriormente a la sustitución de los catalizadores. No obstante, deben tenerse en cuenta que:
 - La medida de sustitución de convertidores catalíticos es una medida complementaria para mejorar el Desempeño Ambiental de los vehículos automotores que circulan en el Estado de Durango,
 - Con la implementación de la revista vehicular, no se cumple con ningún componente en materia de desempeño ambiental.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	NH ₃
			X	X	X	

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Realizar el Diagnóstico de la flota vehicular, para identificar qué vehículos son susceptibles de la sustitución del convertidor catalítico.		X	X								
Acción 2 Realizar el Análisis de diversos instrumentos normativos con el fin de sustentar la aplicación de este programa de manera voluntaria en primera instancia, y luego proceder a darle continuidad mediante un instrumento jurídico vinculante.		X									
Acción 3 Establecer los lineamientos, procedimientos y requerimientos al que estarán sujetos los Centros de Sustitución de Convertidores Catalíticos y de Diagnóstico, así como los proveedores y prestadores de servicio que intervienen en el presente Programa		X									
Acción 4 Diseñar el manual de procedimiento bajo el cual se registrará el programa y se definirán los criterios de elección de vehículos susceptibles a la sustitución de su convertidor catalítico		X	X								
Acción 5 Definir las características tecnológicas de los convertidores catalíticos, aspectos técnicos de su instalación, funcionamiento, mantenimiento, óptima operación y acreditación de la tecnología.		X									
Acción 6 Diseñar la propuesta de convocatoria para proveedores de convertidores catalíticos de reemplazo.		X									
Acción 7 Ejecución de talleres para operarios e implementadores del programa, proveedores e instaladores.			X								

Indicadores

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Documento del Diagnóstico de la flota vehicular, para identificar qué vehículos susceptibles a participar en el programa.		X	X								
Indicador 2 Diseñar el manual de procedimiento bajo el cual se registrará el programa			X								
Indicador 3 Número de convertidores catalíticos sustituidos				X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	La Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado

Costos asociados:

Nombre de la medida	Costos por acción		
Implementar el programa "Cambio de convertidor catalítico caduco" en vehículos particulares y taxis registrados en el Estado de Durango y que consumen gasolina y diésel.	Equipo especializado o consultoría que realice el diagnóstico de las condiciones actuales de la flota vehicular. Presupuesto para el servicio de consultoría \$ 400,000 MN * Costos promedios de consultor	1. Implementación de talleres certificados 2. Capacitar equipo técnico para los talleres Costos para la capacitación del personal. \$100,000MN * Costos promedios de consultor	Los costos por cada Convertidores catalíticos, son muy variables y depende del gramaje y los cilindros El precio mínimo es de \$1000.00MN ya instalado

Estrategia 3. Reducción de emisiones en comercios y servicios

Medida 3.1: Regular las actividades de elaboración artesanal de ladrillos y carbón vegetal.

Objetivo general:

Disminuir las emisiones de contaminantes generados por la elaboración artesanal de ladrillo mediante la regulación de los establecimientos y la adopción de tecnologías más eficientes. Así como de los hornos de producción de carbón vegetal.

Justificación:

- En el Estado de Durango existen al menos siete municipios que cuentan con la actividad de elaboración artesanal de ladrillos; el municipio de Durango es el que mayores emisiones generan debido al número de ladrilleras existentes.
- En 2014 con recursos de la federación se lleva a cabo el proyecto Reconversión Tecnológica y Fortalecimiento para el Parque Industrial Ladrillero en la Ciudad de Durango (Primera Etapa), el cual tenía como objetivo mitigar las emisiones de contaminantes provenientes de la etapa de cocción en la elaboración del ladrillo artesanal en la región a través de la capacitación tecnificación y cumplimiento de la normativa aplicable, así como mejorar la promoción de la comercialización del ladrillo.
- La segunda etapa del proyecto Reconversión tecnológica y fortalecimiento para el parque industrial ladrillero fue financiado con recursos de SEMARNAT en el año 2015.
- Las ladrilleras son una fuente de emisión focalizada y de particular interés para la población y el gobierno local, el contaminante más significativo generado por esta fuente es la de dióxido de azufre ya que contribuye con el 6% de las emisiones de este contaminante en el municipio. Su impacto es importante al ubicarse dentro de la mancha urbana, y sus emisiones no se dispersan lo suficiente por lo que afectan directamente a las zonas aledañas al punto de emisión.
- Respecto a la producción del carbón vegetal, de acuerdo al Anuario Forestal Nacional, en Durango se produce el 13% a nivel nacional. Este producto se procesa mediante

diversas técnicas como los hornos tradicionales de tierra, hornos de ladrillo y recientemente hornos metálicos tecnificados.

- Existe falta de información sobre la producción del carbón, por ejemplo; características del proceso de producción, municipios donde se produce, número de sitios de producción e impactos a la calidad del aire.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
X	X	X	X	X	X	

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Actualizar y publicar los instrumentos jurídicos que regirán la operación de los hornos ladrilleros.		X	X	X							
Acción 2 Integrar el padrón de hornos ladrilleros y de carbón vegetal en el Estado, que describa la técnica empleada, el consumo de combustible y emisiones generadas.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 3 Promover la producción de ladrillo dentro de los sitios dispuestos por la autoridad competente, haciendo uso de tecnologías de baja emisión.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4 Establecer un programa de mejora tecnológica en hornos de carbón vegetal.			X	X	X	X	X	X	X	X	X

Indicadores:

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Instrumento jurídico actualizado				X							
Indicador 2 Programa de mejora tecnológica en hornos de carbón vegetal.				X	X						

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado
Instancia 2	Municipios
Instancia 3	SEMARNAT
Instancia 4	SAGARPA

Costos asociados:

Nombre de la medida	Costos por acción			
Regular las actividades de elaboración artesanal de ladrillos y carbón	Actualizar y publicar los instrumentos jurídicos que regirán la operación de los hornos	Integrar el padrón de hornos ladrilleros y de carbón vegetal en el Estado, que describa la técnica empleada, el	Implementar la tercera fase del proyecto "Reconversión Tecnológica y Fortalecimiento para el Parque Industrial Ladrillero	Implementar un programa de mejora tecnológica en hornos de carbón vegetal.

Nombre de la medida	Costos por acción			
	vegetal.	ladrilleros. \$200,000.00 M.N.	consumo de combustible y emisiones generadas \$700,000.00 M.N..	en la Ciudad de Durango". \$10,000,000.00 M.N.

Medida 3.2: Pavimentación de caminos rurales y urbanos en el Estado de Durango.

Objetivo general: Reducir las emisiones por partículas suspendidas en el aire producto de los caminos sin pavimentar en zonas urbanas y rurales del Estado.

Justificación:

- Los caminos sin pavimentar contribuyen con el 44% de las emisiones de PM₁₀, siendo estos la fuente principal de este contaminante. También son una fuente importante de la generación de PM_{2.5}, ya que contribuyen con el 18%. La suspensión de partículas debido a la circulación de vehículos, afecta la salud de las personas ya que el punto de generación es a nivel de piso.
- Los beneficios de implementar esta medida son:
 - Disminución de las emisiones de PM₁₀ y PM_{2.5} en caminos sin pavimentar por rodamiento en el Estado.
 - Mejoramiento de las condiciones viales en los municipios y ciudades del Estado.
 - Impulsar zonas turísticas como los centros históricos de algunas ciudades en el Estado, que mejore condiciones económicas y sociales en el Estado.
- De acuerdo al estudio realizado mediante el uso del modelo BenMap, la reducción de PM₁₀, en 10 µg/m³ de concentración, se tendría que se pueden reducir de 0.19 a 0.8% las muertes derivadas de enfermedades del corazón, isquémicas del corazón, cerebrovasculares y respiratorias. Este impacto en términos monetarios, sería del orden de 4.8 mil millones de pesos del PIB del Estado por servicios de salud y de asistencia social. Dado que este sector representa 44% de aportación de las emisiones de PM₁₀, es importante atender la problemática de caminos sin pavimentar, ya que habría una reducción significativa del contaminante y por ende una mejora en la salud de la población.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
X	X					

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Realizar el estudio geotécnico y de suelos, que contiene: <ul style="list-style-type: none"> • Elementos básicos de transporte • Geométricos • Hidrografía y drenaje • Geología, Suelos y Capas de Revestimiento Granular • Topografía 		X									
Acción 2 Realizar el Plan de desarrollo y ejecución de la pavimentación según el diseño y las áreas que		X									

conjungen alta emisión y condiciones de pavimentación (condiciones físicas). Dicho plan debe priorizar los caminos vecinales y área habitacional.												
Acción 3 Dar Inicio de la pavimentación según plan de desarrollo.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Indicadores:

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Estudio geotécnico y de suelos			X	X							
Indicador 2 Plan de desarrollo y ejecución de la pavimentación.			X	X							
Indicador 3 Kilómetros de caminos pavimentados anuales.				X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	La Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango
Instancia 2	Dirección General de Transporte. Secretaría General del Estado de Durango
Instancia 3	Instituto de Desarrollo Urbano del Estado
Instancia 4	Direcciones de desarrollo urbano de los municipios, direcciones de obras públicas de los municipios.

