



SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



COLIMA
GOBIERNO DEL ESTADO



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

2017-2021



CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DE LA ZONA

DE ESTUDIO

Localización y superficie territorial

El Estado de Colima se localiza en la región centroccidental de México, en la parte media de la costa meridional del Océano Pacífico. Está comprendido entre las coordenadas geográficas extremas de los paralelos $19^{\circ} 31'$ y $18^{\circ} 41'$ de latitud norte, así como los meridianos $103^{\circ} 29'$ y $104^{\circ} 41'$ de longitud oeste (Figura 1). Colinda al norte, el este y el oeste con el Estado de Jalisco; al sureste, con el Estado de Michoacán, y al sur, con el Océano Pacífico.

Al Estado también pertenece el archipiélago de Revillagigedo, que está conformado por las islas Socorro, San Benedicto, Clarión y Roca Partida, que pertenecen al municipio de Manzanillo, bajo jurisdicción federal [Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED, 1986)].



Figura 1. Ubicación del Estado de Colima

El Estado está constituido por diez municipios, en una extensión territorial de 5455 km², lo cual representa 0.3% de la superficie del territorio nacional. Ocupa el 4° lugar y es de las entidades federativas más pequeñas, después de Morelos, Tlaxcala y el Distrito Federal, mencionados en orden decreciente.

Los municipios que integran el Estado son: Armería, Colima, Cómala, Coquimatlán, Cuauhtémoc, Ixtlahuacán, Manzanillo, Minatitlán, Tecomán y Villa de Álvarez (Figura 2).



Figura 2. División municipal del Estado de Colima.

Orografía

Casi tres cuartas partes de la superficie del Estado están cubiertas por montañas y colinas. Queda comprendido dentro de una derivación de la Sierra Madre del Sur, que se compone de cuatro sistemas montañosos.

Los paisajes son montañosos en todo el Estado, con excepción de los valles en el centro, el norte y la angosta franja costera, donde destaca la bahía de Manzanillo. Los valles comprenden el de Colima, desde las faldas del volcán de Colima, con una inclinación de norte a sur, y el de Armería, cruzado por el río que lleva el mismo nombre.

El Estado se encuentra incluido en dos provincias fisiográficas: Eje Neovolcánico Transversal y Sierra Madre del Sur, que a su vez comprenden tres subprovincias de esta índole: Volcanes de Colima (del Eje Neovolcánico), Sierras de la Costa de Jalisco y Colima y Cordillera Costera del Sur que son estribaciones de la Sierra Madre del Sur (Figura 3).



Figura 3. Subprovincias fisiográficas del Estado de Colima.

Eje Neovolcánico

El Eje Neovolcánico ocupa alrededor del 16 % del territorio del Estado de Colima. Su principal elevación en el Estado es el Volcán de Fuego o de Colima, de 3820 msnm (metros sobre el nivel de mar). Está representada en la entidad por la Subprovincia de los Volcanes de Colima, comprendida al norte del Estado, en la zona conocida como Valle de Colima, y quedan dentro de ella parte de los municipios de Comala, Villa de Álvarez, Colima, Coquimatlán, y Cuauhtémoc; ocupando 888.5 km² de la superficie estatal.

En esta provincia se localizan los Volcanes de Colima, uno apagado y otro activo, conocidos como Nevado de Colima, y Volcán de Fuego o de Colima. El Nevado tiene una altitud de 4240 m.s.n.m. (ubicado en el Estado de Jalisco), y el de Colima con 3820 m.s.n.m. (localizado en los Estados de Jalisco y Colima). La provincia se clasifica según se describe en la tabla 1.

Tabla 1. Composición de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico Transversal.

PROVINCIA FISIAGRÁFICA EJE NEOVOLCÁNICO TRANSVERSAL			
SUBPROVINCIA FISIAGRÁFICA	SISTEMA DE TOPOFORMAS	TOPOFORMAS	UNIDAD DE PAISAJE
Volcanes de Colima	Sierras	Gran sierra volcánica compleja	Barranca de San Antonio
			Barranca La arena
			Arroyo La joya
		Sierra de laderas tendidas	Cerro Los gallos
			Cerro Las lomas
	Lomeríos	Lomerío con cañadas	La Becerrera
			Quesería
			Comala
			Cuauhtémoc
	Valles	Valle de laderas escarpadas	Tene
Fernández			
Agua de Rana			

PROVINCIA FISIAGRÁFICA EJE NEOVOLCÁNICO TRANSVERSAL			
SUBPROVINCIA FISIAGRÁFICA	SISTEMA DE TOPOFORMAS	TOPOFORMAS	UNIDAD DE PAISAJE
	Mesetas	Meseta lávica	Mesa Lagunillas
	Llanuras	Gran llano	Llanura de Colima
			Los Asmoles

Sierra Madre del Sur

Esta provincia limita con la del Eje Neovolcánico y con el Océano Pacífico. Cubre la mayor parte del Estado. Está representada en la entidad por la Subprovincia de las Sierras de la Costa de Jalisco y Colima y la de la Cordillera Costera del Sur. La porción de la primera Subprovincia que penetra en el Estado comprende las zonas conocidas como: la región montañosa occidental, la cuenca del río Marabasco, el valle de Armería y la costa. Ocupa el 62.51 % de la superficie estatal y abarca los municipios de Armería, Manzanillo y Minatitlán; y parte de los de Comala, Coquimatlán, Tecomán y Villa de Álvarez.

La porción colimense de la subprovincia (Cordillera Costera del Sur) se conoce como región del río Salado y ocupa 16.03 % de la superficie del Estado, incluye el municipio de Ixtlahuacán, partes de los de Colima y Tecomán, y pequeñas porciones (alrededor del 10% de los de Coquimatlán y Cuauhtémoc).

La cordillera presenta fundamentalmente dos condiciones: por una parte, sierras de cumbres tendidas, que ocupan prácticamente la mitad de su superficie y no llegan a 2,000 m.s.n.m.; y por otra, un importante llano de piso rocoso, algunos valles ramificados y una pequeña zona de lomeríos suaves.

La geomorfología de las dos subprovincias (Sierras de la Costa de Jalisco y Colima y Cordillera Costera del Sur) que en esta entidad forman la Sierra Madre del Sur se sintetiza en la tabla 2.

Tabla 2. Regionalización fisiográfica de la provincia Sierra Madre del Sur en la subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima.

PROVINCIA FISIOGRÁFICA SIERRA MADRE DEL SUR		
SUBPROVINCIA FISIOGRÁFICA	SISTEMA DE TOPOFORMAS	TOPOFORMAS
Sierras de la Costa de Jalisco y Colima	Sierras	Gran sierra compleja
		Sierra de cumbres tendidas
		Sierra baja compleja con lomeríos
		Sierra baja
	Valles	Valle intermontano
		Valle intermontano con lomeríos
		Valle ramificado
		Valle de laderas escarpadas
	Llanuras	Llanura costera con delta
		Llanura costera con laguna costera
Cordillera Costera del Sur	Sierras	Sierra de cumbres tendidas
		Sierra baja compleja
	Lomeríos	Lomeríos
	Valles	Valle ramificado
	Llanuras	Llanura de piso rocoso

En el Estado de Colima existe un rango altitudinal de 0 a 3820 msnm, esta altura la encontramos en el volcán de Colima. Otras prominencias topográficas destacadas son el Cerro Los Hijos, de 1804 m, en el municipio de Comala, y el de Copales de 1792 m, en el municipio de Minatitlán. En la tabla 3 se mencionan además otras elevaciones menores.

Tabla 3. Principales elevaciones del relieve del Estado de Colima.

Volcanes		
Volcán de Colima	3820	Cuauhtémoc y Comala
Everman	1130	Manzanillo (Isla Socorro)
Cerros		
Los Hijos	1804	Comala
Copales	1792	Minatitlán
Juripichi	1637	Villa de Álvarez
Espumilla	1377	Manzanillo
Barrigón	1274	Coquimatlán y Villa de Álvarez
El Salto	1181	Colima
Los Naranjos	1177	Manzanillo
San Miguel	1072	Tecomán e Ixtlahuacán
La Nancera	1043	Coquimatlán
La Yerbabuena	1024	Colima
La Salvia	1009	

Hidrografía

Los principales ríos de Colima son el Cihuatlán (Chacala, Marabasco o Paticajo), que limita con Jalisco por el oeste; el Armería, que desciende de la Sierra de Cacoma, Jalisco, cruza el Estado de norte a sur y deposita sus aguas en el Océano Pacífico, en Boca de Pascuales; y el Coahuayana, que nace en el Municipio de Tamazula, Jalisco. En el curso superior, al río Coahuayana se le conoce también como Tuxpan y Naranjo. Limita con Jalisco por el oriente y con Michoacán por el suroeste (Figura 4).

Dentro del territorio colimense la corriente más importante es la del río Salado, que nace al norte del Valle de Colima. Recibe las aguas de muchos arroyos de los municipios Cuauhtémoc, Colima e Ixtlahuacán, y confluyen con el río Coahuayana.



Figura 4. Corrientes y cuerpos de agua.

Cuerpos hídricos

En el Estado de Colima se encuentra una serie de cuerpos lagunares continentales y costeros. En sucesión de noroeste a suroeste son: Estero Potrero grande, Lago Achiotos, Peñitas, Laguna de Juluapan, Laguna del Valle de las garzas, Laguna San Pedrito, Laguna Cuyutlán, de 37 km de longitud.

A los vasos III y IV de la laguna de Cuyutlán así como los esteros Chupadero, Tecuanillo, Boca de Pascuales, Media luna y a las lagunas Amela y Alcuahue (Tabla 4), se les designó sitios de importancia internacional para conservación de la biodiversidad (sitio Ramsar).

Tabla 4. Denominación y superficie de cuerpos hídricos.

NOMBRE	HECTÁREAS	MUNICIPIO
Laguna de Alcuzahue.	196.20	Tecomán
Laguna de Amela.	1 009.90	
Esteros Chupadero, Media luna, El pato, El ahogado, El carrizal, El caimán, Tecuanillo, El paraíso, Boca de	263.54	
Laguna Achiotes.	88.09	Manzanillo
Estero Potrero grande.	48.12	
Laguna de Cuyutlán, vasos III y IV.	8 820.19	Armería

En la parte septentrional del Estado existen otros cuerpos lacustres: los lagos La María y Carrizalillo, de usos recreativos, principalmente.

Características hidrológicas relevantes

La porción suroccidental del Estado con una extensión de 1758.42 km², queda comprendida en la región hidrológica Costa de Jalisco; la superficie restante, de 3784.31 km², se ubica dentro de la región Armería–Coahuayana (Figura 5).

El Estado de Colima se encuentra en dos regiones hidrológicas, la región 15, Costa de Jalisco y la región 16, Armería-Coahuayana.



Figura 5. Regiones Hidrológicas del Estado de Colima.

Región hidrológica Costa de Jalisco

Debido a la cercanía de la sierra con la costa, la hidrología está constituida por corrientes poco desarrolladas. En esta región se localiza solamente una porción de la cuenca Río Cihuatlán –Purificación.

La región hidrológica Costa de Jalisco, de la vertiente del Pacífico, se localiza entre los estados de Jalisco y Colima. Los colectores principales son los ríos: Tomatlán, San Nicolás, Cutzamala, Purificación y Cihuatlán, los cuales desembocan en el Océano Pacífico y fuera del Estado de Colima, excepto el río Cihuatlán que constituye el límite entre Jalisco y Colima.

Esta región presenta tres cuencas llamadas: Río Tomatlán-Tecuán, Río San Nicolás Cutzamala y Río Chacala-Purificación.

La cuenca Río Chacala-Purificación se localiza al sureste de la región hidrológica 15, entre los estados de Jalisco y Colima, equivalen al 40.10% de la superficie estatal. En conjunto, la cuenca presenta numerosos afluentes intermitentes con cauces bien definidos y subcolectores de segundo y tercer orden. La pendiente que presenta es fuerte, dado que el relieve del área está constituido por sierra, siendo la más importante la sierra Manantlán, que es parte aguas de las regiones hidrológicas 15 y 16. Esta cuenca se divide en tres subcuencas: "Laguna Cuyutlán", "Río Chacala" y "Río Purificación", las dos primeras comprenden parte del Estado.

Región Hidrológica Armería–Coahuayana

La región 16, Armería-Coahuayana, está constituida por dos cuencas drenadas por los ríos Armería y Tuxpan o Coahuayana, ocupando mayor parte del área del estado de Colima, las corrientes mencionadas se originan en el estado de Jalisco. El río Coahuayana, es el colector principal y se origina por la unión de varios arroyos en la sierra Del Tigre a 2530 msnm (en Jalisco); el curso del río es sur-suroeste cuya longitud es de 152 Km. hasta desembocar en el Océano Pacífico. Se le nombra río Tamazula y Río Tuxpan en Jalisco; a partir de las inmediaciones de la estación Tonilita, se le llama el río Naranja y representa el límite entre los Estados de Colima y Jalisco; casi al final, entre su confluencia con el río Salado hasta su desembocadura, se llama Coahuayana y constituye el límite entre las entidades de Colima y Michoacán. Del río Coahuayana se utilizan en Colima 104 Mm³ con propósitos agrícolas; el área beneficiada es de 6200 ha. En el distrito de riego Tecomán (zona Coahuayana); mediante un canal que alimenta al lago Ámela se derivan también 82 Mm³, a partir del cual se distribuyen para beneficiar 4800 ha. Los 22 Mm³ restantes, se captan mediante otra toma, situada aguas debajo de la anterior para regar 1400 ha.

Cuenca Río Cihuatlán–Purificación

Dos corrientes importantes conforman esta cuenca. El río Purificación que se encuentra en el estado de Jalisco, en el municipio de Cihuatlán, corriente que en su tercio final, constituye el límite austral de Colima con el estado de Jalisco. Subcuenca intermedias son la correspondiente a la laguna de Cuyutlán y a la del río Cihuatlán o Marabasco.

Cuenca Río Coahuayana

La mayor parte del año, el río Coahuayana conduce un caudal considerable. Su cuenca ocupa una superficie de 665.72 km² de la entidad, desde su inicio hasta su desembocadura, en Boca de Apiza, al norte de la Bahía de San Telmo. Recorre una distancia aproximada de 152 km. Subcuenca intermedias son el río Coahuayana y las lagunas Alcuzahue y Amela.

Cuenca Río Armería

En Colima comprende una superficie de 1835.79 km². El río Armería, cuya denominación previa a su transcurso por el Estado es San Pedro, recorre un trayecto de 294 km desde su nacimiento hasta su desembocadura, en Boca de Pascuales. Existe una subcuenca intermedia: Río Armería.

Dentro del Estado, en esta cuenca existe sólo un almacenamiento de agua en uso la laguna de Amela, con capacidad útil de 26,009 millones de m³, que irrigan una superficie de 5557 ha.

Climatología

Uno de los mayores atributos naturales del Estado, lo constituye su clima con una temperatura promedio anual de 26.4 °C, y una precipitación pluvial de 1007 mm. De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García

(1973) en el estado de Colima impera el clima cálido subhúmedo (alrededor del 83% de la superficie), distinguiéndose tres subgrupos en función del régimen de humedad (Awo, Aw1 y Aw2). El Awo es dominante presentándose principalmente en la región costera y las zonas bajas del valle de Tecomán.

Como se describe en la Tabla 5 el clima Aw0(w), descrito como cálido subhúmedo con lluvias en verano, el menos húmedo de los cálidos subhúmedos, es el dominante: 62.2 % de cobertura estatal, seguido por el BS1(h')w(w), semiseco muy cálido con lluvias en verano (13.8 %), el Aw1(w), cálido subhúmedo con lluvias en verano, intermedio en grado de humedad (7.9 %), y el Aw2(w), cálido subhúmedo con lluvias en verano, el más húmedo de los cálidos subhúmedos (6.3 %).

Del grupo de los templados, el C(w2), templado subhúmedo con lluvias en verano, el más húmedo de los templados subhúmedos: >5% de lluvia invernal, comprende 1.2 %, el C(w2)(w), templado subhúmedo con lluvias en verano, el más húmedo de los templados subhúmedos, 0.8 %, y el C(E)(w2), templado subhúmedo extremo con lluvias en verano, 0.2 % (SEDUR, 2012).

Tabla 5. Climas del Estado de Colima.

CLAVE	DESCRIPCIÓN		SUPERFICIE (%)
(A)C(wo)(w)	Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	Intermedio en grado de humedad. Mes más frío <18 °C	1.3
(A)C(w2)(w)		El más húmedo de los semicálidos subhúmedos	3.7
(A)C(w1)(w)		Intermedio en grado de humedad	2.5
Aw0(w)	Cálido subhúmedo con lluvias en verano	El menos húmedo de los cálidos subhúmedos	62.2
Aw1(w)		Intermedio en grado de humedad	7.9
Aw2(w)		El más húmedo de los cálidos subhúmedos	6.3

CLAVE	DESCRIPCIÓN		SUPERFICIE (%)
BS1(h')w(w)	Semiseco muy cálido con lluvias en verano		13.8
C(E)(w2)	Templado subhúmedo	Extremoso, con lluvias en verano	0.2
C(w2)		Con lluvias en verano. El más húmedo de los templados	>5 % de lluvia invernal
C(w2)(w)		subhúmedos	•
Total			100.0

Distribución de los climas en el Estado



Figura 6. Mapa de Climas del Estado de Colima

Uso de suelo y vegetación

En el Estado de Colima el uso de suelo y vegetación está constituido de la forma siguiente:

Tabla 6. Tipos de uso de suelo y vegetación del Estado de Colima.

USO DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN	ÁREA (km ²)
Agrícola-pecuaria-forestal	2400.63
Asentamientos humanos y zona u.	129.16
Bosque de coníferas	15.28
Bosque de encino y pino-encino	497.01
Bosque mesofilo de montaña	23.37
Cuerpo de agua	81.02
Desprovisto de vegetación	8.24
Pastizal	7.5
Pastizal inducido	41.73
Selva caducifolia	1677.23
Selva espinosa	8.38
Selva subcaducifolia	602.7
Sin vegetación aparente	7.09
Vegetación de dunas costeras	15.55
Vegetación hidrófila	83.01
Vegetación inducida	36.32

Fuente: Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie IV de INEGI

De la superficie total dedicada al cultivo, destaca la siembra de maíz, sorgo, caña de azúcar y café (como cultivos temporales); arroz, hortalizas, praderas y, en menor escala, árboles frutales (como cultivos de riego). En ciertas regiones es importante el cultivo de limón, palma de coco y plátano (Figura 7).

Mapa de uso de suelo y vegetación

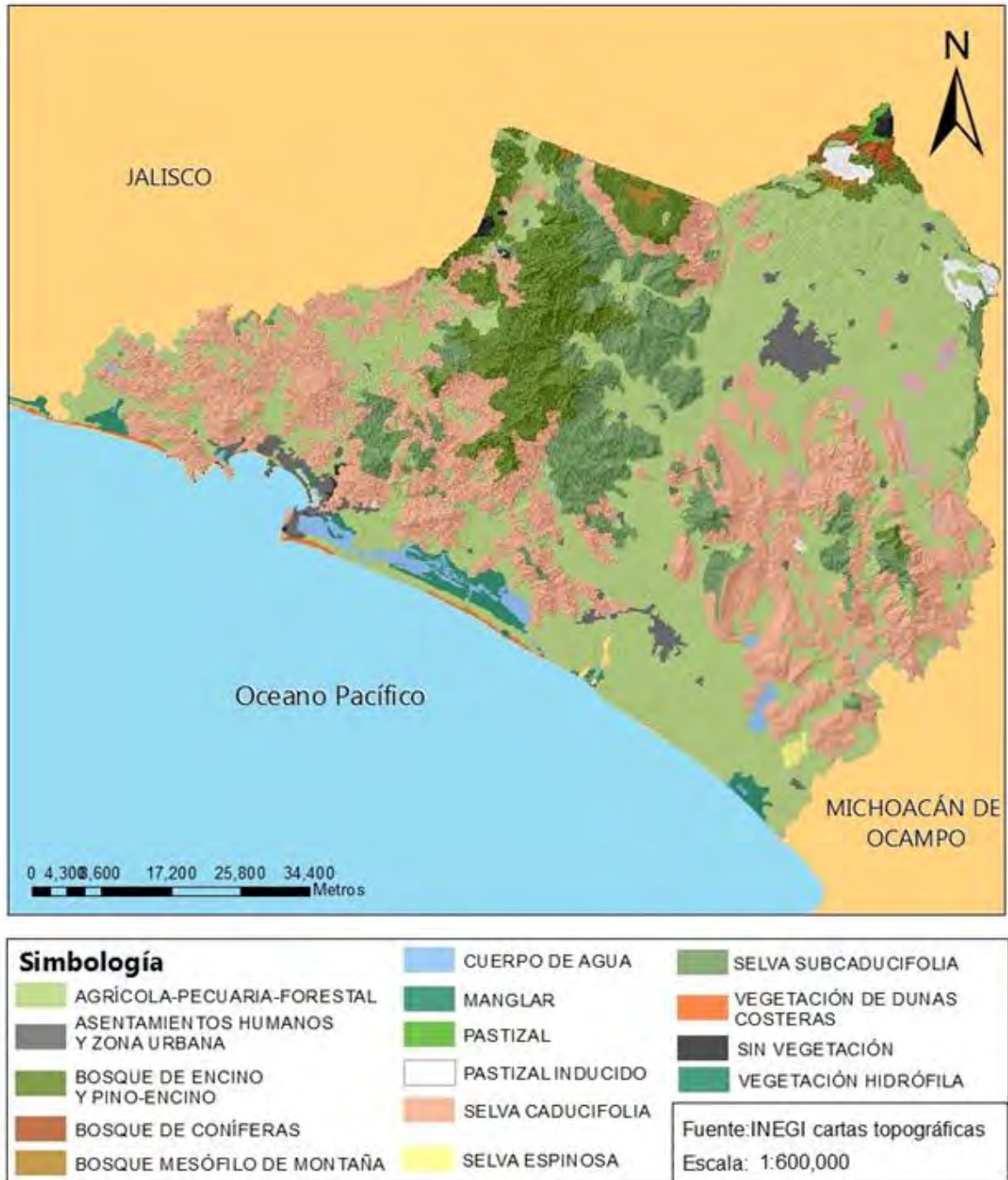


Figura 7. Mapa de uso de suelo y vegetación

Edafología

El estado de Colima presenta una composición de suelos muy variada, siendo los más dominantes Regosol con 29.66% de la superficie estatal, Phaeozem con 19.59% y Leptosol con 18.92 %.

En la región del Valle de Colima, donde el relieve es un plano inclinado de norte a sur, los suelos son, aluviales, o derivados de rocas o cenizas volcánicas. Sus texturas son muy diversas y varían desde gruesas o arenosas, hasta muy finas o arcillosa.

- Los principales suelos en el sistema de topoformas gran sierra volcánica compleja son: andosoles y cambisoles húmicos.
- En la sierra de laderas tendidas, dominan los suelos someros, los más profundos son los feozems, también están presentes el regosol eutríco y la rendzina que se hallan asociados a litosoles.
- En el lomerío suave con cañadas, que se localiza en las faldas del volcán, se presentan suelos de tipo cambisol, entre los que dominan los húmicos; pero también encontramos dístricos (infértiles) y feozems de tipo háplico.
- En el valle de laderas tendidas y meseta lávica predomina el feozem háplico, asociado a vertisol pélico, litosol y feozem cálcrico.
- En el gran llano dominan los feozems háplicos, se encuentran también vertisoles crómicos y pélicos.
- En el sistema de topoformas de la gran sierra compleja, se presentan suelos de origen residual, poco desarrollados y con texturas arenosas o medias, entre los que domina el regosol eutríco, suelo derivado de granito, frecuentemente asociado al regosol dístrico, litosol, cambisol y feozem
- En las sierras de cumbres tendidas dominan los suelos poco profundos denominados rendzinas, frecuentemente asociados a litosoles y regosoles calcáricos y eutrícos.

- En los sistemas de valles predominan los regosoles y cambisoles asociados a fluvisoles, planosoles eutrícos y feozems.
- En las llanuras costeras domina el regosol eutríco, asociado a feozems háplicos, litosoles y fluvisoles eutrícos.
- En las áreas de inundación cercanas a la costa dominan los solonchaks en su fase sódica y los gleysoles en su fase salina, que no permiten el desarrollo de cultivos.

En la Tabla 7 se muestran los porcentajes de los tipos de suelos dominantes y la región en la que se encuentran.

Tabla 7. Porcentaje de superficie estatal por tipo de suelo

Tipo de Suelo	Municipios	% de Superficie	Características
Andosol	Minatitlán Comala	1.08	Estos suelos tienen su origen a partir de actividad volcánica, cuentan con vegetación de pino-encino-abeto, entre otras. Tienen uso en la agricultura presentando rendimientos bajos. Se usan con pastos naturales o inducidos, principalmente con pastos amacollados y con ganado ovino; Este suelo con un uso forestal es el que menos se erosiona.
Arenosol	Tecomán	0.50	Son suelos que se localizan en zonas tropicales o templadas, ocasionalmente en zonas áridas; la vegetación puede ser selva, bosque o matorral pero escasa. Presenta susceptibilidad a erosión que va de media a alta, su textura es arenosa y no se utiliza en ninguna actividad productiva.
Calcisol	Tecomán	0.15	En las regiones más secas son frecuentes los calcisoles. Su principal característica es que son pobres en materia orgánica. La infiltración del agua durante periodos húmedos es muy escasa y la fuerte evaporación durante los secos propicia la acumulación de sales o carbonatos en la superficie.

Cambisol	Manzanillo Armería Minatitlán Villa de Álvarez Cauahémoc	4.23	Suelos jóvenes, poco desarrollados, se presentan en cualquier clima excepto en zonas áridas. Pueden tener cualquier tipo de vegetación y se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa que parece más suelo de roca, estos suelos forman los tepetates.
Chernozem	Tecomán	1.29	Son suelos que se encuentran en zonas semiáridas o de transición hacia climas más lluviosos. En condiciones naturales tienen vegetación de pastizal con algunas áreas de matorral. Se caracterizan por tener una capa superior de color gris o negro, rica en materia orgánica y nutriente, y acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo. Son moderadamente susceptibles a la erosión, salvo el caso de la subunidad de Chernozem lúvico que es muy susceptible a ella.
Fluvisol	Manzanillo Tecomán Armería Coquimatlán Villa de Álvarez Comala Cauahémoc	5.33	Formados por materiales arrastrados por agua, son suelos muy poco desarrollados. Se encuentran siempre cercanos a lagos o sierras donde desciende el agua hacia los llanos, así como en los lechos de los ríos. La vegetación que presenta va desde selva hasta matorrales y pastizales.
Gleysol	Tecomán Manzanillo	0.10	Suelo presente en zonas donde se acumula y estanca el agua, cuando menos en época de lluvias. La vegetación generalmente es pastizal, tienen uso en la ganadería de bovinos con rendimiento moderado a alto.
Kastañozem	Tecomán	0.19	Estos suelos se encuentran en zonas semiáridas o de transición hacia climas más lluviosos. En condiciones naturales tienen vegetación de pastizal, con algunas áreas de matorral. Se caracterizan por presentar una capa superior de color pardo o rojizo oscuros, rica en materia orgánica y nutriente; y acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo. Son moderadamente susceptibles a la erosión, salvo el caso de lasubunidad de Castañozem lúvico que es muy susceptible a ella.

Leptosol	Manzanillo Tecomán Ixtlahuacán Colima Coquimatlán Villa de Álvarez Minatitlán Comala Cauhtémoc	18.92	Suelo de reducido espesor, se origina tanto en rocas como en material no consolidado. Son suelos poco o nada atractivos para cultivo, presentan potencialidad muy limitada para cultivo arbóreo o para pastos.
Luvisol	Colima Cauhtémoc Comala	1.87	Suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas, en ocasiones pueden encontrarse en climas algo más secos. Su vegetación puede ser bosque o selva; se usan con fines agrícolas y tienen rendimientos moderados.
Phaeozem	Manzanillo Tecomán Armería Ixtlahuacán Colima Cauhtémoc Comala Villa de Álvarez	19.59	Se caracteriza por presentarse en zonas semidesérticas hasta tropicales muy lluviosas y en terrenos planos o montañosos. La capa superficial del phaeozem es oscura rica en materias orgánicas y nutrientes. Los phaeozems ubicados en terrenos planos se utilizan en agricultura de riego y temporal de granos, legumbres y hortalizas, con altos rendimientos.
Regosol	Manzanillo Tecomán Armería Ixtlahuacán Coquimatlán Colima Minatitlán Comala	29.66	Son suelos que se pueden presentar en todos los climas, suelen tener uso agrícola dependiendo de su profundidad y de que no presenten pedregosidad. En el centro del país estos suelos se cultivan principalmente granos con rendimientos moderados o bajos. Con pastizales cultivados o inducidos pueden dar buenas utilidades en la ganadería; el uso forestal es muy importante y sus rendimientos sobresalientes.

Solonchak	Manzanillo Tecomán Armería	1.67	Formados por el arrastre de sedimentos fluviales o coluviales, su textura puede ser arenosa hasta arcillosa. Este tipo de suelo sufre de inundación en época de lluvias por lo que no es de uso agrícola, suele tener rendimiento en pastoreo en época de sequía.
Umbrisol	Cuauhtémoc	1.80	Predominan terrenos de climas fríos y húmedos de regiones montañosas con poco o ningún déficit hídrico. Estos suelos soportan vegetación de bosque o pastizal extensivo; bajo un buen manejo pueden usarse para cultivo de cereales, raíces, té y café.
Vertisol	Armería Tecomán Ixtlahuacán Colima Coquimatlán Villa de Álvarez	8.65	Estos suelos se presentan en climas templados y cálidos, en zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación propia de estos suelos son los pastizales y matorrales, su uso agrícola es extenso y de altos rendimientos; son suelos fértiles pero presentan problemas en su labranza, de inundación y drenaje.
Otros		4.15	

Fuente: INEGI. Continúo Nacional del Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos, Escala 1: 250,000, serie II. Anuario Estadístico y Geográfico de Colima, 2014.

Flora y fauna

Flora

Del Estado de Colima se tiene un registro de 139 familias botánicas, 525 géneros y 866 especies, indicativo de gran diversidad existente en la zona. Tres familias la representan mayormente: leguminosas (106 especies), gramíneas (73) y Compositae o Asteraceae (57 especies), que conjuntamente constituyen el 28 % del total de la flora.

Fauna

En cuanto a la fauna se tiene registro de 87 especies de mamíferos y 350 de aves, lo cual significa 20 % y 30 %, respectivamente, de las especies existentes en el país. Además habitan el 5 % de los reptiles y el 5 % de los anfibios de México (Tabla 8). De ellos, 33 % y 63 % son endémicos de Colima. Falta profundizar en el conocimiento de las especies de invertebrados y de la fauna dulceacuícola y marina que habitan en el territorio estatal.

Tabla 8. Porcentaje de la fauna vertebrada terrestre en México existente en Colima.

ESPECIES EXISTENTES			
TAXA	MÉXICO*	COLIMA*	%
Amphibia	295	26	5
Reptilia	705	81	5
Aves	1 060	437	30
Mammalia	466	153	20

*Fuente: Flores y Gerez, 1991.

Áreas naturales protegidas

En el Estado de Colima existen cuatro Áreas Naturales Protegidas bajo decreto federal (Figura 8). Estas áreas ocupan una superficie de 22 756.16 ha, equivalentes al 4 % del territorio estatal sujetas a régimen de protección (Tabla 9).

Tabla 9. Áreas naturales protegidas.

NOMBRE	EXTENSIÓN (ha)	MUNICIPIO
Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán	139 577.13	Comala y Minatitlán*
Zona de Refugio de Flora y Fauna Silvestre El Jabalí	5 178.56	Comala
Parque Nacional Nevado de Colima	9 375.00	Comala y Cuauhtémoc**
Área de Protección de los Recursos Naturales Las	167.01	Comala

Huertas		
Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo	636 685.38 terrestres 621 302.01 marinas	Manzanillo

* Compartidas con los municipios de Autlán, Cuautitlán, Casimiro Castillo, Tolimán y Tuxcacuesco, Estado de Jalisco.
 ** 17 % (1 594 ha); el 83 % restante, en Jalisco.



Figura 8. Áreas Naturales Protegidas y sitios Ramsar.

Meteorología

En el Estado ocurren precipitaciones que varían de 501 mm hasta más de 1978 mm anuales, bajo un régimen completamente de verano. La mayor parte del territorio se cubre por lluvias anuales inferiores a 1000 mm. Los lomeríos y el volcán reciben precipitaciones más copiosas.

Los meses más lluviosos son junio, julio, agosto, septiembre y octubre, en estos meses se concentra cerca de 90.4 % del total de lluvias anuales. Los meses de lluvia moderada, entre 20 y 40 mm, son noviembre, diciembre, enero y mayo. Por último, los meses más secos del año, con menos de 15 mm anuales, son febrero, marzo y abril.

En la Tabla 10, se presenta la precipitación pluvial total anual histórica del Estado hasta el año 2009.

Tabla 10. Precipitación total anual en el estado de Colima.

ESTACIÓN	PERÍODO		PRECIPITACIÓN PLUVIAL (mm)				
			PROMEDIO	DEL AÑO MÁS			
				SECO	LLUVIOSO		
Callejones	De	1944	a	2009	944.0	189.1	1 539.1
Cuauhtémoc		1948			228.7	864.0	1 726.4
Armería		1949			790.8	236.3	1 502.6
Manzanillo Observatorio		1961			946.3	393.3	1 553.5
Minatitlán					1535.2	837.9	2 747.0
Veladero de los Otates		1965			884.7	444.0	1 514.9
Observatorio de Colima		1967			963.0	382.6	1 792.4
ETA Comala		1988			1012.7	635.0	1 431.8

Fuente: CNA. Registro mensual de precipitación pluvial, en mm. Inédito.

Por su ubicación geográfica y su orografía, el Estado de Colima cuenta con gran variabilidad térmica, desde el litoral costero, que luego deviene en ligeras elevaciones, continúa en prominencias mayores y culmina en la cumbre del Volcán de Fuego.

En la tabla 11 se muestran los datos de la temperatura media anual histórica del Estado.

Tabla 11. Temperatura media anual en el Estado de Colima.

ESTACIÓN	PERÍODO			TEMPERATURA °C			
				PROMEDIO	DEL AÑO MÁS		
					FRÍO	CALUROSO	
Callejones	De	1946	a	2009	26.5	23.6	28.4
Armería		1948			26.5	23.5	28.7
Manzanillo Observatorio		1961			26.4	20.4	27.5
Minatitlán		1965			23.3	21.3	26.4
Observatorio de Colima		1966			25.5	23.9	28.1
Veladero de los otates					25.3	24.0	26.8
Cuauhtémoc		1981			23.7	21.5	25.2
ETA Comala		1987			24.1	23.0	24.9

Fuente: CNA. Registro mensual de temperatura media, en °C. Inédito.

El Estado de Colima, por estar situado en la región central occidental del país, está sujeto a la influencia de sistemas anticiclónicos provenientes del sur de Estados Unidos, el Golfo de México o el Océano Pacífico. Estos sistemas ocasionan gran estabilidad atmosférica, que inhibe el mezclado vertical del aire. Así mismo, debido a su latitud, cercana a los 19° N, recibe abundante radiación solar, lo cual propicia que su atmósfera sea altamente fotoreactiva.

Durante la época del verano, al Estado de Colima le afecta entrada de aire cálido y húmedo procedente principalmente del Océano Pacífico, que provoca altas temperaturas y favorece el movimiento vertical ascendente del aire. Por ello disminuyen la ocurrencia, la intensidad y el espesor de las inversiones térmicas.

Debido al constante avance de ondas tropicales provenientes del Golfo de México y del Mar Caribe, así como la de ciclones tropicales originados en el Océano Pacífico, se incrementa el contenido de humedad en la región. Esto provoca

importantes cantidades de lluvia y vientos componentes del este, principalmente durante agosto y septiembre.

Durante el invierno, el anticiclón semipermanente del Pacífico (es decir la zona de alta presión, con movimiento descendente del aire y vientos débiles en superficie), el descenso de latitud genera vientos occidentales que favorecen la entrada de aire marítimo tropical, con menor contenido de humedad, pero aun así genera lluvias, aunque de poca intensidad.

Además, la incursión de la Corriente de Chorro Subtropical, con vientos máximos en los niveles superiores de la atmósfera, que puede incrementar la intensidad del viento en superficie y aumentar el aporte de humedad. Durante la misma época ocurren invasiones de masas de aire frío y seco que penetran por el norte del país y provocan descensos de temperatura.

En el periodo de 2000 a 2014 la velocidad del viento promedio fue de 1.2 m/s de valor mínimo registrado y 5.5 m/s de valor máximo registrado, mientras que en el mismo periodo el valor mínimo de humedad relativa registrado fue de 50.3% y el valor máximo de 81.8%.

Cuencas atmosféricas del Estado de Colima

Para facilitar la gestión de la calidad del aire, internacionalmente se ha propuesto una metodología basada en planeación y manejo de las cuencas atmosféricas. En la Propuesta de reglamento de la LGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera (Iniestra, 2008), a la cuenca atmosférica se le define con el término siguiente:

Espacio geográfico delimitado parcial o totalmente por elevaciones montañosas u otros atributos naturales con características meteorológicas y climáticas afines, donde la calidad del aire a nivel estacional está influenciada por las fuentes de emisión antropogénicas y naturales en el interior de la misma (*sic*) y, en ciertos casos, por el transporte de contaminantes provenientes de otras cuencas atmosféricas.

En base al análisis realizado del tipo de circulación de viento, las condiciones fisiográficas del Estado y la dispersión de pluma contaminante, se identificaron dos cuencas atmosféricas, una abierta hacia el Estado de Jalisco, que comprende los municipios de Minatitlán y Manzanillo, y la segunda cuenca atmosférica que corre a lo largo de la cuenca del río Armería y que abarca a los 8 municipios restantes. En la primera cuenca atmosférica (Figura 9), se localizan dos subcuencas atmosféricas: una en Minatitlán y la otra en Manzanillo. En la segunda cuenca atmosférica se localiza una subcuenca atmosférica, sobre los municipios de Ixtlahuacán y Tecomán.

En el Capítulo 2 del presente documento, se describe la metodología, análisis y resultados del trabajo realizado para obtener la delimitación de las cuencas atmosféricas.

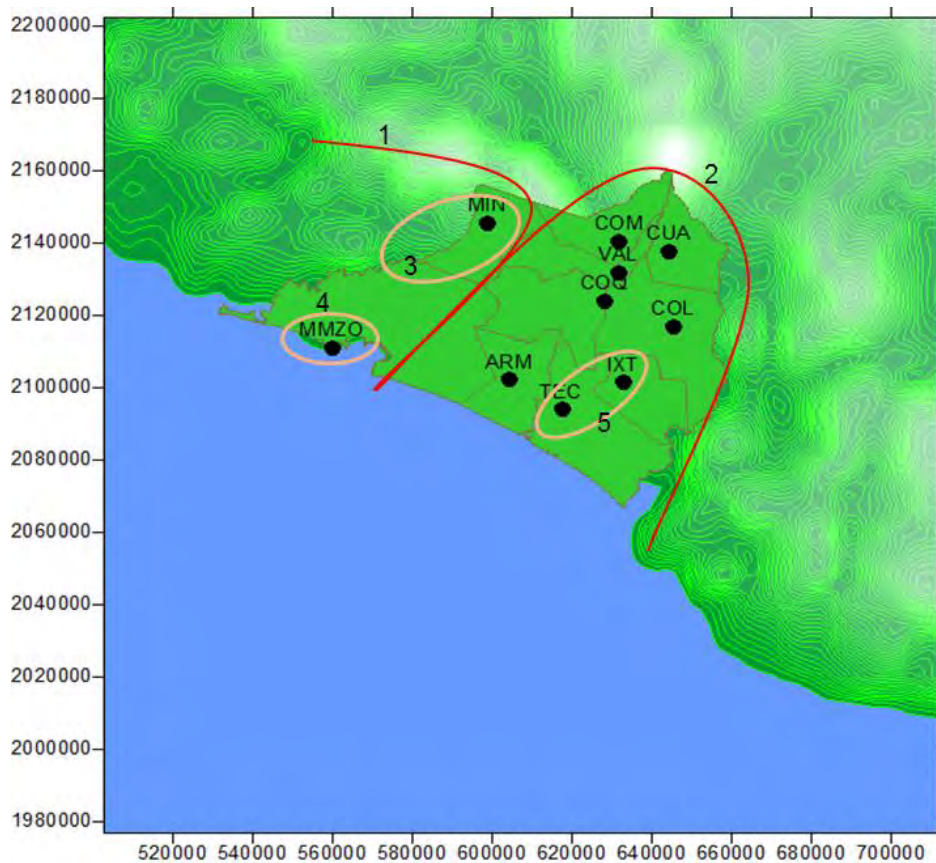


Figura 9. Ubicación y extensión de cuencas (1 y 2) y subcuencas (3,4 y 5) atmosféricas del Estado de Colima

Demografía

Dinámica de la población

De conformidad con el anuario estadístico del censo emprendido por el INEGI acerca de población y vivienda 2010, la población total era de 650 555 habitantes: 327 765 mujeres y 322 790 hombres.

Datos de los censos de población históricos provenientes del INEGI (2000, 2005 y 2010) relativos al Estado de Colima revelan que la tasa de crecimiento del período 2000–2010 fue de 1.77 %, la cual ha disminuido paulatinamente.

El crecimiento poblacional está ocurriendo en los centros urbanos de Colima, Manzanillo, Tecomán y Villa de Álvarez. En cambio en las poblaciones rurales han disminuido los habitantes.

Si se consideran las tasas de incremento demográfico estatal del año 2000 al 2010, la proyección poblacional comprendida partir del año 2010 al 2034 es la que se grafica en la Figura 10.



Figura 10. Gráfica de tendencia poblacional 2010-2034.

Composición

La población de Colima en 2010 alcanzó 658 910 habitantes, de los cuales el 50.5 por ciento eran hombres y 49.5 por ciento mujeres, respecto del total nacional de 114 255, 555 personas, representa el 0.6 por ciento. La mayor parte de la población se encuentra en edades jóvenes, ya que el cincuenta por ciento se acumula entre cero y 25.9 años de edad, (Tabla 12). Por una parte, el grupo correspondiente a los menores de un año es el mayoritario de la pirámide poblacional y presenta pocas variaciones hasta los quince años de edad.

Tabla 12. Población estimada por sexo y grupos quinquenales de edad del año 2010.

Grupos de edad	Total	Hombres	Mujeres
Total	658 910	326 149	332 761
0-4	62 212	31 892	30 320
5-9	61 236	31 272	29 964
10-14	61 374	31 299	30 076
15-19	62 445	31 470	30 974
20-24	60 045	29 706	30 338
25-29	56 075	27 243	28 832
30-34	52 975	25 484	27 492
35-39	48 712	23 523	25 189
40-44	42 945	20 840	22 106
45-49	36 717	17 846	18 870
50-54	30 784	15 104	15 680
55-59	24 307	12 033	12 274
60-64	18 469	9078	9391
65-69	13 950	6789	7161
70-74	10 109	4888	5221
75-79	7167	3415	3752
80-84	4705	2176	2529
85 y más	4683	2092	2591
Edad mediana	25.9	25.3	26.5

Fuente: Dinámica demográfica 1990-2010 y proyecciones de población 2010-2030. (CONAPO)

Educación

Las personas en las edades de 3 a 5 años se establecen como referencia de la potencial demanda de educación preescolar; en 2013 en Colima, el 5.4 por ciento de la población total se encuentra en este grupo de edad. En términos de volumen, equivale a 37 731 infantes, de los cuales 19 065 son niños y 18 666 son niñas.

El grupo compuesto por la población de 6 a 11 años es el referente para la demanda potencial del nivel de educación primaria. Para el año 2013, dicho grupo asciende a 75 789 personas y representa 10.9 por ciento del total de la población del Estado: 38 830 hombres y 36 959 mujeres.

Por los años que se requieren para completar la educación primaria, la población de este grupo de edad aumentara a 77 675 personas en 2018 y a 80 093 al 2030. En Colima ya se ha alcanzado la cobertura universal en primaria y la relativa estabilidad de esta población constituye una oportunidad para elevar la calidad de la educación así como aprovechar la oportunidad que representa la educación de escuelas de tiempo completo con diferentes modalidades de reforzamiento de capacidades fundamentales para la vida.

Otro grupo de atención educativa es el compuesto por las personas entre 15 y 17 años de edad, donde se ubica la población objetivo del nivel medio superior, en Colima se estiman 37 631 jóvenes entre 15 a 17 años en 2013.

Los jóvenes de 18 a 24 años de edad constituyen la población objetivo de la educación superior que atenderán en el futuro las necesidades sociales y se anticiparán a ellas. En este empeño, la consideración del volumen y ubicación de la población potencial es esencial para el desarrollo de acciones necesarias para alcanzar a toda la población. En Colima se estima que en 2013 la población de 18 a 24 años es de 88 433 jóvenes.

Desarrollo económico

Sector económico primario

Un aspecto relevante de la economía colimense reside en su vocación agropecuaria, forestal, acuícola y pesquera, que ha aportado gran soporte a la economía estatal: 8.5% de su producto interno bruto (PIB). El Estado de Colima cuenta con una superficie de 545 mil 500 hectáreas, distribuidas en 161 004 con potencial agrícola, 100 mil 700 dedicadas a la ganadería, aproximadamente 300 mil en actividades forestales, y el resto en otras actividades.

Forestal

Colima tiene una superficie total de 5627 km² de los cuales 3156 km² está comprendido por terreno forestal (bosque, selva baja, zona árida, vegetación hidrófila y áreas perturbadas). La actividad forestal es mínima, debido al tipo de vegetación que prevalece en la región (selva baja caducifolia), lo que origina que se obtengan productos de bajo valor, mala conformación de trozas y relativamente reducidas dimensiones de las mismas. El recurso forestal se emplea en la región para satisfacer las necesidades del medio rural. Principalmente en la producción de leña para combustible, materiales para construcción, postes, forrajes para el ganado, además de la obtención de productos de la medicina tradicional. De la superficie total forestal que cuenta el Estado de Colima, solo 305,881 has presentan actividad alguna, no necesariamente de aprovechamiento forestal en rollo, pero si para usos comunes, como leña, extracción de resina, etc. (INEGI 2013).

Agricultura

Colima es un Estado cuya actividad principal es el comercio y prestación de servicios básicos, debido a su pequeña extensión no cuenta con mucho terreno agrícola como Zacatecas, Hidalgo, etc. La principal actividad agrícola es la

producción de caña de azúcar, limón, plátano, papayo y palma de coco, estos cultivos cubren más de 1500 has de cultivo a nivel estatal. Para el año 2011 Colima tuvo una producción de 1 millón 275 mil 111 toneladas de caña de azúcar para el 2011 y de limón de 493 686 toneladas. Es importante recalcar que Colima ha estado en los primeros lugares nacionales e internacionales en lo que se refiere a la producción de limón y coco, compitiendo a nivel nacional con el municipio de Apatzingán en Michoacán en la producción de limón, y con Indonesia a nivel internacional en la producción de coco de agua (INEGI 2013).

Ganadería

Colima es el vigésimo primer productor nacional de aves, el vigésimo séptimo en producción de porcino.

En el Estado existe oportunidad de crecer en el sector pecuario, ya que una de las fortalezas de éste sector es una excelente ubicación geográfica para los mercados internacionales, por otro lado la operación libre de enfermedades ya que desde 1998 no se han presentado casos de fiebre porcina y Aujeszki, en el sector bovino se erradicó la tuberculosis y brucelosis además de la influenza aviar. Actualmente se busca el fomento de esta actividad. (SEDER 2007)

Pesca

Colima es un Estado que cuenta con un litoral costero de más de 70 km, de la cual subsisten más de 200 familias de esta actividad económica. Los volúmenes y valor de la producción de pesca y acuicultura en peso desembarcado por destino y especie para el año 2006, fueron por 24 187 toneladas de las siguientes especies: atún, barrilete, bonito, camarón de altamar, camarón de estero, calamar, jaiba, langosta, langostino, pulpo, baqueta, curbina, guachinango, jurel, lenguado, lisa y otros con un valor de \$ 208 798.00 pesos. Anuario Estadístico de Colima 2007. Las principales especies capturadas durante esta actividad son; huachinango, barrilete, camarón, pargo, atún, tiburón, sardina, etc. Es importante mencionar que el puerto de Manzanillo es el principal productor y procesador de pescado en el

Estado, ya que cuenta con la atunera Tuny y usan barcos para más de 50 toneladas de carga, mientras que para los municipios de Armería y Tecomán su pesca es del tipo artesanal, tanto en el mar como en los cuerpos de agua dulce, usando trasmallos, tarrayas y anzuelos. De pesca y acuicultura hay 179 unidades económicas, que emplean a 2,027 personas. Esta actividad ha disminuido notablemente.

Minería

En cuanto a minerales metálicos, la actividad minera en el Estado de Colima se emprende sólo en los municipios de Ixtlahuacán y Minatitlán, donde se realiza extracción de mineral de hierro. Respecto de minerales no metálicos, los municipios donde se emprende esta actividad son Armería, Ixtlahuacán, Manzanillo, Minatitlán y Tecomán.

Sector económico secundario

Industria

Las actividades industriales en Colima no son muy diversificadas. Los productos destacados de este ramo son embotelladoras, estructuras metálicas, conservas alimentarias, molienda de cereales, muebles de madera, imprenta, editoriales, cemento, cal, yeso y productos lácteos. En gran parte el desarrollo ha ocurrido por influencia del puerto de Manzanillo.

Salineras

La producción de sal constituye una actividad importante para algunas comunidades de los municipios de Manzanillo y Armería, principalmente las cercanas a la laguna de Cuyutlán. Dentro de este cuerpo hídrico existen zonas aptas para desarrollar la extracción de sal, sobre todo del vaso tres (Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima).

Sector económico terciario

La economía del Estado de Colima se caracteriza mayormente por el sector de servicios, con participación de alrededor de 72 por ciento. Destaca que sus condiciones naturales favorecen el desarrollo de una gama diversificada de actividades económicas, tales como turismo, transporte marítimo comercial, actividades agropecuarias, de pesca, silvicultura y minería, las cuales dinamizan el crecimiento de la economía estatal y el empleo en los 10 municipios.

En este sentido el Estado ocupa el primer lugar nacional en producción de limón y de *pellets* de mineral de hierro, y el segundo lugar nacional en producción de copra y captura de atún, barrilete y bonito.

El puerto de Manzanillo es líder nacional en manejo de carga en contenedores, en cuyo rubro sobresale incremento del tráfico de mercancía entre Asia y América.

Turismo

El turismo es una de las actividades importantes en el Estado, principalmente en la costa. A menudo se suscitan conflictos trascendentes causados por el desarrollo de este emprendimiento, principalmente por zonas de ecosistemas naturales, tales como zonas de manglar y dunas costeras.

Una modalidad económica alternativa es el ecoturismo, que se beneficia de ecosistemas conservados para desarrollarse. Esta variante ocurre principalmente en el Nevado de Colima, zonas boscosas y manglares.

En el Índice de Competitividad Turística de los Estados Mexicanos 2010, Colima ocupa la posición novena. Manzanillo es el sexto lugar entre los destinos turísticos del Pacífico (Plan Estatal de Desarrollo 2009–2015).

Tabla 13. Sectores productivos en el Estado de Colima.

SECTOR PRODUCTIVO	UNIDADES ECONÓMICAS*	PERSONAL OCUPADO TOTAL	PRODUCCIÓN BRUTA TOTAL (MILES DE PESOS)
Primario	252	4 573	4 731 835
Secundario	2 774	22 626	25 116 474
Terciario	23 077	101 690	19 131 721

*No es el total de unidades económicas porque la información está protegida.

Vías de comunicación

Una de las principales ventajas competitivas del Estado de Colima son sus vías de comunicación. Ocho de los diez municipios cuentan con autopistas de cuatro carriles. La red que intercomunica las ciudades colimenses totaliza 971 kilómetros, que lo convierte en uno de los estados bien comunicados entre sí y con el resto del país.

La comunicación terrestre de Colima se complementa con la línea ferroviaria procedente de Guadalajara, Jal. Cruza la entidad de noreste a suroeste, pasando por las estaciones de Alzada, La estancia, La báscula, Tecomán, Armería, Cuyutlán, hasta llegar al puerto de Manzanillo. El Estado cuenta con 232.9 km de vías férreas.

El Estado de Colima cuenta con el puerto de Manzanillo, que es el más importante del país en las costas del Océano Pacífico. Su principal actividad económica es la comercial y en menor escala es la turística.

En el Estado se ubican el Aeropuerto Internacional Playa de Oro, con una longitud de pista de 2,245 m, y el Buena Vista, en el municipio de Cuauhtémoc (Figura 11).



Figura 11. Carreteras y aeropuertos del Estado de Colima

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA DE ESTUDIO

Introducción

En este capítulo se presenta la información correspondiente a la calidad del aire en el Estado de Colima, incluyendo lo que se tiene en sistemas de monitoreo, campañas y medidas que realiza el gobierno para disminuir la emisión de contaminantes a la atmósfera.

La contaminación del aire tiene varios impactos adversos en una comunidad, ya que pone en riesgo la salud de la población, degrada la visibilidad, puede influir en las oportunidades de expansión económica a escala local o regional. Dado que la contaminación de aire puede abarcar a una o más comunidades, las medidas para prevenir o disminuir la mala calidad del aire, requieren de esfuerzos conjuntos a nivel regional. Para implementar medidas de control de la contaminación atmosférica, se requiere conocer las emisiones que hay en la región, es decir, realizar un inventario de emisiones, contar con mediciones de calidad del aire y meteorológicas, esto con la finalidad de conocer la distribución de los contaminantes en una región particular y conocer los límites hasta donde son transportados estos contaminantes.

El Gobierno del Estado de Colima está empeñado en proporcionarle a sus ciudadanos un medio ambiente que le permita desarrollar todas sus actividades sin que sean impactadas por la contaminación o el deterioro ambiental, y que, mediante el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de Colima, se efectúe un diagnóstico de la calidad del aire en el Estado y se logre plantear las medidas y acciones que se requieren para evitar su deterioro.

Sistema de Monitoreo Atmosférico

En el Estado de Colima se cuenta con una estación de monitoreo atmosférico oficial, que se localiza en el municipio de Villa de Álvarez; en tanto que la Comisión Federal de Electricidad (CFE) cuenta con tres estaciones de monitoreo atmosférico en el municipio de Manzanillo.

Estación de Monitoreo Atmosférico Villa de Álvarez

Esta estación fija de monitoreo atmosférico automático inició su operación en el mes de enero de 2014, siendo el Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Colima (IMADES), el responsable de su operación y funcionamiento.

La estación de monitoreo se localiza en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Colima (ITC), con dirección Av. Tecnológico No. 1 Villa de Álvarez, A.P. 10 y 128, Villa de Álvarez, Colima. C.P. 28976 (Figura 12). La ubicación georreferenciada de la estación en Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) Zona 13, son: Coordenada Este 634,094, Coordenada Norte 2,130,328¹.

Como se mencionó anteriormente, la estación está funcionando desde enero de 2014 en forma continua, pero todavía no se cuenta con la evaluación de la conformidad de la Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012 por una Unidad de Verificación acreditada y aprobada ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA). Se sigue trabajando para obtener la certificación y que los

¹ FUENTE: Google Earth. Image © 2015 Digital Globe

datos obtenidos del monitoreo permitan el análisis temporal de la calidad del aire del sitio.

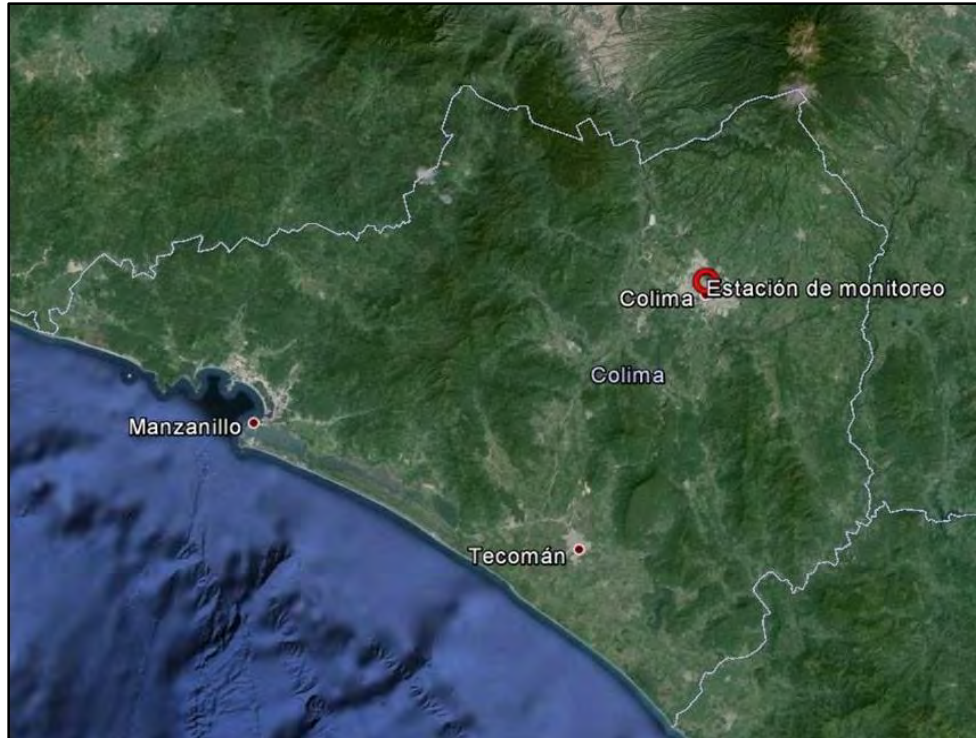


Figura 12. Ubicación de la estación de monitoreo atmosférico en el municipio de Villa de Álvarez.

Fuente: Google Earth. Image © 2015 Digital Globe.

Estación de monitoreo atmosférico en Villa de Álvarez

Tabla 14. Parámetros de medición de la estación de monitoreo de Villa de Álvarez.

PARAMETRO		UNIDADES
Nombre	Nomenclatura	
Ozono	O ₃	Partes por billón (ppb)
Dióxido de Nitrógeno	NO ₂	Partes por billón (ppb)
Monóxido de Nitrógeno	NO	Partes por billón (ppb)
Dióxido de azufre	SO ₂	Partes por billón (ppb)
Monóxido de carbono	CO	Partes por millón (ppm)

Partículas suspendidas con diámetro igual o menor de 10 micras	PM ₁₀	Microgramos por metro cúbico (µg/m ³)
Partículas suspendidas con diámetro igual o menor de 2.5 micras	PM _{2.5}	Microgramos por metro cúbico (µg/m ³)
Presión barométrica	P _{bar}	mBar
Radiación solar		W/m ²
Temperatura	T	°C
Humedad relativa	H _{rel}	%
Precipitación pluvial	-	mm
Dirección del viento	-	°A
Velocidad del viento	-	Km/h

La selección del sitio para instalar la estación de monitoreo se basó principalmente en las facilidades de infraestructura y de seguridad con que cuenta el Instituto Tecnológico de Colima, para lo cual, el Gobierno de Colima suscribió un Convenio de Colaboración con dicha institución educativa, considerando también que dicha infraestructura se ubica en la zona conurbada de Colima Villa de Álvarez.

A continuación, se muestran algunas fotografías del interior y exterior de la estación de monitoreo de la calidad del aire ubicada en Villa de Álvarez.



Figura 13. Exterior de la caseta de monitoreo.



Figura 14. Equipo de medición de la estación de monitoreo.



Figura 15. Tanque de la mezcla de gases SO₂/NO.

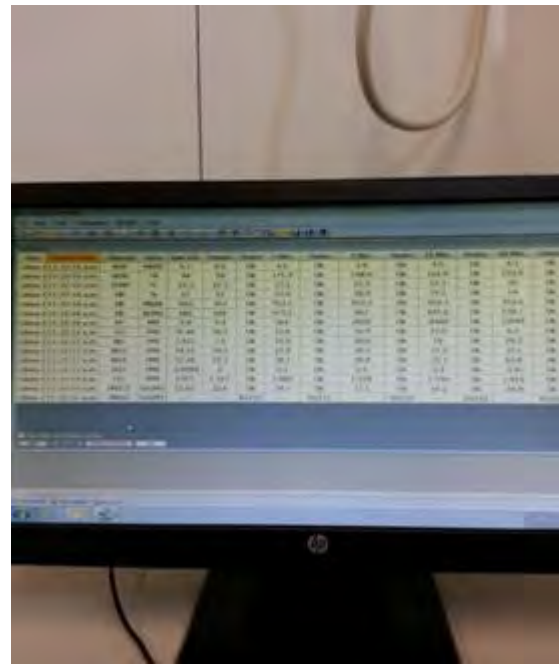


Figura 16. Datos capturados en la estación de monitoreo.

Estaciones de Monitoreo Atmosférico de la Comisión Federal de Electricidad.

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) cuenta con tres estaciones de monitoreo atmosférico propias, las cuales están ubicadas en el Municipio de Manzanillo, Colima, y se encuentran operando desde el año de 1995, de acuerdo con lo señalado por el área responsable de la operación de las estaciones de monitoreo.

La estación de monitoreo No. 1 se localiza dentro de las instalaciones de la CFE ubicadas en la zona de Manzanillo, la estación de monitoreo No. 2 se localiza en la zona hotelera de Manzanillo y la estación de monitoreo No. 3 se localiza en el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 12, localizada en la comunidad de Campos (Figura 17). En la Tabla 15 se presentan los datos de localización de cada una de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire de la CFE.

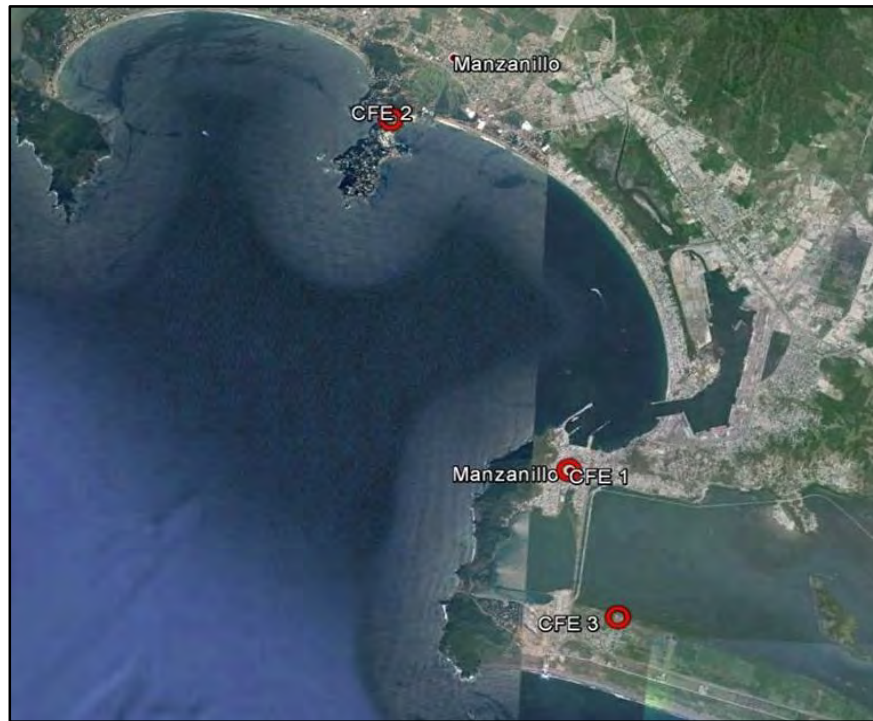


Figura 17. Ubicación de las estaciones de monitoreo atmosférico de la CFE en el Municipio de Manzanillo. Fuente: Google Earth. Image © 2015 Digital Globe.

Tabla 15. Localización de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire de la CFE en Manzanillo, Colima.

DATOS	ESTACION DE MONITOREO		
	1	2	3
Ubicación	Centro de Manzanillo	Zona hotelera	Campos
Coordenada Este	571,833	568,636	572,757
Coordenada Norte	2,106,558	2,112,419	2,104,087

Es importante destacar que, a decir del área responsable de la CFE, las estaciones de monitoreo No. 2 y 3 fueron cambiadas de su posición original para ser reubicadas en áreas más sensibles como lo representa la comunidad de Campos, vecina a las instalaciones de la termoeléctrica y la zona hotelera de

Manzanillo; esto basado en los resultados de estudios de calidad del aire², en tanto que la estación de monitoreo No.1 quedó en el mismo sitio.

En la tabla 16 se muestran los parámetros que son medidos en cada una de las estaciones de monitoreo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en donde es importante mencionar que no se realiza el monitoreo de la concentración de ozono (O₃), partículas suspendidas con diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}), monóxido de carbono (% CO) y la precipitación pluvial.

Tabla 16. Parámetros de medición de la estación de monitoreo de la CFE en Manzanillo, Colima.

PARAMETRO		UNIDADES
Nombre	Nomenclatura	
Dióxido de Nitrógeno	NO ₂	Partes por billón (ppb)
Monóxido de Nitrógeno	NO	Partes por billón (ppb)
Dióxido de azufre	SO ₂	Partes por billón (ppb)
Partículas suspendidas con diámetro igual o mayor de 10 micras	PM ₁₀	Microgramos por metro cúbico (µg/m ³)
Presión barométrica	P _{bar}	mBar
Radiación solar	-	W/m ₂
Temperatura	T	°C
Humedad relativa	H _{rel}	%
Dirección del viento	-	°A
Velocidad del viento	-	Km/h

A continuación, se muestran algunas fotografías de las estaciones de medición atmosférica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

² Las estaciones de monitoreo instaladas por la CFE, se realizó como parte de un seguimiento a la calidad del aire que permitiera de manera continua dar seguimiento a la evolución de la calidad del aire ambiente, con datos duros.

**Estación de Monitoreo Atmosférico No. 1 de la Comisión Federal de
Electricidad**

Figura 18. Exterior de la caseta de monitoreo.



Figura 19. . Instrumentos de medición para medir la concentración de NO, NO₂, NO_x y SO₂ y para material particulado (PM₁₀).



Figura 20. Cilindro con la mezcla de gases SO₂ / NO.



Figura 21. Unidad sensora para material particulado (PM₁₀).

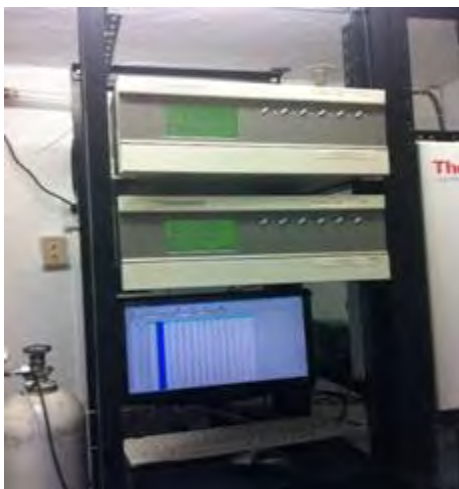
**Estación de Monitoreo Atmosférico No. 2 de la Comisión Federal de
Electricidad**

Figura 22. Instrumentos para la medición de la concentración de SO_2 , NO , NO_2 y NO_x .



Figura 23. Unidad sensora



Figura 24. Calibrador de gases.



Figura 25. Cilindro de la mezcla de gases SO_2 / NO .

**Estación de Monitoreo Atmosférico No. 3 de la Comisión Federal de
Electricidad.**

Figura 26. Exterior de la caseta de monitoreo ubicada en el techo de un edificio.



Figura 27. Instrumentos para la medición de la concentración de SO₂, NO, NO₂ y NO_x.

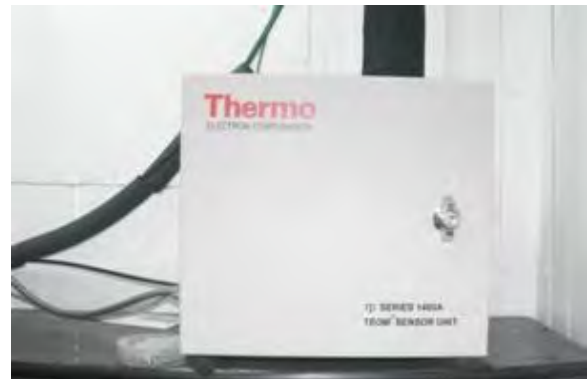


Figura 28. Equipo muestreador de partículas PM₁₀.



Figura 29. Módulo de control PM₁₀.

Verificación del cumplimiento de la NOM-156-SEMARNAT-2012

La Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012 (NOM-156) tiene como objetivo especificar las condiciones mínimas que deben ser observadas para el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire, y establece que su campo de aplicación será en todo el territorio nacional y 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 criterios primarios a la atmósfera.
- Conurbaciones.
- 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.

En este sentido a las estaciones de monitoreo atmosférico anteriormente descritas, es decir la ubicada en el municipio de Villa de Álvarez y las tres pertenecientes a la CFE en el municipio de Manzanillo se les realizó su revisión de campo y documental para revisar su estatus; la primera de ellas en relación con los requerimientos señalados en la NOM-156-SEMARNAT-2012.

Estación de monitoreo atmosférico localizada en el municipio de Villa de Álvarez

La estación de monitoreo de Villa de Álvarez se encuentra operando desde enero del año 2014. Durante la revisión realizada al personal responsable de su

operación, no presentó un documento para evidenciar cómo fueron atendidos los criterios del numeral 6 de la Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012. Considerando las características básicas de los sistemas de monitoreo, se cumple con la conformación de una estación fija la cual está equipada con sistemas de adquisición y transmisión continua de la información, así como con sistemas de almacenamiento. En cuanto a los sistemas de seguridad necesarios para evitar pérdidas en los registros de información, sólo cumple con el control ambiental interno, es decir los registros al sistema automático y su revisión diaria; se requiere que se fortalezca contar con planta de respaldo de energía eléctrica, sistema contra incendio, unidades automáticas de respaldo. Así mismo, se sugiere área para mantenimiento y almacén de refacciones, soporte técnico y calibración de equipos.

En cuanto a las instalaciones, la caseta de monitoreo cumple con las especificaciones, al estar construida de un material resistente a la intemperie, tener un espacio designado para los cilindros de gases de calibración, los equipos están conectados a corriente regulada sujeta al piso y protegida contra las inclemencias del tiempo, pero no cuenta con espacio suficiente para el desarrollo de actividades de mantenimiento básico e inspección.

La operación de la estación no cumple con un procedimiento documentado de evaluación de rutina, ni con bitácora o formatos donde se muestren los resultados de la evaluación. La operación del centro de control no cumple con la recolección de datos en forma continua. Los datos son almacenados en discos duros dentro de la misma estación y no se realiza la revisión diaria de los datos colectados de forma continua que permita comprobar el cumplimiento de los niveles fijados por la normatividad vigente y la validación de los datos³. Cabe señalar que durante la verificación efectuada el 17 de octubre de 2014, la estación no estaba arrojando datos de velocidad y dirección del viento desde febrero de 2014, y la medición de

³ Del 6 de marzo al 1 de abril de 2014, así como a partir del 10 de diciembre de 2014 no se registraron datos de ozono, por problemas en la calibración del instrumento.

PM₁₀ y PM_{2.5} tampoco se estaba efectuando por falla en el monitor de partículas, el cual quedó fuera de operación desde septiembre de 2013.

A su vez, no se presentaron procedimientos específicos de seguridad y atención de emergencias, ni objetivos y manual de gestión del aseguramiento y control de la calidad; ni procedimientos para la selección y adquisición de instrumentos de medición y equipos soporte de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire y muestreo de contaminantes; tampoco se realiza el manejo de los datos.

Red de monitoreo perteneciente a la CFE en el municipio de Manzanillo, Colima

La red de monitoreo perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) fue construida para satisfacer necesidades de información propias de la Comisión, por lo cual, no es requisito que cumplan con la NOM-156-SEMARNAT-2012; sin embargo, se reafirma la importancia que tienen los datos recabados por la misma.

Contaminantes Del Aire

Los principales contaminantes del aire se han clasificado en dos grupos: contaminantes criterio y contaminantes no criterio. Para los primeros existe normatividad específica, en la cual se establecen los límites de concentraciones permisibles de cada uno de los contaminantes para protección de la salud, y son los siguientes:

1. Bióxido de azufre (SO₂)
2. Bióxido de nitrógeno (NO₂)
3. Material Particulado (PM)
4. Plomo (Pb)
5. Monóxido de carbono (CO)
6. Ozono (O₃)

Valores límites de los contaminantes normados

En la tabla 17 se presentan los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas vigentes y aplicables en materia de contaminación del aire y protección a la salud, la cual fue tomada de la página del INECC y actualizada.

Tabla 17. Límites normados para los contaminantes del aire en México.

N°	Contaminante	Límites			Normas Oficiales Mexicanas
		Exposición aguda		Exposición crónica	
		Concentración y tiempo para el promedio	Frecuencia máxima aceptable	Concentración y tiempo para el promedio	
1	Partículas menores de 10 micrómetros (PM_{10})	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (prom 24 hrs)	-	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (prom anual)	NOM-025-SSA1-2014
2	Partículas menores de 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)	45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (prom 24 hrs)	-	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (prom anual)	
3	Ozono (O_3)	0.095 ppm (prom. horario)	Nunca debe ser rebasado	-	NOM-020-SSA1-2014
4		0.070 ppm (prom. móvil 8 horas)	Máx. en un año	-	
5	Bióxido de azufre (SO_2)	0.11 ppm (288 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (24 horas)	1 vez al año	0.025 ppm (66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (promedio)	NOM-022-SSA1-2010

6		0.200 (ppm) (524 µg/m³) (prom. 8 hrs)	2 veces al año	anual)	
7	<i>Monóxido de carbono (CO)</i>	11 ppm (prom móvil 8 horas) (12,595 µg/m³)	1 vez al año	-	NOM-021-SSA1-1993
8	<i>Bióxido de nitrógeno (NO₂)</i>	0.21 ppm (1 hora) (395 µg/m³)	1 vez al año	-	NOM-023-SSA1-1993

Fuente: Tabla actualizada del INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO (INECC), MÉXICO, 2013-<http://www.inecc.gob.mx/calair-indicadores/585-calair-val-normados> (Actualizado Martes, 11 de Junio de 2013 19:03).

INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AIRE

Para el análisis de los indicadores de calidad del aire en el Estado de Colima sólo se trabajó con la estación de monitoreo con que cuenta el IMADES, ubicada en el Municipio de Villa de Álvarez.

Como se mencionó anteriormente, esta estación comenzó su operación en enero de 2014, por lo cual, el periodo analizado comprende de enero a diciembre de 2014, y los contaminantes monitoreados son:

- Ozono (O₃)
- NO
- NO_x
- NO₂
- SO₂
- CO

La medición de PM₁₀ y PM_{2.5} no se efectuó en el año analizado por falla en el monitor de partículas, mismo que está fuera de operación desde el mes de septiembre del 2014, por lo que no se presenta información.

Cabe señalar que, durante la verificación efectuada el 17 de octubre de 2014, la estación no estaba arrojando datos de velocidad y dirección del viento desde febrero de 2014.

Ozono

El análisis de los datos de la concentración de ozono obtenidos por la estación de monitoreo, mostró que el valor máximo horario en el periodo analizado fue 0.037 ppm, registrado el día 16 de mayo del 2014, mismo que es inferior a la concentración horaria normada por la NOM-020-SSA1-2014 de 0.095 ppm. En la Figura 30 se muestran los valores máximos horarios obtenidos en cada mes del año 2014.

En relación a la concentración promedio mensual de ozono, el registro mostró que ésta osciló en el rango de 0.006 a 0.013 ppm. En la figura 31 se puede observar el comportamiento de la concentración promedio mensual durante el año 2014.

Con relación a los datos horarios de la medición de la concentración de ozono en el aire ambiente, es importante mencionar que del 6 al 31 de marzo de 2014 se tuvieron 26 días sin generación de datos, por lo que el número de días con información en este mes fue de 16.13%.

Así mismo, del 10 al 31 de diciembre de 2014 se tuvieron 22 días sin generación de datos, por lo que el número de días con información de la concentración de ozono en el aire ambiente fue del 29.03%. En este sentido, se podría decir que en los meses de marzo y diciembre de 2014, no se generó información suficiente para poder analizar la evolución de la concentración de ozono en el aire ambiente; sin embargo, en las figuras 30 y 31 se incluyó la información disponible durante los meses mencionados para fines de ilustración.

Durante la verificación de campo de la estación de monitoreo, el responsable de su operación indicó que la causa de la falta de datos en los periodos señalados se había debido a problemas con la calibración del instrumento y a la asignación de una partida presupuestal para que se ejecute dicho programa y se compren refacciones para contar con un stock, así como también a la falta de personal que diariamente esté verificando la información que se genera y registrando en bitácora los principales problemas que van surgiendo.

En ningún día del 2014 se rebasó el valor límite para ozono indicado en la NOM-020-SSA1-2014.

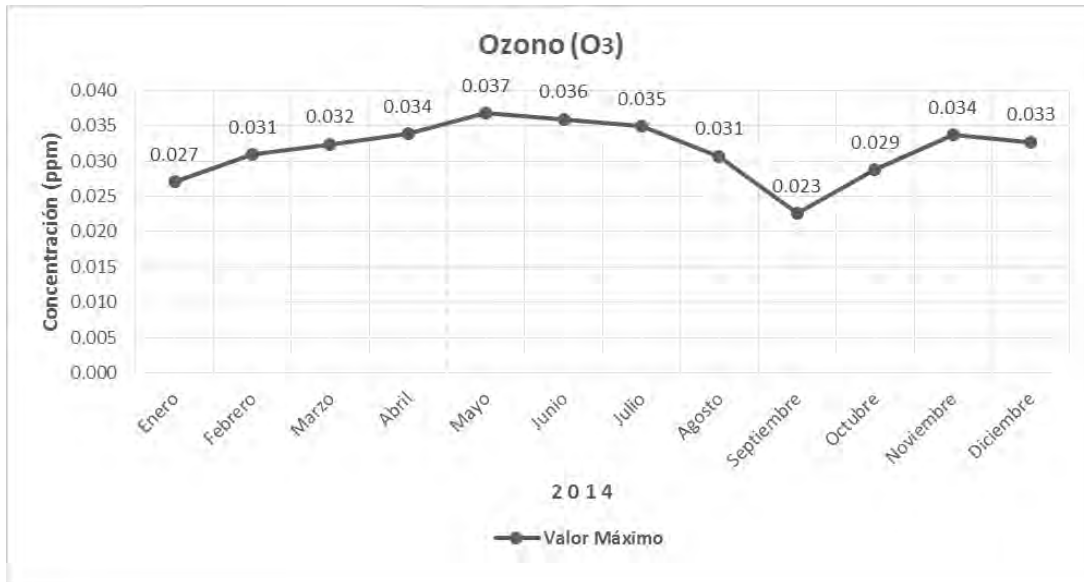


Figura 30. Valores máximos mensuales de ozono en la estación de monitoreo de calidad del aire ubicada en Villa de Álvarez.

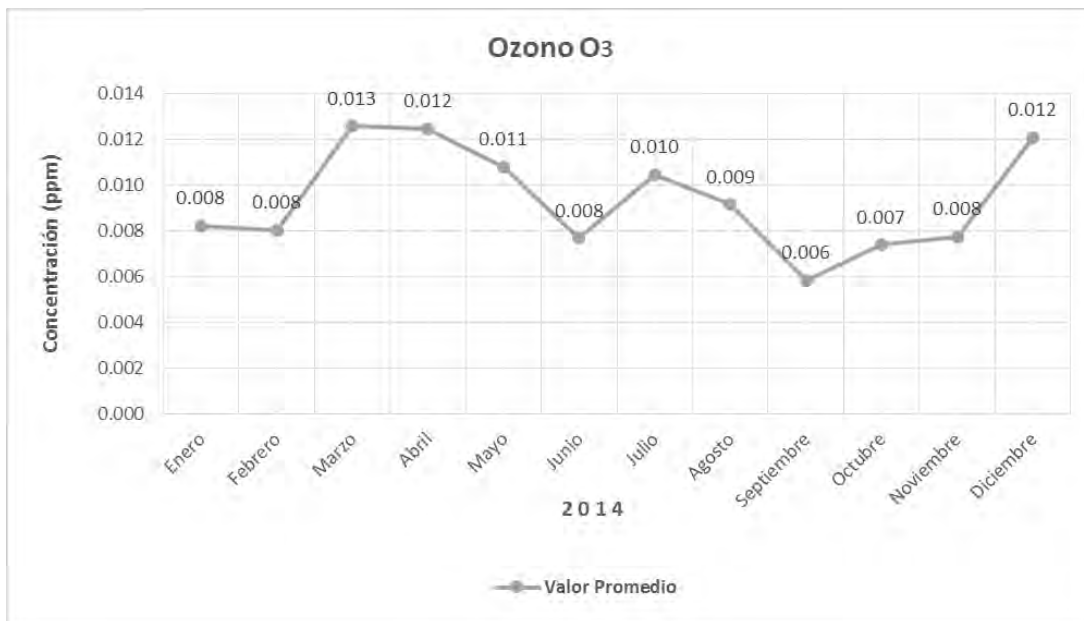


Figura 31. Valores promedio mensuales de ozono en la estación de monitoreo de calidad del aire ubicada en Villa de Álvarez.

Bióxido de Nitrógeno (NO₂)

El análisis de los datos de la concentración del bióxido de nitrógeno (NO₂) obtenidos por la estación de monitoreo, mostró que el valor máximo horario en el periodo analizado fue 0.262 ppm, registrado el día 10 de octubre del 2014, mismo que está por arriba de la concentración horaria normada por la NOM-023-SSA1-1993, que es de 0.210 ppm. En la Figura 32 se muestran los valores máximos horarios obtenidos en cada mes del año 2014.

En relación a la concentración promedio mensual de dióxido de nitrógeno, el registro mostró que ésta osciló en el rango de 0.014 a 0.017 ppm. En la figura 33 se puede observar el comportamiento de la concentración promedio mensual durante el año 2014.

Como ya fue señalado con anterioridad, en el mes de diciembre de 2014 la estación de monitoreo no generó información suficiente que permitiera analizar la evolución de la concentración del NO₂ en el aire ambiente; sin embargo, en las figuras 32 y 33 se incluyó la información disponible durante diciembre para fines ilustrativos.

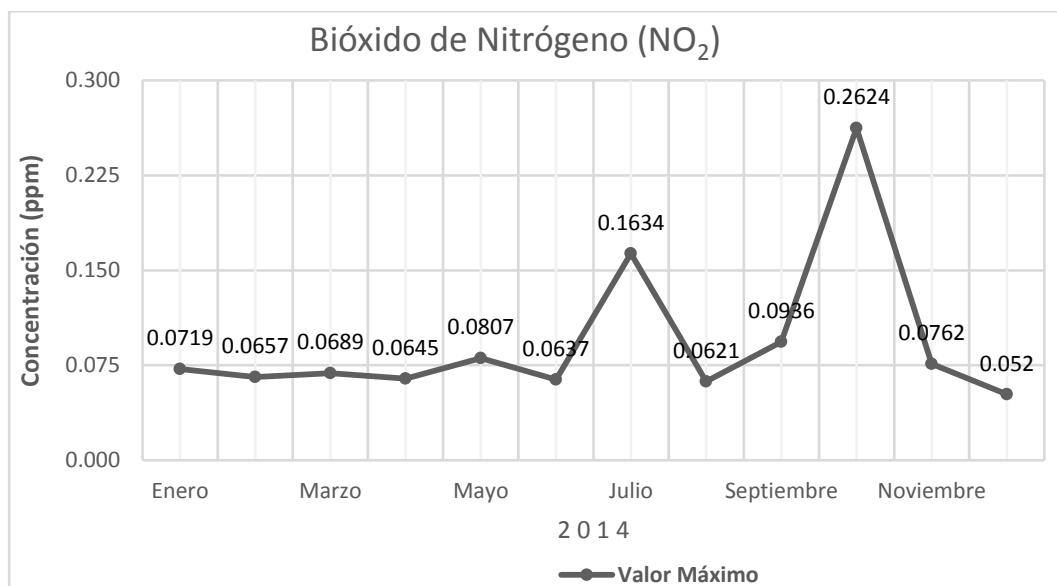


Figura 32. Valores máximos mensuales de bióxido de nitrógeno (NO₂) en la estación de monitoreo de calidad del aire ubicada en Villa de Álvarez.

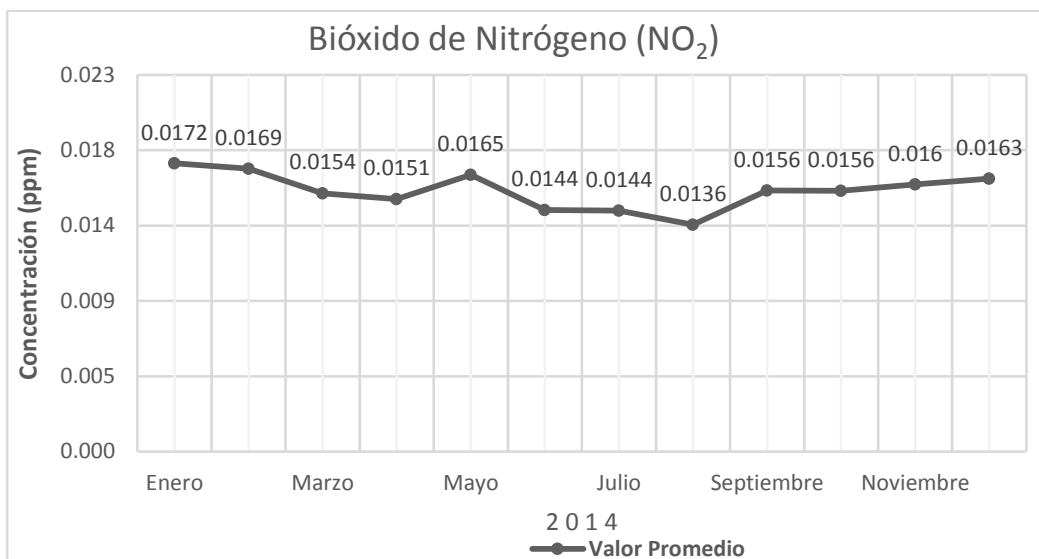


Figura 33. Valores promedio mensuales de bióxido de nitrógeno (NO₂) en la estación de monitoreo de calidad del aire ubicada en Villa de Álvarez.

Bióxido de Azufre (SO₂)

El análisis de los datos de la concentración del bióxido de azufre (SO₂) obtenido por la estación de monitoreo, mostró que el valor máximo horario en el periodo analizado fue 0.0233 ppm, registrado el día 7 de abril 2014, que, si bien no existe un valor normado para datos horarios, es inferior al valor de 0.11 ppm, valor máximo permisible como promedio de 24 horas, de acuerdo a la NOM-022-SSA1-2010. En la Figura 34 se muestran los valores máximos horarios obtenidos en cada mes del año 2014. En relación a la concentración promedio mensual de dióxido de azufre, el registro mostró que esta osciló en el rango de 0.0001 a 0.0044 ppm. En la figura 35 se puede observar el comportamiento de la concentración promedio mensual durante el año 2014.

En el mes de octubre se tuvieron datos hasta el día 10, por lo que el número de días con información en este mes fue del 32.26%.

En el mes de diciembre de 2014 se presentaron datos hasta el día 9 diciembre de 2014, por lo que el número de días con información en este mes fue del 29.03%. La causa de la falta de datos se debió a problemas con la calibración del

instrumento, de acuerdo a lo señalado por el responsable de la estación de monitoreo. Si bien, en los meses de octubre y diciembre no se generó información suficiente que permitiera analizar la evolución de la concentración del SO_2 en el aire ambiente; en las figuras 34 y 35 se incluyó la información disponible durante estos meses para fines ilustrativos.

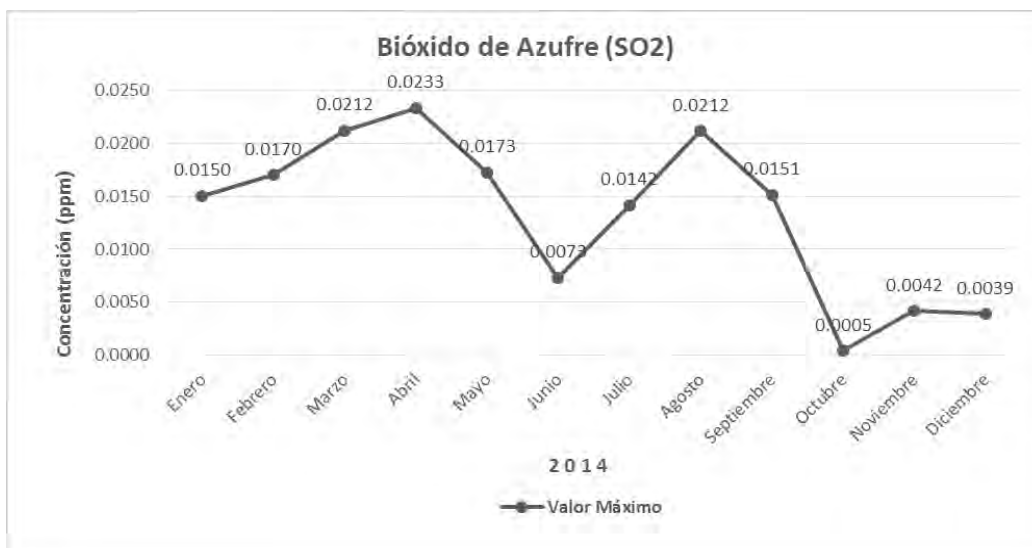


Figura 34. Valores máximos mensuales de bióxido de azufre (SO_2) en la estación de monitoreo de calidad del aire ubicada en Villa de Álvarez.

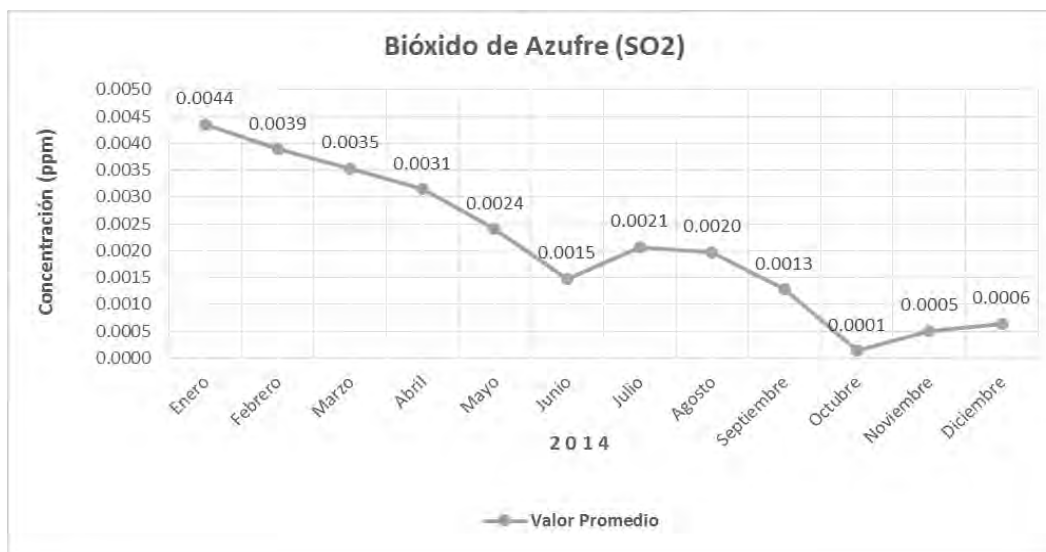


Figura 35. Valores promedio mensuales de bióxido de azufre (SO_2) en la estación de monitoreo de calidad del aire ubicada en Villa de Álvarez.