Costos asociados:

Nombre de la medida	Costos por acción					
		Cantidad	unidad	Espesor	Por unidad	Importe
Pavimentación de Caminos rurales y urbanos en el Estado de Durango	Concreto					
	Trazo y nivelación	1	m2		\$6.00	\$6.00
	Corte de terreno natural, incluye retiro de material	1/0.45	m3		\$60.00	\$27.00
	Conformación y compactación de terreno natural	1	m2		\$10.00	\$10.00
	Base de Tapete compacto	1/0.25	m3		\$279.50	\$69.00
	Bases de gravas controladas	1/0.08	m3		\$344.50	\$27.56
	Riego de impregnación	1	m2		\$7.50	\$12.50
	Riego de Liga	1	m2		\$12.50	\$7.50
	Acero de refuerzo	12	kg		\$18.00	\$216.00
	Concreto Hidráulico	1/0.12	m2	0.12	\$1,350.00	\$162.00
	Sistema de drenaje Pluvial	1	m2		\$32.50	\$22.75
	Precio/m2					\$561.19
	Asfalto					
	Trazo y nivelación	1	m2		\$6.00	\$6.00
	Corte de terreno natural, incluye retiro de material	1/0.42	m3	42cm	\$60.00	\$25.20
	Conformación y compactación de terreno natural	1	m2		\$10.00	\$10.00
	Base de Tapete compacto	1/0.2	m3	0.2cm	\$198.11	\$39.62
	Bases de gravas controladas	1/0.15	m3	0.15cm	\$287.00	\$43.05
	Riego de impregnación	1	m2		\$6.83	\$6.83
	Riego de impregnación	1	m2		\$3.96	\$3.96
	Carpeta asfáltica	1	m2	7cm	\$246.95	\$246.95
	Riego de sello de cemento	1	m2		\$8.35	\$8.35
	Sistema de drenaje de agua pluvial	1	m2		\$36.50	\$36.50
	Precio/m2					\$426.46
	Hidrocreto					
	Trazo y nivelación	1	m2		\$6.00	\$6.00
	Corte de terreno natural, incluye retiro de material	1/0.33	m3		\$60.00	\$19.80
Conformación y compactación de terreno natural	1	m2		\$10.00	\$10.00	
Pozo de absorción cda 100/m2	1/100	pza		\$540.00	\$5.40	
Balastro de 1 a 4 "	1/0.20	m3	0.2	\$210.00	\$42.00	
Grava 3/4"	1/0.05	m2	0.05	\$210.00	\$10.50	
Suministro y colocación de Hidrocreto. Incluye material	1	m2	0.08	\$4,890.00	\$391.20	
Precio/m2					\$484.90	

Nombre de la medida	Costos por acción
	Fuente: Concreto Ecológico de México http://www.unioncancun.mx/external?url=http://www.concretopermeable.com/

Medida 3.3: Reducción del uso de leña como combustible doméstico.

Objetivo general:

Reducir las emisiones de contaminantes criterio a la atmósfera generados por el uso de leña como combustible para la preparación de alimentos en hogares, las emisiones se reducirán por medio de la selección e implementación del uso de tecnologías alternativas y buenas prácticas ambientales.

Justificación:

- La exposición continua al humo de la quema de leña puede causar daños en la salud. Quemar en un fogón abierto dentro de una vivienda resulta particularmente nocivo, ya que el humo que se queda “atrapado” en el interior del hogar puede alcanzar concentraciones peligrosas de contaminantes. La Organización Mundial de la Salud calcula que 2.5 millones de muertes en el mundo están relacionadas con la contaminación en el interior de las viviendas. Los contaminantes que se emiten son: PM₁₀ y PM_{2.5}, monóxido de carbono (CO), Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) que causan cáncer.
- De acuerdo al inventario de emisiones, la combustión doméstica de leña contribuye de manera importante con las emisiones de partículas PM₁₀, PM_{2.5} y COV. (7, 20 y 40 por ciento respectivamente).
- La reducción de PM₁₀ y PM_{2.5}, en combustión doméstica ayudaría a reducir de 0.19 a 0.8% las muertes derivadas de enfermedades del corazón. Este impacto en términos monetarios, sería del orden de 4.8 mil millones de pesos del PIB del Estado por servicios de salud y de asistencia social. Cabe señalar que la exposición a contaminantes intramuros en hogares donde se quema leña es mayor que la exposición externa. Para efectos de los datos comentados en este párrafo, se toma únicamente como referencia los datos arrojados por la aplicación del BenMap.
- De acuerdo a los resultados de la proyección del sector de energía del periodo 2013 – 2026 realizada utilizando el modelo LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System, por sus siglas en inglés), el consumo de combustible en el sector habitacional en el Estado, aumentaría de 4.5 Petajoules en 2013 a 5.3 Petajoules en 2026. El aumento de recursos energéticos en hogares, involucra también el uso de la biomasa.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	NH ₃
X	X	X	X	X	X	

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1		X	X								

Hacer una revisión de estudios realizados sobre mejores alternativas tecnologías para la cocción de alimentos en hogares en diferentes regiones del país y seleccionar las más aptas para el Estado												
Acción 2 Identificar opciones de financiamiento o subsidio para la implementación de este tipo de proyectos.		X	X	X								
Acción 3 Concientizar a la población a través de publicidad sobre los beneficios a la salud de cambiar el uso de la leña como combustible para la cocción de alimentos en hogares, por uno más limpio como gas LP o gas natural; así como el uso de equipos con una mayor eficiencia de la combustión, la mejora en los hornos, estufas, uso de quemadores solares, buenas prácticas, etc.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Indicadores:

Indicadores:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Número de acciones de publicidad realizada.				X	X	X	X	X	X	X	X
Indicador 2 Porcentaje de reducción de emisiones					X	X	X	X	X	X	X
Indicador 3 Número de hogares que adquieren otra tecnología para la cocción de alimentos.					X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	Direcciones de ecología y medio ambiente de los municipios
Instancia 2	Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado
Instancia 3	Secretaría de Desarrollo Social
Instancia 4	Organizaciones civiles
Instancia 5	Centros de Investigación
Instancia 6	Municipios

Costos asociados:

Nombre de la medida	Costos por acción				
	7	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Reducción del uso de leña como combustible doméstico y comercial	Concepto	48	Botes (19l)	\$4.00	\$192.00
	Arena gruesa	24	Botes (19l)	\$1.00	\$24.00
	Cal	3	Bultos	\$28.00	\$84.00
	Tubo Galvanizado 4" de diámetro	3	Piezas	\$45.00	\$135.00
	Codo de lamina galvanizada 4" de diámetro	2	Piezas	\$35.00	\$70.00
	Sombrero para chimenea 4"	1	Piezas	\$30.00	\$30.00
	Paja	1	Costal	\$2.00	\$2.00
	Comal de barro	1	Piezas	\$120.00	\$120.00
	Piedra	1	m3	\$50.00	\$50.00
	Adobe	50	Piezas	\$4.00	\$200.00
	Cemento	10	Kg	\$3.00	\$30.00
	Ceniza	0.5	Botes (19l)	\$2.00	\$1.00
	Agua de nixtamal	2	Botes (19l)	\$2.00	\$4.00

Nombre de la medida	Costos por acción				
		Láminas de 15x15 cal 22 para compuerta	2	Piezas	\$10.00
	Mano de obra	3	Jornal	\$200.00	\$600.00
	Capacitación	1	Personas	\$4,600.00	\$4,600.00
	Total				\$6,162.00

Fuente: ADR arraigo Mixteca

Medida 3.4: Reducción de NH₃ por la utilización del estiércol de ganado bovino como fertilizante

Objetivo general:

Reducir las emisiones por amoníaco producto de las emisiones ganaderas en el Estado de Durango, mediante la utilización del estiércol bovino como fertilizante de suelos con siembra directa al suelo y controlado.

Justificación:

Según el Inventario de emisiones del Estado de Durango (capítulo 3), se genera el 66% del amoníaco por el estiércol que produce el ganado, siendo el bovino el más representativo con un 47% respecto al total del ganado.

Para el Estado se tienen 1,202,475 cabezas de ganado bovino según el **SIAP**, ubicadas principalmente en los municipios de Gómez Palacio y Durango con el 22% del total estatal.

En 2003 se realizó un estudio en la Región la Lagunera sobre el uso y aprovechamiento del estiércol bovino como alternativa nutricional en invernadero (UJED, 2003).

El objetivo de dicho estudio fue determinar si el estiércol tiene potencial para ser utilizado como abono orgánico en invernaderos considerando aspectos fitosanitarios, disponibilidad de nutrientes (principalmente nitrógeno).