Monóxido de Carbono (CO)

El análisis de los datos de la concentración del monóxido de carbono (CO) obtenidos por la estación de monitoreo, mostró que el valor máximo horario en el periodo analizado fue 5.12 ppm, registrado el día 11 de noviembre 2014, que, si bien no existe un valor normado para datos horarios, es inferior al valor de 11 ppm, que representa el máximo permisible como promedio móvil para 8 horas, de acuerdo a la NOM-021-SSA1-1993. En la Figura 36 se muestran los valores máximos horarios obtenidos en cada mes del año 2014.

Con respecto a la concentración promedio mensual del monóxido de carbono, el registro mostró que ésta osciló en el rango de 1.2 a 3.67 ppm. En la figura 37 se puede observar el comportamiento de la concentración promedio mensual durante el año 2014. En diciembre de 2014, los registros muestran que la estación de monitoreo no arrojó datos del 11 al 31 de diciembre de 2014; por lo que el número de días con datos de la concentración de monóxido de carbono representan el 32.26%, por lo que en diciembre no se generó información suficiente que permitiera analizar la evolución de la concentración del CO en el aire ambiente; no obstante, en las figuras 36 y 37 se incluyó la información disponible durante diciembre para fines ilustrativos. La causa de falta de datos en el periodo señalado se debe a problemas en la calibración del instrumento, de acuerdo a lo mencionado por el responsable de la estación de monitoreo.

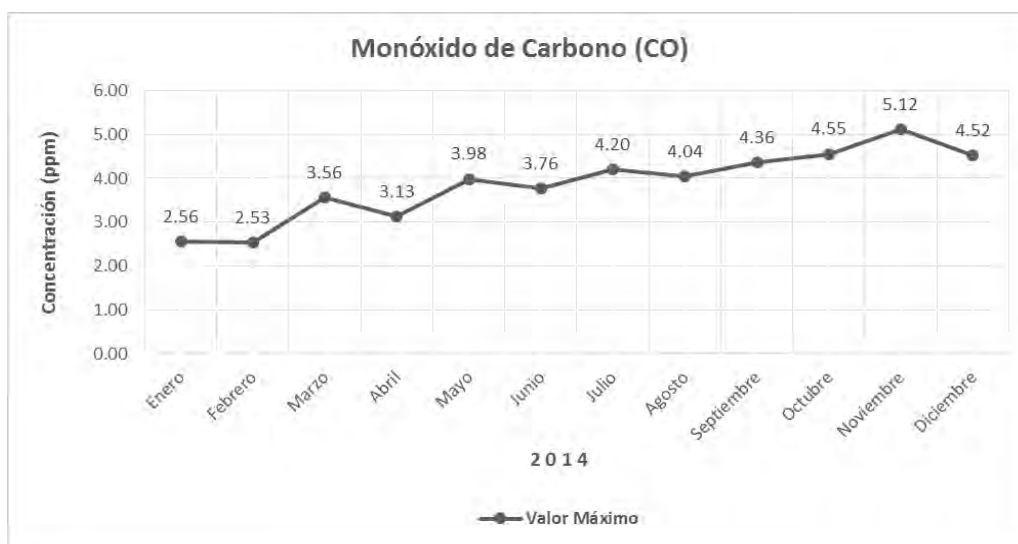


Figura 36. Valores máximos mensuales de monóxido de carbono (CO) en la estación de monitoreo de calidad del aire ubicada en Villa de Álvarez.

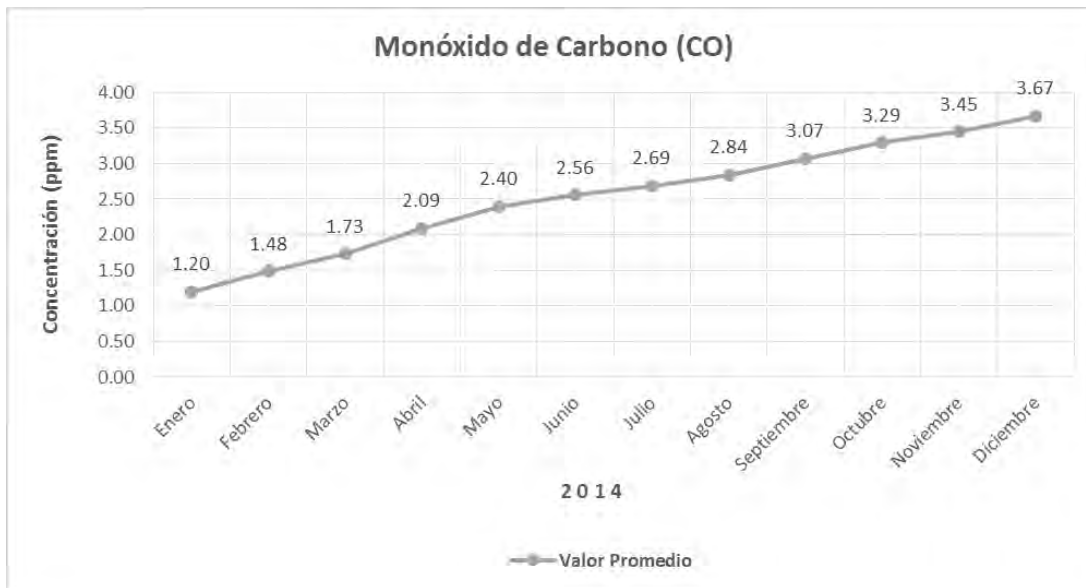


Figura 37. Valores promedio mensuales de monóxido de carbono (CO) en la estación de monitoreo de calidad del aire ubicada en Villa de Álvarez.

CUENCAS ATMOSFÉRICAS Y DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES

La determinación de la composición y distribución de las cuencas atmosféricas con que cuenta una región, es importante para el control de la contaminación atmosférica, ya que permite hacer más eficiente la implementación de planes y estrategias para mejorar la calidad del aire en la zona de interés.

La calidad del aire de una cuenca atmosférica depende, en primera instancia, del volumen de contaminantes emitidos, del comportamiento fisicoquímico de éstos y de la dinámica meteorológica; esta última es la que determina su dispersión, transformación y remoción en la atmósfera. Por lo tanto, para definir la composición y distribución de las cuencas atmosféricas existentes en una región en particular, en este caso para el Estado de Colima, es necesario hacer una revisión y análisis de su topografía, distribución de fuentes de emisión y fundamentalmente de las circulaciones o patrones de viento a escala local y regional.

Circulaciones de viento a escala regional

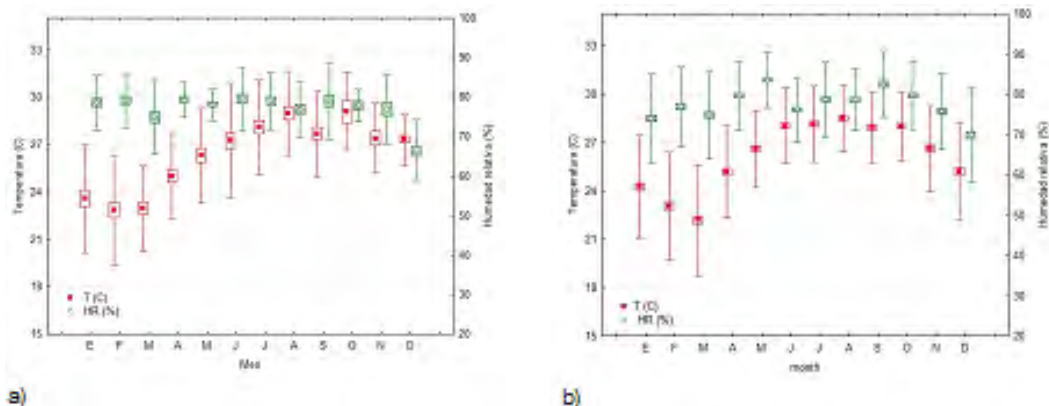
Para que se formen las circulaciones de viento superficial a escala regional o locales es indispensable que exista un flujo sinóptico débil, normalmente la

presencia o influencia de un sistema anticiclónico, ocurre la mayor parte del año en todo el país. Bajo estas condiciones, se desarrollan circulaciones locales, debido principalmente a las características orográficas y la presencia de cuerpos de agua, conocidas como circulaciones inducidas térmicamente, esto es, debido a las diferencias de calentamiento entre la montaña y valle o planicie, y entre las diferencias de calentamiento entre la tierra y las superficies de agua.

Para determinar el tipo de circulaciones a escala regional o local para el Estado de Colima se realizaron simulaciones numéricas para dos escenarios meteorológicos, en los cuales el flujo sinóptico era débil, debido a la presencia de un sistema anticiclónico. Esto debido a que no se cuenta con información sobre el tipo de circulaciones a escala regional o local presentes en el Estado, las cuales son determinantes para conocer el destino que tendrían los contaminantes atmosféricos emitidos en la región, y por ende el número y distribución de cuencas atmosféricas. Los resultados de la simulación se describen posteriormente.

Condiciones meteorológicas locales de Manzanillo, Barrio de Santiago y Colima

La Figura 38 muestra el comportamiento medio mensual de la temperatura y humedad relativa, para el año 2008, en Manzanillo, Barrio de Santiago (Manzanillo) y Colima. Para Manzanillo el rango de temperatura media mensual varía entre 23°C (febrero) y 29°C (agosto y octubre), mientras que la humedad relativa siempre es mayor al 55%, con valor medio mensual máximo cercano al 80% en los meses de junio, julio y septiembre. Para el barrio de Santiago, localizado al sur de Manzanillo, la temperatura media mensual varía entre 22°C (marzo) y 28°C (agosto); y la humedad relativa media mensual a lo largo del año varía entre el 70 y 80%. Para la ciudad de Colima, la temperatura media mensual varía entre 24°C (diciembre) y 28°C (mayo), mientras que la humedad relativa media mensual tiene un mínimo en marzo (40%) y un máximo en septiembre (80%).



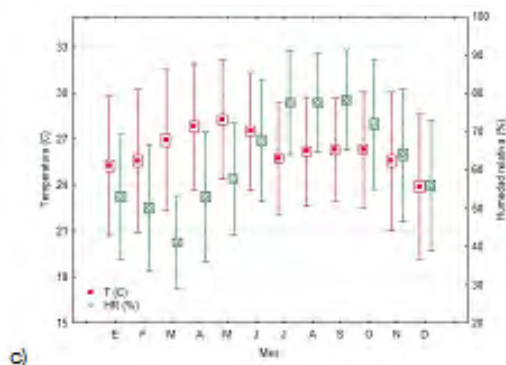


Figura 38. Variación media mensual de la temperatura y humedad relativa en a) Manzanillo, b) barrio de Santiago (Manzanillo) y c) Colima, para el año 2008.

La Figura 39, muestra la rosa de vientos para el aeropuerto de Manzanillo, barrio de Santiago y Colima para el año 2008. Para Manzanillo, predomina el viento con componente variando entre el sur (S) y suroeste (SW), con intensidad del viento que varía entre 2 y 5 m/s para las direcciones sur (S) y sur-suroeste (SSW); para las direcciones suroeste (SW) y oeste (W), la intensidad del viento varía entre 5 y 8.8 m/s: Los vientos más intensos para Manzanillo, mayores a 8.8 m/s, tienen una dirección del este (E) o este-sureste (ESE). El viento medio mensual varía entre 2 (enero) y 4 m/s (diciembre), mientras que los vientos más intensos, mayores a 8.8 m/s, se observaron en los meses de julio a septiembre.

Para el barrio de Santiago, los vientos predominantes son del norte (N), con intensidad menor a 2 m/s; los vientos más intensos, mayores a 8.8 m/s, presentan direcciones del sur (S), suroeste (SW) y oeste (W). El valor medio del viento a lo largo del año varía entre 2 (enero) y 4 m/s (diciembre), los vientos máximos, mayores a 8.8 m/s, se presentaron en los meses de julio y agosto.

La dirección predominante del viento en Colima es del sureste (SE), con intensidad variable, aunque predominan los vientos menores a 6 m/s. La segunda dirección predominante es del noreste (NE), también con intensidad del viento menor a 6 m/s. La intensidad media del viento a lo largo del año es similar y cercana a 3 m/s, sin embargo, durante los meses de enero, febrero, mayo y octubre se observan vientos mayores a 12 m/s, mientras que en los meses de septiembre, noviembre y diciembre, los vientos máximos variaron entre 6 y 8 m/s.

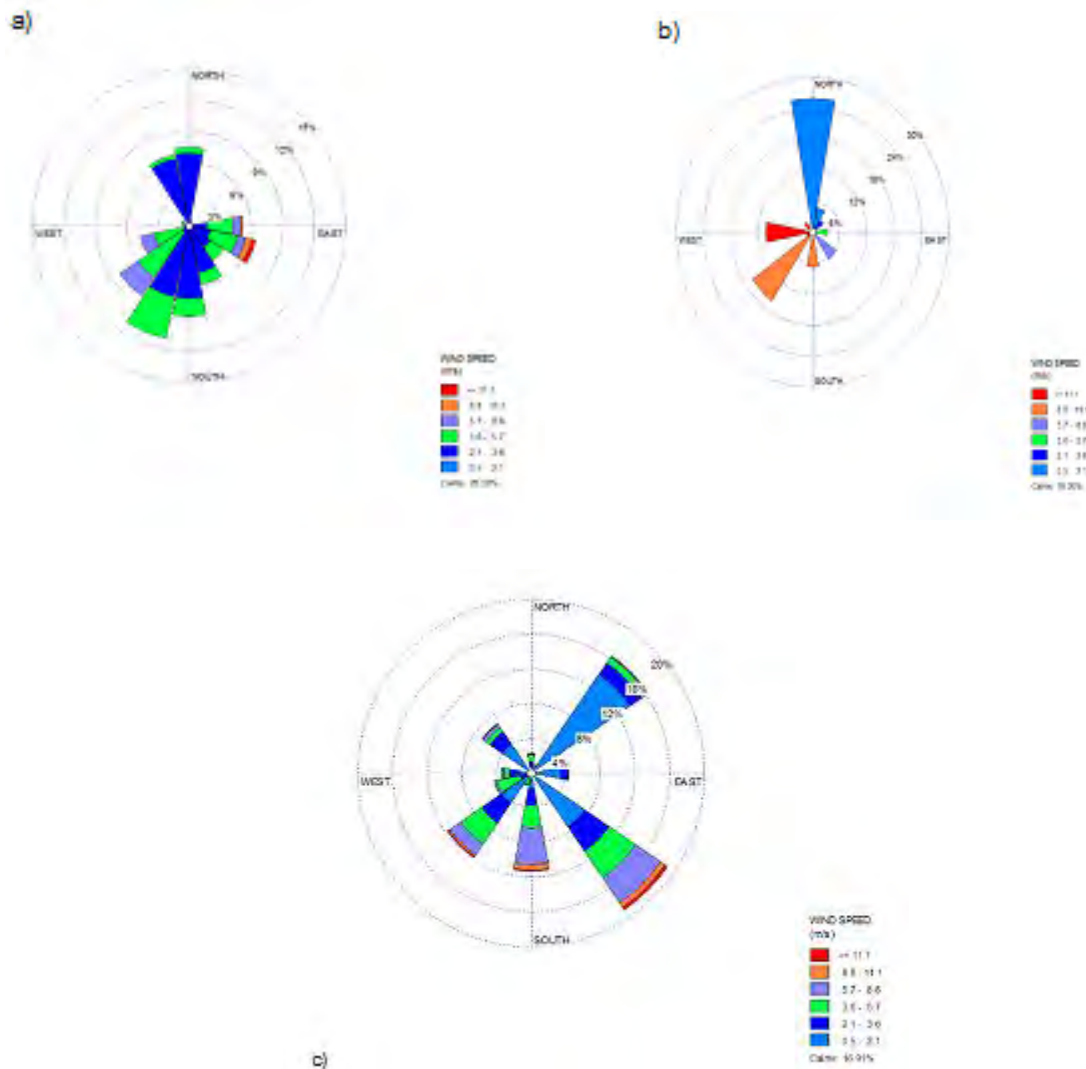


Figura 39. Rosas de viento para el año 2008, en a) Manzanillo, b) barrio de Santiago (Manzanillo) y c) Colima.

Metodología para obtener las cuencas atmosféricas

Para determinar el número de cuencas atmosféricas en el Estado de Colima, se realizaron modelaciones meteorológicas y dispersión de contaminantes, utilizando el modelo meteorológico numérico RAMS (Regional Atmospheric Modeling System) y de dispersión de contaminantes HYPACT (HYbrid Particle a And Concentration Transport).

El modelo meteorológico RAMS resuelve las ecuaciones primitivas de movimiento y se complementa con parametrizaciones para la difusión turbulenta. Asimismo, contiene ecuaciones que permiten representar los principales procesos de formación e interacción de nubes, intercambio de calor, convección, etc. (R. Pielke, W.R. Cotton, et. al. 1992, ATMET 2006). Mientras que el modelo de dispersión de contaminantes HYPACT (ATMET 2006), utiliza un método híbrido, basado en métodos estadísticos Montecarlo para evaluar el impacto de fuentes múltiples de emisión de contaminantes, en dos o tres dimensiones, sobre todo en lugares con circulaciones complejas, tales como circulaciones valle-montaña, brisa mar-tierra, etc.

Para determinar los escenarios meteorológicos a simular, se analizaron los radiosondeos de Manzanillo para el año 2008. De este análisis se observó que de diciembre a mayo el flujo a escala sinóptica es con componente del oeste, mientras que de junio a noviembre es con componente del este. En la elección de los escenarios a simular se tomó en cuenta esta característica y se procedió a elegir días o períodos en los que el viento fuera débil en el mayor número de niveles posibles, y en los que el radio sondeo indicara una atmósfera estable con subsidencia en altura, esto último porque limita la dispersión de contaminantes atmosféricos y nos permitiría observar de mejor manera el comportamiento de éstos bajo condiciones críticas de dispersión de contaminantes. Los días elegidos fueron el 14 de abril y el 16 de noviembre de 2008.

Posteriormente se extendieron los periodos de simulación a 5 días, para tomar en cuenta la duración de los sistemas meteorológicos a escala sinóptica que pudieran estar provocando periodos de vientos ligeros y alta temperatura, quedando los días elegidos como segundo día del periodo de simulación de 5 días, por lo cual los periodos simulados son de 13 al 17 de abril, y del 15 al 19 de noviembre. En ambos periodos de simulación, la temperatura máxima fue mayor a 20 °C y la humedad relativa superior al 60%.

Para conocer la manera en que se dispersarían los contaminantes atmosféricos emitidos en los diferentes municipios del Estado de Colima, se realizaron simulaciones numéricas de dispersión de contaminantes atmosféricos, para los diferentes escenarios meteorológicos y para un periodo de 5 días, utilizando el modelo de dispersión HYPACT, el cual fue desarrollado para simular el movimiento de contaminantes atmosféricos en terreno complejo. El modelo utiliza los campos de viento y otras variables meteorológicas, simuladas por el modelo RAMS, para calcular el transporte y dispersión del contaminante de interés.

El modelo HYPACT requiere como datos de entrada, aparte de los campos de viento simulados por el modelo meteorológico RAMS, datos del tipo de

contaminante simular, tipo de fuentes emisoras (puntual, área), tasa de emisión y duración de emisión del contaminante, altura de la fuente emisora, entre otros.

El contaminante elegido como indicador de la distribución de la pluma contaminante fue el dióxido de azufre (SO_2), no se consideró reacciones químicas, sólo transporte y deposición del contaminante. La altura de emisión se fijó a 10 m de altura.

Primero se realizaron simulaciones tomando en cuenta el inventario de emisiones por municipio del contaminante SO_2 , pero el resultado no fue adecuado ya que las mayores emisiones de dióxido de azufre (SO_2) se localizan en el municipio de Manzanillo, por lo cual se observaba casi una sola pluma de dispersión, ya que las emisiones en los municipios restantes son casi nulas, y eran dispersadas rápidamente. Para evitar esto, se asumió un valor único de emisión de dióxido de azufre y la fuente emisora se fijó en las cabeceras municipales. Esto permitió observar de mejor manera el comportamiento y dispersión del contaminante en todo el estado. La tasa de emisión del dióxido de azufre (SO_2) utilizada en las simulaciones no corresponde a un dato real de emisiones y para evitar confusiones, se omite la escala de concentración del contaminante en los resultados, ya que el objetivo de este estudio, es determinar las zonas en que el contaminante se concentraría, con el fin de ubicar las cuencas atmosféricas del Estado.

Las simulaciones de dispersión de dióxido de azufre (SO_2) se realizaron de manera horaria para los dos escenarios meteorológicos de 5 días.

Una vez realizadas las simulaciones, se obtuvieron los valores medios de concentración de dióxido de azufre (SO_2) para periodos de 24 horas y para el periodo total simulado (5 días o 120 horas). Con estos resultados, se observaron los sitios donde se localizaban los máximos y el comportamiento general de la pluma contaminante, para elegir las cuencas atmosféricas.

El periodo de 24 horas se eligió para determinar si existía regularidad en la distribución espacial de la pluma contaminante y si ésta estaba relacionada con las circulaciones locales y regionales, ya que, si bien estas circulaciones varían de un día a otro, tienen comportamientos que se asocian a periodos de 24 horas, debido a los efectos de calentamiento de la superficie entre el día y la noche, junto con la influencia de la topografía y cuerpos de agua.

Modelación meteorológica y dispersión de contaminantes atmosféricos

Para realizar las simulaciones meteorológicas para el Estado de Colima, el modelo se configuró tomando en cuenta el tipo de circulaciones que interesaba representar, en particular las circulaciones de brisa mar-tierra, vientos valle-montaña, etc. por lo cual la malla se eligió de 3 kilómetros de resolución. Salvador, R. Calbó, J. Millán, M. (1999).

El dominio de simulación se centró en 18.896°N y 103.896°W, abarca todo el Estado de Colima, parte de los Estados de Jalisco y Michoacán y parte del Océano Pacífico. Consta de un total de 76 X 76 puntos de simulación, espaciado cada tres kilómetros, para un dominio total de simulación de 225 X 225 kilómetros (Figura 40).

El modelo se inicializó de manera variable utilizando datos de re análisis (NECEP-formato GRIB). El tiempo de simulación fue de 5 días, iniciando a las 06 GMT (Greenwich Meridian Time) del periodo de interés.

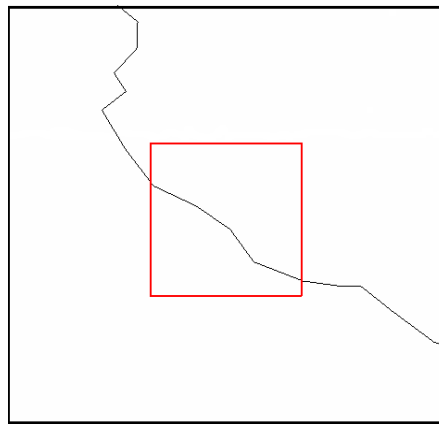


Figura 40. Dominio de simulación del modelo meteorológico RAMS.

Resultados de simulaciones meteorológicas

Se simularon dos escenarios meteorológicos en los cuales el flujo a escala sinóptica fuera débil. Aun cuando el período total de simulación fue de 5 días en esta sección sólo se describen los resultados para dos días: el 14 de abril y el 16 de noviembre del 2008.

La Figura 41 muestra las condiciones sinópticas presentes el día 14 de abril de 2008, a 700 hPa. Se observa la presencia de un sistema anticiclónico, cuyo centro se localiza entre los Estados de Colima y Michoacán. Este sistema se desplazó hacia el norte del país, pero para el día de interés generó vientos débiles y condiciones estables.

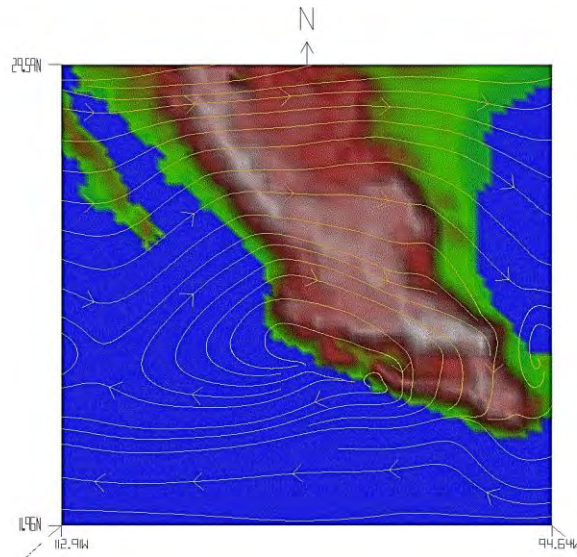
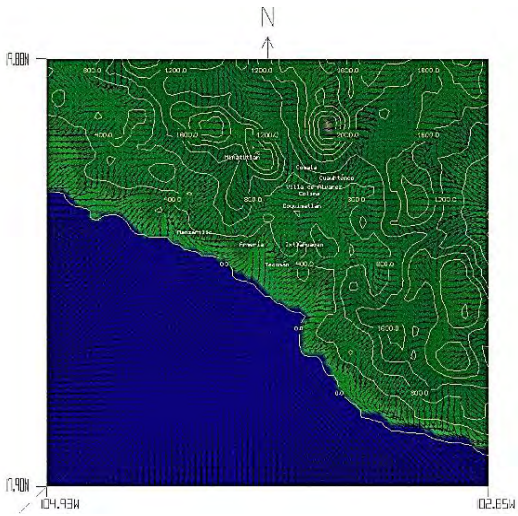
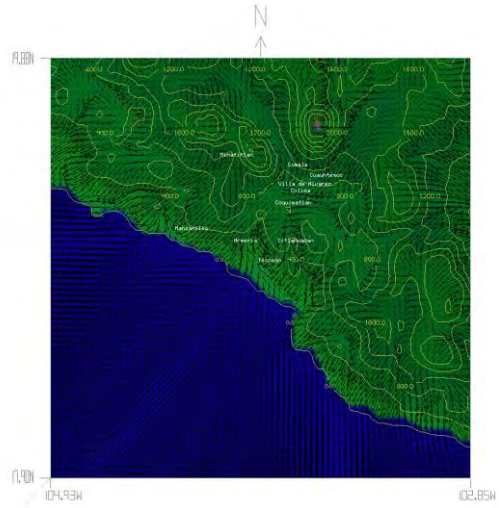


Figura 41. Condiciones sinópticas del 14 de abril de 2008, a 700 hPa.

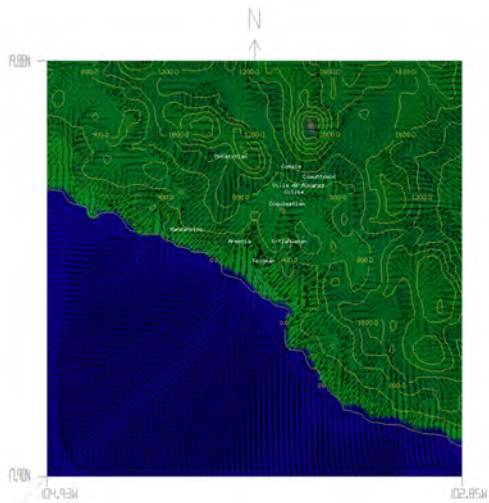
Se muestra las circulaciones regionales existentes el día 14 de abril de 2008. A las 06 GMT (23 horas del día 13 de abril, Figura 42), el viento en general, es de tierra a mar, que desciende por todas las laderas de las montañas, una parte converge hacia la región de la cuenca del río Armería, y la otra hacia el Estado de Jalisco; también se observan dos corrientes que penetran por ambos lados del Volcán de Colima y que convergen en el Valle de Colima, para después desplazarse hacia el sur. Un comportamiento similar al descrito anteriormente se observa para las 10 y 14 GMT del día 14 de abril (3 y 7, hora local), con vientos un poco más intensos que en la hora anterior, pero que se van debilitando. A las 18 GMT del día 14 de abril (11 hora local), el viento ha girado completamente, siendo ahora cuesta arriba, y de mar a tierra, con vientos más intensos hacia la región de Manzanillo y Sierra de Minatitlán y más débiles a lo largo de la cuenca del río Armería y Valle de Colima, para nuevamente intensificarse en las faldas del Volcán de Colima; aún persiste la corriente que penetra al Valle de Colima entre la Sierra de Minatitlán y el Volcán de Colima; la dirección predominante del viento es del suroeste o sur en la mayor parte del Estado, excepto hacia las faldas del volcán.



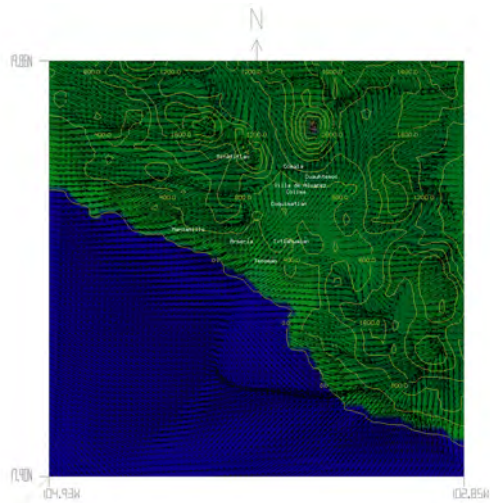
00h



03h.



07h



11h

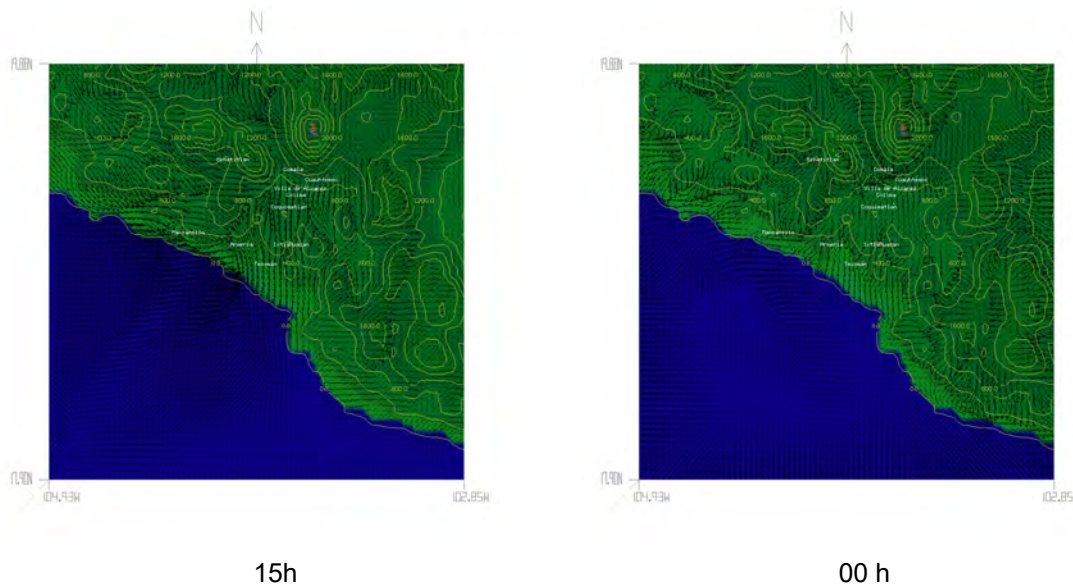


Figura 42. Campo de viento para el día 14 de abril de 2008.

Para las 22 GMT del día 14 de abril (15 hora local), el comportamiento es similar a la hora anterior, sólo que con vientos más intensos. Este comportamiento del viento persiste hasta las 10 de noche, aunque con vientos que van girando y debilitándose conforme avanza el día. Para las 06 GMT del 15 de abril (23 hora local del 14 de abril), nuevamente desciende de las montañas y fluye hacia el mar. A esta hora nuevamente se observan vientos entrando a ambos lados del volcán de Colima y convergen en la región de Comala.

En general el viento en el dominio de simulación fue menor a 5 m/s, los vientos máximos se presentaron cerca de la ladera del Volcán y fueron cercanos a los 8 m/s.

En la Figura 43 se muestran las condiciones sinópticas presentes el día 16 de noviembre de 2008, a las 12 GMT (6 hora local) a 700 hPa. Se observa la presencia de un sistema anticiclónico, cuyo centro se localiza en la parte central del país y produce vientos débiles con componente del este en el Estado de Colima. Este sistema se desplazó hacia el Océano Pacífico.

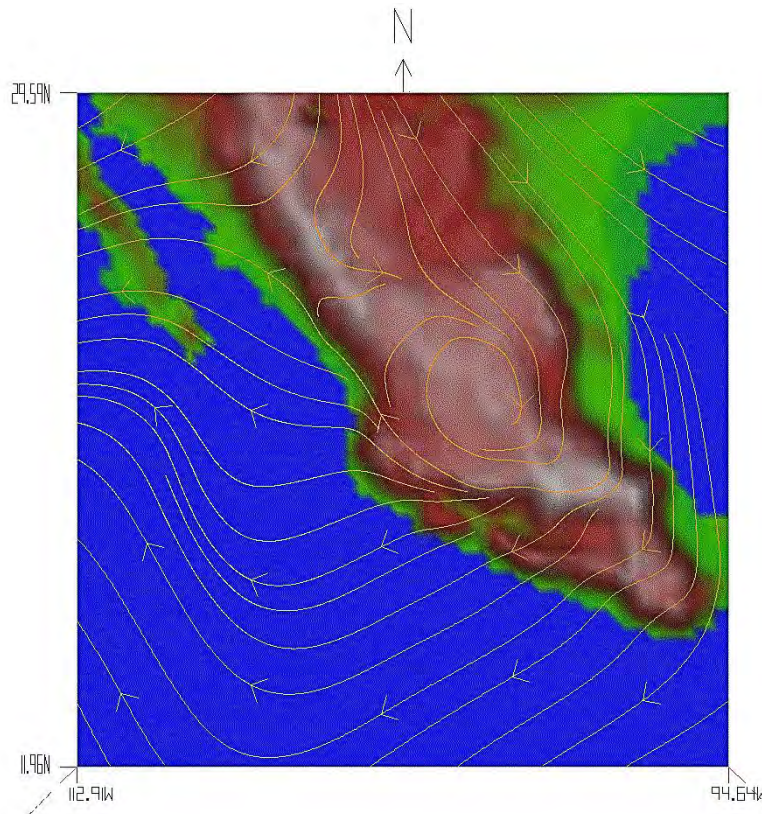


Figura 43. Condiciones sinópticas del 16 de noviembre de 2008, a 700 hPa.

En la Figura 44 se muestra el comportamiento del campo de viento para el día 16 de noviembre de 2008. A las 06 GMT (0 hora local) el viento es de tierra a mar, una parte converge hacia la región de la cuenca del río Armería, otra en la cuenca del río Salado y otra converge hacia el Estado de Jalisco, para en todos los casos, descender hacia el mar. También se observan dos corrientes que penetran por ambos lados del Volcán de Colima.

Este comportamiento del campo de viento es similar para las 10 y 14 GMT (4 y 8, hora local), aunque se intensifica la corriente que entra al Valle de Colima desde la ladera derecha del Volcán de Colima. Sin embargo a partir de las 16 GMT (10 hora local) se observa un giro en el viento y empieza a fluir de mar a tierra y para las 18 GMT (12 hora local).

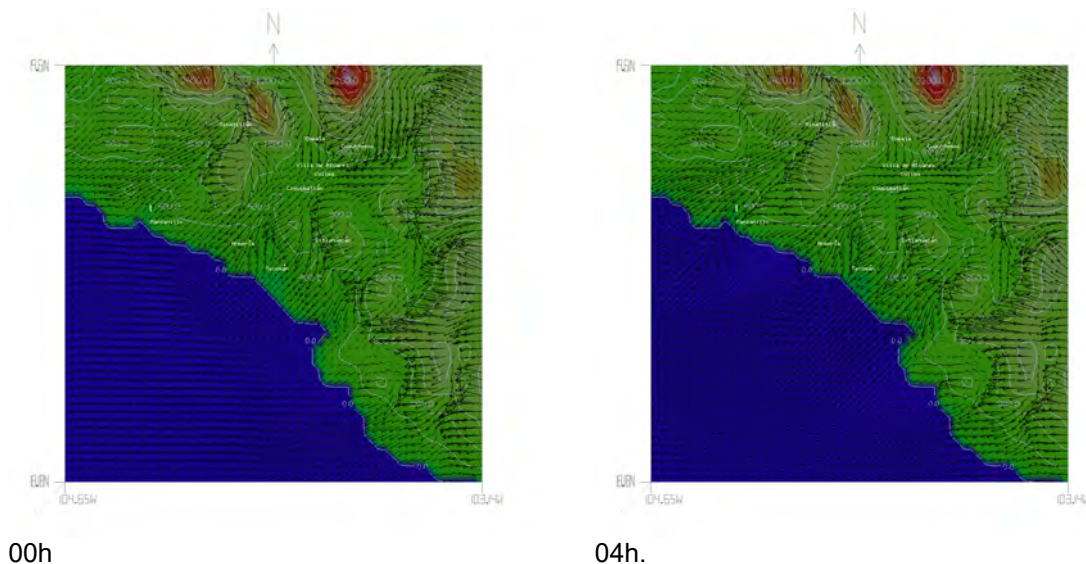
El viento ha girado completamente, siendo ahora cuesta arriba, y de mar a tierra, con vientos más intensos hacia la región de Manzanillo y Sierra de Minatitlán y más débiles a lo largo de la cuenca del río Armería; una parte converge hacia el Estado de Jalisco, y otra en parte fluye a lo largo de la cuenca del río Armería, y la otra converge hacia el Estado de Michoacán; al mismo tiempo, una corriente fluye

del Valle de Colima hacia el canal entre la Sierra de Minatitlán y el Volcán de Colima.

Para las 22 GMT (16 hora local), el viento en la mayor parte del Estado es con componente del sur, fluyendo de mar a tierra y hacia la parte alta del Estado, por una parte convergiendo hacia las faldas del Volcán de Colima, y por otro lado hacia las Sierra de Minatitlán.

Este comportamiento se mantiene hasta cerca de las 00 GMT (18 hora local), para después perder intensidad y girar, y en algunas partes, empezar a fluir de tierra a mar. A las 02 GMT (20 hora local), el viento en la mitad sur del Estado, fluye hacia sur, girando hacia el sureste cerca de Manzanillo, y fluye hacia el norte, desde el Valle de Colima, para converger a las 06 GMT cerca del Volcán de Colima.

Similar a lo obtenido para el día 16 de abril, los vientos en el dominio de simulación fueron menores a 5 m/s, la mayor parte del tiempo, pero se presentaron vientos mayores a 8 m/s cerca de la ladera sur de Volcán, sobre todo entre las 18 y 20 horas.



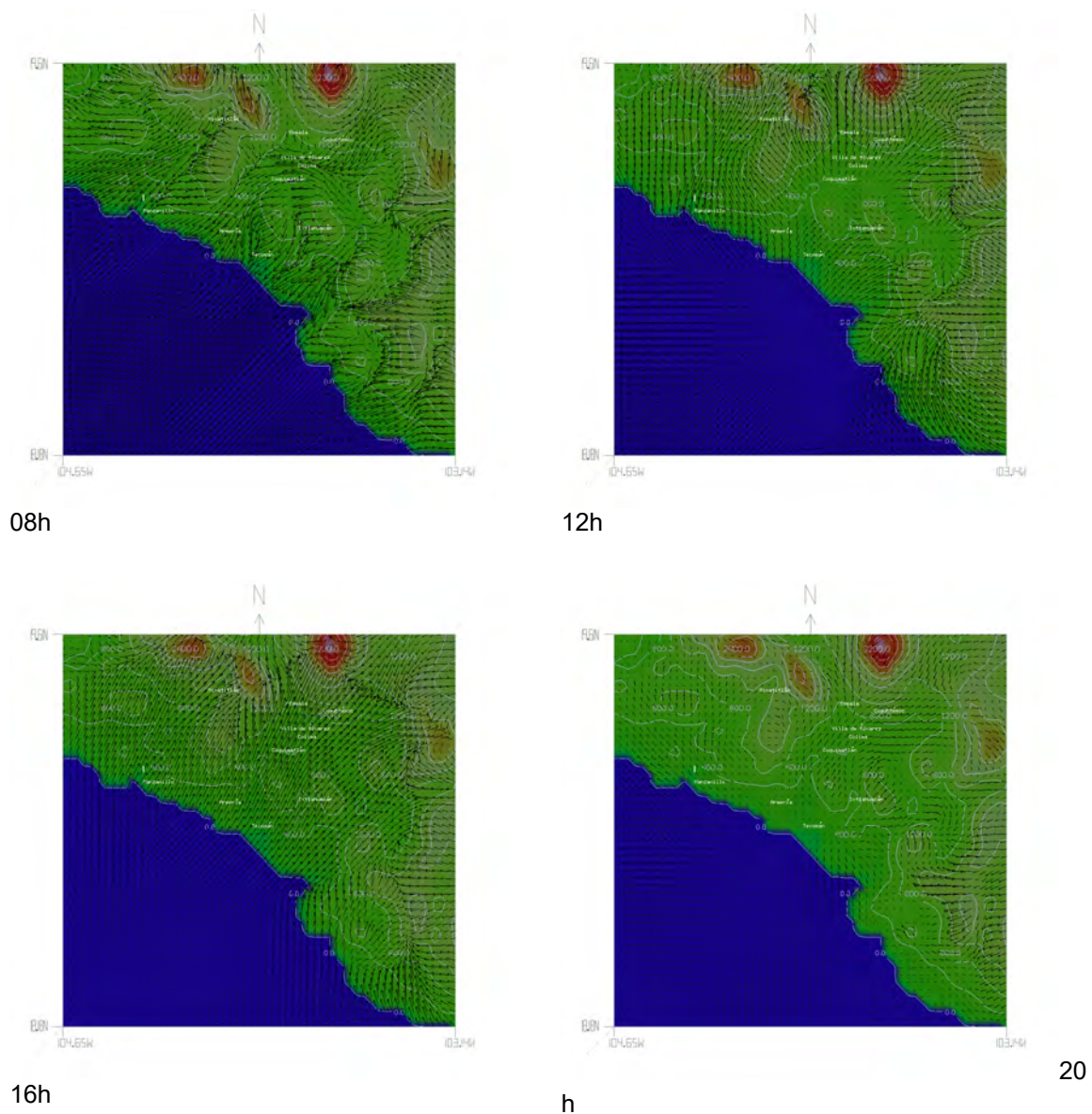


Figura 44. Campo de viento para el día 16 de noviembre de 2008.

Patrones de viento a escala regional

La Figura 45 muestra un resumen de los patrones de circulación de viento encontrados en el Estado de Colima, bajo condiciones de flujo sinóptico débil, debido principalmente a las condiciones orográficas y la presencia de cuerpos de agua, conocidas como circulaciones inducidas térmicamente, esto es, debido a las diferencias de calentamiento entre la montaña y valle o planicie, y entre las diferencias de calentamiento entre la tierra y las superficies de agua. Se presentan

diferentes patrones de viento locales: a lo largo de costa, domina el efecto de brisa mar-tierra. La brisa de mar se observa entre las 10 y 18 ó 20 horas; el resto de las horas se observa brisa de tierra. A lo largo de todas las cadenas montañosas se presentan vientos de pendiente, los cuales se deben a las diferencias de calentamiento entre la parte alta y baja de las montañas; estos vientos son pendiente arriba ente las 10 y 20 horas y pendiente abajo, las horas restantes.

En el canal que se forma entre la Sierra de Minatitlán y los volcanes, se presentan vientos acanalados, los cuales la mayor parte del tiempo fluyen hacia el Valle de Colima, pero en algunos casos, y por pocas horas fluyen hacia el Estado de Jalisco. Otro patrón de vientos acanalados se presenta en el lado derecho del Volcán de Colima, penetrando desde el Estado de Jalisco hacia el municipio de Cuauhtémoc y posteriormente al Valle de Colima; esta corriente fluye la mayor parte del tiempo desde el Estado de Jalisco hacia Colima, pero en algunas ocasiones pueden fluir en sentido opuesto.

Tanto las corrientes producidas por los vientos acanalados a ambos lados del Volcán de Colima, como los vientos de pendiente, confluyen a lo largo de la cuenca del río Armería, para formar una sola corriente pendiente abajo durante la noche y pendiente arriba, durante el día, alineándose con la brisa mar-tierra, para dar origen a un sistema de brisa-valle-montaña, que confluye hacia el Valle de Colima en el día y regresa al mar durante la noche.

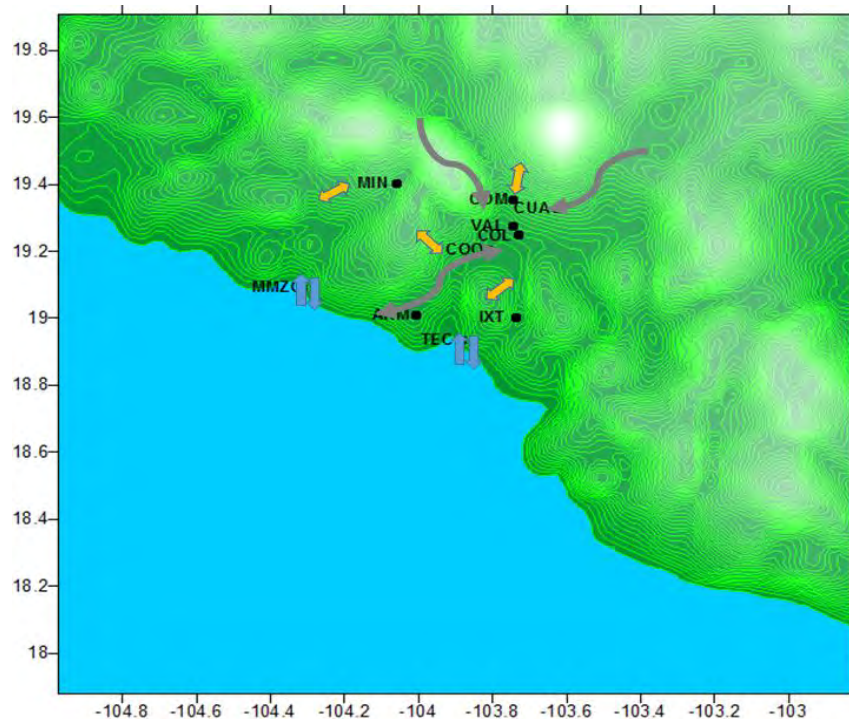


Figura 45. Patrones de circulación del viento en el Estado de Colima.

Resultados de simulaciones de dispersión de contaminantes atmosféricos y selección de cuencas atmosféricas

Para las simulaciones de dispersión de dióxido de azufre (SO_2), se utilizó la misma malla que para el modelo meteorológico RAMS, (Figura 40). Se presentan sólo los promedios en 24 horas de las concentraciones de dióxido de azufre (SO_2), para revisar el comportamiento horario.

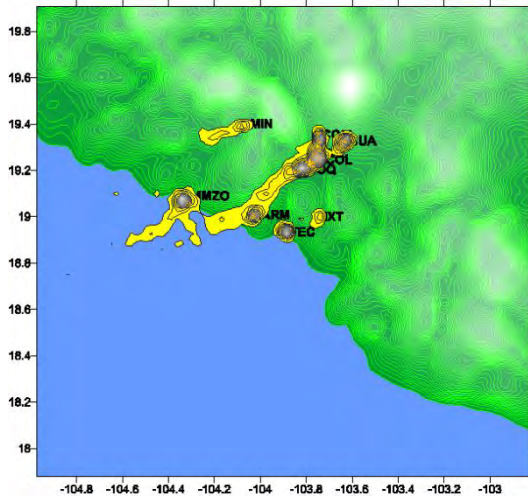
La Figura 46 muestra concentraciones promedio en 24 horas de dióxido de azufre (SO_2), del 13 al 17 de abril y del 15 al 19 de noviembre de 2008. El comportamiento de la pluma contaminante es diferente para cada día, extendiéndose un poco mar adentro en la mayoría de los casos, aunque con mayor extensión para los días 14 y 17 abril, en otras ocasiones la pluma es muy compacta y estrecha, como ocurre los días 13 de abril y 15, 16 y 18 de noviembre: también hay ocasiones en que la pluma contaminante está casi totalmente en tierra, como ocurre el 16 de abril.

Sin embargo, a pesar de las diferencias de día a día, se pueden observar características comunes: una pluma de contaminación que se extiende de Minatitlán hacia Jalisco; otra pluma de contaminación alrededor de Manzanillo; y una más alrededor de Ixtlahuacán y Tecomán; y la pluma de contaminación más grande e importante que corre a lo largo de la cuenca del río Armería, la cual concentraría las emisiones de los municipios de Comala, Cuauhtémoc, Villa de Álvarez, Colima, Coquimatlán y Armería.

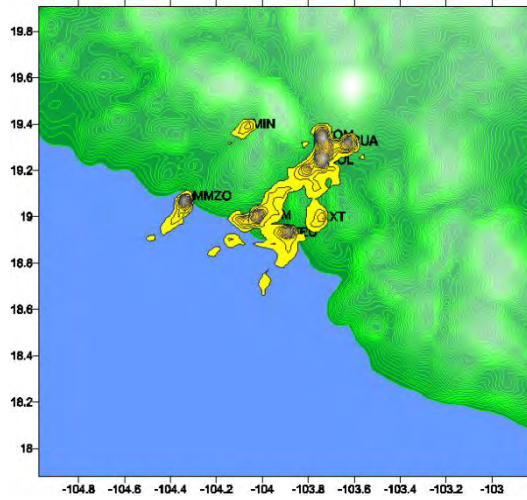
En análisis horario, se observó que la pluma de contaminación de Manzanillo, la mayoría de las veces, se une a la pluma contaminante de Minatitlán y ambas se desplazan hacia el Estado de Jalisco. Sin embargo, en algunas ocasiones la pluma de contaminación de Manzanillo se une a la gran pluma de contaminante que se forma a lo largo de la cuenca del río Armería.

La pluma de contaminación de Tecomán e Ixtlahuacán, en algunas ocasiones se desplaza hacia el Estado de Michoacán, pero en la mayoría de los casos se une a la gran pluma contaminante que se forma a lo largo de la cuenca del río Armería.

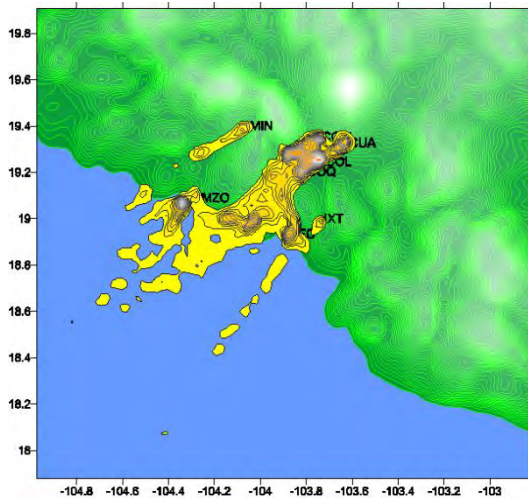
La pluma de contaminación de la región de Minatitlán, en los días simulados, nunca se unió a la pluma de contaminante que se forma a lo largo de la cuenca del río Armería, en todas las ocasiones la dispersión fue hacia el Estado de Jalisco o giró para desplazarse hacia el mar, cerca del municipio de Manzanillo.



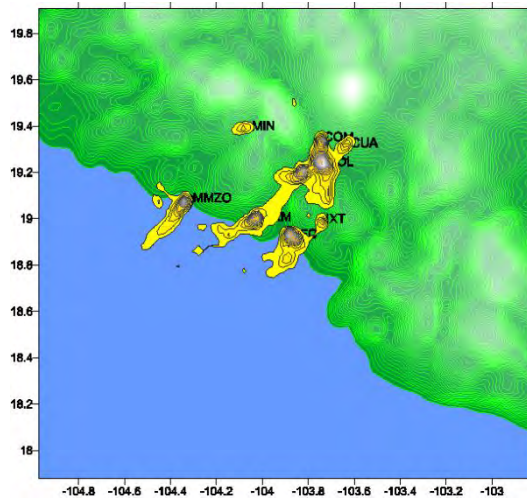
a) 13 de abril de 2008



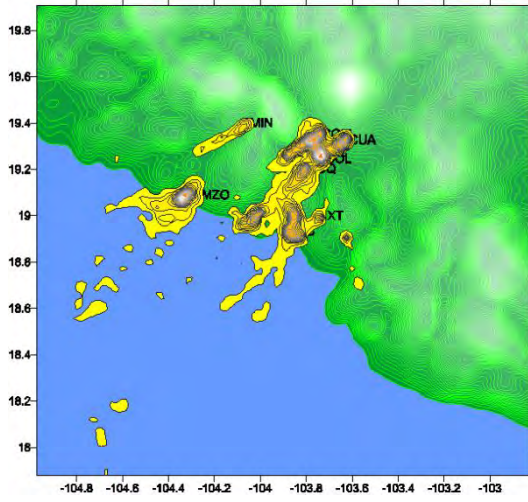
f) 15 de noviembre de 2008



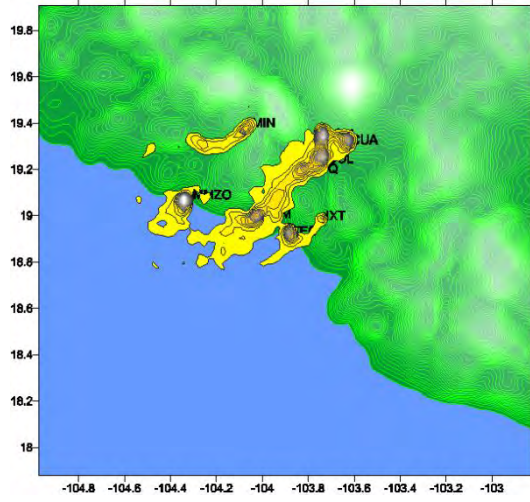
b) 14 de abril de 2008



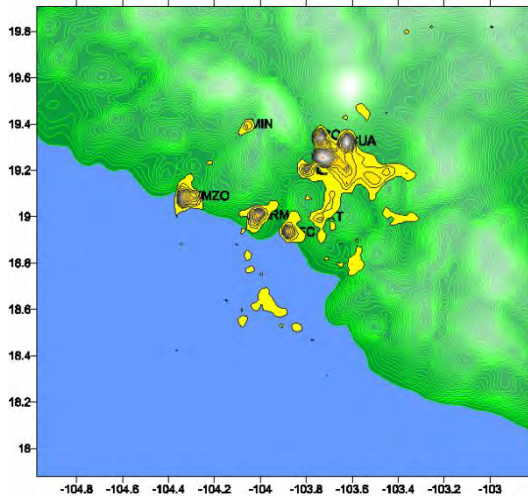
g) 16 de noviembre de 2008



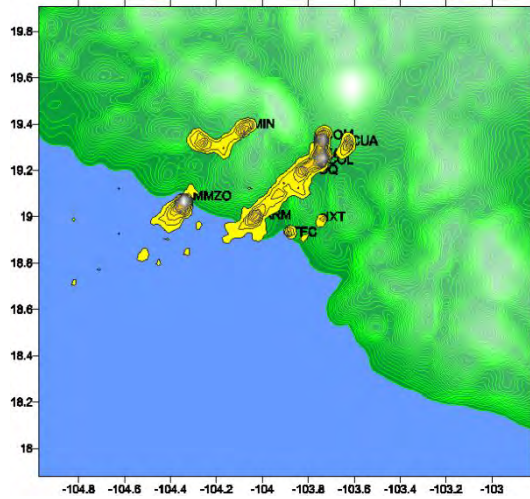
c) 15 de abril de 2008



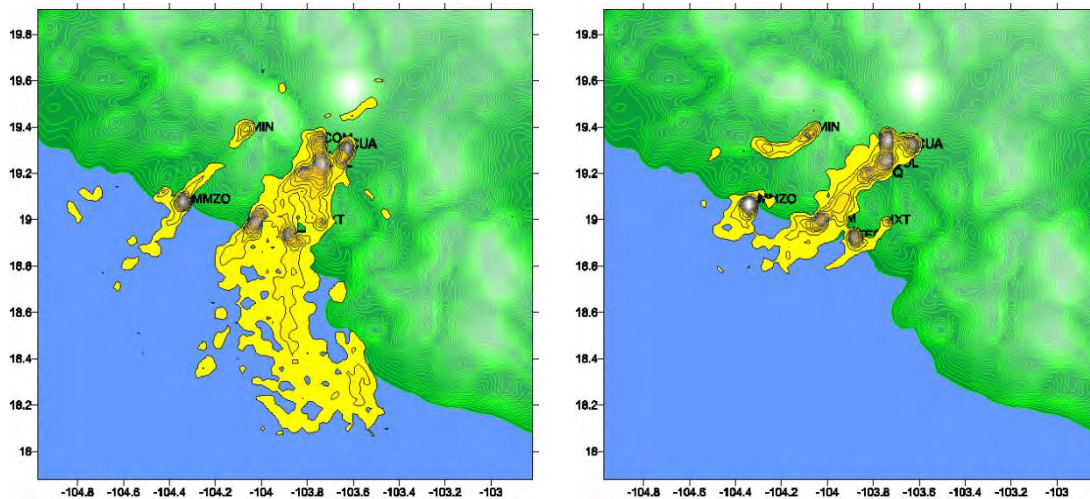
h) 17 de noviembre de 2008



d) 16 de abril de 2008



i) 18 de noviembre de 2008

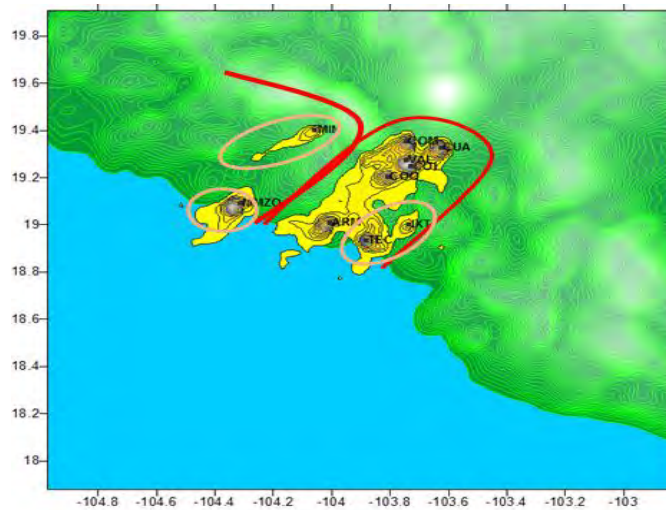


e) 17 de abril de 2008

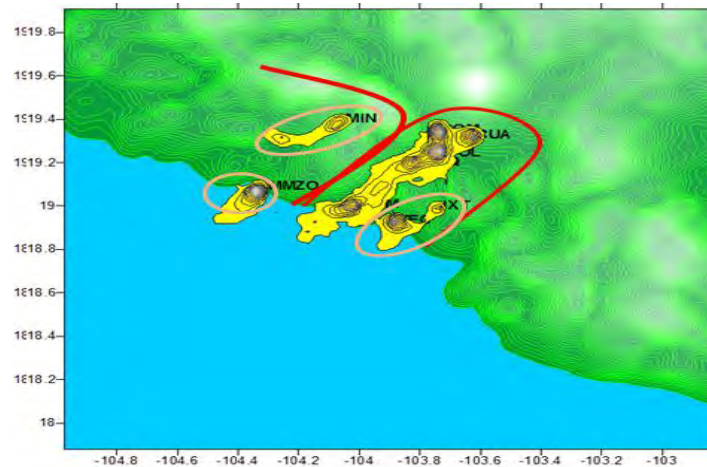
j) 19 de noviembre de 2008

Figura 46. Concentraciones medias en 24 horas de dióxido de azufre (SO_2), Del 13 al 17 de abril y del 15 al 19 de noviembre de 2008.

La Figura 47 muestra las concentraciones medias de dióxido de azufre (SO_2) para periodos de 5 días, el primero del 13 al 17 de abril de 2008 y el segundo 15 al 19 de noviembre de 2008. En ambos casos se observa lo previamente descrito, existe una pluma de contaminación alrededor de Minatitlán, otra alrededor de Manzanillo, una más sobre los municipios de Ixtlahuacán y Tecomán, y la más grande e importante a lo largo de la cuenca del río Armería.



a) 13 al 17 de Abril



b) 15 al 19 de Noviembre de 2008.

Figura 47. Concentraciones medias en 5 días de dióxido de azufre (SO₂), para los períodos del 13 al 17 de abril.

Debido a que las plumas de contaminación de Minatitlán y Manzanillo se unen la mayoría de las veces y convergen hacia el Estado de Jalisco, y la primera pluma no pasa hacia el lado derecho de la Sierra de Minatitlán, una cuenca atmosférica estaría definida por esta región, y quedaría abierta porque para limitar su extensión sobre el Estado de Jalisco se requiere incluir emisiones del Estado de Jalisco y analizar su comportamiento. Se proponen dos subcuencas atmosféricas, dentro de esta cuenca atmosférica por dos razones, la primera es que la pluma de contaminación de Minatitlán en promedio queda confinada a una zona y no alcanza a integrarse a la pluma de Manzanillo; y la segunda, es porque la pluma de Manzanillo en ocasiones se une a la gran cuenca a lo largo del río Armería, aunque la mayoría de las veces se desplace hacia el Estado de Jalisco.

La segunda cuenca atmosférica comprendería el resto del Estado de Colima y correría a lo largo de la cuenca del río Armería. Aquí se incluye una subcuenca atmosférica, alrededor de los municipios de Ixtlahuacán y Tecomán, ya que ésta en algunas ocasiones no se integra a la cuenca principal y se desplaza hacia el Estado de Michoacán.

La Figura 48 muestra la ubicación de las cuencas y subcuencas atmosféricas del Estado del Colima, obtenidas en base al tipo de circulación de viento, en condiciones fisiográficas del Estado y dispersión de pluma contaminante. En resumen, se presentan dos cuencas atmosféricas, una abierta hacia el Estado de

Jalisco, que comprende los municipios de Minatitlán y Manzanillo, y la segunda cuenca atmosférica que corre a lo largo de la cuenca del río Armería y que abarca a los 8 municipios restantes.

En la primera cuenca atmosférica, se localizan dos subcuencas atmosféricas: una en Minatitlán y la otra en Manzanillo. En la segunda cuenca atmosférica se localiza una subcuenca atmosférica, sobre los municipios de Ixtlahuacán y Tecmán.

Finalmente, es importante señalar que las cuencas atmosféricas indicadas no implican que todas las emisiones queden totalmente confinadas en ellas y no se desplacen fuera del Estado, son sólo una indicación de las zonas que pudieran estar mayormente afectas, si las emisiones de contaminantes en el Estado aumentaran.

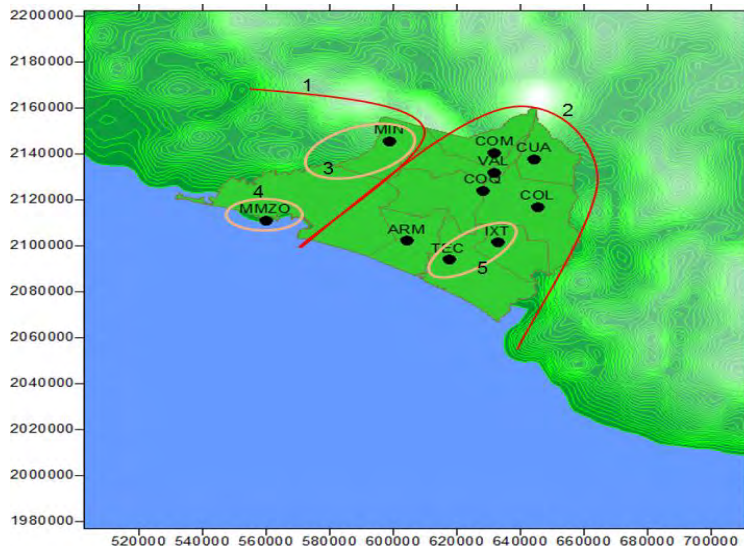


Figura 48. Ubicación y extensión de cuencas y subcuencas atmosféricas del Estado de Colima

CAPÍTULO 3

INVENTARIO DE EMISIONES

(ANÁLISIS Y ACTUALIZACIÓN)

Inventarios de Emisiones

Los inventarios de emisiones (IE) se consideran una herramienta básica utilizada para llevar a cabo la gestión de la calidad del aire. El objetivo principal de estos inventarios es el de identificar las fuentes de emisión y la magnitud de su aportación de contaminantes a la atmósfera.

Además de los contaminantes criterio se hace una descripción general del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero del Estado de Colima 2005, elaborado en el año 2013.

Descripción general del inventario de emisiones de contaminantes criterio para el Estado de Colima

A continuación, se presentan los resultados del inventario de emisiones elaborado para el Estado de Colima con año base 2013, este inventario se elaboró en los mismos términos utilizados en el Inventario Nacional de Emisiones de México (INEM) para el año base 2005 y 2008; utilizando metodologías comparables con las establecidas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (USEPA, por sus siglas en inglés). Incluye información correspondiente a contaminantes criterio y logra identificar las principales fuentes de emisión a nivel Estatal y Municipal, lo que permite proponer en el presente documento las metas, estrategias, medidas y acciones a considerar para la reducción de las emisiones de contaminantes a la atmósfera, el cuidado del medio ambiente y la protección a la salud.

El proceso de actualización de los datos e insumos para las diferentes fuentes de emisión ha permitido detectar la necesidad que existe en el Estado de Colima, para desarrollar actividades enfocadas a conjuntar un sistema que integre y administre la información ambiental que se genera en las diferentes dependencias del Gobierno del Estado de Colima, de tal forma, que en un futuro cercano, los resultados de estas actividades permitan identificar las áreas en donde se requiere el desarrollo de proyectos y actividades encaminadas a la generación de datos ambientales así como la elaboración de inventarios de emisiones con mayor facilidad en cuanto al acopio de información requerida, que permita al mismo

tiempo, lograr que esta información presente una menor incertidumbre con la finalidad de conocer el Estado que guarda la calidad del aire en el Estado de Colima.

En la siguiente tabla se presentan los aspectos generales con los que se construyó el inventario de emisiones estatal año base 2013.

Tabla 18. Características y descripción del Inventario de Emisiones del Estado de Colima 2013.

Características	Descripción
Año base	2013
Cobertura Geográfica	Los municipios de Armería, Colima, Comala, Coquimatlán, Cuauhtémoc, Ixtlahuacán, Manzanillo, Minatitlán, Tecomán, Villa de Álvarez.
Resolución espacial	Municipal
Resolución temporal	Anual
Contaminantes incluidos	Los contaminantes criterio y precursores: Material Particulado con diámetro de tamaño menor o igual a 10 micrómetros (PM ₁₀) o menor igual a 2.5 micrómetros (PM _{2.5}), Bióxido de Azufre (SO ₂), Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NO _x), Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), Amoníaco (NH ₃) y el Carbón Negro.
Fuentes incluidas	<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes de área • Fuentes fijas • Fuentes móviles • Fuentes naturales

Descripción de las fuentes de emisión

Fuentes Fijas

Se considera bajo esta clasificación a las instalaciones de establecimientos industriales asentados en la zona de estudio y que emitan o puedan emitir contaminantes a la atmósfera, siendo estos establecimientos regulados por autoridades federales, estatales o municipales. De acuerdo a la LGEEPA, las industrias se encuentran clasificadas en sector federal y estatal.

Las emisiones a la atmósfera se generan principalmente por procesos que incluyen la quema de combustibles fósiles, por actividades de proceso que no incluyen combustible (por ejemplo, molienda, triturado) y por almacenamiento de materias primas y productos. La estimación de las emisiones de contaminantes a la atmósfera se realizó en base a la información reportada por cada industria en la Cédula de Operación Anual (COA) estatal y federal. Se estimaron las emisiones en 6 sectores federales y 8 estatales encontrados en el Estado.

Fuentes de área

Para esta fuente se consideran los establecimientos comerciales y de servicios, así como actividades que en forma individual emiten contaminantes en cantidades relativamente bajas pero debido a su intensidad en forma conjunta representan una contribución importante de emisión a la atmósfera. En este análisis se agruparon las emisiones en 7 categorías principales: quema de combustibles en fuentes estacionarias, uso de solventes, almacenamiento y transporte de derivados de petróleo, fuentes industriales ligeras y comerciales, agropecuarias, manejo de residuos y fuentes misceláneas, desagregadas en 31 subcategorías.

Fuentes Móviles

Las fuentes móviles se dividen en dos categorías: fuentes que circulan por carretera y fuentes que no circulan por carretera. En la primera categoría se

incluye a los vehículos automotores que circulan en la zona urbana, calles y carreteras, los cuales se encuentran agrupados de acuerdo al peso vehicular y al uso del vehículo, considerando la marca, la submarca y el tipo de combustible.

En la estimación de las emisiones se emplea un modelo desarrollado por la EPA, en el Estado de Colima se estimaron las emisiones en 9 categorías, las cuales fueron desagregadas en: autos particulares, taxis, vehículos privados y comerciales con peso mayor que 3 toneladas, Pick-up, camionetas de transporte público de pasajeros, autobuses de transporte urbano, vehículos privados y comerciales con peso menor a 3 toneladas (incluye SUV), tractocamiones y motocicletas.

Para la estimación de las emisiones en fuentes móviles que no circulan por carretera se consideraron las categorías de: aviación, equipo básico en aeropuertos, embarcaciones marinas, locomotoras de arrastre, locomotoras de patio, maquinaria de uso agropecuario, maquinaria de construcción y minería.

Fuentes naturales

Las fuentes naturales están divididas en dos categorías principales: biogénicas y geogénicas. En este apartado se consideran las emisiones biogénicas que incluyen los COV producidos por los distintos ecosistemas vegetales y los cultivos agrícolas presentes en el Estado. Así mismo, en esta categoría se estiman las emisiones de NO_x generadas por procesos de desnitrificación de suelo. De acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación serie IV (INEGI, 2010), los ecosistemas vegetales más comunes son: bosque de encino, selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, matorral subtropical, entre otros, mismos que contribuyen a la generación de COV en el Estado.

Inventario de emisiones por fuente

En esta sección se presenta el inventario de emisiones por cada una de las fuentes de emisión, en donde se observa el origen de las emisiones y su contribución por tipo de fuente. El análisis de esta información será de gran utilidad para el diseño de las medidas y acciones para el ProAire Colima.

En las tablas 18 y 19 se muestra el Volumen de las emisiones por tipo de fuente y la contribución porcentual de las emisiones estimadas para el Estado de Colima en el año 2013, en donde se observa que se generaron: 12,673 toneladas de PM₁₀, 9,020 toneladas de PM_{2.5}, 92,401 toneladas de SO₂, 56,207 toneladas de CO, 37,579 toneladas de NO_x, 74,234 toneladas de COV, 3,261 toneladas de NH₃ y 1,340 toneladas de carbón negro.

Tabla 18. Inventario de Emisiones del Estado de Colima año base 2013. Volumen de las emisiones por tipo de fuente

TIPO DE FUENTE	Ton /año							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	Carbón negro
FUENTES FIJAS	8,098.5	5,452.3	89,491.3	2,898.7	11,796.6	204.6	144.4	259.4
FUENTES DE ÁREA	3,636.7	2,659.1	148.6	19,247.8	1,889.3	17,598.8	3,004.4	293.0
FUENTES MÓVILES	937.9	909.5	2,761.6	34,060.5	12,895.9	2,914.4	112.7	787.8
FUENTES NATURALES	NA	NA	NA	NA	10,997.2	53,516.4	NA	NA
TOTAL	12,673.1	9,020.8	92,401.4	56,207.0	37,579.0	74,234.2	3,261.5	1,340.3

Tabla 19. Inventario de Emisiones del Estado de Colima año base 2013. Contribución porcentual de las emisiones por tipo de fuente

TIPO DE FUENTE	Contribución Porcentual							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	Carbón negro
FUENTES FIJAS	63.9	60.4	96.9	5.2	31.4	0.3	4.4	19.4
FUENTES DE AREA	28.7	29.5	0.2	34.2	5.0	23.7	92.1	21.9
FUENTES MOVILES	7.4	10.1	3.0	60.6	34.3	3.9	3.5	58.8
FUENTES NATURALES	NA	NA	NA	NA	29.3	72.1	NA	NA
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

El contaminante que más se emite en todo el Estado es el SO₂, con 92 mil toneladas, seguido de los COV de origen natural con 53 mil toneladas y de COV producidos por actividades antropogénicas con una aportación de 17 mil toneladas. En orden de contribución, el tercer contaminante es el CO con 56 mil toneladas y finalmente los NO_x con 37 mil toneladas, el resto de los contaminantes (PM₁₀, PM_{2.5}, NH₃ y carbón negro) presentaron una emisión menor a las 12 mil toneladas.

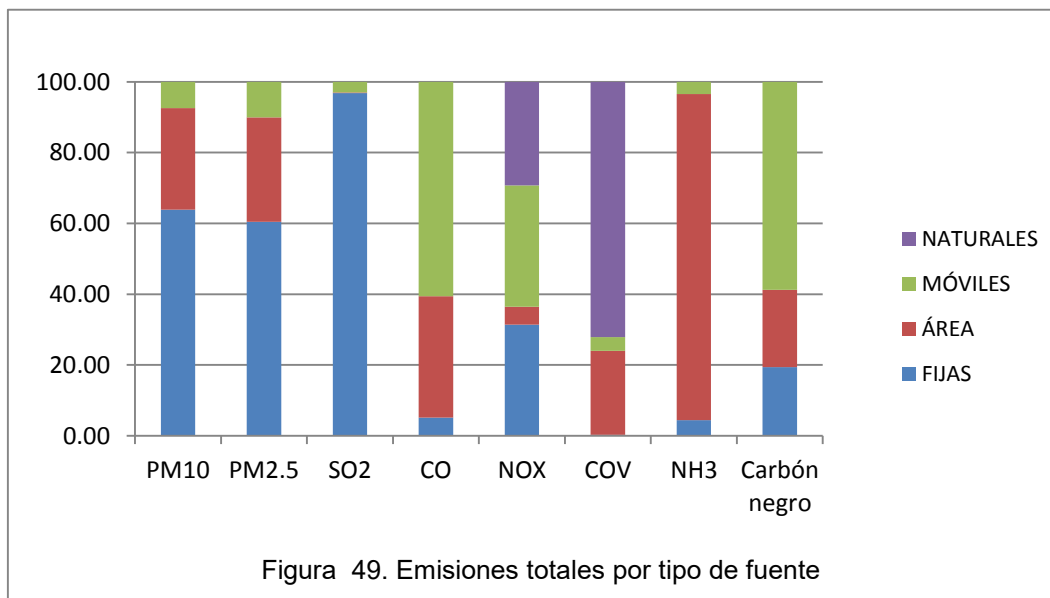


Figura 49. Emisiones totales por tipo de fuente

En la Figura 49 se muestra el inventario de emisiones porcentual de cada contaminante por fuente, en donde se observa que la mayor emisión de PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂ proviene de las fuentes fijas (64%, 60% y 97% respectivamente). Las fuentes móviles contribuyen con la mayor emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y carbón negro (61%, 34% y 59% respectivamente). Con respecto a las emisiones de NH₃ se observa que la mayor contribución se genera en las fuentes de área (92%). Finalmente, las fuentes naturales aportan la mayor emisión de COV (72%).

A continuación, se realiza el análisis del inventario de emisiones por tipo de fuente incluyendo tablas y figuras con la información que permite identificar la contribución porcentual y en masa de los diferentes contaminantes por cada una de las categorías del inventario, también en esta sección se incluye un análisis e interpretación de los resultados del inventario, resaltando las principales fuentes de emisión. Las emisiones se reportan en toneladas por año para cada una de las fuentes emisoras tal y como se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20. Contribución de emisiones en el Estado de Colima, año base 2013. Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Colima 2013.

Inventario de Emisiones de Colima, 2013

CATEGORIA	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	Carbón negro
FUENTES FIJAS	Ton/año							

DE COMPETENCIA FEDERAL								
Petróleo y petroquímica	3.8	3.8	0.1	6.0	23.3	60.1	0.0	0.3
Química	2.1	1.8	36.9	0.3	3.6	0.0	0.0	0.1
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	483.7	345.7	1,381.5	28.7	175.9	4.3	4.6	0.0
Cemento y cal	73.4	49.0	186.1	753.1	1,210.1	0.0	0.1	0.1
Generación de energía eléctrica	4,868.2	3,529.0	87,027.1	1,637.7	10,010.9	137.9	137.3	257.4
Tratamiento de residuos peligrosos	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	-
DE COMPETENCIA ESTATAL O MUNICIPAL								
Industria de alimentos y bebidas	2,646.4	1,511.0	858.9	472.3	370.0	2.1	2.2	1.4
Almacenamiento de combustibles	0.2	0.2	0.7	0.5	2.6	0.0	0.1	0.0
Extracción y/o beneficio de minerales no metálicos	4.3	2.2	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0
Industria del plástico y hule	-	-	-	-	-	0.0	-	-
Manejo de residuos peligrosos	0.1	0.1	-	0.0	0.0	0.0	-	-
Metálico	0.1	0.0	-	-	-	-	-	-
Minerales no metálicos	16.1	9.4	-	-	-	-	-	-
FUENTES DE ÁREA								
QUEMA DE COMBUSTIBLES EN FUENTES ESTACIONARIAS								
Combustión industrial	0.3	0.3	-	1.5	8.5	0.1	0.0	
Combustión comercial	9.5	9.5	0.0	54.1	312.0	5.4	0.0	0.6
Combustión agrícola	62.7	62.7	58.1	193.2	901.3	0.5	-	9.4
Combustión doméstica	911.4	877.6	10.6	6,647.3	216.9	6,004.2	0.0	117.7
USO DE SOLVENTES								
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	NA	183.3	NA	NA
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	NA	51.8	NA	NA
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	119.2	NA	NA
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	215.8	NA	NA
Pintura para señalización vial	NA	NA	NA	NA	NA	36.5	NA	NA
Recubrimiento de superficies en la industria	NA	NA	NA	NA	NA	38.8	NA	NA
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	1,624.6	NA	NA
Uso comercial y doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	NA	2,210.8	NA	NA
Limpieza de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	460.6	NA	NA
ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE DERIVADOS DE PETRÓLEO								
Manejo y distribución de gas LP	NA	NA	NA	NA	NA	1,929.1	NA	NA
Manejo y distribución de gasolina y diésel	NA	NA	NA	NA	NA	2,449.7	NA	NA

FUENTES INDUSTRIALES LIGERAS Y COMERCIALES								
Actividades de construcción	387.2	80.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Asados al carbón	55.8	44.6	NA	111.1	2.0	7.2	NA	6.2
Panificación	NA	NA	NA	NA	NA	24.3	NA	NA
AGROPECUARIAS								
Aplicación de fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	471.2	NA
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	NA	56.1	NA	NA
Corrales de engorda	109.1	12.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Emisiones ganaderas de amoniaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,519.9	NA
Labranza	538.0	119.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Quemas agrícolas	1,188.6	1,134.8	45.6	8,518.3	335.6	802.1	134.6	NA
MANEJO DE RESIDUOS								
Aguas residuales tratadas	NA	NA	NA	NA	NA	647.7	NA	136.2
Aguas residuales sin tratar	NA	NA	NA	NA	NA	469.9	NA	NA
FUENTES MISCELÁNEAS								
Incendios en construcciones	0.1	0.1		2.2	0.1	0.1	NA	0.0
Incendios forestales	373.9	317.3	34.3	3,712.0	110.2	259.2	37.2	22.8
Emisiones domésticas de amoniaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	841.4	NA
Esterilización de material hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	1.0	NA	NA
Terminales de autobuses	0.0	0.0	0.0	8.2	2.7	0.7	0.0	0.0
FUENTES MÓVILES								
QUE CIRCULAN POR CARRETERA								
Autos particulares	10.6	9.8	48.3	3,883.4	479.2	152.2	26.4	3.7
Taxis	2.6	2.4	7.6	2,065.6	312.0	120.9	14.9	0.9
Vehículos privados y comerciales con peso < 3 toneladas (incluye SUV)	9.8	8.3	31.6	3,799.3	500.4	218.5	15.9	2.8
Pick-up	18.9	15.8	69.3	8,765.6	1,155.0	523.3	34.8	2.8
Camionetas de transporte público de pasajeros	1.2	1.0	2.9	571.8	69.9	35.5	2.0	0.2
Autobuses de transporte urbano	23.4	22.7	7.9	425.7	423.8	51.4	0.9	31.7
Vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas	73.9	71.7	34.9	2,459.2	1,774.9	316.5	4.8	58.0
Tractocamiones	333.2	327.7	93.3	1,352.1	5,124.1	227.2	5.5	495.1
Motocicletas	19.1	17.6	23.0	9,624.6	416.8	1,013.5	7.3	6.5
QUE NO CIRCULAN POR CARRETERA								
Aviación	0.8	0.8	5.9	55.7	49.4	14.1	0.0	0.6
Equipo Básico en aeropuertos	0.4	0.4	0.8	69.1	9.1	2.5	0.0	0.2
Embarcaciones marinas	219.8	214.6	2,415.0	70.1	848.8	13.9	0.0	92.3
Locomotoras de arrastre	10.6	9.5	3.8	42.2	428.3	15.9	0.0	4.1

Locomotoras de patio	1.0	0.9	0.3	4.0	38.3	2.2	0.0	0.4
Maquinaria de uso agropecuario	190.6	184.8	14.4	775.5	1,068.6	187.2	0.1	79.5
Maquinaria de construcción y minería	22.0	21.4	2.6	96.6	197.4	19.8	0.0	9.2
FUENTES NATURALES								
Emisiones biogénicas					10,997.2	53,516.4		
TOTAL	12,673.1	9,020.8	92,401.4	56,207.0	37,579.0	74,234.2	3,261.5	1,340.3

En las siguientes figuras se muestran las contribuciones con mayor aportación para cada uno de los contaminantes considerando en general los cuatro diferentes tipos de fuentes. La figura 50 muestra que la generación de energía eléctrica tiene la mayor aportación de emisiones de PM₁₀ (38.4%) mientras que la industria de alimentos y bebidas también tienen una participación importante con un 20.9%, así como un 20.8% por otras fuentes de área como son quemas agrícolas, combustión doméstica y labranza con el 9.4%, 7.2%, 4.2% respectivamente.

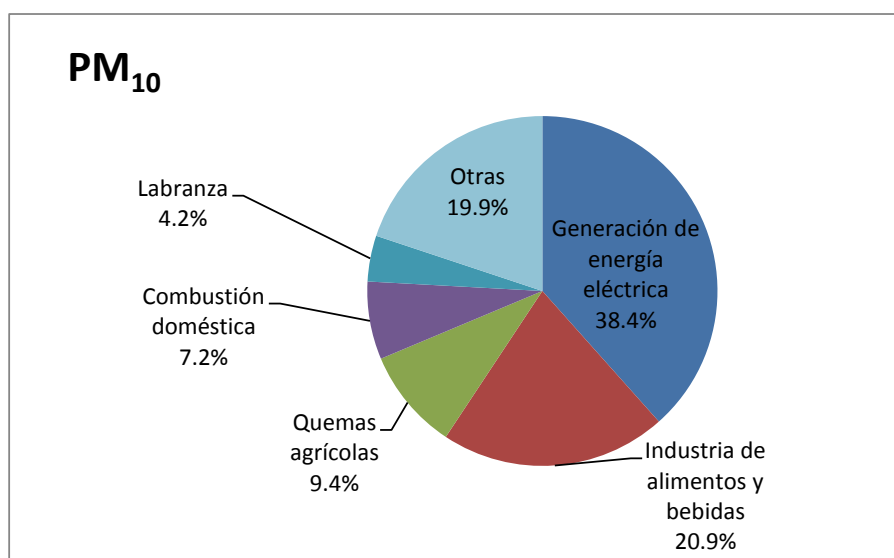


Figura 50. Emisiones totales de PM₁₀ en el Estado de Colima 2013. Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Colima 2013.

Se observa que las emisiones de PM_{2.5} presentan un comportamiento similar al de las emisiones de PM₁₀ (Figura 51) con una aportación mayor en la generación de energía eléctrica del 39.1%, mientras que las quemas agrícolas y la combustión doméstica tiene el 12.6% y 9.7% respectivamente; se obtiene también una aportación de emisiones PM_{2.5} generadas por actividades metalúrgicas (incluyendo la siderúrgica) y por tractocamiones con un 3.8% y 3.6% respectivamente.

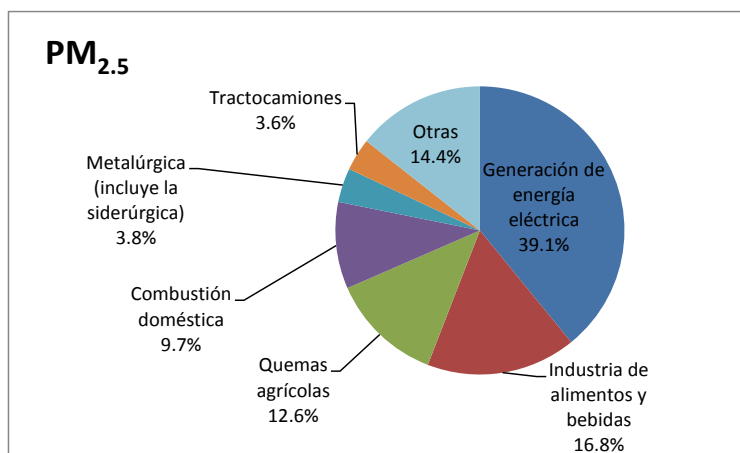


Figura 51. Emisiones totales de $PM_{2.5}$ en el Estado de Colima 2013.

Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Colima 2013.

En la figura 52 se presentan las emisiones totales de SO_2 en donde la mayor aportación también se debe a la generación de energía eléctrica con un 94.2% y las emisiones por embarcaciones marinas junto con las emisiones metalúrgicas (incluyendo la siderúrgica) y la industria de alimentos y bebidas en conjunto representan el 5.0% con un 2.6%, 1.5% y 0.9% respectivamente.

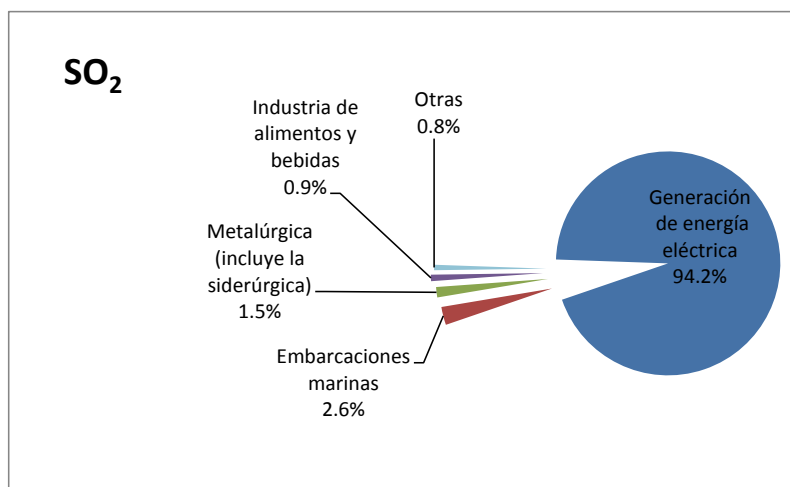


Figura 52. Emisiones totales de SO_2 en el Estado de Colima 2013

Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Colima 2013.

Por otra parte, las fuentes móviles aportan más del 39.0% del total de emisiones de CO, siendo las principales fuentes emisoras de este contaminante las motocicletas (17.1%), las pick-up (15.6%) y los autos particulares (6.9%). Las Fuentes de área tiene una aportación importante del 27% que corresponde al 15.2% de emisiones por quemadas agrícolas y al 11.8% por combustión directa, como se muestra en la figura 53.

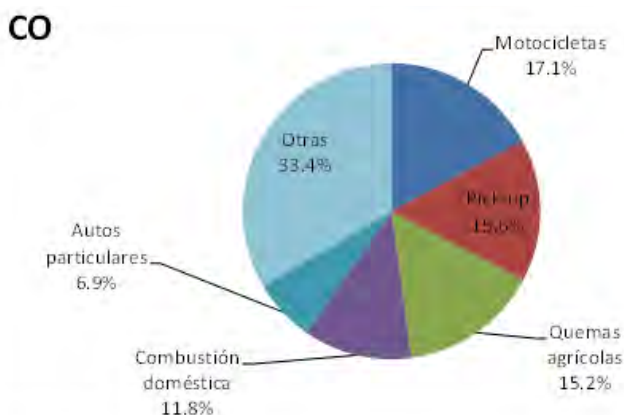


Figura 53. Emisiones totales de CO en el Estado de Colima 2013.

Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Colima 2013.

Las emisiones de NO_x por fuentes fijas tienen una aportación del 29.8% como se muestra en la Figura 54, que es el resultado conjunto de las actividades en la generación de energía eléctrica con un 26.6% y la industria del cemento y cal con un 3.2%. Con una contribución ligeramente menor en las emisiones de NO_x, las fuentes naturales principalmente las fuentes biogénicas aportan un 29.3%. Las fuentes móviles tienen una aportación del 18.3% de emisiones de NO_x, con un 13.6% por tractocamiones y un 4.7% por vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas.

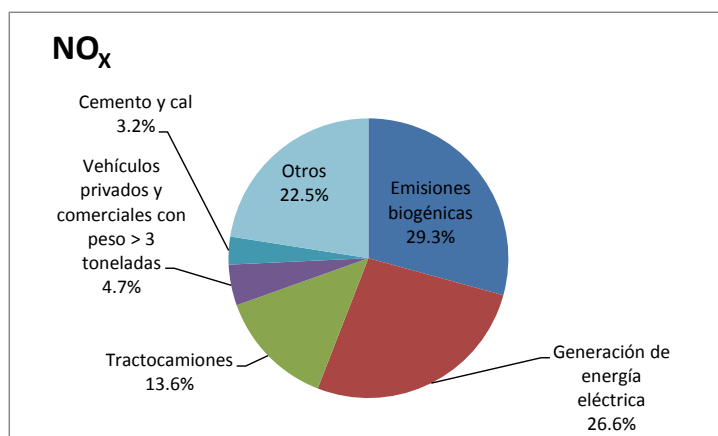


Figura 54. Emisiones totales de NO_x en el Estado de Colima 2013.

Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Colima 2013.