Los resultados mostraron que el efecto de la solarización (acción del sol) elimina totalmente las bacterias y hongos presentes en el estiércol, así como las malezas lo que lo ubica como un importante abono orgánico y una alternativa viable para la producción orgánica en invernadero con siembra directa al suelo y controlado.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	NH ₃
						X

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2026	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Revisión del marco regulatorio sobre residuos ganaderos		X									
Acción 2 Designación de siembra y suelos que utilizarán este fertilizante.		X		X		X		X		X	
Acción 3 Diseñar un programa para la recolección y manejo del estiércol como fertilizante.		X			X			X		X	
Acción 4		X	X	X							

Creación de sitios para el tratamiento del estiércol principalmente en Gómez Palacio y Durango												
Acción 5 Diseño de reparto de fertilizante a los sitios elegidos.		X		X		X		X		X		

Indicadores:

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2026	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Reporte de revisión del marco regulatorio		X									
Indicador 2 Programa de recolección de y manejo del estiércol como fertilizante.			X								
Indicador 3 Porcentaje anual de estiércol utilizado como fertilizante.				X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	SAGARPA delegación Durango
Instancia 2	La Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango
Instancia 3.	La Secretaría de Ganadería y Desarrollo Rural del Estado de Durango

Costo estimado:

Nombre de la medida	Costos por acción	
Reducción de NH3 por la utilización del estiércol de ganado bovino como fertilizante	Diseño de recolección y reparto de fertilizantes. \$1,500,000	

Estrategia 4. Comunicación y educación ambiental

Medida 4.1: Fortalecer e implementar la estrategia de comunicación pública en materia de calidad del aire en el Estado de Durango.

Objetivo general:

Incrementar en la población del Estado de Durango el grado de percepción y la adopción de los mensajes de sensibilización en cuanto a la condición de la calidad del aire.

Justificación:

Contar con una población más informada y consciente de los efectos que derivan de la contaminación atmosférica generados por las actividades de diversos sectores. Sector social comprometido a colaborar en la ejecución y propuesta de acciones que contribuyan al mejoramiento de la calidad del aire del Estado de Durango.

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Diseñar la plataforma de comunicación, identificando los objetivos y alcances de la campaña de sensibilización.		X									
Acción 2 Crear del mensaje rector de la campaña e identificar las líneas de comunicación costo efectivas.		X									
Acción 3 Diseñar y desarrollar las herramientas de comunicación del índice de la calidad del aire: sitio web, aplicaciones móviles, sistema de pantallas y banderines en sitios estratégicos.		X	X	X							
Acción 4 Diseñar y consolidar los materiales de difusión impresos y digitales (carteles y folletos).		X	X	X							
Acción 5 Diseñar e instrumentar la estrategia de comunicación de salud y calidad del aire.		X	X	X							
Acción 6 Llevar a cabo talleres informativos y de sensibilización con participación ciudadana y ONGs.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 7 Desarrollar talleres informativos y de sensibilización con los medios masivos de comunicación (editores y periodistas).			X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 8 Implementar encuestas para medir la efectividad de la campaña de comunicación.			X								
Acción 9 Diseño e instrumentación de la plataforma discursiva de ProAire en contexto urbano (identidad estaciones de monitoreo) y rural.			X	X							
Acción 10 Implementar encuesta para evaluar la percepción y posicionamiento del ProAire.				X		X		X		X	

Indicadores:

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Estratégica de comunicación de salud y calidad del aire implementada.				X							
Indicador 2 Informe anual de resultados de las actividades de la estrategia				X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	SEMARNAT
Instancia 2	La Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado
Instancia 3	La Secretaría de Salud de Durango
Instancia 4	Dirección de comunicación social del Estado de Durango
Instancia 5	Organizaciones civiles

Costos asociados:

Nombre de la medida	Costos por acción	
Fortalecer e implementar la estrategia de comunicación pública en materia de calidad del aire en el Estado de Durango	1) Costo promedio para la instrumentación de la campaña de comunicación pública en materia de calidad del aire en todo el Estado. \$2,000,000.00 MN	2) Costo promedio para el desarrollo de la metodología de opinión para evaluar la percepción y efectividad de las estrategias de comunicación del ProAire \$800,000 MN * Costos promedios de consultor

Medida 4.2. Implementar un programa de educación ambiental sobre la calidad del aire.

Objetivo general:

Realizar un programa de educación ambiental no formal sobre la calidad del aire, en las escuelas del Estado de Durango, que permita instaurar en ellas una cultura de prevención a la salud y de pro acción de la calidad del aire

Justificación:

Posicionar la importancia del tema de la calidad del aire en la comunidad educativa, y con ello otorgarles herramientas para que desarrollen valores, habilidades y aptitudes que les permitan un mejor entendimiento, planteamiento y manejo sobre dicha problemática ambiental.

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Diseñar el Programa de Educación Ambiental de Calidad del Aire en las Escuelas, en un carácter de programa voluntario.		X									
Acción 2 Realizar un taller de participación con educadores ambientales para la conformación del Programa de Educación Ambiental de		X									

Calidad del Aire en las Escuelas.												
Acción 3 Diseñar y desarrollar los medios y materiales de difusión.		X										
Acción 4 Desarrollo del taller de capacidades para docentes.		X										
Acción 5 Instrumentar el programa de educación ambiental de la calidad del aire.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 6 Evaluar el programa de educación ambiental de la calidad del aire.				X	X	X	X	X	X	X	X	X

Indicadores

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Reporte del diseño del programa de Educación ambiental de calidad del aire en las escuelas.		X									
Indicador 2 Reporte anual del programa de educación ambiental.			X	X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	SEMARNAT a través de la CECADESU
Instancia 2	Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado
Instancia 3	Secretaría de Educación Pública en coordinación de las Direcciones Municipales de Educación de Durango.

Costos asociados:

Nombre de la medida	Costos por acción	
Implementar un programa de educación ambiental sobre la calidad del aire.	1) Diseño del programa de educación ambiental no formal sobre la calidad del aire. \$100,000MN * Costos promedios de consultor	2) Presupuesto asignado para la instrumentación del programa de educación ambiental no formal sobre la calidad del aire en todo el Estado. \$1,000,000MN

Medida 4.3: Implementar un programa de participación ciudadana a través de la constitución de un comité núcleo de vigilancia

Objetivo general:

Impulsar un programa de participación ciudadana organizada a través de un Comité Núcleo que será el órgano que elabore, ejecute y evalúe el impacto y la efectividad de las políticas y acciones ProAire. En el entendido que dicho Comité se integre por los sectores y actores representativos de la sociedad del Estado de Durango.

Justificación:

En el ejercicio del ProAire la participación ciudadana desempeña un papel fundamental, ya que será un actor clave para validar el desempeño del ProAire en el Estado de Durango. Y a su vez proveerá los medios para que el tema de calidad del aire sea del conocimiento, interés y acción pública. La inclusión de la participación ciudadana en el

ProAire permitirá que éste transite de un programa de gestión política a un programa de acción social corresponsable.

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Conformar el Comité Núcleo ciudadano del ProAire. Que vigile el cumplimiento de las acciones.		X									
Acción 2 Instrumentar talleres informativos con ONGs, Comité núcleo y medios de comunicación sobre el compromiso e instrumentación del ProAire y el seguimiento del mismo.		X		X		X		X		X	
Acción 3 Hacer un diseño de un plan de participación ciudadana en conjunto con el comité núcleo.		X									
Acción 4 Documentar toda la información que se derive de la evaluación y seguimiento por parte del comité núcleo, de cada una de las medidas que integran el ProAire.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 5 Evaluar el resultado de las acciones del ProAire y ser comunicadas al comité núcleo.				X			X			X	

Indicadores

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Diseño del plan de participación ciudadana.				X							
Indicador 2 Número de participantes en el programa de participación ciudadana		X									

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	El Comité Núcleo del ProAire de Durango 2016-2026
Instancia 2	Autoridades del gobierno estatal y municipal, que acrediten la inclusión de los actores representativos del Estado
Instancia 3	SEMARNAT a través de la Dirección General de la Gestión de la Calidad del Aire y RETC Consejos Consultivos de Desarrollo Sustentable.

Costos asociados:

Nombre de la medida	Costos por acción
Implementar un programa de participación ciudadana	Desarrollado como estrategia de vinculación con el Comité Núcleo y el Consejo Consultivo Desarrollo Sustentable en los procesos de formulación, ejecución, evaluación y seguimiento del ProAire.

Medida 4.4: Implementar una campaña de concientización “si verificas contribuyes” enfocada al impulso de la verificación vehicular.

Objetivo general:

Realiza una campaña de concientización en la ciudadanía del Estado de Durango, que promulgue una cultura en pro de la calidad del aire a través del compromiso de adquirir buenas prácticas en el buen funcionamiento mecánico de los vehículos automotores.

Justificación:

- Incrementar, en la población duranguense, el conocimiento y participación sobre los beneficios que conlleva, para su economía, salud y medio ambiente, el mantener en las mejores condiciones mecánicas sus vehículos.
- Generación información de soporte para la difusión de información ambiental.
- Estar informados sobre los avances semestrales del Programa de Verificación Vehicular en reducción de la concentración de contaminantes emitidos por escape de todos los vehículos automotores registrados en el Estado de Durango.

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Desarrollar el análisis de opinión (encuestas de percepción sobre el tema de la Verificación Vehicular)		X									
Acción 2 Diseñar la estrategia de comunicación de la campaña de concientización “Si verificas contribuyes” (propuesta del mensaje rector de la campaña)		X									
Acción 3 Desarrollar los materiales de difusión y comunicación dirigido en los centros de verificación.		X	X								
Acción 4 Instrumentar la campaña de concientización		X	X	X							
Acción 5 Realizar un comunicado de prensa, para presentar los objetivos de la campaña de concientización del PVV		X									
Acción 6 Realizar Talleres informativos de los avances del PVV		X		X		X		X		X	
Acción 7 Instrumentar encuesta para evaluar la aceptación, efectividad y apropiación de la campaña de PVV				X			X			X	

Indicadores:

Descripción del indicador:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Número de campañas de concientización realizadas.					X	X	X	X	X	X	X
Indicador 2 Porcentaje de aumento de los vehículos verificados.					X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	La Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Durango para la implementación, seguimiento y operación del Programa de Verificación Vehicular.
Instancia 2	Comité Núcleo del Proaire 2016-2026.