El comportamiento en las emisiones de COV se muestra en la figura 55, en donde se observa que las fuentes naturales generan la mayor cantidad de estos compuestos, emitiendo el 72.1% del total, mientras que las fuentes de área tienen una menor contribución con un 17% que incluye la combustión doméstica (8.1%), manejo y distribución de gasolina y diésel (3.3%), uso comercial y doméstico de solventes (3.0%) y manejo y distribución de gas LP (2.6%).

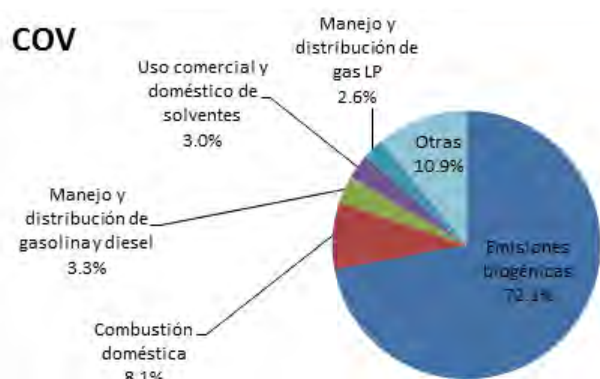


Figura 55. Emisiones totales de COV en el Estado de Colima 2013.
Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Colima 2013.

Con respecto a la emisión de NH_3 , las fuentes de área tienen su contribución más relevante con el 90.9%, específicamente en la aportación por actividad ganadera con un 46.6%, las emisiones domésticas de amoníaco con el 25.8%, la aplicación de fertilizantes con el 14.4% y una contribución alrededor del 4.1% por quemas agrícolas. Las fuentes fijas presentan una aportación del 4.2% por la generación de energía eléctrica (Figura 56).

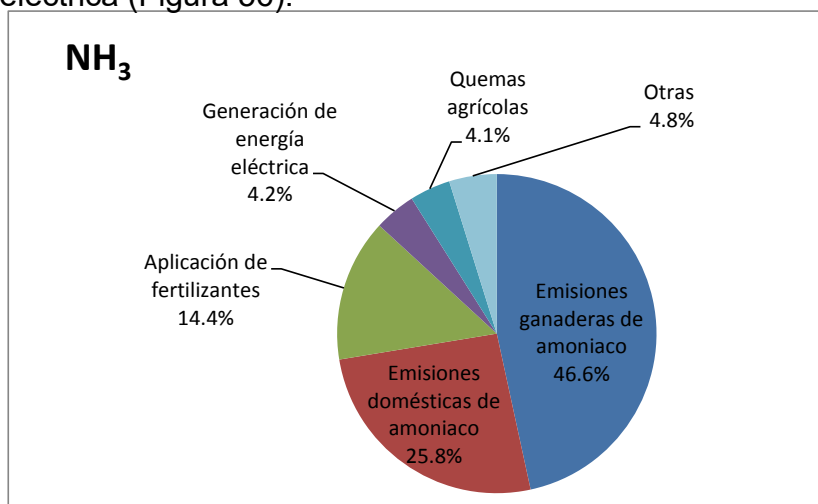


Figura 56. Emisiones totales de NH_3 en el Estado de Colima 2013.
Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Colima 2013.

La Figura 57 muestra que el carbón negro tiene su mayor aportación en las fuentes móviles con el 49.7%, que incluye tractocamiones (36.9%), embarcaciones marinas (6.9%) y maquinaria de uso agropecuario (5.9%). Las fuentes de área tienen una contribución del 19% considerando las aguas residuales tratadas (10.2%) y la combustión doméstica (8.8%). Las fuentes fijas aportan el 19.2% de las emisiones de carbón negro por actividades de generación de energía eléctrica.

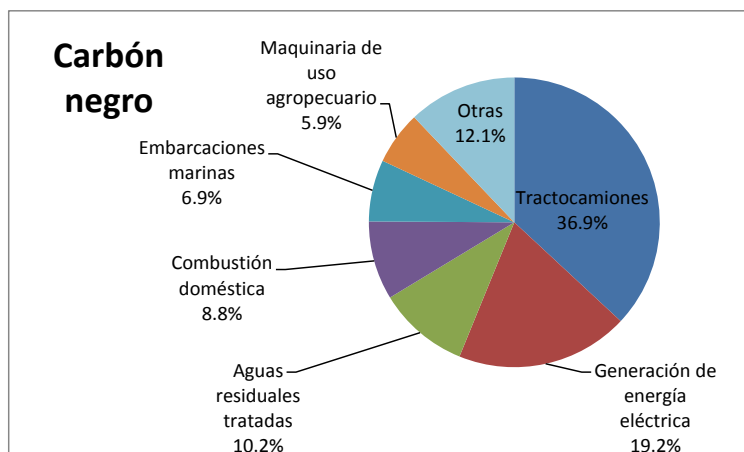


Figura 57. Emisiones totales de Carbón negro en el Estado de Colima 2013.
Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Colima 2013.

Emisiones a nivel municipal en el Estado de Colima

En la tabla 21 se muestra la contribución en emisiones por cada municipio en el Estado.

Tabla 21. Inventario de Emisiones del Estado de Colima, año base 2013. Emisiones por Municipio

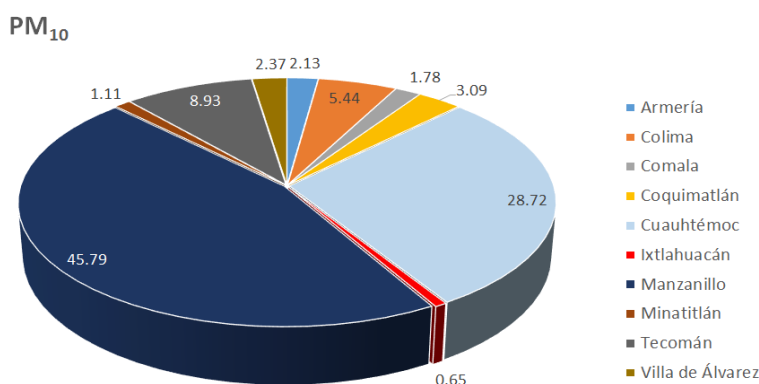
Municipio	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	Carbón negro
Emisiones Ton/año								
Armería	270.1	204.2	461.5	2,988.6	1,492.8	4,813.0	178.4	48.8
Colima	689.2	490.6	118.8	11,386.7	5,179.4	10,916.3	581.9	237.5
Comala	225.0	180.2	16.3	2,564.1	1,061.6	3,881.6	193.5	35.7
Coquimatlán	391.0	312.9	36.3	4,101.1	1,227.8	5,583.0	334.4	41.2
Cuauhtémoc	3,639.8	2,295.2	1,171.3	6,567.9	2,488.4	3,883.3	270.8	92.4
Ixtlahuacán	82.9	61.2	42.2	743.5	769.7	4,372.7	78.3	12.6
Manzanillo	5,802.3	4,265.8	89,918.2	9,321.0	16,012.5	17,502.6	640.7	552.4
Minatitlán	141.2	113.0	11.6	1,355.3	751.5	4,185.9	110.4	20.6
Tecomán	1,131.7	902.0	570.8	11,369.3	6,371.6	14,050.9	584.5	204.6
Villa de Álvarez	300.0	195.6	54.4	5,809.6	2,223.7	5,044.9	288.5	94.6
Total	12,673.1	9,020.8	92,401.4	56,207.0	37,579.0	74,234.3	3,261.5	1,340.3

En la Tabla 22 se presenta la contribución porcentual de las emisiones a nivel municipal

Tabla 22. Inventario de Emisiones del Estado de Colima, año base 2013. Contribución porcentual de Emisiones por Municipio

Municipio	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	Carbón negro
Armería	2.13	2.26	0.50	5.31	3.95	6.48	5.47	3.64
Colima	5.44	5.44	0.13	20.26	13.79	14.71	17.84	17.72
Comala	1.78	2.00	0.02	4.56	2.83	5.23	5.93	2.66
Coquimatlán	3.09	3.47	0.04	7.30	3.27	7.52	10.25	3.07
Cuauhtémoc	28.72	25.44	1.27	11.69	6.62	5.23	8.30	6.89
Ixtlahuacán	0.65	0.68	0.05	1.32	2.05	5.89	2.40	0.94
Manzanillo	45.79	47.29	97.31	16.58	42.62	23.58	19.65	41.21
Minatitlán	1.11	1.25	0.01	2.41	2.00	5.64	3.39	1.53
Tecomán	8.93	10.00	0.62	20.23	16.96	18.93	17.92	15.27
Villa de Álvarez	2.37	2.17	0.06	10.34	5.92	6.80	8.84	7.06
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

La distribución porcentual de las emisiones de PM₁₀ por municipio se presenta en la Figura 58; en donde, de acuerdo al inventario de emisiones de Colima 2013, el municipio que presentó la mayor emisión fue Manzanillo (45.79%), seguido del municipio de Cuauhtémoc (28.72%). Es importante señalar que la emisión de estos dos municipios representó el 74.58% de la emisión total de PM₁₀ en el estado de Colima.

Figura 58. Distribución de las emisiones de PM₁₀ por municipio⁴.

En relación al contaminante criterio PM_{2.5}, la distribución porcentual de las emisiones por municipio se presenta en la Figura 59. De acuerdo al inventario de

⁴ Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Colima 2013.

emisiones de Colima 2013, el municipio que presentó la mayor emisión fue Manzanillo (47.29%), seguido del municipio de Cuauhtémoc 25.44%). Es importante señalar que la emisión de estos dos municipios representó el 74.58% de la emisión total de PM₁₀ en el estado de Colima.

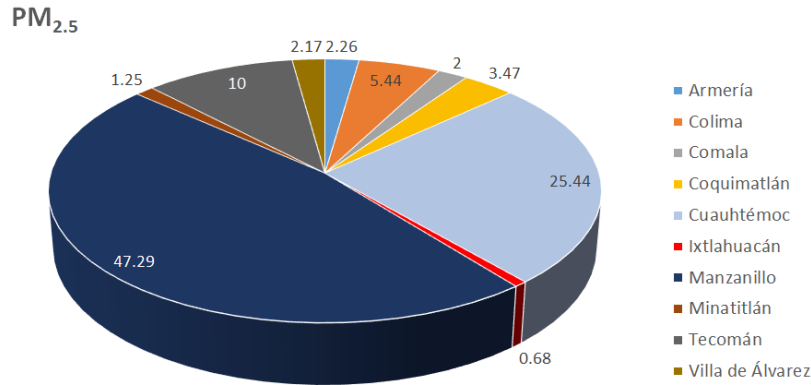


Figura 59. Distribución de las emisiones de PM_{2.5} por municipio.

En relación a la emisión del contaminante SO₂, la distribución porcentual por municipio se presenta en la figura 60, en donde destaca que las emisiones de este contaminante criterio del municipio de Manzanillo representaron el 97.1 % de la emisión total en el estado de Colima.

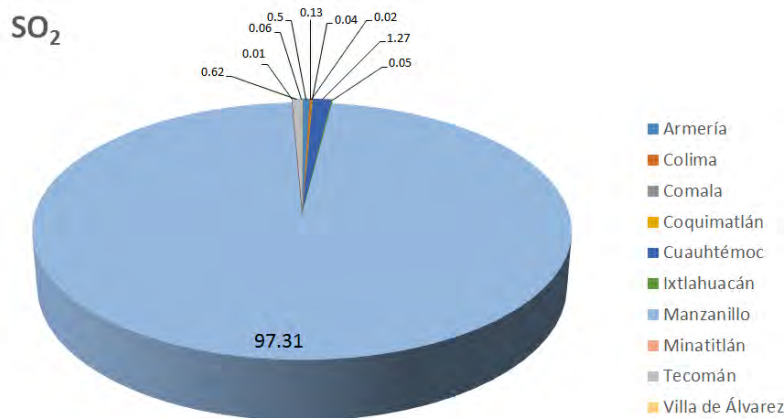


Figura 60. Distribución de las emisiones de SO₂ por municipio.

Con relación a las emisiones de monóxido de carbono (CO), en la siguiente figura 61 se muestra la contribución porcentual de las emisiones de CO por municipio; en donde destaca que el municipio de Colima presentó la mayor emisión del estado, la cual representó el 20.26 % de la emisión total, seguido del municipio de Tecomán con el 20.23% y Manzanillo con el 16.58 %; estos tres municipios en su conjunto, representaron el 57.07 % de la emisión total.

CO

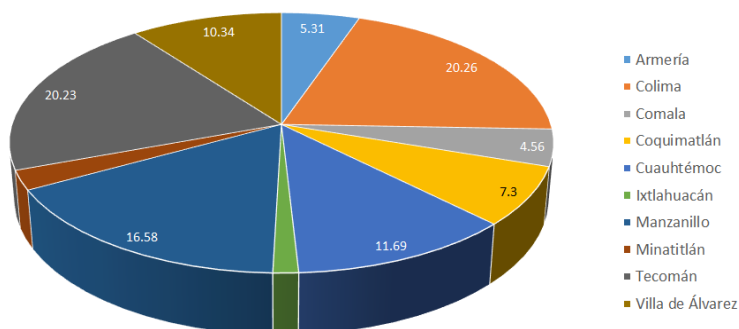


Figura 61. Distribución de las emisiones de CO por municipio.

Con respecto a las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), en la figura 62 se presenta la contribución porcentual de las emisiones de NOx por municipio; en donde destaca que el municipio de Manzanillo presentó la mayor emisión en el Estado, la cual representó el 42.62 % de la emisión total, seguido del municipio de Tecomán con el 16.96%. La emisión de ambos municipios representó el 59.58% de la emisión total de NOx en el Estado de Colima, de acuerdo al inventario.

NOx

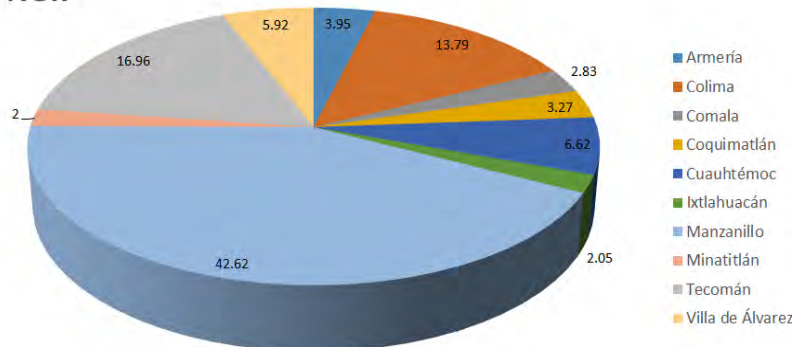


Figura 62. Distribución de las emisiones de NOx por municipio.

En la figura 63 se muestra la contribución porcentual de las emisiones de COV por municipio; en donde destaca que el municipio de Manzanillo presentó la mayor emisión del Estado, la cual representó el 23.58 % de la emisión total, seguido del municipio de Tecomán con el 18.93%.

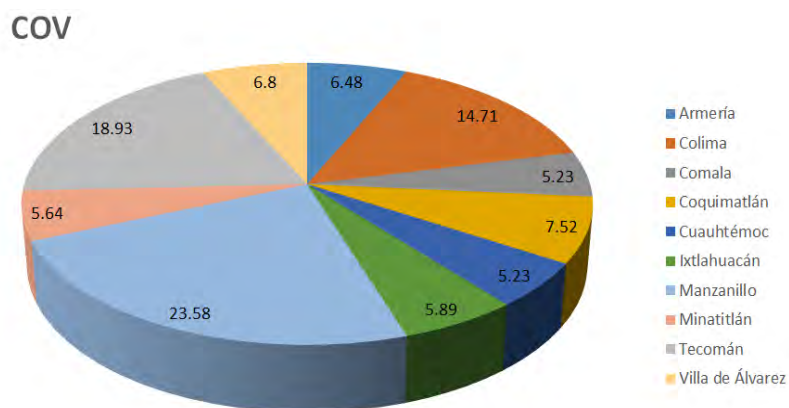


Figura 63. Distribución de las emisiones de COV por municipio.

Se muestra la contribución porcentual de las emisiones de NH₃ por municipio; en donde destaca que el municipio de Manzanillo presentó la mayor emisión del Estado, la cual representó el 19.65 % de la emisión total, seguido del municipio de Tecomán con el 17.92% (Figura 64).

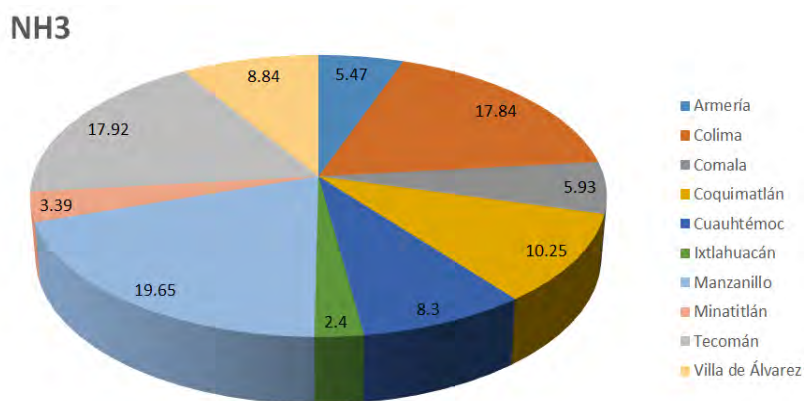


Figura 64. Distribución de las emisiones de NH₃ por municipio.

Finalmente, en la Figura 65 se muestra la contribución porcentual de las emisiones de Carbón negro por municipio; en donde destaca que el municipio de Manzanillo presentó la mayor emisión del Estado, la cual representó el 41.21 % de la emisión total, seguido del municipio de Colima con el 17.72%.

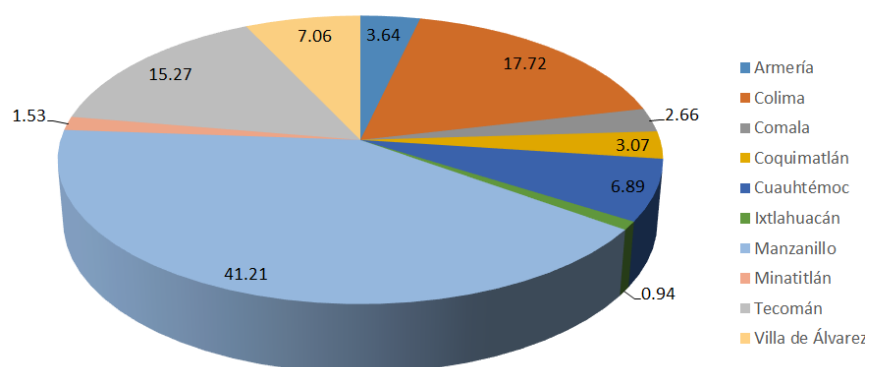
Carbón Negro

Figura 65. Distribución de las emisiones de Carbón negro por municipio.

Con base en el análisis anterior se tiene que los cuatro municipios con mayor generación de emisiones son Manzanillo, Tecomán, Colima y Cuauhtémoc. Con aportaciones importantes en Manzanillo para cada contaminante con respecto a los demás municipio: de SO₂ (97.32%), PM₁₀ (45.79%), PM_{2.5} (47.29%), NO_x (42.62%) y carbón negro (41.21%). Para Tecomán se obtuvieron los siguientes contaminantes con mayor porcentaje: CO (20.23%), COV (18.93%), NH₃ (17.92%) NO_x (16.96%) y carbón negro (15.27%). Colima presenta los mayores porcentajes por contaminante en: CO (20.26%), NH₃ (17.84%), carbón negro (17.72%) y NO_x (13.79%). Por último, Cuauhtémoc presenta sus mayores porcentajes en: PM₁₀ (28.72%), PM_{2.5} (25.44%), CO (11.69%) y el NH₃ (8.30%).

Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

La siguiente sección se desarrolla con base en el Informe del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2005 para Colima⁵, proporcionado por el Gobierno del Estado, en el cual se estimó una emisión de 9,218.94 Gg de CO₂ equivalente (CO₂e) derivado de las fuentes de combustión para el año base 2005.

⁵ Elaborado por Consultoría en Ingeniería de Proyectos S de RL. Diciembre de 2013

Energía

En la Tabla 23 se presentan las emisiones de GEI y CO₂e por subcategoría del sector energía; donde se observa que la generación de energía eléctrica es la más importante en emisiones de CO₂e a la atmósfera con el 78.07%, seguido del transporte con el 13.88% (Figura 66).

Tabla 23. Emisiones de GEI en Gg/año por subcategoría

Subcategoría	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Generación de electricidad	7,174.1	0.3	0.1	7,197.2
Transporte	1,236.6	0.3	0.1	1,279.9
Industrias manufactureras y de la construcción	466.7	0.1	0.0	470.7
Residencial	230.4	0.4	0.0	239.1
Comercial	21.1	0.0	0.0	21.2
Agropecuario	10.8	0.0	0.0	10.9
Etotal	9,139.7	1.0	0.2	9,218.9

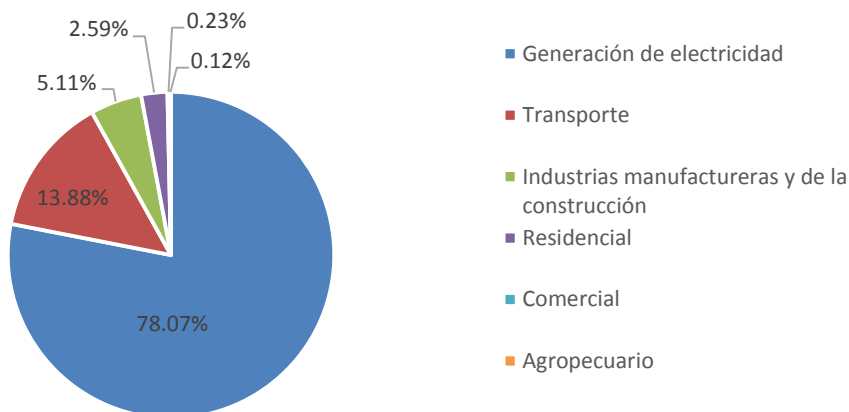


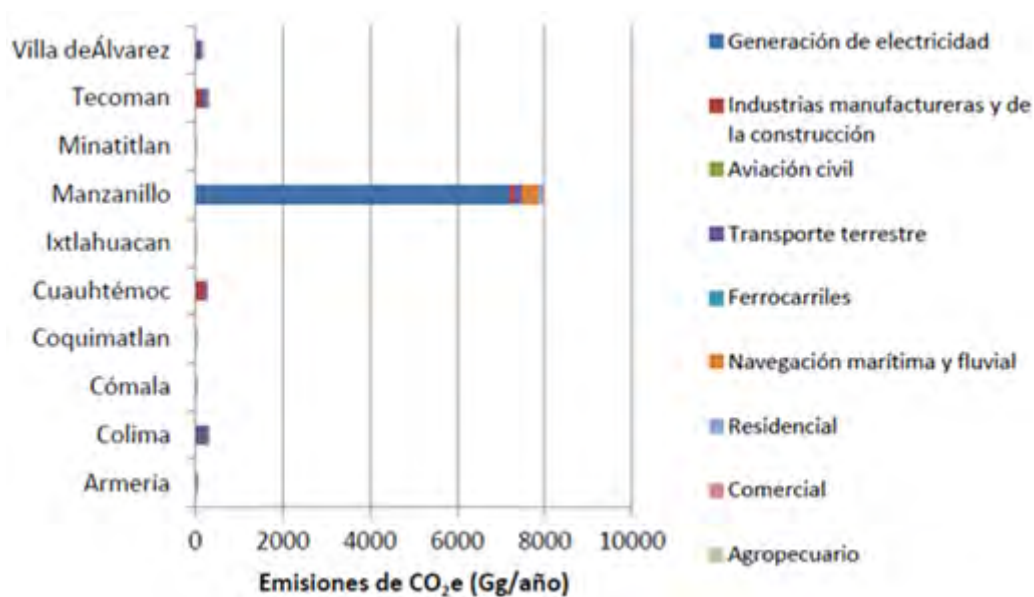
Figura 66. Contribución de las emisiones de CO₂e por subcategoría.

En la Tabla 24 se muestran las emisiones de GEI por municipio del Estado de Colima. Los municipios con las mayores emisiones de CO₂e son Manzanillo por la presencia de la termoeléctrica, el aeropuerto y el puerto; seguido por Colima en donde existe un mayor número de vehículos y se tiene la presencia de otro aeropuerto.

Tabla 24. Emisiones de GEI en Gg/año por municipio.

Municipio	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}
Armería	46.9	0.0	0.0	49.1
Colima	303.7	0.1	0.0	316.1
Cómala	37.1	0.0	0.0	39.1
Coquimatlán	31.1	0.0	0.0	32.8
Cuauhtémoc	272.6	0.1	0.0	278.7
Ixtlahuacán	20.9	0.0	0.0	21.6
Manzanillo	7,938.1	0.5	0.1	7,977.2
Minatitlán	12.7	0.0	0.0	13.4
Tecomán	306.3	0.1	0.0	314.1
Villa de Álvarez	170.2	0.1	0.0	177.0
Estatad	9,139.7	1.0	0.2	9,218.9

A continuación, en la Figura 25 se muestra la aportación de CO_{2e} en Gg/año por subcategoría para cada uno de los municipios que forman el Estado de Colima.

Figura 25. Contribución de las emisiones de CO_{2e} por subcategoría y municipio.

Fuentes móviles

En la Tabla 25 se presenta el resumen del consumo de energéticos en cada subcategoría de fuentes móviles del Estado de Colima, así como las emisiones asociadas por su combustión. Destacando las emisiones generadas por el autotransporte que utiliza gasolina como combustible con el 60.4% de las emisiones; seguido del consumo de combustóleo en la navegación básicamente en los buques de carga, con el 26.8 %; después el diésel del sector autotransporte con el 9.4% de las emisiones de CO₂e.

Tabla 25. Consumo y emisiones de GEI por tipo de actividad.

Subcategorías	Combustible	Emisiones CO ₂ e (Gg/año)	Emisiones %
Ferrocarriles	Diésel	0.3	0.0
Aviación	Queroseno	0.8	0.1
Navegación	Diésel	38.5	3.0
	Combustóleo	343.0	26.8
Autotransporte	Gasolina	772.7	60.4
	Diésel	120.8	9.4
	Gas LP	0.7	0.1
	Gas Natural	3.2	0.3
Estatal		1,280.0	100.0

Dentro de este sector, el autotransporte o transporte terrestre es el que mayores emisiones de GEI genera a la atmósfera en la mayoría de los municipios a excepción del municipio de Manzanillo donde las emisiones por embarcaciones son muy importantes debido a la presencia de uno de los puertos comerciales más importantes del país (Figura 68).

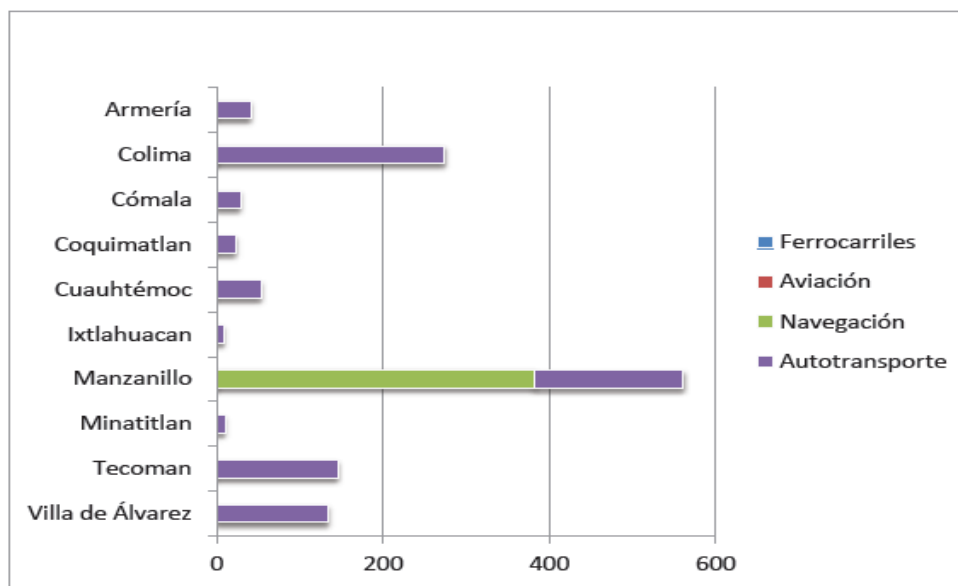


Figura 68. Emisiones de CO₂e (Gg/año), municipio y tipo de medio de transporte.

Procesos industriales y uso de productos

Para el Estado de Colima se estimó una emisión de 1,031.95 Gg de CO₂e derivado de las fuentes de procesos industriales y uso de productos en el año 2005; así como 1.625 Gg de compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM) derivado de la industria alimenticia y de uso de solventes (Tabla 8).

Tabla 26. Emisiones por municipio y tipo de contaminante.

Municipio	COe ₂ (Ton/año)	CO ₂ e (Gg/año)	COVDM (Ton/año)
Armería			29.0
Colima			150.0
Cómala			22.0
Coquimatlán			20.0
Cuauhtémoc	53,122.0	53.1	1,010.0
Ixtlahuacán	20,522.0	20.5	6.0
Manzanillo	121,989.0	122.0	155.0
Minatitlán			9.0
Tecomán	836,313.0	836.3	112.0
Villa de Álvarez			112.0
Estatad	1,031,946.0	1,031.9	1,625.0

Como se observa en la tabla anterior, el municipio con mayores emisiones de CO₂e es Tecomán, por la presencia de la industria cementera, seguido del

municipio de Manzanillo por la producción de hierro en el mismo. El caso particular de la industria cementera, en el proceso de fabricación del cemento, las calizas son sometidas a un proceso de calcinación, por lo que los carbonatos de calcio forman óxidos de calcio con el desprendimiento de dióxido de carbono, de acuerdo a la siguiente reacción química.



El municipio de Cuauhtémoc por sus emisiones derivadas de la producción de pellets de concentrados de mineral de hierro, lo hacen tener una emisión importante de GEI, seguido de Ixtlahuacán por la producción de cal. En cuanto a las emisiones de COVDM, el municipio de Cuauhtémoc es el que más emisiones tiene debido a la producción de azúcar.

Sector de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

Esta sección incluye la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de las actividades antropogénicas relacionadas con el sector productivo primario agropecuario y cambios del uso del suelo, también denominado AFOLU por sus siglas en inglés.

La ganadería es una de las principales fuentes de emisión de GEI tanto por el producto de la fermentación entérica de rumiantes como por el manejo del estiércol y su aplicación como fertilizante. Los resultados por municipio con respecto a las emisiones de GEI se muestran en la Tabla 9.

Tabla 27. Resultados de emisiones en Ton / año por municipio.

Municipio	Fermentación entérica	Emisión por Manejo de estiércol	Emisión por Manejo de estiércol
	CH ₄ (Ton /año)	CH ₄ (Ton /año)	N ₂ O (Ton/año)
Armería	437.0	10.0	3,074.0
Colima	1,618.0	43.0	11,489.0
Cómala	741.0	18.0	5,209.0
Coquimatlán	709.0	33.0	5,554.0
Cuauhtémoc	1,109.0	23.0	6,672.0
Ixtlahuacán	372.0	8.0	2,588.0

Manzanillo	1,518.0	34.0	9,601.0
Minatitlán	603.0	13.0	3,560.0
Tecomán	670.0	29.0	4,946.0
Villa de Álvarez	541.0	15.0	3,641.0
Total Estatal	8,318.0	226.0	56,334.0
Total Estatal	8,544 Ton/año = 8.5 Gg/año = 56.33 Gg/año.		

En términos de CO₂ la principal fuente de emisión es el manejo de estiércol con un total estatal de 17,464 y el municipio de Colima es el que presenta el mayor aporte con casi el 20% del total de la entidad (Tabla 28), considerando un potencial de calentamiento del CH₄ = 21 y del N₂O = 310.

Tabla 28. Emisiones de estiércol.

Municipio	Fermentación entérica	Emisión por Manejo de estiércol
		CO ₂ Gg/año
Armería	9.0	953.0
Colima	34.0	3,562.0
Cómala	16.0	1,615.0
Coquimatlán	15.0	1,722.0
Cuauhtémoc	23.0	2,069.0
Ixtlahuacán	8.0	802.0
Manzanillo	32.0	2,977.0
Minatitlán	13.0	1,104.0
Tecomán	14.0	1,534.0
Villa de Álvarez	11.0	1,129.0
Total Estatal	175.0	17,467.0

Los resultados indican que el manejo del estiércol es la principal fuente de emisión por lo que es aquí en donde resulta más pertinente enfocar las iniciativas para disminuir las emisiones de GEI en el Estado.

La agricultura es una de las principales actividades en la entidad, dentro de este sector se identificaron tres tipos de emisiones, las asociadas directamente a la siembra de productos, la aplicación de fertilizantes y acondicionadores de suelo y

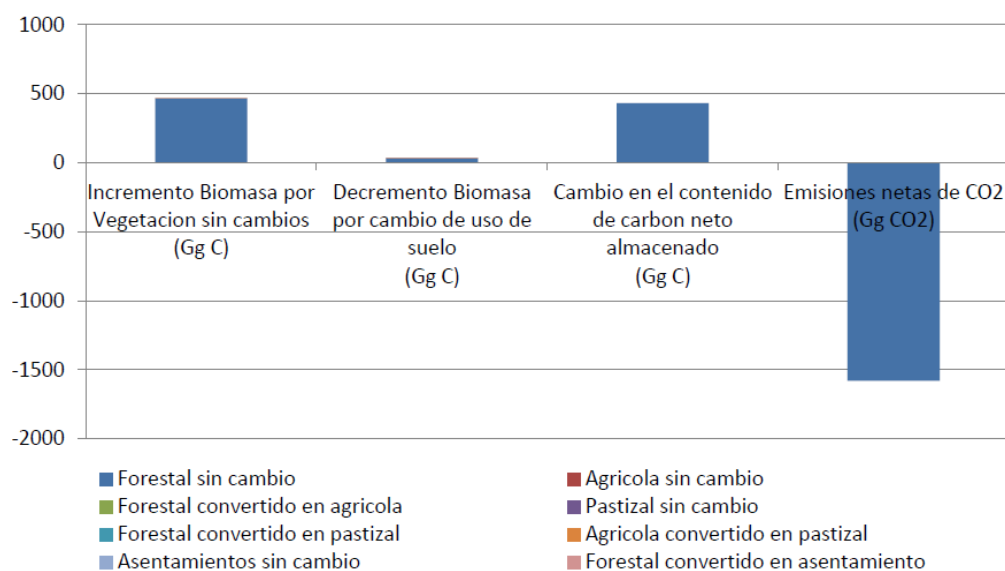
la quema de biomasa. La Tabla 29 muestra los resultados de las estimaciones de cada actividad por GEI emitido y municipio.

En términos de CO₂e las mayores emisiones directas se dan por concepto de la degradación de materia orgánica durante el cultivo del arroz, siendo el municipio de Tecomán el que tiene el mayor aporte de este sector. Por lo que respecta a las emisiones indirectas por aplicación de fertilizantes sintéticos y estiércol, la emisión total es de 397.5 Gg al año de CO₂e.

Los resultados indican que el incremento en la biomasa es mayor que la pérdida de la misma, por lo que se presentan absorciones de CO₂ a razón de 1,580 Gg (Figura 69).

Tabla 29. Resultados por municipio y actividad en Ton/año.

Municipio	Cultivos de Arroz	Encalado	CO ₂ por aplicación de Urea	indirectas de N ₂ O por aplicación de fertilizantes	indirectas de			
					N ₂ O por volatilización debido al manejo de estiércol MMS	CO ₂ por quema de biomasa	CH ₄ por quema de biomasa	N ₂ O por quema de biomasa
	CH ₄ (Ton/año)	CO ₂ (Ton/año)	CO ₂ (Ton/año)	N ₂ O (Ton/año)	N ₂ O (Ton/año)	CO ₂ (Ton/año)	CH ₄ (Ton/año)	N ₂ O (Ton/año)
Armería		0.0	0.0	3,074.0	0.0	11.0	167.0	0.0
Colima	48.0	870.0	69.0	11,489.0	0.0	0.0	60.0	0.0
Cómala		158.0	0.0	5,209.0	0.0	0.0	10.0	0.0
Coquimatlán	116.0	180.0	168.0	5,556.0	2.0	151.0	2,325.0	4.0
Cuauhtémoc	197.0	2,308.0	285.0	6,672.0	0.0	1.0	162.0	0.0
Ixtlahuacán		0.0	0.0	2,588.0	0.0	0.0	4.0	0.0
Manzanillo	9.0	0.0	12.0	9,602.0	1.0	372.0	5,688.0	11.0
Minatitlán		35.0	0.0	3,560.0	0.0	42.0	643.0	1.0
Tecomán	338.0	0.0	246.0	4,949.0	3.0	1.0	8.0	0.0
Villa de Álvarez		311.0	0.0	3,641.0	1.0	76.0	1,178.0	2.0
Total Estatal	707.0	3,862.0	780.0	53,266.0	7.0	643.0	10,079.0	19.0

Figura 69. Cambios en contenido de C y emisiones de CO₂.

Sector desechos

La principal fuente de emisión en la categoría de desechos son las emisiones por quema a cielo abierto de residuos sólidos, las cuales generan en total 414 Gg de CO₂ al año, el municipio en el cual se generan las mayores emisiones es Manzanillo (Tabla 30).

Tabla 30. Emisiones totales de la sección de residuos Gg/año.

Municipio	Emisiones de CH ₄ por tratamiento de aguas residuales (Gg /año)	Emisiones de N ₂ O por tratamiento de aguas residuales (Gg /año)	Emisiones de CH ₄ por disposición de residuos sólidos	Emisiones quema de residuos a cielo abierto CO ₂ Gg/año	Emisiones totales de CO ₂ e
Armería	0.1	0.001	0.2	4.0	11.8
Colima	0.1	0.005	1.3	125.0	155.0
Cómala	0.1	0.001	0.2	3.0	9.8
Coquimatlán	0.0	0.001	0.2	2.0	6.1
Cuauhtémoc	0.6	0.001	0.2	5.0	22.4
Ixtlahuacán	0.0	0.000	0.0	0.0	1.6
Manzanillo	0.6	0.005	1.3	135.0	176.2
Minatitlán	0.0	0.000	0.1	0.4	1.9
Tecomán	0.0	0.003	0.9	69.0	89.6
Villa de Álvarez	2.4	0.004	1.0	71.0	141.8
Total Estatal	3.9	0.020	5.4	414.0	616.2

Los municipios con mayor índice de población y aquellos con las zonas urbanas más grandes en la entidad presentan mayores emisiones (Figura 70).

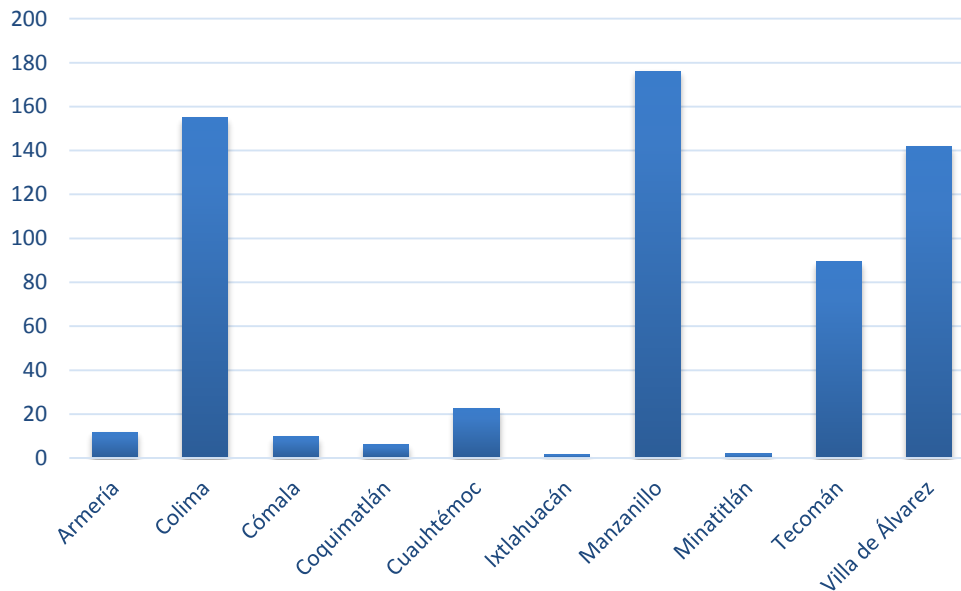


Figura 70. Emisiones de CO₂e por municipio en Gg/año.

En términos de CO₂e se observa que en los municipios con áreas urbanas de importancia los residuos sólidos representan la mayor fuente de emisiones, como se observa en la siguiente figura, esto constituye una ventaja en términos de potencial de reducción de emisiones, pues existen numerosas alternativas para aumentar la recolección y disposición adecuada, así como de separación de los residuos orgánicos (Figura 71).

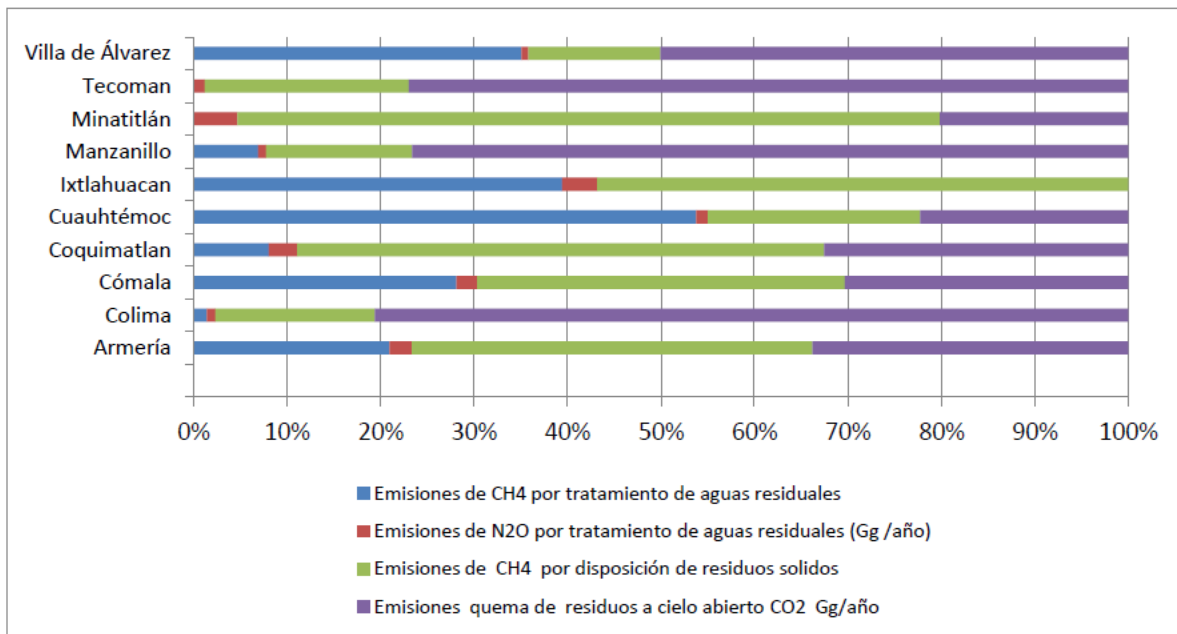


Figura 71. Aporte porcentual de las diferentes fuentes a la emisión total de CO₂e.

Dentro de lo reportado en el Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero 2005 para el Estado de Colima es de relevante importancia hacer referencia a las conclusiones y recomendaciones por sector que se hacen en este documento entre las que destacan.

Sector energía

- Realizar un balance de energía del Estado que se actualice anualmente, con el fin de obtener una mayor precisión de la cuantificación de emisiones.
- Reunir los esfuerzos de las instancias nacionales y estatales que regulan estas actividades, para obtener información congruente y precisa del consumo de combustibles en el Estado.
- Contar con un inventario de la industria estatal y federal con el tipo de combustibles empleados, así como sus principales productos.
- Generar factores de emisión locales a través de la participación del área científica del Estado y el país.

Sector procesos industriales y uso de productos

- El giro industrial que resultó con mayor contribución a la generación de CO₂e en esta categoría fue la producción de cemento.

- Se recomienda que para futuros inventarios se desarrollen factores de emisión propios de los procesos industriales en el Estado.
- De igual forma, es de suma importancia generar información local para poder estimar las emisiones generadas por los distintos usos de productos que emiten gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Sector de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

- Se realizó la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O) del sector a partir de datos relacionados a la actividad del sector agrícola y ganadero de la entidad, las cuales son de las principales actividades económicas. Si bien en la mayoría de las subcategorías evaluadas se utilizaron datos locales, se utilizaron los factores de emisión por defecto para todas con excepción de la ganadería, por lo que representan el mayor grado de error por ello, considerando la importancia de la cantidad de emisiones es necesario que se desarrollen factores nacionales y/o locales que permitan realizar estimaciones más precisas.
- Otro punto de mejora es en las subcategorías de aplicación de fertilizantes sintéticos, si bien se utilizaron datos locales para los cultivos disponibles es necesario incrementar la información para mayor número de especies en la entidad, sobre todo las de mayor importancia en cuanto a superficie de siembra.
- En el caso del cambio de uso de suelo las emisiones son integradas para la entidad y se requiere la selección de factores de cálculo más detallados para mayor cantidad de tipos de vegetación, con lo cual se podrían evaluar las absorciones/emisiones con mayor precisión y a nivel municipal.