Costos asociados:

Nombre de la medida	Costos por acción	
Implementar una campaña de concientización "si verificas contribuyes"	Presupuesto para el servicio de consultoría opinión pública y sobre el diseño de la estrategia de comunicación en función a los hallazgos encontrados en la encuesta 2016. \$ 3,500,000 MN * Costos promedios de consultor	Presupuesto para la instrumentación de la campaña en distintos medios y puntos claves de difusión de las zonas urbanas. \$ 5000, 000 MN * Costos promedios de consultor

Estrategia 5. Salud y externalidades

Medida 5.1. Fortalecer el sistema de vigilancia epidemiológica para monitorear el impacto en la contaminación atmosférica en la salud humana

Objetivo general:

Implementar el diagnóstico continuo al impacto en la salud, producto de la disminución de la concentración de PM₁₀ y O₃

Justificación:

- Los métodos comúnmente empleados para valorar económicamente los cambios que se tendrán en la tasa de morbilidad por alguna modificación ambiental, es decir, un cambio en las concentraciones de contaminantes, toman en consideración los siguientes datos:
 - El costo del tratamiento
 - Costos de hospitalización y tratamiento de la enfermedad (incluyendo diagnóstico)
 - Los días de trabajo perdidos o de actividad restringida
 - El no poder disfrutar plenamente de su tiempo libre
 - El costo del malestar de la propia enfermedad
- Para la aplicación de los métodos de evaluación de los daños a la salud derivados de la mala calidad del aire, se requiere de datos lo más confiables posible para obtener buenos resultados que apoyen la toma de decisiones en cuanto a la implementación de medidas. Para generar información confiable, es necesario que el Sector Salud cuente con la metodología para realizar una vigilancia epidemiológica, es decir, es necesario contabilizar las enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire y hacer un análisis de los datos que se obtengan.
- La comunicación entre los responsables del monitoreo atmosférico y personal del sector salud es indispensable para identificar los efectos de eventos de mala calidad del aire con enfermedades de la población.

- La importancia de concientizar a la población del Estado sobre el impacto de la contaminación atmosférica en la salud humana es primordial para que exista participación de la sociedad en la implementación de medidas con impacto social, por ejemplo; la implementación del PVV, requiere la participación de la sociedad y el entendimiento de los beneficios en la salud que conlleva esta medida.

Con el fin de continuar informando a la población de manera expedita sobre la relación entre “calidad del aire y salud” es importante seguir impulsando y fomentando la investigación en el tema. Asimismo, es indispensable establecer los canales de comunicación regulares con la sociedad, mediante las medidas de comunicación y educación ambiental, establecidas en este documento

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Fortalecer la relación entre las instituciones de salud y medio ambiente, con el fin de desarrollar una base de datos confiable sobre incidencia, admisiones hospitalarias y mortalidad en el Estado		X		X		X		X		X	
Acción 2 Establecer y desarrollar las herramientas de reporte para que el área de salud pueda generar o proporcionar la información necesaria para la evaluación en el impacto en salud		X	X								
Acción 3 Continuar realizando y actualizando estudios de investigación sobre impactos a la salud por PM ₁₀ y O ₃ en Durango		X		X		X		X		X	
Acción 4 Comunicar los resultados que deriven de la vigilancia epidemiológica a comité núcleo.			X		X		X		X		X

Indicadores:

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Número de reuniones conjuntas entre instituciones de salud y medio ambiente.		X		X		X		X		X	
Indicador 2 Número de estudios y diagnósticos realizados		X		X		X		X		X	

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango
Instancia 2	Secretaría de salud. Dirección General de la Información en la Salud; Comisión para la protección contra riesgos sanitarios del Estado de Durango COPRISED
Instancia 3	Universidades e institutos de investigación

Costos asociados:

Nombre de la medida	Costos por acción	
Estrategia de concientización sobre el impacto en la contaminación atmosférica en la salud humana	Para el diagnóstico \$150,000 MN cada dos años * Costos promedios de consultor	Para investigación y análisis \$300,000 MN cada dos años * Costos promedios de consultor

Estrategia 6. Fortalecimiento institucional y financiamiento

Medida 6.1: Programa Operativo para el Aseguramiento y Control de la Calidad del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Durango

Objetivo general:

Garantizar el aseguramiento y control del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Durango, a través de un programa operativo que se desarrollará en el período 2016-2019.

Justificación:

Un programa operativo para el aseguramiento y control de la calidad garantiza un funcionamiento adecuado del sistema de monitoreo de la calidad del aire y responde así a la necesidad de medir los niveles de contaminación atmosférica en las ciudades del Estado. El programa operativo se integraría por las siguientes componentes:

1. Acciones de aseguramiento con objetivos, metas, programación de actividades y sus indicadores de desempeño y evaluación, en concordancia con la NOM-156 e instrumentos legales en materia de transparencia y acceso a la información. El programa contaría con:
 - Procedimiento para la selección y adquisición de instrumentos de medición y equipos de soporte para las estaciones de monitoreo y muestreo;
 - Procedimiento para la adquisición de suministros (materiales de referencia, consumibles y refacciones) y servicios (calibración y mantenimiento);
 - Procedimientos operativos para los instrumentos de medición y equipos de soporte, su principio de operación, mecanismo de muestreo, forma de calibración y mantenimiento;
 - Expedientes de los instrumentos de medición y equipos de soporte;
 - Procedimiento para la selección, contratación, capacitación continua y evaluación de los operadores del SIMCA.
2. Acciones de control por medio de visitas de inspección para verificación y ajustes de los instrumentos de medición y equipos de soporte, reemplazo y abastecimiento de consumibles, calibraciones y mantenimientos preventivos, almacenamiento y envío de datos, y bitácoras de eventos.
3. Un almacén e inventarios de los materiales de referencia, consumibles, refacciones, instrumentos de medición y equipos de soporte; su cadena de suministro y sistema de inventarios para los instrumentos de medición, equipos de soporte, materiales de referencia, consumibles y refacciones.
4. Un programa de revisión periódica del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de acuerdo a sus objetivos, actividades y procedimientos, el cual será realizable por la instancia encargada de la operación del sistema o por un tercero acreditado, y con el compromiso de establecer un plan de acción para la atención de las observaciones derivadas de la revisión.

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Diseñar el Programa Operativo para el Aseguramiento y Control de la Calidad del		X	X	X							

SIMCA											
Acción 2 Aplicar el Programa Operativo para el Aseguramiento y Control de la Calidad.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Indicadores:

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Diseño del Programa Operativo para el Aseguramiento y Control de la Calidad del SIMCA		X	X								
Indicador 2 Porcentaje de días de operación de las estaciones de monitoreo bajo el cumplimiento de la NOM-156.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango. Departamento de Monitoreo
Instancia 2	Comité Núcleo del ProAire de Durango
Instancia 3	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Costos asociados:

Nombre de la medida	Costos por acción		
Programa Operativo para el Aseguramiento y Control de la Calidad del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Durango	Servicio de consultoría especializada para primera revisión y planificación, con costo promedio \$ 200,000 MN * Costos promedios de consultor	El servicio de revisión es proporcionado por un tercero autorizado y requiere recursos que oscilan en los \$500,000 MN	Salarios de personal Recursos para equipamiento, refacciones y consumibles. Servicio de revisión. Consultor para revisión anual y/o auditoría, con costo promedio anual \$ 1,000,000 MN

Medida 6.2: Programa Operativo para el Mejoramiento del Manejo y Divulgación de Datos.

Objetivo general:

Garantizar el manejo y divulgación de datos que genera el Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Durango a través de un programa operativo que se desarrollará en el período 2016-2019.

Justificación:

El programa Operativo para el Mejoramiento del Manejo y Divulgación de Datos del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Durango, mejoraría la calidad, el acceso y el uso de los datos por parte de los diferentes usuarios.

El programa integraría el diagnóstico - evaluación del Estado en que se encuentra la gestión del manejo de datos y su divulgación como un proceso que comprende las siguientes componentes:

1. Limpieza. Evaluación, mejora y documentación del procedimiento de asignación de banderas de validación y almacenaje de bases de datos.
2. Verificación. Evaluación, mejora y documentación del procedimiento revisión, análisis estadístico, comparabilidad de datos y almacenaje de bases de datos.
3. Validación. Evaluación, mejora y documentación de las tareas asociadas a la validación de datos e integración de bases de datos públicas.
4. Divulgación. Evaluación, mejora y documentación de las tareas asociadas a la divulgación de los datos como bases de datos crudas, como índices estadísticos o el ICAD.
5. SINAICA. Evaluación, mejora y documentación de las actividades asociadas al envío, verificación y reporte de datos que se envían al SINAICA a cargo del INECC.

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Se realiza el diagnóstico del estado actual del manejo y divulgación de datos como base para el Diseño del Programa Operativo dirigido a mejorar el manejo y divulgación de datos de monitoreo atmosférico.		X	X								
Acción 2 Se implementa, consolida y se da seguimiento al programa operativo para el mejoramiento del manejo y divulgación de datos, en base a la NOM-156		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Indicadores:

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Diseño del Programa Operativo realizado.		X	X								

Indicador 2 Implementación del programa operativo para el manejo de datos de monitoreo,		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Indicador 3 Publicación y accesibilidad de datos validados en las plataformas electrónicas del SIMCA y del SINAICA.				X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida:	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango. Departamento de Monitoreo.
Instancia 2	Comité Núcleo del ProAire de Durango
Instancia 3	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Costos asociados:

Nombre de la medida	Costos por acción	
Programa Operativo para el Mejoramiento del Manejo y Divulgación de Datos	Recursos para la contratación de un tercero y/o consultor que realice la revisión y diagnóstico de los procedimientos y documentales y elabore el diseño de un Programa Operativo para el Mejoramiento del Manejo y Divulgación de Datos. Costo promedio de consultoría especializada \$ \$200,000 MN * Costos promedios de consultor	Recursos para realizar revisiones de los avances del Programa Operativo para el Mejoramiento del Manejo y Divulgación de Datos, así como sus logros en materia de sensibilización de la población. Costo promedio anual de consultoría especializada \$ 300,000 MN * Costos promedios de consultor

Medida 6.3: Gestionar ingresos de origen fiscal para la ejecución de las medidas del ProAire.

Objetivo general:

Dotar de una base fiscal propia al Programa a partir del establecimiento de derechos especiales y multas a nivel estatal y municipal que sean cubiertos por los usuarios de servicios y empresas.

Justificación:

Acorde a los propósitos establecidos a nivel nacional para el diseño e implementación de programas para mejorar y gestionar la calidad del aire, el ProAire Durango contempla la implementación de medidas centradas en la identificación de fuentes de ingresos y sostenibilidad de sus objetivos y acciones a nivel general. Para ello, el Comité Núcleo y las autoridades estatales han convenido en la aplicación de una Medida que buscará establecer ingresos fiscales a favor del Programa a partir de los siguientes elementos y acciones.

Los argumentos que sustentan y justifican la medida se refieren a que los recursos a obtener constituirán una base financiera adicional y complementaria a las asignaciones

presupuestales y buscan asegurar su sostenibilidad en el mediano y largo plazos. Estos recursos permitirán atender de forma oportuna contingencias y situaciones del Programa que no siempre son cubiertas por las asignaciones presupuestarias, tales como el mantenimiento y calibración de la red de monitoreo atmosférico y la sistematización y aprovechamiento de los datos que genera de manera continua.

La medida se implementará a través de acciones que van desde la creación de nuevos derechos, multas y aprovechamientos dentro de la normatividad estatal y los reglamentos que aplican los Ayuntamientos de Durango para incluirlos en los presupuestos anuales del Gobierno del Estado y de los Municipios. Luego se establecerán las medidas de cobro y apremio que aseguren la correcta captación y canalización de los recursos obtenidos y recaudados a los fines y operaciones del ProAire Durango.

Se espera que la medida permita recaudar recursos adicionales hasta por el 2.5% de los ingresos estatales y municipales por concepto de derechos, multas y aprovechamientos en cada ejercicio fiscal y que pueden variar en un amplio rango que va de los \$250 mil hasta los \$ 5 millones.

Es importante tener presente que la medida contribuye de manera general a la reducción de emisiones, y que se trata de un proceso técnico en materia jurídica y financiera a cargo de los Ayuntamientos y el Gobierno Estatal.

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Elaboración de la Iniciativa Reglamentaria de creación de derechos especiales y multas en materia de calidad del aire		X									
Acción 2 Negociación y aprobación de la iniciativa reglamentaria			X	X							
Acción 3 Aplicación de los cobros y canalización de recursos a un fondo específico para el ProAire.					X	X	X	X	X	X	X
Acción 4 Inclusión de la iniciativa en los reglamentos municipales y en la Ley de Derechos				X							
Acción 5 Seguimiento, monitoreo y rendición de cuentas					X	X	X	X	X	X	X

Indicadores:

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Número de iniciativas legales y reglamentarias de creación de derechos especiales y multas.			X								
Indicador 2 Monto anual absoluto de la recaudación generada por los nuevos derechos durante el primer año					X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango
Instancias participantes:

<i>Instancia</i>	<i>Nombre</i>
Instancia 1	Secretaría de Finanzas y Administración
Instancia 2	Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente
Instancia 3	Ayuntamientos del Estado de Durango

Costos Asociados:

Nombre de la medida	Costos por acción	
Establecer ingresos fiscales a favor del Programa	Se genera un costo operativo adicional por la realización de las iniciativas de ley y reglamentarias para incluir derechos, multas y aprovechamientos relativos a la calidad del aire y al ProAire.	Se generan costos indirectos adicionales en la operación de la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente para dar seguimiento al proceso de reforma legal y reglamentaria y luego a la captación, cobro y transferencia de los recursos obtenidos de la aplicación de multas y derechos especiales. Así también se generarán los gastos derivados del uso de los recursos obtenidos, pero que no implican adicionalidad, por tratarse de necesidades regulares del Programa, como la calibración de equipos o las labores de difusión y sensibilización.

Medida 6.4: Financiamiento adicional en especie y dinero mediante donativos y campañas

Objetivo general:

Establecer mecanismos y medios de captación regulares de apoyos en especie y en dinero para apoyar y sostener en el mediano plazo la funcionalidad del Programa y sus actividades de comunicación, participación y educación.

Justificación:

En la misma tesitura de generar bases de sostenibilidad operativa, el ProAire Durango 2016-2026 desplegará acciones para la obtención de apoyos y recursos no fiscales que complementen y fortalezcan el cumplimiento de sus objetivos y metas.

Con esta medida se espera que el Programa cuente con recursos adicionales para la sostenibilidad de sus acciones de comunicación, educación y participación, evitando la dependencia hacia los recursos presupuestarios. Además, se fomentan y aseguran así vínculos funcionales con empresas, OSC (Organización de sociedad civil) y grupos sociales en general. La medida contribuye de manera general a la reducción de emisiones y pretende generar flujos de recursos para apoyar las actividades de comunicación, participación y educación del Programa.

Las acciones que fortalecerán la medida se refieren a la creación y puesta en operación de la estrategia de difusión, contacto con donantes, obtención de apoyos y rendición de cuentas, a partir de diagnósticos de factibilidad y potencialidad de donantes y donaciones. En el capítulo 7 se detallan los alcances y resultados esperados de esta medida y su vinculación con la proyección e impacto general del ProAire Durango.

Actividades y Cronograma de ejecución:

Actividades/ acciones:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Acción 1 Diagnóstico de potencialidades fuentes de donativos en especie o en recursos financieros		X		X		X		X		X	
Acción 2			X		X		X		X		X

Campaña de contacto y obtención de apoyos												
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Indicadores:

Descripción del indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Indicador 1 Diagnóstico realizado de potencialidades fuentes de donativos.		X		X		X		X		X	
Indicador 2 Número de campañas de contacto y obtención de recursos realizadas			X		X		X		X		X
Indicador 3 Ingresos económicos y en especie obtenidos como resultado de las campañas			X		X		X		X		X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente
Instancia 2	Ayuntamientos del Estado de Durango/ Direcciones de Ecología
Instancia 3	Organismos de la Sociedad Civil y Universidades

Costos asociados:

Nombre de la medida	Costos por acción	
Financiamiento adicional en especie y dinero mediante donativos y campañas	Se genera un costo de operación adicional por la realización de contactos, reuniones e intercambios con potenciales donantes.	Se generan costos indirectos adicionales en la operación de la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente para integrar, publicar y transmitir la información sobre la operación del Programa que debe entregarse a los donantes o colaboradores respecto del uso e impacto de los donativos en dinero o especie, así como por las labores de divulgación y sensibilización hacia la población en general. No hay adicionalidad por ser actividades regulares de la dependencia.