Sector desechos

- En este caso la base de cálculo es a nivel poblacional, porque ese es el método sugerido por el IPCC; sin embargo, a nivel nacional se ha desarrollado información que permite, para años posteriores al del inventario presente, estimar la emisión a nivel de planta de tratamiento o por lo menos por tipo de método de tratamiento por municipio, así como a nivel de relleno sanitario o sitio de confinamiento, lo cual proporcionará un mayor nivel de confiabilidad de las emisiones.
- En este sector la ventana de oportunidad para mejorar el procedimiento de estimación es grande, no sólo por el método de cálculo, sino por la

disponibilidad de la información de composición de la basura, volúmenes de efluentes de aguas tratadas, etcétera; que actualmente colectan instituciones como INEGI, SEMARNAT y SEDESOL.

CAPÍTULO 4

IMPACTOS SOBRE LA SALUD Y EXTERNALIDADES

IMPACTOS EN LA SALUD

La contaminación atmosférica se define como la presencia en el ambiente de partículas de materia sólida o gases ajenos a la composición natural del aire, que en cantidades suficientemente grandes producen efectos dañinos a la salud humana. Los principales contaminantes del aire son: el ozono, el bióxido de azufre, el bióxido de nitrógeno, el monóxido de carbono, las partículas suspendidas totales, las partículas de fracción respirable y el plomo (INE, 2000). Estos contaminantes son generados por fuentes naturales o artificiales.

La contaminación puede producir efectos nocivos a la salud humana de corto y largo plazo. Los efectos de corto plazo sólo se dan en casos extremos de exposición como accidentes industriales o episodios derivados de inversiones térmicas (Garfías y Díaz, 2003).

Los efectos a la salud debidos a una exposición crónica a contaminantes atmosféricos se conocen menos, sin embargo son similares a los reportados para una exposición aguda. Existen estudios que indican un incremento en la mortalidad, principalmente en individuos de la tercera edad con padecimientos respiratorios y cardiovasculares. El incremento de enfermedades respiratorias, como la bronquitis se reporta como una consecuencia de la exposición crónica. (Naeset *et al* 2006), (Levy *et al* 2000).

La exposición a los contaminantes se puede clasificar en aguda y crónica, de acuerdo al período de exposición y a la concentración de contaminantes. La exposición aguda es una exposición a concentraciones elevadas de contaminantes y de corto tiempo, que puede ocasionar daños sistémicos al cuerpo humano, que van desde el aumento de la mortalidad total, por causas respiratorias y cardiovasculares a las alteraciones del funcionamiento pulmonar y otros sistemas, pasando por un incremento en el número de visitas médicas e ingresos hospitalarios, (Ballester *et al*, 1999). Por otra parte, la exposición crónica involucra exposiciones de largo plazo a concentraciones relativamente bajas de contaminantes. En estas circunstancias, los contaminantes van ocasionando daños a la salud humana como respuesta a factores acumulados, interactuantes y recurrentes.

Efectos adversos para la salud humana del material particulado

Las partículas suspendidas suelen ser pequeños contaminantes como polen, esporas, polvo, hollín y metales diversos, cuando existe bajos niveles de salubridad e higiene suelen añadirse los polvos de materiales fecales, estas partículas varían de tamaños, desde 0,005 hasta 500 μm . Las partículas de fracciones respirables, PM_{10} , tienen un tamaño menor de 10 micrómetros, es por eso que su sedimentación es tan lenta y son fácilmente inhaladas por el hombre, convirtiéndolas en uno de los contaminantes más peligrosos para la salud, dada su acumulación en el organismo. (Pope et al 2002), (Naess et al 2006), (Levy et al 2000)

Una partícula suspendida se encuentra en estado sólido o líquido, su tamaño varía de 0.001 a 100 μm , encontrándose mayormente partículas entre 0.1 y 10 μm . Las partículas dentro de este intervalo se llaman partículas menores a 10 μm (PM_{10}). Dentro de las PM_{10} se encuentra otro grupo, llamado partículas menores a 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$). (Hernández *et al*, 2007), (Barrios *et al*, 2004).

El aumento en las concentraciones de partículas PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$ generalmente se han relacionado con el aumento de visitas a servicios de urgencias, aumento de sintomatología respiratoria, hospitalización por incremento de los padecimientos respiratorios, bronquitis aguda en niños, bronquitis crónica en adultos y muerte prematura, principalmente en menores de edad y personas de la tercera edad. (Hernández *et al*, 2007), (Barrios *et al*, 2004).

Entre los componentes de las partículas PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$ se encuentran compuestos orgánicos (como benceno, 1-3 butadieno, hidrocarburos aromáticos policíclicos, dioxinas, etc.) y compuestos inorgánicos (como carbono, sulfatos y nitratos), entre otros.

Las partículas son generadas por una variedad de fuentes naturales y antropogénicas, por la quema de combustibles fósiles de vehículos y procesos industriales. Se emiten a la atmósfera directamente o se forman por la transformación de emisiones gaseosas como son los óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles.

Efectos adversos en la salud humana por los óxidos de nitrógeno

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) son la mezcla de los óxidos NO + NO₂ producidos en todo proceso de combustión por conversión del nitrógeno libre del aire o del combinado en el propio combustible. En los gases de combustión el NO representa alrededor de 90 – 95 % de la mezcla.

El 88,7 % de los óxidos de nitrógeno en la atmósfera son de origen natural y el resto, el 11.3%, es de origen antropogénico.

Los NO_x se adhieren a la hemoglobina y reduce la eficiencia del transporte del oxígeno, la exposición aguda a ellos causa inflamación del tejido pulmonar, puede causar Irritación del aparato respiratorio, produciendo irritación nasal, faríngea con tos seca y molestias inspiratorias en el tórax, agravamiento de las alergias respiratorias, empeoramiento de las enfermedades respiratorias crónicas como el enfisema pulmonar y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Algunos elementos de estos grupos son considerados como agentes mutagénicos y cancerígenos.

Efectos adversos en la salud humana por los dióxidos de azufre

Al penetrar en las vías respiratorias destruye los cilios del epitelio del sistema pulmonar, que tienen la función de evacuar partículas de polvo y aerosol de los bronquios. Este efecto es especialmente manifiesto en los niños, que pueden desarrollar una enfermedad aguda, que se manifiesta por una tos seca y fiebre, y en casos extremos puede producir la muerte por asfixia, también afecta los ojos y la piel.

El dióxido de azufre se transforma dentro del organismo en un producto de descomposición que se mide en sangre y orina. Cuando alcanza las 20 ppm produce una fuerte irritación en ojos, nariz, garganta, incrementa la crisis asmática y recrudecen las alergias respiratorias. Si la concentración y el tiempo de exposición aumentan se producen afecciones respiratorias severas. Una exposición a 400 - 500 ppm, aunque sea corta, puede resultar fatal para el organismo al producir y agravar padecimientos cardiovasculares.

Efectos adversos en la salud humana por el ozono

La concentración natural del ozono sobre la superficie terrestre aparece referida entre límites de 10 y 50 ppb. En los últimos años se ha observado un aumento en su concentración debido a la intensificación de las actividades industriales, agrícolas, generación de energía, quema de bosques, entre otras.

El ozono suele ser considerado como un contaminante secundario ya que por lo común no es vertido directamente a la atmósfera sino que se forma a partir de contaminantes primarios (precursores) a través de reacciones provocadas por la luz solar.

Entre estos precursores se encuentran los óxidos de nitrógeno (NOx) y los compuestos orgánicos volátiles (COVs) emitidos por la industria, el tráfico, las calefacciones y demás actividades humanas y naturales. El monóxido de carbono (CO) y el metano (CH₄) son precursores minoritarios debido a que intervienen en la formación del ozono en la troposfera libre y en la lejana capa límite oceánica.

La exposición a concentraciones elevadas de ozono puede provocar un aumento en la mortalidad, admisiones hospitalarias y visitas a emergencias debido a problemas respiratorios. La exposición continua al ozono puede generar que las personas sean más susceptibles a infecciones respiratorias, inflamaciones pulmonares y contribuir en el empeoramiento de las enfermedades respiratorias pre-existentes como asma, bronquitis y fibrosis pulmonar (Fenger et al., 1999).

Largas exposiciones al ozono pueden ocasionar graves complicaciones respiratorias como la inflamación pulmonar. En el caso de los individuos con problemas respiratorios crónicos se llegan a presentar complicaciones recurrentes en los síntomas de sus enfermedades. (Rosales *et al*, 2001).

Efectos de los compuestos orgánicos volátiles COVs (delimitando Benceno, Etilbenceno, Tolueno y Xileno)

Las propiedades más relevantes de un compuesto orgánico como precursor del ozono son su volatilidad y su reactividad que determina su vida media en dicha atmósfera. Cabe señalar que entre los hidrocarburos, el metano por su reactividad, en condiciones ambientes, contribuye en forma mínima en episodios de corta duración y es clasificado como no reactivo (EPA, 1986).

Además de los hidrocarburos hay otros compuestos orgánicos fotoquímicamente reactivos tales como alcoholes, aldehídos, éteres y cetonas que actúan como precursores del ozono en procesos atmosféricos.

Las fuentes de origen natural son principalmente las emisiones debidas a la vegetación, a los Océanos, a incendios forestales y a emisiones biogénicas.

Los hidrocarburos aromáticos, especialmente el benceno, tolueno y los isómeros del xileno, representan la principal clase de compuestos orgánicos asociados al medioambiente urbano. Los motores de combustión son los principales contribuyentes a las emisiones de COVs aromáticos, los cuales son emitidos en parte debido a la combustión incompleta del combustible, y en otra parte debido a la vaporización del combustible (Wayne, 2000).

Con respecto a los efectos en la salud debido a los compuestos tóxicos, en los estudios de la Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en ingles), se estimó que los compuestos tóxicos que contribuyen en el desarrollo de cáncer son: la materia orgánica policíclica, el 1,3-butadieno, el formaldehído, el benceno, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y las emisiones que se generan por el uso del diesel. Además, existen tóxicos que no causan necesariamente cáncer aunque están relacionados con efectos respiratorios, neurológicos y defectos al nacimiento.

EFFECTOS A LA SALUD POR CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN MÉXICO

Los estudios epidemiológicos realizados para determinar la relación entre exposición aguda (de corto plazo) a contaminantes atmosféricos y salud han evidenciado un aumento en la mortalidad. Estudios realizados para México han encontrado un aumento de 2% en las visitas a las salas de urgencia por causa respiratoria frente a aumentos de 10 ppb en las concentraciones de ozono (Télez et al, 1997 y Hernández et al, 2007).

En la Figura 72, se muestra el incremento en la mortalidad de habitantes por infecciones respiratorias en el Estado de Colima, siendo el año 2008 donde se registró un mayor número de defunciones.

Las infecciones respiratorias agudas, el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), son considerados como los padecimientos que más se relacionan con la contaminación atmosférica tanto en el área rural como en la urbana.

Infecciones respiratorias agudas (IRAs)

Existe una serie de padecimientos clasificados como respiratorios agudos determinados por virus, alérgenos y bacterias como la rinofaringitis, laringitis, bronquitis aguda, etc., que se presentan con cuadros clínicos semejantes y en ocasiones es difícil identificar la causa de la patología. Los diversos agentes que actúan sobre la mucosa nasal (polvos, gérmenes, virus, alérgenos, etc.) determinan siempre estornudos, obstrucción y catarro, sequedad faríngea, dolor a la deglución, disfonía y tos.

Período	Defunciones por cada 100 mil menores de 5 años
2000	3.4
2001	10.3
2002	15.4
2003	5.1
2004	10.2
2005	13.5
2006	6.7
2007	5.0
2008	14.7
2009	14.5
2010	12.9
2011	4.8
2012	14.4
2013	1.6
2014	7.9

Figura 72. Tasa de mortalidad por infecciones respiratorias por cada 100 mil menores de 5 años en el estado de Colima.

Fuente: SALUD. Secretaría de Salud. SALUD. Bases de datos de mortalidad. CONAPO. Estimaciones de Población de México 1990-2010. Proyecciones de Población de México 2010-2050.

La infección respiratoria aguda en los extremos de la vida, menores de 5 años y de 65 años y más, continúa siendo la segunda causa de morbilidad en nuestro país, en la cual se encuentran identificados y clasificados los efectos de la

contaminación en la frecuencia de las enfermedades respiratorias, sobre todo en los adultos de 65 años y más, que está comprobado que son sumamente sensibles, debido a que en los ancianos habitualmente se ha debilitado el sistema inmunológico de las vías respiratorias por desgaste de los mecanismos de protección del aparato respiratorio.

Se tiene una importante disminución de la mortalidad por IRAs de la década de los 90s a los 2000 en el Estado de Colima; sin embargo, es de notarse que la tasa presenta fluctuaciones año con año presentando en los últimos años una tasa inferior a la media nacional (tasa nacional 16.5, figuras 72 y 73).

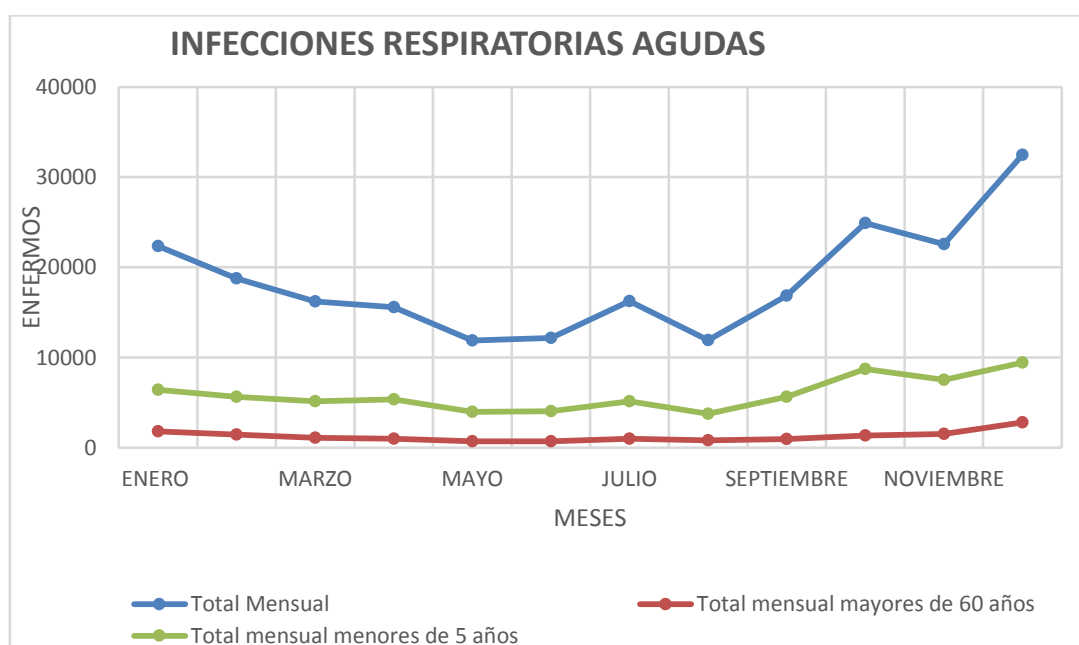


Figura 73. Frecuencia de enfermos en el Estado de Colima por Infecciones Respiratorias Agudas durante el año 2014.

Asma, Neumonía y Bronconeumonía

El asma es una enfermedad de carácter genético con alteraciones de tipo inmunológico y es la enfermedad crónica más común entre los niños, con manifestaciones clínicas tempranas por lo que su diagnóstico generalmente se hace en los primeros años de vida y cuando el sistema inmunológico se encuentra bien definido; es decir de los 4 a los 6 años, siendo los factores desencadenantes la principal causa de la sintomatología.

Los grupos de edad mayormente afectados por los contaminantes atmosféricos son los niños menores de 5 años y los adultos de 65 años y más. Dado que los niños respiran más rápido que los adultos. La cantidad de aire inhalado es sustancialmente mayor en relación al tamaño y peso de los niños. Mientras que a los adultos de la tercera edad se agrega el factor de los ancianos en quienes se ha debilitado el sistema inmunológico, sobre todo con la pérdida de surfactante que es una de las características del pulmón senil.

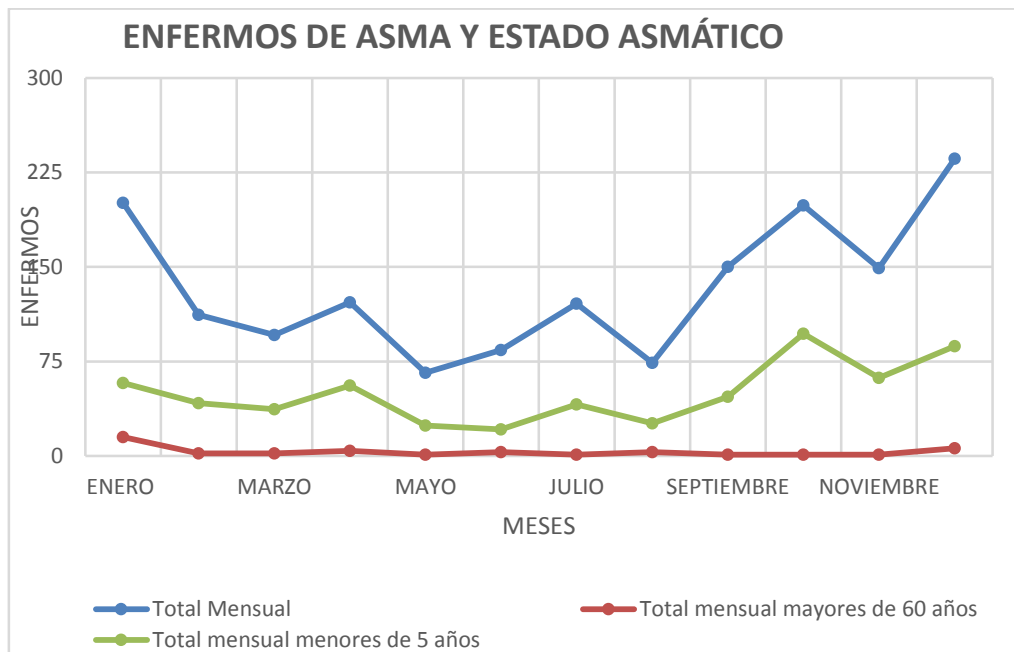


Figura 74. Frecuencia de enfermos en el Estado de Colima por asma o estado asmático durante el año 2014.

La Figura 74 muestra que en los meses más fríos en el Estado de Colima es cuando se presenta el mayor número de enfermos por asma o en estado asmático, siendo los menores a cinco años los más afectados.

Respecto a los enfermos de neumonía y bronconeumonía en el Estado durante el año 2014, en la Figura 75 se observa la tendencia antes descrita donde los meses más fríos son los que presentan el mayor número de enfermos; sin embargo, la incidencia en las etapas de edad más vulnerable (menores a cinco años y mayores a 60 años), no existe una diferencia tan marcada como en las alergias.

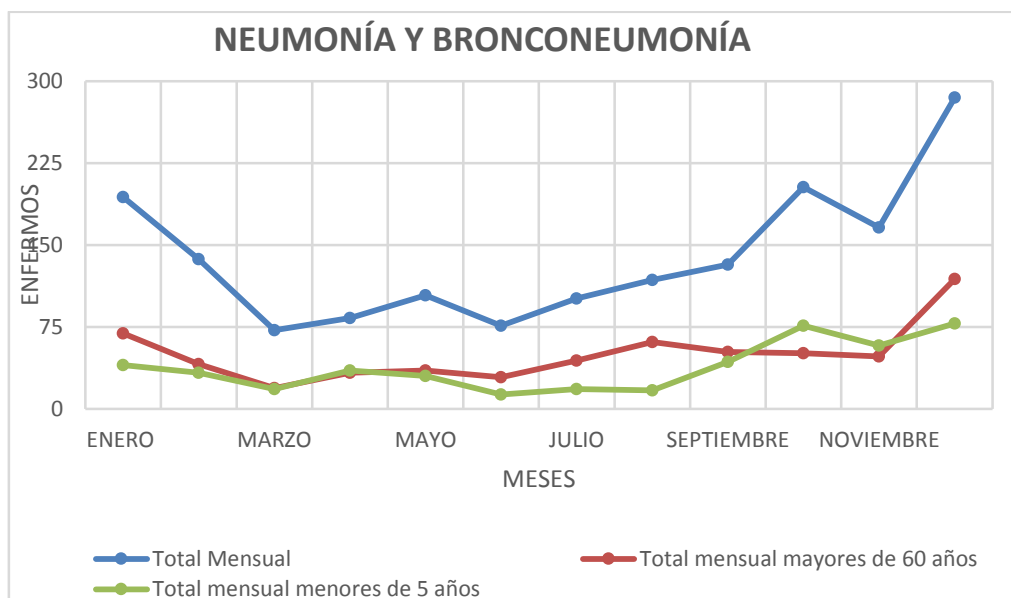


Figura 75. Frecuencia de enfermos en el Estado de Colima por neumonía y bronconeumonía durante el año 2014.

Externalidades ambientales

Los problemas ambientales, como es el caso de la contaminación, surgen cuando se ha rebasado la capacidad que tiene el medio para asimilar los residuos derivados de las actividades humanas; causando daños e imponiendo riesgos sobre la humanidad, los ecosistemas y materiales. Los daños ocurridos son efectos externos, que no son contabilizados por las personas o instituciones causantes del efecto.

Un costo externo surge cuando una actividad social o económica de un grupo de personas tienen un impacto en otro grupo y cuando esos impactos no son totalmente contabilizados o compensados por el primer grupo. Una de las formas de comparar estos efectos externos con los costos es transformándolos en unidades comunes como son las monetarias.

Los costos externos o externalidades pueden ser transferidas, esto sucede cuando el primer receptor de la externalidad deja de soportar sus efectos transfiriéndola a otros. Las externalidades también pueden ser inagotables, cuando la cantidad de externalidad es la misma para todos los receptores y coinciden con el total producido, un ejemplo es la disminución de la capa de ozono como consecuencia de las actividades de producción y consumo produce una externalidad en cada

receptor que no depende de la cantidad de receptores, aunque todos sufran de la misma cantidad de ese impacto. (Pasqual, 1999).

En las dos últimas décadas se presentó un avance en la estimación de las externalidades ambientales. La Agencia de Protección Ambiental^{6, 7} (EPA, por sus siglas en inglés), estimó los Costos y Beneficios totales por implementar los programas de mejoramiento del aire contemplados en la “Clean Air Act (CAA)”, el primer reporte consistió en un análisis retrospectivo de la contaminación en el período 1970 a 1977, los resultados del análisis demostraron que invertir en el mejoramiento del aire fue más que justificado por los beneficios que se obtenían en el mejoramiento de la salud, calidad del aire y la productividad.

En el segundo reporte se presentaron avances de la metodología a diferencia del primer reporte, se establecieron nuevas metas y el tiempo de implementación, aumentó el nivel de exigencia de algunos requerimientos, se agregaron nuevos programas para el control de la lluvia ácida, precursor del ozono estratosférico, además de considerar las expectativas futuras en los programas de regulación. El análisis consistió en una secuencia de seis etapas:

- Estimación de la reducción de las emisiones de los contaminantes del aire para el período 1990, 2000 y 2010.
- Estimación de los costos de reducción de las emisiones.
- Modelación de la calidad de aire.
- Cuantificar los beneficios la salud humana y el ambiente.
- Estimar el Valor Económico de limpiar el aire.
- Consideración de las incertidumbres.

Por otro lado, la Comunidad Europea en colaboración con el Departamento de Energía de los E.U.A., desarrolló una metodología para evaluar los costos externos asociados con diferentes ciclos de combustibles. A este proyecto de colaboración que fue iniciado en 1991 se le denominó en Europa “Proyecto ExternE”⁸.

⁶ EPA (2003). Benefits and Costs of the Clean Air Act 1990 - 2020: Revised Analytical Plan For EPA's Second Prospective Analysis.

⁷ EPA (1999). The Benefits and Costs of the Clean Air Act 1990 to 2010. Report to Congress.

⁸ExternE (2005, 1998, 1995). Externalities of Energy Methodology.

El proyecto ExternE tenía como propósito ser el primer método sistemático para la evaluación de los costos externos de diversos ciclos de combustible.

En la actualidad, el objetivo principal del proyecto ExternE, es aplicar la metodología para la evaluación de externalidades a un amplio rango de ciclos de combustibles fósiles, nucleares y renovables para la generación y conservación de la energía, y para apoyar a los tomadores de decisiones, así como coadyuvar en la aplicación de los Programas Nacionales de Implementación. La metodología también está siendo aplicada para la evaluación de las externalidades asociadas con el uso de la energía en los sectores transporte y doméstico, y de un número de externalidades no ambientales como las asociadas con la seguridad.

La metodología provee una estructura para transformar los impactos que son expresados en diferentes unidades a una unidad monetaria, con las siguientes etapas:

1. Definición de la actividad o proceso a ser valorado, así como el escenario base donde la actividad está incorporada, definiendo también la categoría de impactos más importantes y las externalidades.
2. Estimación de los impactos o los efectos de las actividades (en unidades físicas). Generalmente los impactos de las actividades son diferentes considerando dos escenarios: con y sin la actividad.
3. Monetización de los impactos.
4. Análisis de sensibilidad de las incertidumbres.
5. Análisis de resultados y conclusiones.

La metodología ExternE trata de cubrir todos los efectos externos relevantes, sin embargo en el Estado actual del conocimiento, aún existen brechas e incertidumbres. El propósito de continuar las investigaciones es cubrir más efectos y reducir brechas y mejorar la metodología para reducir incertidumbres. Las siguientes categorías de impactos son considerados en esta metodología.

- a) Impactos Ambientales. Impactos que son causados por ciertas sustancias como lo son las partículas finas, el ruido, la radiación; derivadas de la producción y/o uso de la energía y que afectan al medio ambiente: aire, tierra y agua, así como de los efectos en la salud. La materia prima y la energía son transportadas, transformadas y finalmente recibidas por los humanos, las plantas, los materiales y el ecosistema; durante este proceso se causan riesgos y daños.

Para estimar los impactos ambientales la metodología utilizada es la ruta de impactos, debido a la falta de conocimiento de la ruta de las emisiones que causan daño, algunas veces no pueden ser cuantificadas; en ese caso, otro segundo método a utilizar podrían ser los costos evitados marginales o costos de reforestación.

- b) Impactos del Calentamiento Global. Para el calentamiento global se consideran los daños que se pueden estimar y cuantificar, aunque las brechas e incertidumbres son grandes. La metodología recomienda la utilización de costos evitados. La cuantificación de los daños es estimado basándose en una aproximación de arriba-abajo (top-down), el total de los daños de un escenario es calculado y entonces distribuido sobre los gases efecto invernadero. Sin embargo, debido a las grandes incertidumbres y posibles brechas, se utiliza adicionalmente una aproximación de costos evitados. En el caso que los costos marginales evitados esté fuera del alcance, entonces se pueden utilizar emisiones objetivos o metas.
- c) Accidentes. Son los eventos indeseados en contraste con la operación normal. Se realiza una distinción entre impactos públicos y riesgos de accidentes laborales, un riesgo público puede en principio ser valorado al describir el posible accidente, calculando el daño y por la multiplicación del daño con la probabilidad de los accidentes. Una cuestión aun no contabilizada es la aversión al riesgo, lo cual significa que para altos impactos con bajas probabilidades que son los más problemáticos y difíciles de estimar, aun no se ha desarrollado un método para estimar este tipo de riesgo. Para el riesgo ocupacional algunas estadísticas están disponibles; la dificultad del punto aquí es para juzgar cuándo se considera exento de riesgo externo.
- d) Seguridad Energética. Si los inesperados cambios de disponibilidad y precios de energía llegan a ocurrir, esto tiene impactos, por instantes sobre el crecimiento de la economía. Un primer intento para estimar el orden de magnitud del resultado de costos externos se ha hecho en el proyecto “ExternE-POL”, sin embargo la metodología estaba siendo revisada por el proyecto “CASES”, el cual sería descrito en una futura versión de la metodología ExternE cuando esté disponible.

Ruta de Impacto

La ruta de impacto requiere una estimación de los impactos en términos físicos y después una valoración de esos impactos basados en las técnicas de valoración, en algunas de ellas se considera las preferencias individuales de los afectados. Esta aplicación ha tenido éxito en la aplicación de impactos a la salud, pero en otros casos no puede ser totalmente aplicado, como es el caso de acidificación y eutrofización del ecosistema o porque la estimación de los impactos físicos es limitada como es el caso del cambio climático. Por ello la metodología ExternE propone una aplicación.

Incertidumbres

En la estimación de costos de los daños se observan las incertidumbres, muchas personas cuestionan la utilidad de estos costos de daños, una respuesta emitida para esta crítica es que alguna incertidumbre por un factor de tres es mejor que infinitas incertidumbres. En muchos casos los beneficios son mayores o menores que los costos implicados en una decisión, se puede observar claramente la parte de las incertidumbres. También puede suceder que la decisión de políticas sea tomada con o sin ningún significativo sesgo a favor de los costos o beneficios.

Una de las posibilidades para explorar las incertidumbres en el contexto específico de decisiones es realizar un análisis de sensibilidad y checar con cada una de las decisiones, por ejemplo: implementación de la tecnología A en lugar de la B, cambios en diferentes suposiciones; como los son la tasa de descuento, valoración de la esperanza de vida perdida, costos por tonelada de carbono. Este análisis ayudará a seleccionar el resultado más robusto.

CAPÍTULO 5

COMUNICACIÓN

Y

EDUCACIÓN AMBIENTAL

Introducción

Debido a la importancia que en los últimos años se ha dado al tema ambiental, los gobiernos de algunos países han promovido el desarrollo de planes de manejo y cuidado de medio ambiente con una visión de sustentabilidad. La realidad es que en muchos de ellos se ha tenido que llegar a nivel de ley para poder ser aplicados, ya que las iniciativas a pesar de ser benéficas a largo plazo, no han sido respetadas y mucho menos aplicadas.

Afortunadamente existen algunos Estados en México cuyo gobierno ha considerado como visión a largo plazo el tema del medio ambiente y el impacto que el ser humano causa a este. Tal es el caso del Estado de Colima donde se desarrolló un programa de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial a largo plazo con una estrategia de socialización

Con esta experiencia del IMADES y otros proyectos de comunicación que se han desarrollado en el Estado, se propone generar mecanismos que permitan la comunicación del ProAire.

La sociedad en general pocas veces sabe cómo actuar para contribuir a mejorar la calidad del aire de su entorno, por lo cual en este capítulo se presenta la estrategia de sensibilización de la sociedad a este tema, asimismo, se presenta un resumen de los sitios web que se dedican principalmente a su difusión. Como se ha mencionado, es de vital importancia hacer conciencia en la población y hacerle participe en el cuidado del medio ambiente.

Acciones en Educación Ambiental

En relación al tema de la educación ambiental la tabla 23 describe las actividades que los tres órdenes de gobierno, el sector Académico y Organizaciones de la sociedad civil, entre otras instituciones, realizan respecto de acciones y programas que abonan a la cultura y sensibilización ambiental para la minimización de emisiones de gases causantes del efecto invernadero.

SEMARNAT. La Delegación Estatal realiza acciones de difusión con exposiciones itinerantes sobre el cambio climático, acopio de pilas y baterías, así como

recolección de equipo electrónico en desuso, en coordinación con los Ayuntamientos del Estado.

IMADES. Cuenta con un programa estatal que a su vez se subdivide en tres programas.

1. Dirigido a Oficinas de la Administración Pública del Estado en donde las acciones que realizan, están encaminadas a la separación de residuos sólidos y minimización de los mismos, la eficiencia energética, cultura del agua y reforestación.
2. Dirigido a instituciones educativas (estatales, federales e incorporadas), las acciones que este programa ejerce, se apoyan con libros dirigidos al sector básico, en coordinación con la SEP. El contenido son temas de prioridad ambiental y educación, así como también un concurso que permite a las escuelas generar un sistema de gestión institucional, en caso de ser de interés de la comunidad educativa.
3. Administraciones Municipales y Sociedad en General: Bajo la coordinación del IMADES se implementa una campaña de capacitación dirigida a los habitantes de cinco de los diez municipios del Estado, con el objetivo de establecer un proceso de participación enfocado en el manejo y recolección de los residuos sólidos separados desde su origen, minimizando con ellos los impactos en el ambiente y corresponsabilizando a la población y autoridades municipales en el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos. Así como campañas de acopio de pilas alcalinas y campañas de reforestación.

MUNICIPIOS. El abordaje que realizan los Ayuntamientos a los temas ambientales es muy diverso, si bien en la mayoría de los diez municipios se cuenta con una Dirección de Ecología, éstas se encargan principalmente de la atención a los temas de dasonomía urbana, control de ruido, y en algunos casos tiene incidencia en los programa de recolección de residuos sólidos urbanos, en coordinación con las Direcciones, o Departamentos de Servicios Generales. Algunos Ayuntamientos implementan actividades de capacitación en materia de huertos urbanos.

SECTOR EDUCATIVO. Las principales instituciones académicas de nivel superior del Estado de Colima, cuentan con ofertas educativas en materia ambiental, destacando la Universidad de Colima, con su Licenciatura en Ciencias Ambientales y Gestión del Riesgo, Agronomía, Biología, así como una Especialidad en Ciencias del Ambiente, Gestión y Sustentabilidad; de la misma forma, por medio de su Departamento de Educación Continua, en coordinación con el IMADES, se han realizado eventos académicos con valor curricular como el

Diplomado en Legislación Ambiental y Recursos Naturales y el Taller ABC de la Agricultura Orgánica, realizados en el 2016 y 2017 respectivamente, así como el Taller en Evaluación de Impacto Ambiental Estatal, y Federal Modalidad Electrónica, impartido a finales del 2017. Por su parte, el Instituto Tecnológico de Colima, ofrece la Ingeniería en Ciencias Ambientales, e imparte de forma transversal la materia de Desarrollo Sustentable, de la misma forma a nivel Nacional los Institutos Tecnológicos han avalado los contenidos de La Carta de la Tierra. En los últimos años se ha generado un movimiento juvenil en el que alumnos voluntarios que cursan diferentes carreras en el Instituto Tecnológico de Colima, realizan acciones ambientales y se hacen llamar Grupo Ambiental Ola Verde, quienes además de implementar una agenda de acciones ambientales a lo largo del año en sus instalaciones, realizan intervenciones en colonias de la ciudad, orientando a la población en la implementación de acciones ambientales como son la separación de residuos sólidos urbanos y la rehabilitación de espacios verdes. Cabe mencionar que es justamente en las instalaciones del Instituto de Tecnológico de Colima en donde se encuentra instalada la única estación de monitoreo del Aire.

En cuanto a la educación media superior, se ofrece la materia de Medio Ambiente y Sociedad, en la que se abordan los temas ambientales de forma general, en algunos casos los maestros complementan la formación con acciones de recuperación de espacios públicos, limpieza de playas o ríos. Dichas acciones no tienen una planificación, se realizan a voluntad del profesor de grupo o de los propios alumnos, en algunos casos se ha iniciado la integración de grupos o colectivos de alumnos que realizan acciones ambientales en sus instalaciones.

La educación básica, son diversas las acciones que se realizan en materia de educación ambiental, destacando aquellas en las que participa el IMADES, tales como el Galardón Escuela Sustentable que se realiza de forma anual, y en el que las escuelas de nivel básico (preescolar, primaria, secundaria y especial), participan dando a conocer las experiencias o acciones ambientales que realizan en sus instalaciones con la participación de sus comunidades educativas; también se implementan actividades de reforestación y recuperación de áreas verdes en las instituciones educativas o zonas cercanas a las mismas, además en este año 2017 se realizó por primera vez la Celebración del Día del Educador Ambiental (26 de enero) en la que se tuvo una jornada de capacitación en el diseño, implementación y seguimiento a proyectos ambientales en instituciones educativas, logrando la participación de 95 docentes del Estado de Colima.

ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL. En colima se han generado diversas iniciativas por parte de grupos de la sociedad civil organizados para

implementar diferentes acciones; destacan Asociaciones Civiles como El Centro de Educación Ambiental Tortugario de Cuyutlán, A.C., que además de ser el único Centro de Educación Ambiental certificado por la SEMARNAT Colima, cuenta también con un registro como una Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) que le permite hacer el manejo de especies como Tortuga, Cocodrilos e Iguana, e implementan permanentemente un programa de educación ambiental enfocado al manejo integral de las mencionadas especies. Es importante mencionar el Parque Ecológico “El Palapo”, que si bien no se trata de una Asociación Civil constituida como tal, cuenta con una Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) y apoya en la rehabilitación de diferentes especies de la vida silvestre, al mismo tiempo que implementa acciones de educación ambiental no formal.

Se identifican también algunas Redes de Educadores Ambientales que integran a personas, grupos y colectivos que realizan acciones en pro del cuidado ambiental; además existen casos exitosos en los que vecinos organizados realizan el rescate de espacios públicos en colonias de la ciudad con el apoyo y asesoría de grupos organizados provenientes de Instituciones Educativas.

Finalmente, podemos mencionar a los Parques propiedad o bajo resguardo del Gobierno del Estado de Colima, tal es el caso del Parque Regional, que además cuenta con una Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) y realiza acciones de rehabilitación de especies, así como de educación ambiental no formal.

En esta misma situación se encuentra el Parque Turístico y Cultural Metropolitano Comala, espacio en el que se localiza el Centro Interactivo de Cultura Ambiental (CICA) en donde se utilizan tecnologías de información y comunicación como una herramienta para la sensibilización y educación ambiental enfocada principalmente al nivel educativo básico.

A continuación se presenta la tabla 31. En la cual se realiza una integración de las principales acciones que se realizan en materia de educación ambiental en el Estado de Colima.

Tabla 31. Acciones y programas en materia de Educación Ambiental en diferentes sectores.

ACTIVIDADES	SEMARNAT	IMADES	MUNICIPIO	SECTOR EDUCATIVO	ONG	Periodicidad en el año
Exposición	A	B	---	D	D	A.- Todo el año B.- Sólo cuando lo solicitan C.- Una vez al año D.- No determinadas
Acopio de material electrónico en desuso	C	C	C	C	---	
Acopio de baterías	A	---	---	---	---	
Programa Oficinas de la Admón. Pública	---	A	---	---	---	
Programas en Instituciones Educativas	---	A	---	A	---	
Programas Admón. Municipal y sociedad en general.	---	A	B	---	---	
Acciones por cada municipio	---	---	D	D	D	

Internet, Redes sociales y Mapeo de Actores Involucrados en comunicación y difusión

En la actualidad cada vez más personas utilizan los medios digitales para estar enterados del acontecer, es por ello que se contemplan diferentes medios de comunicación que cuentan con plataformas en la red y que puedan colaborar en la difusión de acciones relacionadas a la calidad del aire en el Estado de Colima, tal es el caso de:

Medios de comunicación del Estado de Colima, más representativos: periódicos locales de alcance estatal tales como:

- Ecos de la Costa (diciembre 2017, <http://www.ecosdelacosta.mx/>).
- Diario de Colima (diciembre 2017, <http://www.diariodecolima.com/>).

A éstos se suman la radio y televisión tal como:

- Conexión 98.1 FM (Estación del Instituto Colimense de Radio y Televisión, diciembre 2018. <http://www.emisoras.com.mx/conexion-98-1-fm/>).

- Radio Levy 98.9 (Radio Levy, diciembre 2018 <http://radiolevy.com/>).
- Noticias en el Blanco (Noticias en el Blanco, diciembre 2018, <https://twitter.com/lanoticiaexacta?lang=es>).
- A.F. Medios (A.F. Medios, diciembre 2018, <http://www.afmedios.com/>).
- Tv Azteca Colima (T.V. Azteca Colima, diciembre 2018, <https://es-la.facebook.com/aztecacolima/>).
- Canal Once (Gobierno del Estado de Colima, diciembre 2018, <http://www.icrtvcolima.com/>).

En el caso de las redes sociales, se contemplan las propias de cada dependencia de gobierno del Estado de Colima, tales como:

- Gobierno del Estado de Colima (diciembre 2017, <https://es-la.facebook.com/gobiernocolima/>).
- Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Colima (diciembre 2017, <https://es-la.facebook.com/IMADESCol/>). Una de las fortalezas en comunicación a nivel estatal, es contar con el programa colima@onLine, internet inalámbrico gratuito en sitios públicas, el cual permite tener informada a la ciudadanía (Colima On Line: El Periódico por Internet, diciembre 2017, <http://www.colimanoticias.com/etiqueta/colima-online/>).

PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL ESTADO DE COLIMA

Es un plan que desarrolló el gobierno del Estado de Colima en el año 2003, el cual es un instrumento rector elaborado a partir de un diagnóstico consensado de los problemas ambientales del Estado, un instrumento flexible e incluyente, que permite la generación de competencias para la educación, capacitación y comunicación ambientales en los distintos grupos, sectores sociales e instituciones, en este tema, resulta fundamental realizar las gestiones necesarias para la actualización de este Plan, integrando la variable Cambio Climático y específicamente acciones enfocadas a aumentar la calidad del Aire en el Estado de Colima.

En cuanto a la participación en materia de difusión, los actores que hacen posible llevar la información a la población, se organiza de acuerdo al mapeo de la figura 76 la cual indica la relación que tienen los diferentes actores.

El gobierno en sus tres órdenes forma consejos consultivos. Al estatal, integrado por IMADES, lo conforman representantes de cada una de las secretarías (Turismo, Desarrollo Rural, Planeación, Cultura, Fomento Económico, Salud y Finanzas), titulares de las dependencias ambientales de cada municipio (Jefes de Departamento de Ecología o directores), representantes de organizaciones sociales, del sector privado e instituciones académicas y de investigación.

Por otra parte, el sector educativo trabaja con sus tres medios (básico, medio superior y superior), así como con las empresas que juegan un papel de responsabilidad social y las ONG. Juntos consolidan el medio y la difusión haciendo posible la comunicación hacia la ciudadanía y la concientización en materia ambiental.

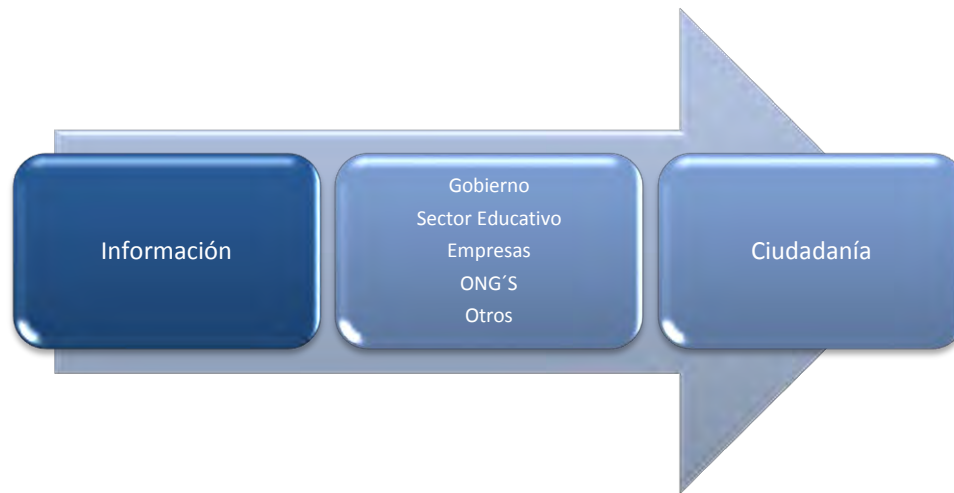


Figura 76. Actores para la difusión y comunicación.

Al respecto los diferentes actores, ya tienen y llevan acciones en pro al cuidado del medio ambiente, sin embargo no hay una línea específica que contenga información precisa para la mitigación o minimización de gases de efecto invernadero, lo cual deja al descubierto una área infinita de oportunidad para el “cuidado de la calidad del aire” por lo que en el Estado de Colima, se refiere la intervención y difusión en educación ambiental en este sentido.

Cabe destacar que una de las principales áreas de oportunidad que se identifican, está relacionada con la producción de materiales enfocados a la educación ambiental y difusión específicamente de los impactos y acciones para mitigar la contaminación del aire, así como la utilización de redes sociales y medios digitales para minimizar costos de producción y generar un mayor impacto en la población.

CONCLUSIONES

Considerando lo antes mencionado, se concluye que existen en el Estado de Colima planes, actores, experiencias, proyectos y movimientos sociales en el tema de Comunicación y Educación Ambiental de manera general, pero éstos no contemplan la dimensión de calidad del aire en sus actividades o contenidos por lo que se sugiere que las acciones integradas en el ProAire consideren este capital social y su necesaria vinculación como punto de partida para la implementación de acciones específicas que incidan en la calidad del aire tomando en consideración las siguientes recomendaciones:

1. Para la estrategia de comunicación se debe considerar la alianza con la oficina de comunicación del Gobierno del Estado de Colima para realizar las actividades de comunicación considerando los lineamientos oficiales, así como los diferentes medios de comunicación disponibles.
2. Es de vital importancia que todos los sectores de la sociedad involucrados en la implementación del ProAire comprendan la importancia de su participación en el proceso de la mejora continua de la calidad del aire, para ello se pueden contemplar materiales de difusión y eventos de capacitación.
3. La campaña de comunicación deberá contemplar un plan de trabajo, mínimo de un año, sistematizando cada una de las actividades y procurando identificar el impacto y/o alcance de las mismas.
4. Las acciones de comunicación y educación en materia de calidad del aire, deberán estar enfocados a generar cambios en función de las emisiones generadas por los diferentes sectores de la sociedad.
5. Es importante definir un mensaje de alto impacto y contemplar diversos medios de comunicación para hacer llegar la información y/o mensaje a los diferentes sectores de la sociedad.
6. Resulta necesario vincular las acciones de comunicación y educación ambiental en relación al ProAire, con otras que ya realizan los diferentes sectores de la sociedad, fomentando una eficiencia de recursos tanto humanos como materiales, en este sentido el ProAire, deberá contemplar en su apartado de Educación y Comunicación la vinculación con instrumentos como el Programa Estatal de Educación Ambiental, con los Reglamentos de Ecología de los Municipios, con el Programa de Comunicación de la Secretaría de Movilidad, entre otros,

En relación a la creación de material informativo la propuesta se menciona a continuación:

PROPUESTA DE ACTIVIDADES PARA EL PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL CUIDADO DEL AIRE.

1. Apoyarse del material que ya existe (SEMARNAT Estatal maneja material impreso relacionado con el cambio climático y otros temas), generando nuevos materiales contextualizados en Colima, que contemplen un simbolismo local y faciliten la apropiación por parte de la población. Dichos materiales preferentemente deberán ser digitales, para poder difundirlos por las redes sociales.
2. Actualizar y publicar el Programa Estatal de Educación Ambiental, contemplando contenidos relacionados a la Calidad del Aire y el Cambio Climático, generando un programa de trabajo anual y fortaleciendo el equipo humano que lo implementa, así como los materiales didácticos y pedagógicos que se utilizarán en las diferentes actividades.
3. Dar seguimiento de manera formal a la implementación del programa Escuela Verde, que culmina con el Galardón Escuela Sustentable dirigido a nivel básico y en el mejor de los casos, complementarlo con la difusión e implementación del programa Manual del Eco-vigilante, en ambos casos se pueden incluir acciones concretas para el cuidado del aire.
4. Reforzar el material que está dirigido a preescolar, primaria, secundaria y comenzar a incluir a sector medio superior y superior con actividades concretas para el cuidado del aire.
5. Generar información estatal con los demás actores involucrados: trípticos, dípticos, carteles, spots de radio, juegos didácticos, actividades lúdicas, ferias, campañas de concientización, videos educativos, foros, congreso y eventos de capacitación en general, entre otros.
6. Generar materiales de difusión con contenido informativo para la ciudadanía, que aborden temas tales como.

“¿SABES QUÉ ES LO QUE RESPIRAS?”

¿Qué es el aire?

Composición del aire.

Fuentes de contaminación y contaminantes criterio.

Acciones para el cuidado del Aire.

1. Uso frecuente de bicicleta, transporte y caminata.
2. Evitar quemar basura.
3. Fomentar la verificación vehicular.
4. Reducir el uso de energía eléctrica en el hogar.
5. Transferencia de información, etc.

Crear un sistema de monitoreo de la calidad del aire eficiente, así como indicadores que permitan conocer la veracidad de la información, el avance y/o la mitigación o minimización de emisiones en las diferentes fuentes.

Se propone la integración y difusión de material, así como los actores involucrados (Figura 77), una vez generada la información para la difusión y comunicación de ProAire.

Gobierno: IMADES en coordinación con los ayuntamientos, dan a conocer el tema en materia de Calidad de Aire, de tal forma que los Ayuntamientos vinculen el tema con la agenda de lo local, dando cumplimiento al cuarto eje” Desarrollo Ambiental Sustentable”.

Sector Educativo: Apoyar la difusión con talleres, ferias, exposiciones y materias que tengan relación con el tema. Además se puede fortalecer la capacitación de los diferentes sectores de la sociedad, continuando con la vinculación entre el IMADES y las IES, generando diplomados, talleres, seminarios.

Sector salud: Charlas relacionadas con la calidad del aire y la salud. La vinculación hacia la ciudadanía podría ser, a través de grupos específicos que maneja el sector salud; en este mismo sentido se puede tomar como una línea de acción la difusión del Diagnóstico de Evaluación de la Vulnerabilidad en Salud frente al Cambio Climático en el Estado de Colima, realizado en el presente año, bajo la coordinación de la Secretaría de Salud del Estado de Colima

Empresa: Con base en su Responsabilidad Social, generar una programa de certificación ambiental voluntaria ante el Estado de Colima, en el que se

contemple el monitoreo de emisiones, en el caso de generarlas, así como acciones para su minimización; además, se pueden incluir mecanismos para que el sector privado se integre a las acciones de educación y comunicación ambiental en materia de calidad del aire. En este sentido, el IMADES podría realizar una sistematización de las emisiones reportadas por las empresas por medio de los trámites que implementa en la materia.

ONG: Se contempla como una posible línea de acción estrechar la vinculación del sector Gubernamental con los Grupos Organizados de la Sociedad Civil, con el objetivo de implementar acciones de difusión de la calidad del aire y de las acciones que se pueden implementar en el Estado de Colima por parte de la ciudadanía.

Tránsito y vialidad: De forma conjunta con la Secretaría de Movilidad se deben generar programas de difusión sobre los impactos a la calidad del aire del sector movilidad, impulsando la eficiencia del transporte público, el transporte alternativo y en caso de ser justificado, la verificación vehicular. Todo esto sin dejar fuera programas de educación vial y eficiencia en el aprovechamiento de combustibles en el transporte.

Prensa: Medio de difusión para dar a conocer todas las acciones y logros.

Que todo el próximo año esté dedicado a la difusión del ProAire, así como mantener permanentemente informada a la población sobre la calidad del aire en el Estado y las actividades que se pueden realizar en exteriores dependiendo de la misma, culminar con una feria o expo en el marco del día mundial del medio ambiente organizado por IMADES y los actores que participaron durante todo el año, y los que se sumen.

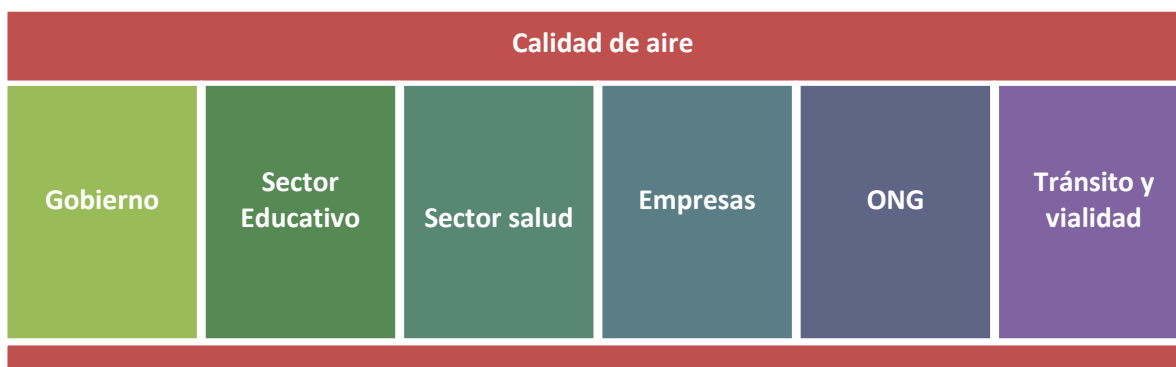


Figura 77. Propuesta de actores para la difusión de información sobre el cuidado del aire.

EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN Y SU EFECTIVIDAD EN LA POBLACIÓN

La difusión del ProAire deberá estar acompañada por un plan de medios y una campaña permanente de difusión en redes sociales; en cuanto a su eficiencia, se puede realizar una evaluación que considere una serie de indicadores que permitan realizar un seguimiento.

De forma directa se puede identificar:

- El número de promocionales o notas referentes a la calidad de la aire en Colima, difundida en medios de comunicación local, tanto impresos como digitales.
- Número de publicaciones en redes sociales, referentes a la calidad de la aire en Colima, difundidas en redes sociales y los alcances de éstas (vistas y compartidas).

De igual manera se deberán incluir factores externos así como internos que pueden ayudar a orientar dicha evaluación.

Este punto se determina con base en el diseño de la campaña.

INDICADORES CUANTITATIVOS

1. Medición de contaminantes atmosféricos
2. Número de estaciones de muestreo,
3. Cuantificación de la población involucrada en la mejora de la calidad del aire.

INDICADORES CUALITATIVOS

1. La manera en la que se han modificado actividades para el apoyo de ProAire.
2. La participación de la gente en las actividades.
3. El interés de la población en solicitar más información sobre el tema.

DISEÑO DE TALLERES DE EDUCACIÓN ANTE LOS PRINCIPALES ACTORES SOCIALES CON EL FIN DE MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE

Cada vez que se termina un proyecto con una propuesta a nivel Estatal, y cuyo mensaje involucra una participación a nivel nacional es importante involucrar a la mayor cantidad de personas que promuevan estas actividades.

Por ello, en esta parte del proyecto se propone realizar distintos eventos de capacitación en los cuales se involucre a la población en general, a los sectores productivos, a los gobiernos municipales, estatales y los nacionales de ser necesario en este esfuerzo; dichos eventos de capacitación deberán diseñarse e implementarse en coordinación con las Instituciones de Educación Superior y los Grupos de la Sociedad Civil Organizada, dando formalidad a los mismos. En estos eventos de capacitación además de formar a los asistentes en el tema, se deberán concretar agendas de trabajo colaborativas y vinculadas.

TÍTULO: TALLER DE EDUCACIÓN PARA CONTRIBUIR EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ESTADO DE COLIMA

PÚBLICO

1. Los tres niveles de gobierno, federal, estatal, municipal.
2. Interesados en el tema de calidad del aire y atención a la sociedad.
3. Sector Salud y Protección Civil.
4. Cruz Roja y voluntarios.
5. Escuelas, centros de trabajo, unidades habitacionales.
6. Empresas que generen emisiones a la atmósfera.
7. Agricultores.
8. Representantes de los medios de comunicación local.
9. Otros.

OBJETIVOS DEL TALLER

- Objetivo general
 - Dar a conocer los contenidos y procesos de implementación del ProAire en el Estado de Colima
- Objetivos específicos

- Generar grupos de trabajo por sectores, con acciones concretas para apoyar en la difusión del ProAire
- Generar un comité que apoye en la implementación de las diferentes medidas del ProAire.

TEMAS PRINCIPALES

1. Situación General de la Calidad del Aire en el Estado de Colima.
 - 1.1. Fuentes de emisiones Fijas
 - 1.2. Fuentes de emisiones móviles
2. Marco Normativo de la Calidad del Aire a Nivel Nacional y Local.
3. Dar a conocer la forma en la que se desarrollará el ProAire antes, durante y después de la implementación.
 - 3.1. Resultados Esperados
 - 3.2. Actividades a realizar
 - 3.3. Sistematización y evaluación de los resultados
 - 3.4. Responsables de las actividades
 - 3.5. Plan de comunicación

Las dependencias que deberán coordinar los contenidos e implementar el mencionado taller, pueden ser la SEMARNAT, IMADES, Secretaría de Movilidad, Tecnológicos de Colima, Universidad de Colima, así como Grupos Organizados de la Sociedad Civil y Empresas que realicen procesos de certificación ambiental.

Es importante contemplar el diseño y la aplicación de una evaluación pre y post a la capacitación con el objetivo de identificar el grado de conocimientos de los asistentes en relación al tema de la calidad del aire antes y después de la capacitación.

Con el objetivo de facilitar la mayor participación de los sectores involucrados se contempla como mínimo, la realización de dos eventos de este tipo, uno en la zona centro y norte del Estado de Colima y el otro en la zona costera del mismo.

Cabe destacar que cada uno de estos eventos de capacitación, deberá contemplar la realización de una memoria del mismo, con lo cual se genera un proceso de sistematización que permita identificar los diferentes aspectos de interés.

CAPÍTULO 6

ESTRATEGIAS

Y

MEDIDAS

ESTRATEGIA I. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUENTES FIJAS									
Medida 1 Implementación de un Registro Único de Emisiones y Transferencia de Contaminantes del Estado									
Objetivo: Contar con un registro que permita saber las emisiones que se están presentando en el Estado por las actividades económicas.									
Justificación: El contar con un Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes permite realizar las políticas y acciones oportunas para evitar y reducir la contaminación al ambiente. Por lo tanto, las fuentes fijas presentes en el Estado deberán estar incorporadas a un Sistema de Información que integre el historial de cada una de las fuentes fijas por lo que la información referente a la licencia ambiental de funcionamiento, COA, así como la incorporación del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).									
PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
*	*	*	*	*					
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
1.-	Actualizar Marco Jurídico que permita la implementación del RETC	IMADES y Cámara de diputados	Marco Jurídico actualizado	●	●				
2.-	Actualizar el padrón de establecimientos industriales de jurisdicción estatal.	IMADES, Secretaría de Fomento Económico	Padrón industrial actualizado	●	●	●	●	●	●
3.-	Desarrollar un sistema informático que permita operar en línea el RETC.	IMADES, Secretaría de Fomento Económico y SEMARNAT (Federal)	Sistema desarrollado	●	●				

4.-	Fortalecer el uso de la Cédula de Operación Anual de SEMARNAT.	IMADES, Secretaría de Fomento Económico	Número de empresas que usan la COA		●	●	●	●	●
5.-	Integrar un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) con las empresas y actividades económicas asentadas en el Estado.	IMADES, Secretaría de Fomento Económico	Reporte de RETC			●	●	●	●
Actores involucrados:									
IMADES, Secretaría de Fomento Económico (SEFOME) y SEMARNAT (Federal)									
Estimación de costos: 500 mil pesos									
Estimación de Reducción de Emisiones: No aplica									
Observaciones: Esta medida en de carácter de planeación que no incide de manera directa en la reducción de emisiones									

ESTRATEGIA I. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUENTES FIJAS									
Medida 2		Promoción de la participación de industrias en programas de autorregulación y mejora continua							
Objetivo: Promover que las fuentes fijas de jurisdicción estatal realicen acciones de autorregulación y mejora continua que permitan la identificación, cuantificación y reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera.									
Justificación: El involucrar activamente al sector industrial en la reducción de emisiones a la atmósfera permite tener menos acciones coactivas y desarrollar mecanismos de autorregulación. Los programas de autorregulación se basan en el cumplimiento de la normatividad coadyuvando a través de la gestión ambiental y la mejora continua de procesos industriales de manera voluntaria, por lo cual genera un mejor desempeño ambiental de las empresas así como la competitividad industrial. Que dé como resultado el incremento de industrias autorreguladas.									
PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
*	*	*	*	*	*				
No	Acciones	Responsable	Indicador de cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
6.-	Actualizar la normatividad estatal para fomentar la autorregulación en materia de calidad del aire.		Normatividad actualizada	●	●				
7.-	Evaluar la posibilidad de generar un programa estatal para el apoyo a la implementación de tecnologías limpias.		Evaluación realizada				●		
8.-	Fomentar el desarrollo de eventos entre la industria local y los proveedores de tecnologías para el control de emisiones y los beneficios de la		Eventos realizados				●		

	autorregulación.								
9.-	Desarrollar programas reducción de emisiones en las industrias del Estado.		Programas de reducción desarrollados	●					
10.-	Desarrollar indicadores de desempeño ambiental en materia de emisiones atmosféricas que permita la evaluación continua de las empresas.		Indicadores de desempeño desarrollados						●
Actores involucrados:									
IMADES, Secretaría de Fomento Económico, Cámaras Industriales, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología.									
Estimación de costos:									
Estimación de Reducción de Emisiones:									

ESTRATEGIA I. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUENTES FIJAS									
Medida 3 Fortalecimiento en la inspección y vigilancia en industrias de jurisdicción estatal									
Objetivo: Mejorar la coordinación entre los tres órdenes de gobierno para la inspección y vigilancia a los establecimientos de jurisdicción estatal.									
Justificación: Las empresas asentadas en el Estado deben cumplir la normatividad ambiental estatal, en particular a las referentes a la calidad del aire y emisiones atmosféricas. Se requiere fortalecer la inspección y vigilancia en materia de contaminación atmosférica para mejorar la regulación, esto en coordinación con los tres órdenes de gobierno permitiría dar mayores resultados, evitar duplicidad o vacíos legales en la vigilancia.									
PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
*	*	*	*	*	*				
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
11.-	Revisar el marco regulatorio y normativo de este tipo de industria para proponer adecuaciones.	IMADES, SEMARNAT, SEFOME, Gob. Municipales	Instrumentos normativos actualizados		●				
12.-	Diseñar e implementar un programa de inspección y verificación de empresas de jurisdicción estatal referente a emisiones a la atmósfera.	IMADES, SEMARNAT, SEFOME, Gob. Municipales	Programa de inspección diseñado e implementado	●					
13.-	Dar seguimiento a un programa de inspección y verificación de empresas de jurisdicción estatal referente a emisiones a la atmósfera.	IMADES, SEMARNAT, SEFOME, Gob. Municipales	Reporte de seguimiento		●	●	●	●	●

14.-	Integrar un padrón confiable en coordinación con los tres órdenes de gobierno de los establecimientos de competencia estatal.	IMADES, SEMARNAT, SEFOME, Gob. Municipales	Incremento en número de establecimientos en el padrón	●					
15.-	Cuantificar la reducción de las emisiones contaminantes de fuentes fijas.	IMADES, SEMARNAT, SEFOME, Gob. Municipales, Instituciones Académicas	Porcentaje de Reducción de emisiones		●		●		●
16.-	Diseñar e implementar un programa de buenas prácticas ambientales en las ladrilleras en coordinación con el gobierno municipal.	IMADES, SEFOME, Gob. Municipales, CMIC	Programas de buenas prácticas diseñadas e implementadas	●	●	●	●	●	●
17.-	Capacitar a personal en el programa de buenas prácticas ambientales en las ladrilleras en coordinación con el gobierno municipal.	IMADES, SEFOME, Gob. Municipales, CMIC	Número ladrilleras incorporadas al Programa	●	●	●	●	●	●
Actores involucrados:									
IMADES, SEMARNAT, Secretaría de Fomento Económico (SEFOME), Gobiernos Municipales, Instituciones académicas									
Estimación de costos: 300 mil pesos									
Estimación de Reducción de Emisiones: Uno por ciento bianual									

ESTRATEGIA I. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUENTES FIJAS

Medida 4 Diseño de un programa de buenas prácticas con la finalidad de reducir las emisiones por prácticas agrícolas de arado, cosecha y quema a cielo abierto de residuos agrícolas

Objetivo: Contar un programa de buenas prácticas con el propósito de contribuir en la reducción de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera por actividades agrícolas.

Justificación: En el Estado se realizan prácticas agrícolas que propician emisiones de gases contaminantes a la atmósfera. Con respecto a la emisión de NH₃, las fuentes de área tienen su contribución más relevante con el 90.9%, específicamente en la aportación por actividad ganadera con un 46.6%, las emisiones domésticas de amoníaco con el 25.8%, la aplicación de fertilizantes con el 14.4% y una contribución alrededor del 4.1% por quemas agrícolas, así mismo en PM₁₀ tienen una participación menor con tan sólo 9.4% de quemas agrícolas, 7.2% combustión doméstica y 4.2% labranza; y en CO las quemas agrícolas representan el 15.2% de contribución a este contaminante. Por lo anterior, resulta importante impulsar acciones de sensibilización hacia este sector que incidan en la reducción.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
*	*	*	*	*	*	*			
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
18.-	Evaluar las actividades agrícolas que en el Estado son emisoras importantes de contaminantes a la atmósfera, en particular el cultivo de caña.	IMADES, SEDER, SAGARPA, INIFAP	Actividades agrícolas evaluadas	●					
19.-	Desarrollar talleres de información sobre buenas prácticas agrícolas.	IMADES, SEDER, SAGARPA, INIFAP	Número de talleres desarrollados		●	●			
20.-	Diseñar un programa para reducir las emisiones por prácticas agrícolas.	IMADES, SEDER, SAGARPA, INIFAP	Programa de reducción de emisiones diseñado				●		

Actores involucrados:

IMADES, SAGARPA (Delegación), INIFAP

Estimación de costos: 1 millón de pesos**Estimación de Reducción de Emisiones: 1% anual de la línea base que se obtenga del diagnóstico**

ESTRATEGIA I. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUENTES FIJAS

Medida 5 Regulación de emisiones generadas por el sector minero

Objetivo: Regular las emisiones que se generan por las actividades mineras.

Justificación: En el Estado se realizan actividades mineras que deben ser evaluadas para saber las emisiones a la atmósfera que generan. En los últimos años la actividad de servicios al puerto de Manzanillo tales como los patios de almacenamiento de minerales y contenedores ha tenido un aumento considerable, lo que ha propiciado cambios en los usos de suelo de agrícola a patios desprovistos de vegetación lo que por la velocidad del viento genera una suspensión y dispersión de polvos y partículas menores de 10 micras PM₁₀. Por lo anterior, resulta importante evaluar el impacto ambiental y a la salud que este sector está generando de una manera coordinada y participativa con el sector privado y la sociedad.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
*									
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
21.-	Desarrollar talleres con el sector minero para evaluar las estrategias a seguir para disminuir los contaminantes a la atmósfera.	IMADES, SEMARNAT (Delegación), SEFOME, Secretaria de Fomento Económico, Secretaria de Economía, CANACINTRA	Talleres desarrollados	●					
22.-	Regular las actividades de extracción en bancos de materiales y mineras.	IMADES, SEFOME, CANACINTRA	Actividades de bancos de materiales de extracción reguladas		●	●	●		
23.-	Evaluar la contaminación atmosférica que generan los patios de almacenamiento temporal de minerales en Manzanillo.	IMADES, SEFOME, CANACINTRA	Evaluación de la contaminación atmosférica realizada		●				

Actores involucrados:

IMADES, SEMARNAT (Delegación), Secretaría de Economía (Delegación), Secretaria de Fomento Económico, (SEFOME) CANACINTRA

Estimación de costos: 600 mil pesos

Estimación de Reducción de Emisiones: 1% anual de la línea base del diagnóstico

ESTRATEGIA II. REDUCCIÓN DE EMISIONES EN FUENTES MÓVILES

Medida 6 Mejorar la calidad y eficiencia energética de las fuentes móviles

Objetivo: Incorporar vehículos más eficientes del Registro Público Vehicular del Estado de Colima.

Justificación: A través de la incorporación de vehículos más eficientes en el servicio de transporte público se reducen los costos de operación aumentando las posibilidades de la apertura del mercado para vehículos más eficientes que garantizan una mayor reducción de las emisiones y más económicos para permitir el ahorro en la economía familiar. Principalmente con esta medida se contribuiría a reducir el porcentaje de contribución porcentual que representan las fuentes móviles que son: 39% de CO y 4.7% de NOx del total de las emisiones estatales.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
			*	*					
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
24.-	Implementar programa de sustitución de vehículos de transporte público de más de 10 años.	SEMOV, SePlan	Número de vehículos de carga sustituidos por vehículos más eficientes	●					
25.-	Promover el uso de vehículos híbridos, plus-in o eléctricos para uso particular, a través de incentivos fiscales.	SEMOV, SePlan	Tasa de incremento de registro de vehículos bajos en emisiones en el Registro Público Vehicular	●	●	●	●	●	
26.-	Implementar programa de cobertura de la red pública de abastecimiento de energía para vehículos eléctricos.	SEMOV, SePlan	Porcentaje de cobertura de la red de carga para vehículos eléctricos			●	●	●	●

Actores involucrados: IMADES, Secretaría de Planeación y Finanzas, Secretaria de Movilidad (SEMOV), SENER, CFE; CRE; Iniciativa Privada.

Estimación de costos: 10 millones de pesos

Estimación de Reducción de Emisiones: 1% de las emisiones por fuentes móviles.

ESTRATEGIA II. REDUCCIÓN DE EMISIONES EN FUENTES MÓVILES

Medida 7 Planeación de redes de transporte y movilidad no motorizada

Objetivo: Mejorar la operación del servicio de transporte público impulsando alternativas en los modos de transporte.

Justificación: Para que una ciudadanía goce de una mejor calidad de vida, es necesario que todos sus traslados se realicen de manera eficiente y limpia, por lo que se debe conocer cómo y en qué se desplaza la gente y así, ofrecer mejores condiciones en la prestación del servicio de transporte público y promover alternativas en los modos y medios de transporte: movilidad no motorizada, movilidad compartida, movilidad empresarial, entre otros.

Promover el equilibrio en el reparto modal, desincentivando el uso de vehículos privados a través del mejoramiento de la operación del servicio de transporte público e impulsando alternativas en los modos de transporte no contaminantes como el uso de la bicicleta, con el propósito de tener vialidades más ordenadas, aire menos contaminado y ciudadanía más saludable.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
			*	*					
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
27.-	Actualizar los estudios de origen-destino para todo el sistema de transporte del Estado.	SEMOV	Un estudio actualizado	●					
28.-	Optimizar las rutas de transporte público colectivo en las principales ciudades.	SEMOV	Número de viajes en transporte público colectivo incrementadas		●				
29.-	Definir los corredores de máxima demanda en cada una de las ciudades principales del Estado.	SEMOV, SEIDUR	Corredores de máxima demanda implementados		●				

30.-	Construir red integrada de infraestructura ciclista.	SEMOV, SEIDUR	Km de infraestructura ciclista construida	●					
31.-	Promover el uso de la bicicleta como medio alternativo de transporte.	SEMOV, IMADES, Gob. Mpales	Número de viajes en bicicleta por la ciudad incrementados		●	●	●	●	●
32.-	Implementar Programa de ordenación de puntos de parada.	SEMOV, SEIDUR	Número de puntos de parada regularizados			●	●	●	
33.-	Implementar mobiliario urbano para la movilidad en los corredores de máxima demanda.	SEMOV, SEIDUR	Mobiliario urbano implementado			●	●	●	
34.-	Implementar programa de fomento al transporte escolar y de personal.	SEMOV, IMADES, Gob. Mpales.	Número de viajes en bicicleta por la ciudad incrementados	●	●	●	●	●	●
Actores involucrados:									
IMADES, Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano (estatal), Secretaría de Planeación y Finanzas (estatal), Gobiernos Municipales,									
Estimación de costos: 50 millones de pesos									
Estimación de Reducción de Emisiones: 10% de las emisiones por fuentes fijas									

ESTRATEGIA II. REDUCCIÓN DE EMISIONES EN FUENTES MÓVILES

Medida 8 Promoción de la renovación del parque vehicular público y privado

Objetivo: Promover la renovación de vehículos públicos y privados que garanticen el mejoramiento de la calidad del aire.

Justificación: Para poder incidir en la reducción de emisiones contaminantes por fuentes móviles privadas y públicas: autos particulares, taxis, vehículos privados y comerciales con peso < 3 toneladas (incluye SUV), pick-up, camionetas de transporte público de pasajeros y autobuses de transporte urbano, que se generan en todo el Estado y contribuyen con la mayor emisión de monóxido de carbono con un 34.71% y óxidos de nitrógeno con 7.82%. Por tal motivo es necesario introducir alternativas de combustibles en los vehículos tanto de carácter público como privado, que permitan reducir costos en la operación y una mejor calidad del aire en todo el Estado de Colima, contribuyendo a la salud de la ciudadanía a través del cumplimiento de la certificación internacional.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
*	*	*	*	*	*			*	
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
36.-	Implementar programa de renovación de vehículos de transporte público individual, de baja, media y alta capacidad	SEMOV, IMADES	Programa implementado		●	●	●		
37.-	Eliminar progresivamente modelos de más de 10 años de operación ó 100 mil km recorridos.	SEMOV, IMADES	Número de vehículos eliminados		●	●	●		

38.-	Promover la conversión a gas	SEMOV, IMADES	Número de vehículos con conversión a gas		●	●	●		
39.-	Modernizar la flota vehicular limpia para el servicio público individual y colectivo en todas sus modalidades.	SEMOV, IMADES	Número de vehículos modernizados	●	●	●	●	●	●
40.-	Aumentar vehículos de servicio colectivo que cumplan con certificaciones ambientales EURO IV o EPA 2010 o superiores.	SEMOV, IMADES	Número de vehículos de transporte colectivo con certificaciones	●	●	●	●	●	●
41.-	Introducir vehículos bajos en emisiones (híbridos, plus- ing, eléctricos).	SEMOV, IMADES	Número de vehículos con bajas emisión	●	●	●	●	●	●
42.-	Implementar programa de chatarrización para vehículos del servicio público y privado.	SEMOV, IMADES	Número de vehículos chatarrizados	●	●	●	●	●	●
Actores involucrados:									
IMADES, Gobiernos Municipales, SEMOV.									
Estimación de costos: 2 millones de pesos									
Estimación de Reducción de Emisiones: 5% de las emisiones por fuentes fijas									

ESTRATEGIA II. REDUCCIÓN DE EMISIONES EN FUENTES MÓVILES

Medida 9 Implementación de un Programa de Verificación Vehicular

Objetivo: Contar con un programa de verificación vehicular implementado en el Estado de Colima.

Justificación: Los vehículos de transporte particular representan el mayor número de autos en la entidad y contribuyen en las fuentes móviles con la mayor emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y carbón negro (61%, 34% y 59% respectivamente); por otra parte, los vehículos de servicio por su constante uso y condiciones requeridas de mantenimiento son una importante fuente de contaminación a la atmósfera.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
			*	*	*			*	
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
43.-	Desarrollar un Programa de Verificación Vehicular (PVV) para los vehículos automotores.	IMADES, SEMOV, SEC. DE PLANEACION Y FINANZAS	Programa de Verificación vehicular (PVV) desarrollado			●	●		
44.-	Implementar un Programa de Verificación vehicular (PVV) para los vehículos automotores.	IMADES, SEMOV, SEC. DE PLANEACION Y FINANZAS	Programa de Verificación vehicular (PVV) implementado					●	●
45.-	Difundir en medio de comunicación masiva el PVV.	IMADES, COMUNICACION SOCIAL, Gob. Mpales., Organizaciones de la sociedad civil	Número de eventos de difusión (spots, boletines, infografías)				●	●	●
46.-	Fomentar el incremento de los vehículos que cumplan con el	SCT, SEMOV	Incremento de vehículos que cumplen con la inspección de	●	●	●	●	●	●

	programa de inspección mantenimiento de transporte federal.		mantenimiento federal						
47.-	Incluir a los vehículos pesados a diésel en el programa de detección y sanción a vehículos ostensiblemente contaminantes.	SCT, IMADES, SEMOV, Gob.Mpales (tránsito)	Número de vehículos detectados y sancionados como ostensiblemente contaminantes	●	●	●	●	●	●
48.-	Desarrollar un programa específico de verificación vehicular para vehículos de servicio público	IMADES, SEMOV	Programa desarrollado	●	●	●			
49.-	Implementar un programa específico de verificación vehicular para vehículos de servicio público	IMADES, SEMOV	Número de vehículos que cumplen con el PVV específico				●	●	●
50.-	Impulsar a las empresas privadas que cuenten con vehículos de servicios nuevos o seminuevos, por medio de estímulos fiscales estatales o reglamentación local.	IMADES, SEMOV, SEFOME, SCT	Número de empresas privadas que cuentan con vehículos de servicios nuevos o seminuevos				●	●	●
Actores involucrados: IMADES, SEMOV, Secretaría de Fomento Económico (SEFOME), Gobiernos Municipales, Secretaría de Comunicaciones y Transportes.									
Estimación de costos: 10 millones de pesos									
Estimación de Reducción de Emisiones: 20% de las emisiones por fuentes móviles									

Observaciones:

Estas acciones se deben coordinar con el gobierno federal por el amplio número de vehículos foráneos.

ESTRATEGIA III. REDUCCIÓN DE EMISIONES EN COMERCIOS Y SERVICIOS

Medida 10 Fomento en el uso de las mejores prácticas y la instalación de tecnologías de control de emisiones en comercios y servicios

Objetivo: Contribuir en la reducción de las emisiones que se generan por los comercios y servicios en el Estado.

Justificación: En el Estado se requiere aumentar los esfuerzos para evaluar y medir las emisiones que se generan por los comercios y servicios, en virtud de que este sector terciario representa el 70% de PIB Estatal (INEGI, 2016) en donde las actividades relacionados a comercios y servicios representa el 37% del sector. Esto nos demuestra que dicho sector es importante, en donde destacan las actividades de comercios, servicios inmobiliarios y hoteles. Con un aporte importante del 24% en la generación de compuestos orgánicos volátiles, siendo éste el principal generador por actividades antropogénicas.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TOXICOS	GEI	SCLP	
*	*		*	*	*				
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
51.-	Diseñar e implementar programas de capacitación para el uso de combustibles y tecnologías más limpias.	SEFOME, IMADES, CANACO, COPARMEX	Programas de capacitación implementados	●					
52.-	Identificar opciones de financiamiento y subsidio, nacionales e internacionales, para el uso de tecnologías más limpias.	SEFOME, SEFIDEC, IMADES, CANACO, COPARMEX, CONACYT	Número de fuentes de financiamiento para tecnologías limpias identificados		●				
53.-	Diseñar y ejecutar una estrategia para promover el uso de gas LP, gas natural, combustible alternativo o tecnologías	SEFOME, IMADES, CANACO, COPARMEX,	Estrategia ejecutada			●			

	sustentables para la preparación de alimentos en los hogares y establecimientos comerciales.								
Actores involucrados: IMADES, Secretaría de Fomento Económico, Cámaras Patronales, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología.									
Estimación de costos: 200 mil pesos									
Estimación de Reducción de Emisiones: No aplica									

ESTRATEGIA III. REDUCCIÓN DE EMISIONES EN COMERCIOS Y SERVICIOS

Medida 11 Elaboración en conjunto con PEMEX y a Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) un programa de trabajo para reducir emisiones fugitivas en la distribución de combustibles y productos derivados del petróleo

Objetivo: Disminuir las emisiones fugitivas en el almacenamiento y distribución de combustibles.

Justificación: En los procesos de almacenamiento y distribución de combustibles las emisiones fugitivas son una fuente continua de contaminación atmosférica, esta emisión representa el 3.3% de las emisiones totales de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), misma que proviene principalmente de las áreas urbanas.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
					*				
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
54.-	Realizar reuniones con PEMEX y la ASEA para evaluar la factibilidad de reducir las emisiones fugitivas en la distribución de combustibles y productos derivados del petróleo.	IMADES, PEMEX, ASEA, SENER,	Número de reuniones y acuerdos				●		
55.-	Procedimiento técnicos ambientales para reducir las emisiones al aire en la distribución de combustibles y productos derivados del petróleo que deben cumplir los nuevos participantes en el sector energético.	IMADES, PEMEX, ASEA, SENER,	Número de procedimientos técnicos ambientales					●	

Actores involucrados:

IMADES, SEMARNAT (Delegación), PEMEX, ASEA.

Estimación de costos: 200 mil pesos**Estimación de Reducción de Emisiones: No aplica****Observaciones: Debido a que las acciones son de carácter de planeación no se puede estimar su incidencia directa en la reducción de emisiones.**

ESTRATEGIA III. REDUCCIÓN DE EMISIONES EN COMERCIOS Y SERVICIOS

Medida 12 Fortalecimiento y mejora en los esquemas de inspección y vigilancia en los establecimientos comerciales y de servicios bajo la jurisdicción del gobierno estatal

Objetivo: Verificar y controlar las emisiones contaminantes de los establecimientos comerciales y de servicio.

Justificación: El sector terciario representa el 70% de PIB Estatal (INEGI, 2016) en donde las actividades relacionados a los comercios y servicios representa el 37% del sector. Esto nos demuestra que dicho sector es importante, en donde destacan las actividades de comercios, servicios inmobiliarios y hoteles. Sobresalen estas actividades en los municipios de Colima, Villa de Álvarez y Manzanillo, en donde se concentra más del 60% de la población y como consecuencia las actividades comerciales y de servicios predominan en dichos municipios generando un 34% de monóxido de carbono (CO) y el 24% de compuestos orgánicos volátiles (COV). Por lo anterior, el regular a través del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes permitiría contribuir en identificación, cuantificación y en su momento en la reducción de las emisiones.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
			*		*				
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
56.-	Diseñar sistemas de registro de establecimientos comerciales y de servicios, para contar con un padrón actualizado.	IMADES, SEFOME, CANACO, Gobiernos Municipales	Sistema de registro diseñado	●					
57.-	Implementar sistemas de registro de establecimientos comerciales y de servicios, para contar con un padrón actualizado.	IMADES, SEFOME, CANACO, Gobiernos Municipales	Número de establecimientos registrados		●	●	●	●	●
58.-	Elaborar un RETC para los servicios y comercios.	IMADES, SEFOME, CANACO, Gobiernos Municipales	RETC elaborado		●				

59.-	Implementar un RETC para los servicios y comercios.	IMADES, SEFOME, CANACO, Gobiernos Municipales	Número de establecimientos que presentan COA				●	●	●	●
60.-	Diseñar un programa de reducción de emisiones en comercios y servicios.	IMADES, SEFOME, CANACO, Gobiernos Municipales	Programa diseñado				●	●		
61.-	Implementar programas para inspeccionar y verificar las condiciones de operación y mantenimiento de equipos de combustión y de buenas prácticas en el manejo de gas y otros combustibles.	IMADES, SEFOME, CANACO, Gobiernos Municipales	Número de establecimientos inspeccionados					●	●	●
Actores involucrados: IMADES, Secretaría de Fomento Económico, Cámaras Patronales, Gobiernos Municipales.										
Estimación de costos: 300 mil pesos anuales										
Estimación de Reducción de Emisiones: No es posible estimar reducciones en tanto no se tenga una línea base										

ESTRATEGIA IV. COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

Medida 13 Implementación de un sistema de comunicación a la población sobre la calidad del aire, su importancia, los riesgos para la salud pública y las acciones para su prevención o mejora

Objetivo: Mantener informada a la población sobre la calidad del aire, mediante el plan de comunicación.

Justificación: La participación de la población depende principalmente de la información que tenga sobre las acciones y medidas que se tienen que hacer en pro de la calidad del aire. En este sentido, la comunicación y educación ambiental no inciden directamente en la disminución de emisiones GEI y contaminantes criterio, son una herramienta que permitirá sensibilizar a la población del Estado de Colima en este tema y para coordinar las acciones para la reducción, buscando la mayor participación posible de la ciudadanía.

Proporcionar a la población información confiable y certera sobre la calidad del aire en el Estado de Colima, así como las principales fuentes de emisión de contaminantes y las acciones reactivas y preventivas que incidan en este tema, utilizando diferentes medios de comunicación local.

	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TOXICOS	GEI	SCLP
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
62.-	Elaborar un plan de comunicación sobre la calidad del aire en el Estado que difunda el monitoreo de los principales contaminantes del aire a través de medios de comunicación local y redes sociales.	IMADES	Plan de comunicación elaborado	●					
63.-	Diseñar un de comunicación para difundir el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de Colima.	IMADES	Plan de medios de comunicación diseñado	●	●				

64.-	Generar e implementar un plan de comunicación permanente que informe a la ciudadanía sobre la calidad del aire y presencia de contaminantes en el mismo como la afectación y riesgos a la salud pública.	IMADES	Plan de medios de comunicación implementado			●	●	●	●
65.-	Generar e implementar un plan de comunicación que difunda en la ciudadanía las acciones a realizar para mejorar la calidad del aire en el Estado de la calidad del aire.	IMADES	Plan de comunicación implementado			●	●	●	●
66.-	Establecer un sistema permanente de evaluación de las acciones del plan de comunicación.	IMADES	Un sistema de evaluación establecido	●	●	●	●	●	●
Actores involucrados: IMADES, Secretaría de Cultura (estatal), Secretaría de la Juventud (estatal), Instituto Colimense de Radio y Televisión, ONG, Secretaría de Educación (estatal), medios de comunicación local.									
Estimación de costos:\$ 120, 000.00 (CIENTO VEINTE MIL PESOS M/N)									
Estimación de Reducción de Emisiones: NO APLICA									
Observaciones: En este sentido, la comunicación y educación ambiental no inciden directamente en la disminución de emisiones GEI y contaminantes criterio, son una herramienta que permitirá sensibilizar a la población del Estado de Colima en este tema y con ello se podrán coordinar las acciones para la reducción, buscando la mayor participación posible de la ciudadanía.									

ESTRATEGIA IV. COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

Medida 14 Fortalecimiento en la educación y capacitación ambiental, enfocadas en la calidad del aire, dirigidas a los niveles educativos básico y medio superior, así como a diferentes sectores de la sociedad

Objetivo: Implementar un programa de educación ambiental enfocado en la calidad del aire, aplicable principalmente en los niveles educativos básico y medio superior.

Justificación: La educación ambiental y la capacitación en torno a la calidad del aire representan un elemento fundamental para el cambio de paradigma en las presentes y futuras generaciones, además deben ser considerados como un eje transversal que incide en el alcance de las medidas que integran el presente programa. Por sí sola, la educación ambiental no incide de forma directa en reducciones de contaminantes, sin embargo, contribuye de manera indirecta en la implementación de acciones enfocadas a la reducción.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
67.-	Realizar un diagnóstico de necesidades de capacitación referente a la calidad del aire, contemplando los sectores de la sociedad relacionados directamente con la calidad del aire.	IMADES	Diagnóstico realizado	●					
68.-	Desarrollar un programa estatal de educación ambiental que contemple la dimensión de la calidad del aire.	IMADES	Programa desarrollado		●				
69.-	Implementar una agenda anual de eventos enfocados a fortalecer la cultura de la	IMADES	Agenda implementada				●	●	●

	calidad del aire.								
Actores involucrados: IMADES, Secretaría de Educación (estatal), Secretaría de Cultura (estatal), Secretaría de la Juventud (estatal).									
Estimación de costos: \$410,000.00									
Estimación de Reducción de Emisiones: La educación ambiental no incide de forma directa en reducciones de compuestos contaminantes, sin embargo contribuye de manera indirecta en la implementación de acciones enfocadas a la reducción.									

ESTRATEGIA IV. COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

Medida 15 Establecimiento de una campaña de comunicación en el uso racional del automóvil

Objetivo: Disminuir el uso del auto particular por medio de la concientización de la población.

Justificación: Los vehículos automotores particulares son de las principales fuentes de contaminación a la atmósfera del Estado. Además los vehículos de transporte particular representan el mayor número de autos en la entidad con un 60% de las emisiones de este tipo de fuente; por otra parte, los vehículos de servicio por su constante uso y condiciones requeridas de mantenimiento son una importante fuente de contaminación a la atmósfera. Por lo anterior, resulta indispensable lograr la sensibilización de la ciudadanía en temas de prevención y mantenimiento vehicular, el uso responsable del vehículo, así como en la necesidad de la verificación como medida de regulación de emisiones.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
			*	*					
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
70.-	Elaborar campañas de uso racional del automóvil y el uso de transporte no motorizado.	IMADES, Comunicación Social del Gob. del Estado, SEMARNAT (Delegación), ICRTV, SEMOV, SEJUV, Secretaría de Cultura	Número de campañas elaboradas	●	●	●	●	●	●
71.-	Difundir en medios electrónicos e impresos los impactos negativos que tienen las emisiones del parque vehicular en la salud humana y en el ambiente.	IMADES, Comunicación Social del Gob. del Estado, SEMARNAT (Delegación), ICRTV, SEMOV, SEJUV, Secretaría de Cultura	Número de medios que difunden información		●		●		●
Actores involucrados:									
IMADES, Secretaría de Cultura (estatal), Secretaría de la Juventud (SEJUV estatal), Instituto Colimense de Radio y Televisión (ICRTV), ONG's.									
Estimación de costos: 150 mil pesos anuales									

Estimación de Reducción de Emisiones: No aplica

Observaciones: La educación y cultura ambiental no incide de manera directa en la reducción de los contaminantes si no que se vuelve una medida transversal

ESTRATEGIA V. SALUD Y EXTERNALIDADES

Medida 16 Desarrollo de un sistema de vigilancia epidemiológica en materia de calidad del aire

Objetivo: Contar con un sistema de vigilancia epidemiológica en materia de calidad del aire.

Justificación: La contaminación atmosférica genera distintas enfermedades en la población por lo cual es necesario tener un monitoreo continuo y tomar las medidas pertinentes. En el Estado de Colima, si bien la tasa de mortalidad infantil por Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) está por debajo de la media nacional, resulta necesario el evaluar las relaciones que tiene esta tasa con la calidad del aire. En el Estado, los registros de la vigilancia epidemiológica, como en muchos otros Estados, no tiene análisis de relaciones causales por ser multifactorial, por lo que resulta indispensable el registro, análisis y estudios de las diferentes variables y contaminantes de las infecciones respiratorias.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TOXICOS	GEI	SCLP	
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
72.-	Elaborar un programa de vigilancia epidemiológica en coordinación con la Secretaría de salud en infecciones respiratorias.	Secretaría de Salud y Bienestar Social, COESPRIS, IMADES	Programa de Vigilancia Epidemiológica elaborado	●					
73.-	Crear grupos de trabajo para evaluar los datos de salud y monitoreo atmosférico.	Secretaría de Salud y Bienestar Social, IMADES, COESPRIS, INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR	Número de grupos de trabajo instalados		●				
74.-	Capacitar al sector salud del Estado para poder implementar el programa de vigilancia epidemiológica en materia de	Secretaría de Salud y Bienestar Social, IMADES, COESPRIS, INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR	Número de personas capacitadas		●				

	contaminación atmosférica.								
75.-	Iniciar la operación del sistema de vigilancia epidemiológica de Calidad del Aire.	Secretaría de Salud y Bienestar Social, IMADES, COESPRIS, INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR	Reportes anuales del SIVECA			●	●	●	●
Actores involucrados: IMADES, Secretaría de Salud y Bienestar Social (estatal), COESPRIS, Instituciones de Educación Superior.									
Estimación de costos: 500 mil pesos									
Estimación de Reducción de Emisiones: No aplica									
Observaciones: Esta medida no incide de manera directa en la reducción de contaminantes, sino que se considera de soporte e información									

ESTRATEGIA V. SALUD Y EXTERNALIDADES

Medida 17 Creación del sistema de prevención en materia de salud ambiental (SIPRESA)

Objetivo: Contar un Sistema de Prevención de Salud Ambiental estatal.