Tabla 40. Reducción de emisiones

Nombre de la medida	Contaminante					
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV
Sistemas de control de emisiones en industria minera	Porcentaje de reducción dependiendo del sistema de control de emisiones y el proceso específico a controlar de acuerdo a la industria, estando entre el 50-80% de la emisión. 20% de las emisiones fugitivas con aplicación de buenas prácticas	Porcentaje de reducción dependiendo del sistema de control de emisiones y el proceso específico a controlar de acuerdo a la industria, estando entre el 50-80% de la emisión. 20% de las emisiones fugitivas con aplicación de buenas prácticas.				
Regulación actividades recursos pétreos.	20% de las emisiones fugitivas con aplicación de buenas prácticas	20% de las emisiones fugitivas con aplicación de buenas prácticas				
Fomentar la aplicación de buenas prácticas en la industria de la madera para reducir las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).						30% de las emisiones totales
Diseñar, implementar y mantener el Programa de Verificación Vehicular en el Estado de Durango				20% de las emisiones totales	40% de las emisiones totales	18% de las emisiones totales
Implementar el programa "Cambio de convertidor catalítico caduco" en vehículos particulares y taxis registrados en el Estado de Durango y que consumen gasolina y diésel.	Porcentaje de reducción al sustituir el convertidor catalítico en mal funcionamiento por unidad. Automóvil: 71% Pick-up: 82% Vehículos< de 3 Ton: 69%	Porcentaje de reducción al sustituir el convertidor catalítico en mal funcionamiento por unidad. Automóvil: 71% Pick-up: 82% Vehículos< de 3 Ton: 69%	Porcentaje de reducción al sustituir el convertidor catalítico en mal funcionamiento por unidad. Automóvil: 15.7% Pick-up: 3.78% Vehículos< de 3 Ton:9.62%	Porcentaje de reducción al sustituir el convertidor catalítico en mal funcionamiento por unidad. Automóvil: 75% Pick-up: 81% Vehículos< de 3 Ton: 67%	Porcentaje de reducción al sustituir el convertidor catalítico en mal funcionamiento por unidad. Automóvil: 72.4% Pick-up:68% Vehículos< de 3 Ton: 59%	Porcentaje de reducción al sustituir el convertidor catalítico en mal funcionamiento Automóvil: 83% Pick-up: 89% Vehículos< de 3 Ton:80%
Pavimentación de Caminos rurales y urbanos en el Estado de Durango	844 ton/año por km pavimentado	127 ton/año por km pavimentado				
Reducción del uso de leña como combustible doméstico y comercial	0.0157 Ton/año de leña sin quemar	0.0151 Ton/año de leña sin quemar	0.0002 Ton/año de leña sin quemar	0.1146 Ton/año de leña sin quemar	0.0012 Ton/año de leña sin quemar	0.1039 Ton/año de leña sin quemar

Para cada medida fue identificado y desarrollado la Matriz de Marco Lógico a Nivel de Medida (ver Anexo 5)



Plaza cuarto centenario Durango, Dgo.

Capítulo 7: Fuentes de financiamiento

Capítulo 7. Fuentes de financiamiento

7.1. Contexto general y antecedente

Uno de los elementos clave para que los Programas de Calidad del Aire lleguen a conformar estrategias exitosas de largo plazo se ubica en su sostenibilidad a lo largo del tiempo y en el contexto social en el que se implementan. Para la consolidación del ProAire Durango 2016-2026, se ha diseñado y establecido un mecanismo de sostenibilidad basado en instrumentos de gestión.

Estos instrumentos contemplan el desarrollo de procesos de trabajo en las siguientes áreas:

- Utilización directa de los recursos derivados del establecimiento de derechos, aprovechamientos, multas y aportaciones económicas de los usuarios o beneficiarios del programa. Se han identificado esquemas existentes en la legislación nacional para la creación de impuestos ecológicos, el pago por servicios ambientales, y la deducibilidad fiscal por mejoras y compromisos voluntarios en materia de reducción de impactos y emisiones que afectan la calidad del aire.
- Aprovechamiento de aportaciones voluntarias (económicas, en especie o mediante trabajo colaborativo no remunerado) que puedan obtenerse de organizaciones privadas y sociales que tienen relación o interés con los fines y la operación del Programa.
- Conformación y aprovechamiento de esquemas de colaboración directa (acuerdo entre pares o tripartitas) y de trabajo en red (redes temáticas o sectoriales).

En los siguientes apartados se describen, en primer término, los elementos de diagnóstico que sustentaron la conformación de la estrategia de financiamiento y sostenibilidad del ProAire Durango 2016-2026. Después se presentan las Fuentes Potenciales de Apoyo y Financiamiento y la estrategia de gestión que soportará la obtención y uso de los recursos de sostenibilidad. Finalmente, se describen los componentes de la estrategia más general para los periodos 2016-17 y 2018-20.

7.2. Diagnóstico general de las condiciones sociales e institucionales en torno a la sostenibilidad económica y operativa del Programa

Todo esfuerzo centrado en la obtención de apoyos para el sostenimiento de una actividad socialmente útil se enfrenta al tradicional dilema de basarse en la solidaridad de la sociedad o en las posibilidades de imponer una obligación legal. Al analizar las condiciones que existen en el Estado de Durango para la implementación de una estrategia de sostenibilidad que brinde soporte al ProAire 2016-2026, deben tenerse presentes los niveles de desarrollo y las prácticas locales asociadas a la participación ciudadana y la filantropía.

Dicho esto, lo que se requiere es plantear entonces la estrategia de sostenibilidad del ProAire Durango 2016-2026 a partir de una base de instrumentos y acciones basada en el uso de facultades legales y de autoridad, posiblemente complementadas por mecanismos de tipo cooperativo y voluntario.

Las principales herramientas de soporte o complementarias a la Sostenibilidad se pueden clasificar a partir de dos criterios básicos: a) su vínculo hacia el programa o proyecto (pueden ser directos o indirectos), y b) el tipo de apoyo que ofrecen (financieros, materiales o intangibles). La tabla 41 muestra el tipo de herramientas y su clasificación de acuerdo a los criterios señalados.

Tabla 41. Herramientas de SOPORTE o COMPLEMENTARIAS de la estrategia de sostenibilidad del ProAire Durango 2016-2026

	Recursos financieros	Recursos materiales (en especie)	Apoyos intangibles/ trabajo voluntario
Herramientas DIRECTAS	<ul style="list-style-type: none"> - Impuestos, derechos y multas - Ley de responsabilidad ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> - Donaciones de organismos nacionales e internacionales 	<ul style="list-style-type: none"> - Acuerdos de colaboración con OSC - Programa de servicio social "ambiental"
Herramientas INDIRECTAS	<ul style="list-style-type: none"> - Pago por servicios ambientales - Campañas y colectas gestionadas por empresas y bancos 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de tiempo oficial en medios de comunicación - Compra de espacio publicitario y equipo por un tercero (deducibilidad del SAT) 	<ul style="list-style-type: none"> - Participación en campañas y proyectos de otros organismos - Programas de servicio social

FUENTE: Elaboración propia CINPRO,2016

Teniendo en consideración los elementos de diagnóstico antes esbozados, y las opciones de fuentes y recursos antes descritos, es factible realizar una primera aproximación a las opciones existentes para el ProAire Durango 2016-2026 (Tabla 42).

Tabla 42. Matriz de fuentes potenciales de apoyo para el periodo 2016-2020

Tipo de fuente	Organizaciones*	Mecanismo de obtención	Plazos
Financiera	<ul style="list-style-type: none"> - Ayuntamientos - SRNyMA - Sría. Finanzas de Durango - Bancos y AFORES - Empresas (deducibilidad) 	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciativas de ley y de reglamentos municipales - Ley de Derechos y Presupuestos de Egresos anuales - Solicitudes directas - Consultas al SAT 	3 años (mediano plazo)
En especie	<ul style="list-style-type: none"> - Fundaciones - Bancos - Organismos internacionales - PEMEX y CFE 	<ul style="list-style-type: none"> - Solicitud directa de apoyos y donativos - Participación en convocatorias 	6 meses-1 año
Intangibles	<ul style="list-style-type: none"> - ONG - Ayuntamientos (desarrollo social y participación ciudadana) - Sría. Educación Durango - Universidades e Institutos Tecnológicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Convocatoria anual a campañas y programas de servicio social - Convenios de colaboración con actividades y metas 	Anualmente, eventos únicos

* El detalle específico de las condiciones de vinculación con cada organización donataria o cooperativa se ofrecen en las fichas individuales, incluidas al final del capítulo.

FUENTE: Elaboración propia CINPRO,2016

De esta matriz derivan decisiones y procesos que, estructurados como una estrategia integral, deben llevar a la obtención de apoyos y recursos para dar sostenibilidad al ProAire Durango 2016-2026. Las principales decisiones adoptar son dos: 1) conformación de un sistema de información y, 2) creación y operación de un mecanismo de vinculación permanente.

En el caso del Sistema de Información, se trata de integrar en una base de datos toda la información sobre la calidad del aire en el Estado, los efectos de las medidas aplicadas a su amparo, y la evolución de las variables sociales asociadas a la calidad del aire (especialmente las de salud y calidad de vida). La base de datos aporta cifras e información de manera continua para apoyar las campañas y programas regulares de divulgación y educación. Pero su mayor utilidad reside en que ha de producir la información necesaria para apoyar las solicitudes de apoyo y para justificar las donaciones y recursos ya recibidos ante las instituciones, fondos y grupos aportantes a lo largo de los ciclos anuales y multi-anuales, a través del mecanismo de vinculación.

7.3. Estrategia de sostenibilidad para los periodos 2016-2017 y 2018-2020

La estrategia de sostenibilidad del ProAire Durango 2016-2026 se conforma como un proceso de trabajo que contempla actividades de planeación, contacto, solicitud/obtención de apoyos, rendición de cuentas, y divulgación permanente de avances y resultados.

Es importante destacar que, aunque la estrategia estará a cargo de la oficina que administre directamente el ProAire Durango 2016-2026, su éxito y efectividad dependen de que cuente con el apoyo y la vinculación permanente de otras estructuras y actividades de la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente y del Gobierno estatal de Durango, especialmente en todo lo que tiene que ver con difusión, suscripción de convenios y contratos, y uso eficiente y expedito de los apoyos obtenidos. Si estos apoyos y vínculos no ocurren de forma adecuada y oportuna, se corre el riesgo de que toda la estrategia quede anulada y la credibilidad del programa mermada.

La estrategia se compone de los siguientes elementos, actividades y resultados esperados (ver Tablas 43 A y B).

Tabla 43-A: ProAire Durango Estrategia de Sostenibilidad

Etapas	Actividades	Instancias objetivo	Resultados esperados
Arranque y presentación pública (agosto-noviembre de 2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Conformación del Banco de Datos y del Mecanismo de Vinculación - Diseño de instrumentos de divulgación y rendición de cuentas: <ul style="list-style-type: none"> - Boletín - Carpeta de información básica - Carpeta de proyecto - Tarjeta informativa de avances y logros - Comunicado prensa - Emisión de boletines mensuales 	<ul style="list-style-type: none"> - Ayuntamientos - Bancos y AFORES - Cámaras empresariales - Fundaciones - PEMEX y CFE - ONG locales - Sría. Educación Durango - Universidades e Institutos Tecnológicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Impactos en medios locales y regionales - Impacto en la opinión pública local y regional - Conformación y consolidación de la estructura del ProAire - Establecimiento de canales de contacto y comunicación a nivel local y regional
Acuerdos y apoyos iniciales (diciembre 2016-marzo 2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Primera ronda de presentaciones individuales - Formulación y presentación de primeras solicitudes - Participación en convocatorias vigentes - Emisión de primeras convocatorias para Servicio Social y Campañas - Emisión de boletines mensuales 	<ul style="list-style-type: none"> - Ayuntamientos - Cámaras empresariales - Fundaciones - PEMEX y CFE - ONG locales - Sría. Educación Durango - Universidades e Institutos Tecnológicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Suscripción de acuerdos con instituciones educativas - Suscripción de cartas de intención con Ayuntamientos - Emisión de convocatorias a Servicio Social - Emisión de convocatorias a campañas - Gestión de solicitudes

Etapas	Actividades	Instancias objetivo	Resultados esperados
Gestión de apoyos y divulgación nacional e internacional (enero-junio 2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Segunda ronda de presentaciones individuales - Formulación y presentación de solicitudes - Participación en convocatorias vigentes - Emisión de boletines mensuales 	<ul style="list-style-type: none"> - Bancos y AFORES - Cámaras nacionales - CONACYT - Organismos internacionales - Fundaciones nacionales e internacionales - ONG nacionales e internacionales 	<ul style="list-style-type: none"> - Establecimiento de canales de contacto y comunicación a nivel nacional - Suscripción de acuerdos con instituciones nacionales e internacionales. - Gestión de solicitudes nacionales e internacionales
Evaluación intermedia (julio 2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas a actores relevantes - Encuesta de percepción y posicionamiento del ProAire - Taller interno de evaluación de resultados e impactos - Análisis FODA 	<ul style="list-style-type: none"> - Instituciones con las que se suscribieron convenios y cartas - Líderes de opinión - Población abierta - Personal de la SRNyMA de Durango 	<ul style="list-style-type: none"> - Balance de logros y resultados - Análisis de capacidades desarrolladas - Identificación de fallos, retos y necesidades

Fuente: elaboración CINPRO

Tabla 43-B: ProAire Durango Estrategia de Sostenibilidad

Etapas	Actividades	Instancias objetivo	Resultados esperados
Segunda ronda de acuerdos y apoyos/ gestión de proyectos (agosto 2017 – junio 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación y presentación de solicitudes - Participación en convocatorias vigentes - Emisión de segundas convocatorias para Servicio Social y Campañas - Emisión de boletines mensuales 	<ul style="list-style-type: none"> - Ayuntamientos - Cámaras empresariales - Fundaciones - PEMEX y CFE - ONG locales - Sría. Educación Durango - Universidades e Institutos Tecnológicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisión de convocatorias a Servicio Social - Emisión de convocatorias a campañas - Gestión de solicitudes
2ª Evaluación intermedia (julio 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas a actores relevantes - Encuesta de percepción y posicionamiento del ProAire - Taller interno de evaluación de resultados e impactos - Análisis FODA 	<ul style="list-style-type: none"> - Instituciones con las que se suscribieron convenios y cartas - Líderes de opinión - Población abierta - Personal de la SRNyMA de Durango 	<ul style="list-style-type: none"> - Balance de logros y resultados - Análisis de capacidades desarrolladas - Identificación de fallos, retos y necesidades

Fuente: elaboración CINPRO

El Anexo 6 se describen las fichas de financiamiento.

Referencias

Ablanedo Terrazas, Ileri (2009), "Las organizaciones de la sociedad civil en la legislación mexicana", Washington, D.C., USIAD-ICNL, 63 p.

Aguilar V., Luis F. (2011b), "Políticas públicas y transversalidad", en José María Ramos, José Sosa y Félix Acosta (coords.), *La evaluación de políticas públicas en México*, México, El Colegio de la Frontera Norte/Instituto Nacional de Administración Pública.

Azqueta, 1998. Valoración económica de la calidad del aire. Mc Graw HILL. España

<https://es.scribd.com/doc/144569333/Azqueta-1998-Valoracion-Economica-Calidad-Ambiental-Caps-1-al-3>

Ballester, F. y Boldo, E. (2010). Los efectos de la contaminación del aire sobre la salud de las personas y las poblaciones. Observatorio de Medio Ambiente en España 2010 de DKV Seguros y ECODES "Contaminación atmosférica y salud".

Cámara Minera de México, 2014. Informe Anual 2014 CAMIMEX. 217 p.

Canto Chac, Manuel (2008), "Gobernanza y participación ciudadana en las políticas públicas frente al reto del desarrollo", en *Política y Cultura*, número 30, pp. 9-37.

Carmona Mártir María del Rocío. Evaluación y Reclasificación de las Estaciones del Sistema de Monitoreo Atmosférico que miden Monóxido de Carbono, tesis de maestría del Programa de Maestría y Doctorado de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Autónoma de México. México, 2013.

Center for Civil Society Studies and Mexican Center for Philantropy (2012), *The Mexican Nonprofit Sector in comparative context*. Baltimore, The Johns Hopkins University.

CFE, 2014. Comisión Federal de Electricidad: Informe Anual 2014. 128 p.

CFE, 2015. Programa de Ampliación y Modernización de las Redes Generales de Distribución 2015 – 2019. Abril 2015. 91 p.

Chen, F, and Dudhia, J., 2001: Coupling and Advanced Land Surface-hydrology Model with the Penn State-NCAR MM5 Modeling System. Part I: Model Implementation and Sensitivity. *Mon. Weather Rev.* 129, 569-585.

Chou, M. D., Suarez, M., J., Ho, C. H., Yan, M. M. H. and Lee, K. T., 1998: Parameterization for Cloud Overlapping and Shortwave Single-scattering Properties for Use in General Circulations and Cloud Ensemble Models, *J. Cilm.* 11: 202-214, doi: 10.1175/1520-0442(1998)011<0202: PFCOAS>2.0.CO;2.

Colectivo Ecologista Jalisco, A.C. y Club de Mamás, A.C. (2012) "Encuesta de Percepción de Riesgo sobre la Calidad del Aire en el AMG Enero – abril 2012". Guadalajara, Jalisco, 46 láminas.

Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO₂). Valor normado para la concentración de dióxido de azufre (SO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al dióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Jul 16, 2012.

Diario Oficial de la Federación. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 28 de enero de 1988. Última reforma publicada 06-04-2010.

Demers, Françoise y Alain Lavigne, 2007. *La comunicación pública: una prioridad contemporánea de investigación*; Revista Comunicación y Sociedad; Número 7; pp. 65 – 87.

El Colegio de México, 2010. Los grandes problemas de México; Desarrollo urbano y regional. México 2010.

Elias Castanas, Marilena Kampa, Human health effects of air pollution * Laboratory of Experimental Endocrinology, University of Crete, School of Medicine, P.O. Box 2208, Heraklion, 71003, Greece Received 4 June 2007; accepted 10 June 2007

EPA. BenMAP-CE Quick Start Guide Designed for v1.0.18, 2014

<https://www.epa.gov/benmap/manual-and-appendices-benmap-ce>

EPA. BenMAP, Environmental Benefits Mapping and Analysis Program – Community Edition. User's Manual, 2015. <https://www.epa.gov/benmap/manual-and-appendices-benmap-ce>

Fundación Bariloche, 2004. Manual de usuario. Sistema de Planificación de Alternativas Energéticas de largo plazo (LEAP) 2004.

Grell, G. A., Peckham, S. E., Schmitz, R., McKeen, S. A., Wilczak, J., Eder, B., 2005: Fully coupled "online" chemistry within the WRF model , Atmos. Env., 39, 6957-6975.

Gobierno del Estado de Durango, 2014. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Durango (PEACC-Durango). 334 pp.

Guenther, A. B., P. Zimmerman, P. C. Harley, R. K. Monson and R. Fall, 1993: Isoprene and monoterpene emission rate variability: model evaluations and sensitivity analyses, J. Geophys. Res., 98, 12,609-12,617, doi:10.1029/93JD00527.

Guenther, A. B., P. Zimmerman and M. Wildermuth, 1994: Natural volatile organic compound emission rate estimates for US woodland, landscape, Atmos. Environ., 28, 1197-1210, doi:10.1016/1352-2310(94)90297-6.

Gobierno del Estado de Durango, 2011. Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016. Pp 122.

INEGI, 2014. Anuario estadístico y geográfico de Durango 2014. Instituto Nacional de Estadística y Geografía – México. 464 p.

INEGI, 2010. Censo de población y vivienda 2010. Resultados definitivos.

INEGI, 2011. Panorama sociodemográfico de Durango. Impreso en México, 98 pp.

INEGI, 2012. Perspectiva estadística Durango. Diciembre 2012, 95pp.

INEGI, 2015. Sistema Estatal y municipal de Bases de Datos: Vehículos registrados. <http://sc.inegi.org.mx> Consultado en diciembre 2015.

INECC-PNUD, 2012. Escenarios de mitigación de gases efecto invernadero, carbono negro y otros forzadores climáticos de vida corta, mediante el uso de biocombustibles sólidos. México, 2012.

INEGI, 2015. Anuario estadístico y geográfico de Durango, 2015 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. -- México: INEGI, c2015. 446 p.

INEGI, 2015. Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos 2015. 925p.

INEGI, 2012. Perspectiva estadística Durango: diciembre 2012. 95 p.

INEGI, 2015. Cuenta satélite de las instituciones sin fines de lucro de México 2013, preliminar año base 2008. México, INEGI.

INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010. www.inegi.org.mx

INEGI. Censos Económicos 2014. www.inegi.org.mx

INEGI, 2015. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Quinta versión 2015.

INEGI, 2015. Resultados de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). Cifras durante el tercer trimestre 2015 [13 de noviembre, 2015]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

INEGI. Espacio y datos de México.

<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/?II=25.213796171327836,-104.04894298675538&z=8&ly=1195,1194,1193,1161> (Consulta, 10 de marzo de 2016).

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático e Instituto Nacional de Salud Pública, 2015. *Elaboración de una Propuesta de Índice Nacional de Calidad del Aire*. Consultado en: <http://www.inecc.gob.mx/descargas/calaire/720.pdf> el 19 de diciembre del 2015.

Instituto Nacional de Ecología. Primer catálogo, estaciones de monitoreo atmosférico en México. México, D.F.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Dirección General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental. Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire. http://sinaica.inecc.gob.mx/rama_durango.html Última Actualización: 15 de enero de 2013.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2015. Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental. Estudios ambientales de las emisiones vehiculares, producción de ladrillo, exposición personal a contaminantes, monitoreo de la calidad del aire, hidrocarburos y partículas, en la ciudad Victoria de Durango, Dgo. 127 pp.

Instituto Nacional de Ecología. Cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009). Primera. México, D.F.; 2011.

Instituto Nacional de Ecología. Supervisión técnica y diagnóstico operativo de los Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire de Durango, Dgo. México, D.F.; 2014.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. INECC, 2011. Guía para evaluar los impactos en la salud por la instrumentación de medidas de control de la contaminación atmosférica

Layton, Michael D. y Alejandro Moreno (2013), "Factores clave en la filantropía individual mexicana: la encuesta nacional sobre filantropía y la sociedad civil (ENAFI)". Querétaro, Qro., ponencia presentada en el XIII Congreso de Investigación sobre el Tercer Sector, 9 y 10 de septiembre de 2013.

Lin, Y.-L., R. D. Farley, and H. D. Orville, 1983: Bulk parameterization of the snow field in a cloud model. *J. Climate Appl. Meteor.*, 22, 1065-1092.

Liu, S. C., et al., 1996: Model study of tropospheric trace species distributions during PEM-West A, *J. Geophys. Res.*, 101, 2073-2085, doi:10.1029/95JD02277.

Madronich, S., 1987: Photodissociation in the atmosphere, 1, actinic flux and the effects of ground reflections and clouds, *J. Geophys. Res.*, 92, 9740-9752.

Mlawer, E. J., Taubman, S. J., Brown, P. D., Iacono, M. J. and Clough, S. A., 1997: Radiative Transfer for Inhomogeneous Atmospheres: RRTM, a Validated Correlated-k Model for the Longwave, *J. Geophys. Res.* 102: 16663-16682, doi: 10.1029/97JD00237

Medina García Guillermo *et al*, 2015. Estadísticas climatológicas básicas del Estado de Durango, período 1961 - 2003. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Centro de Investigación Regional Norte-Centro, 2005.

Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Jul 16, 2012.

Naciones Unidas, Convención Marco sobre el Cambio Climático (2015). “Aprobación del Acuerdo de París”. Nueva York, N.U. (Doc. FCCC/CP/2015/L.9). 40 p.

Ortegón, Edgar; Juan Francisco Pacheco y Adriana Prieto (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Santiago de Chile, ILPES, julio de 2005 (Manuales, 42). 124 p.

Organización Mundial de la Salud, 2016. Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

Pleim, J. E., 2006: A simple, efficient solution of flux-profile relationships in the atmospheric surface layer, *J. Appl. Meteor. and Clim.*, 45, 341-347.

Pleim, J. E., 2007: A combined local and non-local closure model for the atmospheric boundary layer. Part I: Model description and testing, *J. Appl. Meteor. And Clim.* 46, 1383-1395.

Reygadas Robles Gil Rafael y Zarco Mera Carlos (2006), *Conociendo la Ley de Fomento. Hacia el fortalecimiento de las Organizaciones Civiles*. México, Comisión de Fomento de las Actividades de las Organizaciones de la Sociedad Civil y Consejo Técnico Consultivo de la Ley Federal de Fomento a las Actividades realizadas por las Organizaciones de la Sociedad Civil.

Rivera, Sergio (coordinador) (2012), *Participación ciudadana y combate a la corrupción*. México, Contraloría Ciudadana para la Rendición de Cuentas.

Riojas-Rodríguez H, Álamo-Hernández U, Texcalac-Sangrador JL, Romieu I. Evaluación de impacto en salud ante reducciones de PM10 y ozono en la Zona Metropolitana del Valle de México. Base para un nuevo programa de calidad del aire *Salud Pública Mex* 2014; 56:579-591.

R. Muñoz C., C. Otuño M., M. Jaimes P., R. Ramos V., V. Páramo (2005). “Path Siting and Design Criteria Review in Mexico City Air Monitoring Network”. 98th Annual Conference & Exhibition of the Air & Waste Management Association. Minneapolis, Minnesota. June.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México.

Samet J, Krewski D. Health effects associated with exposure to ambient air pollution. *J Toxicol Environ Health Part A* 2007; 70:227-242.

SEDESOL (2012), Ley Federal de Fomento a las Actividades realizadas por Organizaciones de la Sociedad Civil, en D.O.F. del 25 de abril de 2012. México.

Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Durango. <http://srnymadgo.gob.mx/es/CalidadAire> (Consulta: 12/12/2015).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Guía para la elaboración de Programas de Gestión de la Calidad del Aire (ProAire) versión 1.0. México, DF.; 2013.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Guía para la elaboración de Programas de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire). México; Segunda edición, 2015.

Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire. Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Durango, <http://calidadaire.durango.gob.mx/index.php> (Consulta: 12/12/2015).

Semarnat, Índice de Participación Ciudadana del Sector Ambiental (IPC Ambiental). Comparativo 2013 (línea base) – 2014 informe de resultados.

SEMARNAT, 2013. Calidad del aire: una práctica de vida. Cuadernos de divulgación ambiental. Primera edición 2013. 28 p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013. Guía de Instrumentación de las medidas de Comunicación Pública y Educación Ambiental del ProAire , Semarnat/ DGGCARETC.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2012. Informe de Evaluación Periodo 2009-2011 del Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Durango 2009 - 2013.

Secretaría de Economía, 2015. Información económica y estatal Durango. México. 12 pp.

Secretaría de Economía, 2015. PROMÉXICO Inversión y Comercio: Durango. 4 pp.

SEMARNAT – CONAFOR, 2014. Inventario Estatal Forestal y de Suelos - Durango 2013. Julio de 2014 Primera edición, México. 160 p.

SEMARNAT, 2015. Glosario Atmósfera. http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_GLOS_AIRE&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce

SENER-CONUEE, 2016. Análisis de la evaluación del consumo eléctrico del sector residencial entre 1982 y 2014 e impactos de ahorro de energía por políticas

públicas. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía. Enero de 2016. Cuadernos de la Conuee No. 1. 15 p.

Schell, B., I. J. Ackermann, H. Hass, F. S. Binkowski, and A. Ebel, 2001: Modeling the formation of secondary organic aerosols within a comprehensive air quality model system, *J. Geophys. Res.* 106, 28,275-28,293, doi:10.1029/2001JD000384.

SN-DIF (2016), "Directorio Nacional de Instituciones de Asistencia Social – DNIAS". México.

Stockwell, W. R., P. Middleton, and J. S. Chang, 1990: The second-generation regional acid deposition model chemical mechanism for regional air quality modeling, *J. Geophys. Res.*, 95, 16,343-16,367.

SRNyMA, COCyTED, 2012. Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto de Invernadero de Durango 2005-2008. Victoria de Durango, Durango. Noviembre de 2012.

U.S. EPA (1998): National Air Quality and Emissions Trend Report. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.

U.S. EPA (1991): Indoor air quality: sick building syndrome (EPA/402-F-94-004). Indoor Air Group, Research Triangle Park, North Carolina.

USA. USEPA (1987): Assessment of health risks to garment workers and certain home residents from exposure to formaldehyde. Office of Pesticides and Toxic Substances, Environmental Protection Agency, Washington DC.