Justificación: La contaminación atmosférica genera distintas enfermedades en la población por lo cual es necesario tener un monitoreo continuo y tomar las medidas pertinentes. Por lo tanto resulta importante desarrollar un sistema que permita analizar en espacio y tiempo las relaciones entre los diferentes contaminantes y las tasas de morbilidad y mortalidad. Los registros en la vigilancia epidemiológica resultan fundamentales para poder evaluar la asociación de la mortalidad y morbilidad y con ello desarrollar e implementar el Sistema de Prevención en Salud Ambiental.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
76.-	Generar indicadores que permitan el monitoreo en espacio y tiempo de la salud de la población.	Secretaría de Salud y Bienestar Social, IMADES, COESPRIS, CONACyT, Instituciones de Educación Superior	Porcentaje de avance en la generación de indicadores				●		
77.-	Actualizar información de morbilidad y mortalidad asociada a la contaminación atmosférica.	Secretaría de Salud y Bienestar Social, IMADES, COESPRIS, CONACyT, Instituciones de Educación Superior	Número de indicadores actualizados				●	●	●
78.-	Desarrollar programas de prevención en materia de salud ambiental.	Secretaría de Salud y Bienestar Social, IMADES, COESPRIS	Programa desarrollado				●		

79.-	Implementar programas de prevención en materia de salud ambiental.	Secretaría de Salud y Bienestar Social, IMADES, COESPRIS	Programa implementado				●	●	●
80.-	Desarrollar, implementar el SIPRESA en el Estado de Colima.	Secretaría de Salud y Bienestar Social, IMADES, COESPRIS	SIPRESA implementado						●
Actores involucrados: IMADES, Secretaría de Salud y Bienestar Social (estatal), Secretaría de Salud (Delegación).									
Estimación de costos: 3 millones de pesos									
Estimación de Reducción de Emisiones: Esta medida no incide de manera directa en la reducción de contaminantes, sino que se considera una medida social.									

ESTRATEGIA V. SALUD Y EXTERNALIDADES									
Medida 18. Aplicación de cubierta vegetal y creación de barreras físicas									
Objetivo: Disminuir la cantidad partículas suspendidas en el aire proveniente de suelos desnudos por deforestación u otras actividades humanas.									
Justificación: El Estado presenta importantes áreas sin vegetación, causadas por la deforestación o cambio de uso de suelo que son fuentes de partículas suspendidas; por otra parte, al incrementar la superficie reforestada se contribuye también a la captura y fijación de carbono, generando doble beneficio. Sin embargo, esta medida no podrá obtener resultados tangibles de su efectividad a corto plazo, se requiere de varios años para su evaluación.									
PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
*			*				*		
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
81.-	Elaborar un diagnóstico que identifique áreas desprovistas de vegetación.	IMADES, CONAFOR, SEDER, SEMARNAT (delegación)	Diagnóstico elaborado	●					
82.-	Implementar un programa de reforestación de áreas verdes y restauración de suelos sin vegetación con especies endémicas.	IMADES, CONAFOR, SEDER, SEMARNAT (delegación)	Superficie reforestada	●	●	●	●	●	●
83.-	Implementar un programa de mantenimiento en áreas verdes y restauración de suelos sin vegetación con especies endémicas.	IMADES, CONAFOR, SEDER, SEMARNAT (delegación)	Superficie con mantenimiento	●	●	●	●	●	●

84.-	Ampliar las áreas verdes en las ciudades del Estado.	IMADES, Gobiernos Municipales	Número de ejemplares reforestados anualmente	●	●	●	●	●	●
85.-	Evaluar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero ocasionados deforestación y degradación de los ecosistemas forestales.	IMADES, CONAFOR, SEDER, SEMARNAT (delegación), Instituciones de Educación Superior	Porcentaje de reducción de emisiones por deforestación						●
8.-	Disminuir las vías de comunicación no pavimentadas, considerando sistemas de infiltración de agua.	SEIDUR, IMADES, Gobiernos Municipales,	Km de vialidades con sistema de infiltración	●					●
Actores involucrados: IMADES, Secretaría de Desarrollo Urbano (estatal), SAGARPA (delegación), SEMARNAT (delegación).									
Estimación de costos: 3 millones de pesos									
Estimación de Reducción de Emisiones: 1 % de PM10, GEI y CO.									

ESTRATEGIA VI. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL Y FINANCIAMIENTO

Medida 20 Desarrollo de las capacidades para generar el pronóstico de la calidad del aire, analizar la dispersión de contaminantes y desarrollar escenarios utilizando herramientas de modelación.

Objetivo: Tener las competencias para el análisis y modelación de los datos de calidad del aire.

Justificación: Se deben validar, analizar y modelar los datos provenientes de la red de monitoreo estatal y de las actualizaciones de los inventarios de emisiones con la finalidad de conocer la distribución espacio temporal de los contaminantes y fuentes de emisión.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TOXICOS	GEI	SCLP		
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año						
				1	2	3	4	5	6	
87.-	Diseñar un programa de trabajo para el desarrollo de capacidades técnicas en la modelación y pronóstico de la calidad del aire con instituciones de educación superior.	IMADES, Instituciones de Educación Superior, CONACYT	Programa de trabajo desarrollado	●						
88.-	Actualizar el inventario de emisiones.	IMADES, Sec. Planeación y Finanzas	Inventario de emisiones actualizado		●		●			●
89.-	Generar escenarios de emisiones, proyecciones e impactos con la información de los inventarios.	IMADES, Instituciones de Educación Superior	Escenarios y proyecciones de emisiones generados			●				●
90.-	Elaborar una Estrategia Estatal para el fomento de	IMADES, Instituciones de Educación	Estrategia elaborada	●	●					

	"Captura de Carbono" y acciones ante el Cambio Climático.	Superior, INECC, CONACYT							
Actores involucrados: IMADES, SEMARNAT (delegación), INECC, CONACYT, Secretaría de Planeación y Finanzas.									
Estimación de costos: 8 millones de pesos									
Estimación de Reducción de Emisiones: No aplica									
Observaciones: Esta medida no incide de manera directa en la reducción de las emisiones.									

ESTRATEGIA VI. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL Y FINANCIAMIENTO

Medida 21 Ampliar la cobertura del Sistema de Monitoreo Atmosférico y asegurar su funcionamiento de manera eficiente, confiable y oportuna

Objetivo: Tener un Sistema de Monitoreo Atmosférico que permita medir de forma continua, confiable y oportuna los contaminantes de aire en el Estado.

Justificación: En el Estado sólo se tiene una estación de monitoreo de calidad del aire la cual se ubica en la zona metropolitana de Colima-Villa de Álvarez. Si bien esta estación reporta datos, no ha bastado para poder contar con los datos suficientes y de calidad que soporten, fundamente o motiven una política pública al respecto. Sin un Sistema de Monitoreo confiable las acciones que se implementen no podrán evaluarse como efectivas o no, por lo cual es indispensable un mayor número de estaciones y contar con un Sistema de Monitoreo Atmosférico que fundamente y motive las acciones, programas y políticas públicas en la entidad, así como establecer estándares de calidad del aire esperados para Colima, así como la homologación de los mecanismos e instrumentos de medición que permitan la comunicación directa con la ciudadanía.

Por otra parte, para poder implementar acciones de regulación y verificación en general, es necesario establecer una red de monitoreo ambiental que permita conocer al usuario en tiempo real la calidad del aire en ciudades, así como sus principales fuentes de emisiones, para hacer conciencia de los impactos a la salud de las personas y así poder tomar acciones en consecuencia.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TOXICOS	GEI	SCLP	
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
91.-	Homologar los criterios y procedimientos de operación, validación y reporte de la información de calidad del aire de acuerdo a lo establecido en la NOM-156-SEMARNAT-2012.	IMADES	Criterios y procedimientos de operación homologados.	●					
92.-	Capacitar al personal a cargo del sistema de monitoreo.	IMADES. SEMARNAT. DGCRETC, INECC	Número de cursos de capacitación al personal	●					

Estimación de costos: 50 millones de pesos
Estimación de Reducción de Emisiones: No aplica
Observaciones: Esta medida no incide de manera directa en la reducción de los contaminantes de manera directa.

ESTRATEGIA VI. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL Y FINANCIAMIENTO

Medida 22 Consolidación del Comité Núcleo del ProAire (CNP) para la implementación, seguimiento y evaluación del ProAire

Objetivo: Contar con un Comité Núcleo del ProAire (CNP) que permita dar seguimiento y evaluar el ProAire desarrollado.

Justificación: El CNP constituido en el desarrollo del ProAire debe continuar con sus actividades para dar seguimiento, evaluar e impulsar el ProAire, esto permitiría fortalecer las medidas que sean necesarias, modificar aquellas que no hayan dado el resultado esperado o en su caso cambiarlas. El Comité Núcleo también constituye un órgano plural al estar integrado por instituciones gubernamentales de los tres órdenes de gobierno, academias y la sociedad civil, lo que permite un seguimiento y continuidad en los cambios de administraciones públicas.

PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TOXICOS	GEI	SCLP	
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
99.-	Establecer los procedimientos operativos de evaluación del ProAire a través de Comité Núcleo.	IMADES, SEMARNAT (delegación), Gob. Municipales, Instituciones Académicas	Procedimientos operativos de evaluación establecidos	●	●	●	●	●	●
100.-	Evaluar y reportar anualmente los avances de las medidas del ProAire.	IMADES, SEMARNAT (delegación), Gob. Municipales, Instituciones Académicas	Reportes realizados	●	●	●	●	●	●
101.-	Difundir los resultados del ProAire.	IMADES, SEMARNAT (delegación),	Número eventos de difusión (spots, boletines, infografías, etc.)	●	●	●	●	●	●
102.-	Informar periódicamente de los avances de la ejecución de las acciones del	IMADES, SEMARNAT (delegación), Gob. Municipales, Instituciones	Número de reportes realizados por año	●	●	●	●	●	●

	Programa.	Académicas							
10.-	Integrar un sistema de información ambiental interinstitucional del Estado de Colima que integre información necesaria para mejorar el desarrollo y seguimiento del ProAire.	IMADES, SEMARNAT (delegación), DGCRETC	Sistema de Información Ambiental Interinstitucional integrado				●		
Actores involucrados: Todos los integrantes del CNP.									
Estimación de costos: 1 millón de pesos									
Estimación de Reducción de Emisiones: No aplica									
Observaciones: Esta medida no incide de manera directa en la reducción de un contaminante en específico									

ESTRATEGIA VI. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL Y FINANCIAMIENTO									
Medida 23 Definición de un esquema de financiamiento para la ejecución de las medidas del ProAire									
Objetivo: Contar con el financiamiento necesario para desarrollar el ProAire.									
Justificación: Las acciones a realizar en el ProAire requieren de recursos financieros importantes por lo cual no sólo deben ser financiadas por recursos gubernamentales sino también por otras fuentes de financiamiento, ello implica la evaluación y creación de una figura jurídica adecuada para poder gestionar recursos públicos en los órdenes de gobierno, recursos internacionales, la iniciativa privada y las instituciones educativas. Con esta medida se pretende innovar y ser creativos para la búsqueda de recursos financieros, humanos y tecnológicos que conlleven al cumplimiento de ProAire.									
PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOX	COV	TÓXICOS	GEI	SCLP	
No	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	Año					
				1	2	3	4	5	6
104.-	Evaluar la creación de una figura jurídica (patronato) para fortalecer e impulsar la implementación del ProAire	CNP, IMADES, SEMARNAT, Sec. Gral de Gob. de Colima, Consejería Jurídica	Evaluación de la creación de una figura jurídica elaborada	●					
105.-	Identificar esquemas de financiamiento local, estatal, federal e internacional para la implementación de acciones regionales relacionadas con el programa.	CNP, IMADES, SEMARNAT, DGCRETC, Secretaría de Planeación y Finanzas	Número de esquemas de financiamiento identificados	●	●				

106.-	Elaborar un plan estratégico de trabajo para la identificación de las fuentes de financiamiento.	CNP, IMADES, SEMARNAT, Sec. Gral de Gob. de Colima, Consejería Jurídica	Plan estratégico elaborado	●	●				
107.-	Preparar los proyectos para acceder a los recursos identificados.	CNP, IMADES, SEMARNAT, Instituciones de Educación Superior, CONACyT	Número de proyectos preparados (cartera anual)			●	●	●	●
Actores involucrados:									
Comité Núcleo del ProAire, IMADES, SEMARNAT, Secretaría General de Gobierno (estatal), Secretaría de Planeación y Finanzas (estatal), Consejería Jurídica, CONACYT, Instituciones de Educación Superior.									
Estimación de costos: 2 millones de pesos									
Estimación de Reducción de Emisiones: No aplica									
Observaciones: Esta medida no incide de manera directa en la reducción de un contaminante en específica, se considera una medida transversal.									

CAPÍTULO 7.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Introducción

El financiamiento del clima es uno de los aspectos más importantes de los esfuerzos que realiza el mundo para buscar solución al problema del cambio climático. Los fondos tendrán que provenir de una amplia diversidad de fuentes, públicas y privadas, bilaterales y multilaterales, incluidas las fuentes de financiación alternativas, la ampliación de las fuentes actuales y el aumento de las corrientes de capital privado. Las subvenciones y los préstamos en condiciones excepcionalmente favorables son decisivos para la adaptación en los países en desarrollo más vulnerables, como los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo (ONU, s.f.).

Existen recursos en la banca de desarrollo de México prestando apoyo a programas y cuestiones de asistencia técnica para la preparación e instrumentación de los proyectos en materia ambiental. Actualmente cooperan (o han participado hasta fecha reciente) con las autoridades mexicanas.

Dentro de las instituciones internacionales de financiamiento para el desarrollo se encuentran:

Banco Interamericano de Desarrollo

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) es una fuente de financiamiento internacional, que concede préstamos a gobiernos nacionales, provinciales y municipales y a empresas privadas. Las organizaciones de la sociedad civil también pueden recibir financiamiento del Banco.

Apoyan los esfuerzos de América Latina y el Caribe para reducir la pobreza y la desigualdad. Con el objetivo de lograr el desarrollo de manera sostenible y respetuosa con el clima.

El Banco apoya a sus clientes en el diseño de proyectos, y provee asistencia financiera y técnica y servicios de conocimiento en apoyo a las intervenciones del desarrollo. El BID se enfoca en evidencias empíricas para adoptar decisiones y medir el impacto de estos proyectos, con el propósito de incrementar la efectividad en el desarrollo.

En la actualidad no se encuentra alguna convocatoria abierta por parte del BID para México.

Se encuentra a cargo del presidente Luis Alberto Moreno, y tiene como miembros 48 países que son representados por el director ejecutivo, para el año 2014 se

aprobaron un total de 13.843 millones de dólares. Su sede se localiza en Washington, D.C. y cuenta con representación en 26 países prestarios, además de una oficina regional en Asia y otra oficina en Europa.

El BID en México se ubica en Avenida Paseo de la Reforma N° 222 Piso 11, Colonia Juárez, Delegación Cuauhtémoc en México, D.F. C.P. 6600. Teléfono: (52-55) 9138-6200. Fax : (52-55) 9138-6229. Correo electrónico: BI DMexico@iadb.org.

Banco Japonés de Cooperación Internacional

El Banco Japonés de Cooperación Internacional (JBIC), es una institución financiera basada en políticas de Japón, inició sus operaciones GREEN (Global Action for Reconciling Economic Growth and Environmental Preservation [Acción global para la conciliación del crecimiento económico y la conservación del medio ambiente]) en abril de 2010. El lanzamiento de las operaciones GREEN permitió al JBIC enfocar su financiamiento en proyectos dedicados a la conservación del medio ambiente global, por ejemplo aquellos que reducen materialmente la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y al mismo tiempo difundir las avanzadas tecnologías ambientales de Japón a todo el mundo.

Las entidades elegibles son: gobierno extranjero, agencias gubernamentales o gobiernos locales, empresas públicas como de servicios trabajando conjuntamente con el gobierno, instituciones financieras extranjeras, instituciones multinacionales.

Proyectos Elegibles:

1. Impacto favorable en la conservación del medio ambiente global, tal como la reducción drástica de emisiones de GEI.
2. Aceptación del proceso JBIC-MRV* sobre el efecto de la conservación del medio ambiente. (Por ejemplo, mejoramiento de eficiencia energética, energía renovable, etc.) Los lineamientos ambientales establecen los procedimientos, criterios y requisitos que deben satisfacer los proyectos que financia JBIC en relación con la confirmación de consideraciones ambientales y sociales.

El JBIC tiene su oficina central en, 4-1, Ohtemachi 1-chome Chiyoda-ku, Tokyo 100-8144, Japan. Cuenta con un capital de 16.1 mil millones de dólares, mientras que en préstamos pendientes y participaciones en el capital 105.8 mil millones de dólares.

Su oficina representativa en la Ciudad de México se encuentra en Paseo de la Reforma 222-900B, Col. Juárez, Del. Cuauhtémoc, México D.F., C.P. 06600,

México. Teléfono. 52-55-5525-6790. Fax. 52-55-5525-3473. Página web <http://www.jbic.go.jp/en>).

Banco Mundial

El Banco Mundial (BM), es una fuente fundamental de asistencia financiera y técnica para los países en desarrollo de todo el mundo. No se trata de un banco en el sentido usual sino de una organización única que persigue reducir la pobreza y apoyar el desarrollo. El Grupo del Banco Mundial está conformado por cinco instituciones: el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), la Asociación Internacional de Fomento (AIF), la Corporación Financiera Internacional (IFC), el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (MIGA) y el Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones (CIADI).

La institución otorga préstamos con bajo interés, créditos sin intereses y donaciones a los países en desarrollo que apoyan una amplia gama de inversiones en educación, salud, administración pública, infraestructura, desarrollo del sector privado y financiero, agricultura y gestión ambiental y de recursos naturales. Algunos de estos proyectos se cofinancian con Gobiernos, otras instituciones multilaterales, bancos comerciales, organismos de créditos para la exportación e inversionistas del sector privado.

También entrega financiamiento mediante asociaciones de fondos fiduciarios con donantes bilaterales y multilaterales.

Su sede central se localiza en 1818 H street, NW Washington, DC 20433 USA (202) 473-1000. En México se puede contactar en Insurgentes Sur No. 1605, Piso 24 Col. San José Insurgentes, México 03900, D. F. Teléfono: (+5255) 5480-4200. Correo electrónico: cmolinahernandez@worldbank.org.

Página web: (<http://www.bancomundial.org/es/about>).

Fondo Francés para el Medio Ambiente

El Fondo Francés para el Medio Ambiente (FFEM), lucha contra el cambio climático y la degradación de las tierras, protección de la biodiversidad, reducción de la contaminación de las aguas internacionales, eliminación de los contaminantes orgánicos persistentes... Estos retos que afectan a toda la Tierra se enmarcan en la estrategia de intervención del Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial, que financia acciones innovadoras que concilian conservación

del medio ambiente y desarrollo económico y social, especialmente en África y el Mediterráneo.

Para poder optar a el financiamiento, los proyectos deberán: producir un impacto positivo significativo sobre el medio ambiente mundial, contribuyen al desarrollo social y económico de los países beneficiarios y entre las poblaciones beneficiarias. Innovar, con efectos demostrativos y reproductivos mantener las perspectivas de viabilidad social, institucional, económico y ambiental después de la finalización será ejecutado por una organización eficiente y competente tienen una financiamiento mayoritaria de otras instituciones (incluyendo a nivel local), con financiamiento minoritario de FFEM ser coherente con la cooperación francesa y la política de desarrollo.

Sus intervenciones tienen como beneficiarios Estados, ONG y empresas privadas. Dos terceras partes se llevan a cabo en África y el Mediterráneo, y la última tercera parte se destina a Asia, Latinoamérica y el Pacífico.

No se encontró más información sobre el FFEM, pero se puede visitar su página web en la siguiente dirección <http://www.ffem.fr/lang/en/accueil-FFEM>.

Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM):

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial es una asociación para la cooperación internacional en la que 183 países trabajan conjuntamente con instituciones internacionales, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado, para hacer frente a los problemas ambientales mundiales.

El FMAM también actúa como mecanismo financiero de los siguientes convenios y convenciones: Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), Convenio de Minamata sobre el Mercurio y aunque no esté formalmente vinculado al Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, el FMAM respalda su aplicación en países con economías en transición.

El FMAM administra el Fondo para países menos avanzados (LDCF, por sus siglas en inglés) y el Fondo especial para el cambio climático (SCCF, por sus siglas en inglés) que fueron establecidos por la Conferencia de las Partes (COP) de la CMNUCC. El FMAM también administra el Fondo para la Aplicación del Protocolo de Nagoya (NPIF, por sus siglas en inglés) que estableció el Convenio

sobre la Diversidad Biológica (CDB). Además, la Secretaría del FMAM hospeda a la Secretaría de la Junta del Fondo de Adaptación.

Su oficina central se localiza en, 1818 H Street, NW, Mail Stop P5-500, Washington, DC 20433 USA. Teléfono: +1 (202) 473-4054. Fax: +1 (202) 522-1691. E-mail: gefevaluation@thegef.org. Página web: <http://www.thegef.org/gef/ES/acerca>.

Fondo para los Países Menos Adelantados

El Fondo para los Países Menos Adelantados (FPMA), ayuda a los países menos desarrollados a abordar su alta vulnerabilidad al cambio climático y ayudarles a implementar sus programas nacionales de adaptación.

Los proyectos elegibles abordan temas sobre la seguridad alimentaria y agricultura, los recursos hídricos, la gestión de las zonas costeras; alerta temprana y la reducción del riesgo de desastres, la creación de capacidades, la energía, la salud y los ecosistemas son las áreas macro involucradas en este fondo, mientras que la aplicación de los NAPAs (programas nacionales de adaptación), es el enfoque transversal de toda la iniciativa. La creación de capacidades es otra área de enfoque importante (incluida la transferencia de tecnología, la capacitación y la promoción de la conciencia pública).

Para aplicar a este fondo, es necesario cumplir con los siguientes puntos:

1. Proponentes de proyectos del FPMA contactan con el punto focal en el país para garantizar que su actividad se alinea con las prioridades de adaptación del país.
2. Un NAPA del país debe ser completado y enviado a la Secretaría de la CMNUCC. Una vez que el NAPA se ha presentado a la secretaría de la CMNUCC.
3. Un formulario de identificación del proyecto (PIF) es completado y presentado a la Secretaría del FMAM para su aprobación. PIF aprobados se remiten a las reuniones semestrales del Consejo del FMAM para su inclusión en un programa de trabajo y un Documento Marco del Programa (PFD), que se envía a la Dirección Ejecutiva del FMAM para su aprobación.

Proyectos de tamaño mediano tienen límite de 2 millones de dólares. El Fondo es de US \$ 217 millones aprobados, USD 919 millones movilizados en cofinanciamiento.

Su oficina central se localiza en, 1818 H Street, NW, Mail Stop P5-500, Washington, DC 20433 USA. Teléfono: +1 (202) 473-4054. Fax: +1 (202) 522-1691. E-mail: gefevaluation@thegef.org

Existe una amplia variedad de organizaciones y agencias de desarrollo de países interesados en la cooperación técnica y financiera. Actuando de misma manera para erradicar los efectos que produce el cambio climático, agencias como:

Agencia Alemana de Cooperación Técnica

La Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GIZ), la cual tiene como su propósito en el contribuir positivamente al desarrollo político, económico, ecológico y social sostenible de los países en desarrollo. Para el caso de México, el aspecto fundamental al cual se enfoca la GIZ es la protección del medio ambiente.

Sus áreas prioritarias en este sentido son: manejo de agua potable y aguas residuales; minimización, reúso y manejo de residuos; transferencia de tecnología ambiental; protección de la calidad del aire, entre otras.

Prestan servicios al comercio, la mitigación del cambio climático, la movilidad urbana sostenible, la formación profesional adaptada a las necesidades del mercado de trabajo, administración de fondos, asociaciones para el desarrollo con el sector privado, diálogos con los interesados –ofrecen a los clientes una amplia gama de servicios, metodologías y enfoques. Sus proyectos dan testimonio de la eficacia de sus trabajos.

Su oficina Central se encuentra en Friedrich-Ebert-Allee 40 53113 Bonn. Teléfono: 49 228 44 60-0. Fax: 49 228 4460-17 66. Su contacto en México es con el Sr. Bern Bernhard Boesl, quien es Director Regional para México, su e-mail es bernhard.boesl@gtz.de. A su vez se puede contactar a través de la oficina de representación de la GTZ en México ubicada en Torre Hemicor, Piso 11, Insurgentes Sur 826, Col. del Valle, C.P. 03100 México, D.F. Tel./Fax: (+52) (55) 5536-2344. Página web: www.gtz.de.

Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos de Norteamérica

La Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos de Norteamérica (EPA), ofrece información a los Estados, a los gobiernos locales y los negocios pequeños sobre financiamiento para proyectos y servicios ambientales.

De la misma manera apoya proyectos de educación ambiental que fomentan la conciencia pública, el conocimiento, y habilidades para tomar decisiones informadas que afectan la calidad ambiental. Proporciona recursos económicos en forma directa a través de asociaciones y apoyos con especialistas.

Una de las condicionantes para el uso de estos recursos crediticios es la recuperabilidad de las inversiones de esta forma es importante señalar que la existencia de programas de financiamiento es una condición necesaria pero no suficiente para la realización de proyectos de mejoramiento de la calidad del aire.

Para la ejecución de estos recursos es necesario profundizar en programas para la modernización del transporte y el control de emisiones industriales, del mismo modo, se requiere el diseño de nuevos instrumentos financieros que hagan más ágil el acceso al financiamiento a estos sectores.

La oficina central de la EPA se encuentra en 1200 Pennsylvania Avenue, N.W. Washington, DC 20460. Su página web: <http://www.epa.gov/espanol>, <http://www2.epa.gov/envirofinance>).

FONDOS NACIONALES

Los objetivos principales de un fondo nacional son la recolección, combinación y coordinación, así como el fortalecimiento de la capacidad nacional para orientar el financiamiento climático.

FONDO MEXICANO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA

El Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), financia acciones de conservación principalmente de dos formas: a) a través de Apoyo a Proyectos mediante convocatoria pública, convocatoria dirigida o apoyo estratégico; o b) a través del financiamiento de Programas Operativos Anuales (POA) que son planes de trabajo para proyectos específicos, tal en el caso de las 23 áreas naturales protegidas (ANP) que apoya el FMCN.

La idea sobre la creación de un Fideicomiso ambiental que pueda brindar alternativas de financiamiento que permitan superar barreras sobre los presupuestos generados anualmente de manera gubernamental, además de cubrir los costos de implementación de programas específicos, finge como una actividad

primordial; de esta manera se tendría una fuerte fuente permanente de capital que sustente el capital disponible.

Actualmente no hay convocatorias en el FMCN.

Su oficina central se encuentra en México, D.F. y su teléfono es +52 (55) 56119779. Su página web <http://fmcn.org/>.

Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos

El Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS), es una institución de banca de desarrollo que se tipifica como empresa pública con participación estatal mayoritaria, cuenta con personalidad jurídica y patrimonio propios.

Tiene como objeto financiar o refinanciar proyectos relacionados directa o indirectamente con inversión pública o privada en infraestructura y servicios públicos, así como con las mismas operaciones coadyuvar al fortalecimiento institucional de los gobiernos Federal, estatales y municipales, con el propósito de contribuir al desarrollo sustentable del país.

Cuenta con el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN), promueve y fomenta la participación de los sectores privado, público y social en el desarrollo de la infraestructura del país, a través del otorgamiento de apoyos recuperables y no recuperables que mejoren la capacidad de los proyectos para atraer financiamiento. Para ello, el Fondo apoya en las etapas de planeación, diseño y construcción de los proyectos que se desarrollan mediante esquemas de asociaciones público-privadas.

Los estudios y asesorías que son sujetos de apoyo incluyen planes estratégicos, de negocio, estudios de pre-factibilidad y factibilidad, de mercado, técnicos, anteproyectos y proyectos ejecutivos, impacto ambiental y supervisión, entre otros.

El Fondo apoya proyectos de los siguientes sectores: carreteras, puertos, aeropuertos, ferrocarriles, transporte urbano, medio ambiente, turismo, agua y desarrollos urbanos integrales sustentables (DUIS).

Su oficina se encuentra en Av. Javier Barros Sierra no. 515, Colonia Lomas de Santa Fe, Delegación Álvaro Obregón, C.P. 01219, México, D.F. Teléfonos: 52701200 y 01 800 22662727. Pagina web: <http://www.banobras.gob.mx/Paginas/Banobras.aspx>

FONDO SECTORIAL DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL

FONDOS SECTORIALES

Los Fondos Sectoriales son fideicomisos que las dependencias y las entidades de la Administración Pública Federal conjuntamente con el CONACYT pueden constituir para destinar recursos a la investigación científica y al desarrollo tecnológico en el ámbito sectorial correspondiente.

- Promueven en base al desarrollo y la consolidación de capacidades científicas y tecnológicas en beneficio de los sectores.
- Canalizar recursos para apoyo del desarrollo integral de los sectores mediante acciones científicas y tecnológicas.

Está dirigido a las universidades e instituciones de educación superior públicas y particulares, centros, laboratorios, empresas públicas y privadas y demás personas que se encuentren inscritas en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas que puedan brindar soluciones científicas y/o tecnológicas a las problemáticas de los sectores.

La información necesaria para acceder a los fondos sectoriales se encuentra en las convocatorias de cada uno de ellos.

El contacto para las bases de convocatoria y términos de referencia es con la Lic. María del Rosario Rodríguez Méndez Subdirectora de Normativa y Planeación de los Fondos, su e-mail es marodriguez@conacyt.mx y los teléfonos 53-22-77-00 Exts. 6203 y 6233.

Fondo Institucional del CONACYT

El Fondo Institucional del CONACYT (FOINS), fue creado para dar respuesta a la demanda en cuanto a apoyos que realiza la comunidad científica y tecnológica del país al CONACYT.

- Otorga apoyos y financiamientos para actividades directamente vinculadas al desarrollo de la investigación científica y tecnológica;
- Otorga becas y apoyar la formación de recursos humanos especializados;

- Apoya la realización de proyectos específicos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación y el registro nacional e internacional de los derechos de propiedad intelectual que se generen;
- Vincula la ciencia y la tecnología con los sectores productivos y de servicios; V. Apoyar la divulgación de la ciencia, la tecnología y la innovación, y
- Apoya la creación, desarrollo o consolidación de grupos de investigadores y centros de investigación, así como para otorgar estímulos y reconocimientos a investigadores y tecnólogos, en ambos casos asociados a la evaluación de sus actividades y resultados.

Son sujetos de apoyo del FOINS las universidades e instituciones de educación superior, públicos y privados, centros de investigación, laboratorios, empresas públicas y privadas y demás personas físicas y morales que se encuentren inscritas en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT).

Las condiciones y requisitos para la selección de los apoyos otorgados se señalarán en los términos de referencia y bases de convocatoria que para ello emita el FOINS. Las convocatorias se publicarán en la página internet del CONACYT. Los plazos para la emisión de convocatorias varían de acuerdo a las especificaciones de cada Programa.

La información específica de los apoyos se proporcionará a través del contacto establecido en las Bases y Términos de Referencia de cada convocatoria. Su página web es <http://www.conacyt.gob.mx/index.php/fondo-institucional-del-conacyt-foins>.

Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación

Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT), es un programa en búsqueda de coadyuvar el desarrollo en cuestión económico-social en las regiones del país mediante el financiamiento a propuestas de investigación, desarrollo e innovación tecnológica que aporten soluciones a los problemas que limiten el desarrollo y que aporten oportunidades de mejora.

Promueve acciones científicas, tecnológicas y de innovación, así como la formación de recursos humanos de alto nivel que contribuyan al desarrollo

regional, a la colaboración e integración de las regiones del país y al fortalecimiento de los sistemas regionales de ciencia, tecnología e innovación.

- Enfoca la atención a Demandas Regionales, con proyectos o intervenciones de Ciencia, Tecnología e Innovación de alta pertinencia y sentido social.
- Opera mediante un proceso de consulta, consenso y concertación con personas y sectores de opinión claves del desarrollo regional.
- Genera entornos participativos acordes con el reto de integración regional y definición de problemas del desarrollo que puedan atenderse con ciencia, tecnología e innovación.
- Distribuye la Bolsa de forma equitativa acorde a las 6 regiones CONACYT y una Bolsa global a proyectos con relevancia y alta calidad técnica de cualquiera de las 6 regiones.

Está dirigido a las instituciones, universidades públicas y/o particulares, centros, laboratorios y empresas públicas y privadas dedicadas a la investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación, que se encuentren inscritas en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECyT).

La información necesaria para acceder a los recursos del Fondo se encuentra en la convocatoria correspondiente.

Se puede contactar para mayor información a la Subdirección de Investigación y Control Regional en el teléfono: 555322-7700 Ext. 6750. Página web <http://www.conacyt.gob.mx/index.php/fondo-institucional-de-fomento-regional-para-el-desarrollo-cientifico-tecnologico-y-de-innovacion-fordecyt>.

FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS

1. Abbey D., R. Burchete, S. Knutsen, W. Donnell, M. Lebowitz, P. Enright. 1998. "Long-term Particulate and other Air Pollutants and Lung Function in Nonsmokers".
2. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. Vol. 158. pp. 289-298.
3. Anderson H., R. Atkinson, J. Peacock, L. Marston, K. Konstantinou. 2004. "Meta-analysis of time series studies and panel studies of particulate matter (PM) and ozone (O3)". Report of a WHO task group. World Health Organisation. Recuperado el 04 de Febrero de 2015, del Sitio web: <http://www.euro.who.int>
4. ATMET .2006. RAMS. *The Regional Atmospheric Modeling System, Technical Description*, Recuperado el 30 de Enero del 2015, del Sitio web: http://www.atmet.com/html/docs/rams/rams_techman.pdf.
5. ATMET (2006): HYPACT Technical description, Recuperado el 30 de Enero del 2015, del Sitio web: <http://www.atmet.com/html/docs/documentation.shtml>
6. Ballester F., J. Tenías y S. Pérez. 1999. "Efectos de la Contaminación Atmosférica sobre la Salud: Una Introducción". Revista Especializada en Salud Pública. Vol. 73, No. 2, pp. 109-121.
7. Barrios S., F. Peña, S. Osses. 2004. "Efectos de la Contaminación Atmosférica por Material Particulado en las Enfermedades Respiratorias Agudas en Menores de 5 años". Ciencia y Enfermería. Vol. X. No. 2. pp. 21-29.
8. Borja-Aburto V., M. Castillejos, D. Gold, S. Bierzwinski, D. Loomis. 1998. "Mortality and ambient fine particles in southwest Mexico City, 1993- 1995". Environmental Health Perspective 1998. Vol. 106 (12). pp. 849-855.
9. Borja A., V. D. Loomis, S. Bangdiwala, C. Shy, R. Rascon-Pacheco. 1997. "Ozone, Suspended Particulates, and Daily Mortality in Mexico City". American Journal Epidemiology. Vol. 145. pp. 258-268.
10. CENAPRED, 2014. Volcán. Recuperado el 26 de Febrero del 2015, del Sitio web del Centro Nacional de Prevención de Desastres: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Instrumentacion/InstVolcanica/MVolcan/QVolcan/>
11. Chackiel, J.2004. *La dinámica demográfica en América Latina*. Serie Población y Desarrollo Núm. 52, Naciones Unidas, CEPAL, Santiago de Chile.
12. COLIMA, 2015. Dirección general de tránsito y seguridad vial del Estado de Colima. Recuperado el 08 de Marzo de 2015 del Sitio web de Dirección General Del Transporte Y De La Seguridad Vial: <http://www.transporte-col.gob.mx/>.

13. CONABIO, Capturado el 12 de Febrero de 2015, del Sitio web Comisión Nacional Para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
14. Cody R., C. Weisel, G. Birnbaum, P. Lloy. 1992. *“The effect of Ozone Associated with Summertime Photochemical Smog on the Frequency of Asthma Visits to Hospital Emergency Departments”*. Environmental Research. Vol. 58. pp. 184-194.
15. CONAGUA. 2010. *Estudio para Determinar la Disponibilidad del Acuífero Alzada-Tepames, en el Estado de Colima*. Elaborado por la Universidad Autónoma Chapingo.
 - a. 2007. *Actualización de mediciones piezométricas en los acuíferos de Colima, El Colomo, Santiago-Salagua y Marabasco en el Estado de Colima*. Sanx Ingeniería Integral y Desarrollo S.A. de C.V.
 - b. 2006. *Piezometría, censo e hidrometría de aprovechamientos*. Dirección Local en Colima.
 - c. 2006. *Censo e hidrometría de aprovechamientos*. Dirección Local en Colima
 - d. 1990. *Sinopsis Geohidrológica del Estado de Colima*.
16. Geoex.1996. *Estudio Geohidrológico de la Cuenca del Río Minatitlán municipio de Minatitlán, Colima. Área Peñitas*.
17. CONAPO. 2012. *Documento metodológico Proyecciones de la población de México 2010-2050*. CONAPO, México.
18. Environmental Protection Agency. 2000. *“AP-42. Compilation of Air Pollutant Emission Factors”* Recuperado el 15 de Marzo de 2015, del Sitio web: United States
19. Environmental Protection Agency: <http://epa.gov>
20. European Commission. 2005. *“Externalities of Energy”*. Methodology ExternE.
21. European Commission. 1998. *“Externalities of Energy”*. Vol. VII. Methodology ExternE.
22. Garfias F. y Díaz L. (2003). *“Gasolinas Oxigenadas. La Experiencia Mexicana”*. Fondo de Cultura Económica.
23. Geoexploraciones y Construcciones. 1977. *Estudio Geohidrológico Preliminar en el Valle de La Central, Colima*.
24. Geofiap.1980.*Servicios de Prospección y Levantamientos Geológicos y Geofísicos en la zona de Comala-Cuauhtémoc*. Diciembre.
25. Gobierno del Estado de México (2012). *Seguimiento al Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas del Valle de México*. Recuperado 27 de Diciembre del 2014, del Sitio web del Gobierno del Estado de México:

http://portal2.edomex.gob.mx/sma/cuida_medioambiente/publicaciones_sma/documentos_tecnicos/groups/public/documents/edomex_archivo/sma_pdf_spcaav_m_1sem2012.pdf

26. Hernández L., A. Barraza, M. Ramírez, H. Moreno, P. Millar, L. Carvajal, I. Romieu. (2007). *“Morbilidad infantil por causas respiratorias y su relación con la contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua, México”*. Salud Pública de México. Vol. 49, No.1. pp. 27-36.
27. Hidrotec, S.A.1974.*Informe de Terminación del Estudio Geohidrológico Preliminar en los Valles de Tecomán y Manzanillo, Colima*. Diciembre de 1974.
28. Huenchuan, S. 2011. La protección de la salud en el marco de la dinámica demográfica y los derechos, CEPAL, Santiago de Chile.
29. INAFED. Sitio web de la Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México.
30. INE-SEMARNAT, 1999. *“Inventario nacional de emisiones de México”*. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT y Western Governarse Association. México, DF.
31. INE, 2006. Dirección general de gestión e información ambiental. Instituto Nacional de Ecología.
32. Ingenieros Civiles y Geólogos Asociados. 1974. *Estudio geohidrológico de los Valles Costeros en los Alrededores de Manzanillo, Estado de Colima*. ICG.
33. Iniestra, Rodolfo. 2008. *Modelación de cuencas atmosféricas como herramienta para la gestión de la calidad del aire*. II Taller sobre implicaciones en política de nuevos hallazgos científicos sobre contaminación atmosférica, Guadalajara, Jal.
34. Ingeniería Civil y Geólogos Asociados. 1975. *Ampliación del Estudio Geohidrológico de los Valles Costeros cercanos a Manzanillo, en el Estado de Colima.S.A;* diciembre de 1975.
35. IPCC, 2007. Cuarto Reporte de Evaluación. Recuperado el 03 de Marzo de 2015, del Sitio web: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar4/wg3/ar4-wg3-annexsp.pdf>.
36. Levy J., J. Hammitt, J. Spengler. 2000. *“Estimating the Mortality Impacts of Particulate Matter: What Can Be Learned from Between-Study Variability?”*EnvironmentalHealth Perspectives. Vol. 108, No. 2. pp. 109-117.
37. Pasqual Joan. 1999. *“La evaluación de Políticas y Proyectos, Criterios de valoración económica y sociales”*. Icaria.
38. Pielke R. A., W. R. Cotton, R.L. Walko, C.J. Trembac, W.A. Lyons, L.D. Grasso, M.E. Nicholls, M.D. Moran, D.A. Wesly, T,J, lee, and J.H. Copeland. 1992. *A Comprehensive Meteorological Modeling System- RAMS, Meteorol. Atmos. Phys.,* 49, 69-91.

39. Pope C., R. Burnett, M. Thun, E. Calle, D. Krewski, K. Ito, G. Thurston. 2002. "Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution" *Journal American Medical Association*. Vol. 287. No. 9. pp. 1132-1141.
40. Pope C., M. Thun, M. Thun, M. Namboodiri, D. Dockery, J. Evans, F. Speizer and C. Heath. (1995). "Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults" *American Journal Respiratory Critical Care Medical*. Vol 151, No. 3. pp. 669-674.
41. PROYESCO. 1978. *Estudios geohidrológicos de los Valles Costeros Aledaños a la Bahía de Manzanillo*.
42. Protección Civil. Protección Civil del Estado de Colima. Recuperado el 19 de Enero de 2015, del Sitio web de la Unidad Estatal de Protección Civil, Colima: <http://www.proteccioncivil.col.gob.mx/index.php>
43. Puebla, 1995. Plan de contingencias del volcán Popocatepetl.
44. Rincón Mesa, M. y Fajardo Valenzuela, M. 2007. *Teoría y métodos demográficos para elaboración de estimaciones y proyecciones de población, Insumos para la Planificación*. Colombia.
45. Rivera-Tapia, 2005. Emisión de ceniza volcánica y sus efectos. Ecosistemas.
46. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente. 14 (3): 107-115.
47. Rosales J., V. Torres, G. Olaiz, V. Borja. 2001. "Los efectos agudos de la contaminación del aire en la salud de la población: evidencias de estudios epidemiológicos". *Salud Pública de México*. Vol. 43, No. 6. pp. 544-555.
48. SEMARNAT, 2001. Instituto Nacional de Ecología, México 2ª Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, México.
49. SEMARNAT, 2006. Inventario nacional de emisiones de México 1999. SEMARNAT- Instituto Nacional de Ecología. México. Primera edición. 380 pp
50. SEMARNAT. 2008. *Inventario Nacional de Emisiones 2008*. SINEA - Instituto Nacional de Ecología. Recuperado el 28 de Noviembre del 2014, del Sitio web de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: <http://sinea.semarnat.gob.mx/sinae.php?process=UkVQT1JURUFET1I=&categ=14>
51. SEMARNAT. 2007. *Guía para Establecer Programas de Verificación Vehicular en los Estados y Municipios*. [En Línea] SEMARNAT - Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Recuperado el 27 de Diciembre del 2014, del Sitio web de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: <http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/gestionambiental/calida>

[ddelaire/Documents/Gu%C3%ADa%20para%20Establecer%20Programas%20de%20Verificaci%C3%B3n.pdf](#)

52. Servicio Geológico Mexicano .2006. *Estudio de Actualización Hidrogeológica de los Acuíferos “Armería-Tecomán-Periquillos” y “Valle de Ixtlahuacán”*, Estado de Colima.
53. Siegel, J. S., y Swanson, D. A. (Edits.).2004. *The methods and material of demography*.segunda edición, Elsevier Academic Press, USA.
54. Sotomayor Sánchez, C. (s.f.), *Los derechos de las niñas y los niños en México*, Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas, Recuperado el 26 de Enero de 2015, del Sitio web del Instituto de Investigaciones Jurídicas: <http://www.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/revjurdp/cont/3/pr/pr13.pdf>
55. Suárez, P. C. 2010. Análisis de mapa de riesgo de Colima México. Centro de investigación de la Facultad de Geografía. Universidad de Guadalajara. México.
56. UAEM, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS. 2008. *Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima*.
57. UNIVERSIDAD DE COLIMA (2013) *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Estado de Colima 2005 y Cálculo de Incertidumbre*. En colaboración con el Gobierno de Colima y El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
58. Universidad de Colima, 2014. Volcán de Colima. Centro Universitario de Estudios e Investigaciones Vulcanológicas. Colima. Recuperado el 12 de Marzo de 2015, del
59. Sitio web del Centro Universitario de Estudios e Investigaciones de Vulcanología: <http://portal.ucol.mx/cueiv/Volcan-colima.htm>
60. Viscusi, W.K., Magat, W.A. y J. Huber (1991). “Pricing environmental health risks: survey assessments of risk-risk and risk-dollar trade-offs for chronic bronchitis”. Journal of Environmental Economics and Management. Vol. 21. pp. 32-51.
61. Warneck, P., 1988. *Chemistry of the Natural Atmosphere*, Volume 41. AcademicPress, Inc., London, UK.
62. Wayne, R.P., 2000. *Chemistry of the Atmospheres*. Oxford University Press, New York, USA.
63. WHO, 1995. *Update and revision of the air quality guidelines for Europe*. EUR/ICP/EHAZ 94 05/PB01, WHO Regional Office for Europe.
64. WHO, 2000a. Chapter 7.1. *Nitrogen dioxide*. *Air Quality Guidelines – Second Edition*,
65. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
66. WHO, 2000b. Chapter 7.2. *Ozone and other photochemical oxidants*. *Air Quality Guidelines - Second Edition*. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

67. WRI, 2005. Información de México con base en el diagrama diseñado por el World Resources Institute. "Navigating the Numbers: Greenhouse gases and international Panel Climate Change (IPCC). Recuperado el 15 Enero de 2015, del Sitio web, del Centro Nacional de Prevención de Desastres: www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx