

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



“COMPONENTE DE VULNERABILIDAD”
PLAN ESTATAL CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO PARA
COAHUILA DE ZARAGOZA

POR

HELENA ABIGAIL MEDINA GONZÁLEZ

MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES


TORREÓN, COAHUILA

MARZO 2014

"UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
"COMPONENTE DE VULNERABILIDAD"
PLAN ESTATAL CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO PARA COAHUILA DE
ZARAGOZA
MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL QUE SE PRESENTA PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES
POR:
HELENA ABIGAIL MEDINA GONZÁLEZ

APROBADA POR EL H. CUERPO DE ASESORES

ING. RUBI MUÑOZ SOTO
ASESOR PRINCIPAL



DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO
ASESOR



MC. MIGUEL ÁNGEL URBINA MARTÍNEZ
ASESOR



MC. JOSÉ LUIS RÍOS GONZÁLEZ
ASESOR SUPLENTE



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS





TORREÓN, COAHUILA

MARZO 2014

MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL QUE SE SOMETE A
CONSIDERACIÓN
DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO
DE:
INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR:

ING. RUBI MUÑOZ SOÑO
PRESIDENTE DEL JURADO



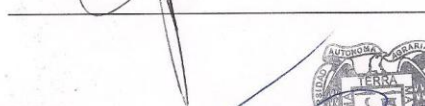
DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO
VOCAL



MC. MIGUEL ÁNGEL URBINA MARTÍNEZ
VOCAL



MC. JOSÉ LUIS RÍOS GONZÁLEZ
VOCAL SUPLENTE



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

MARZO 2014

AGRADECIMIENTOS:

Quiero agradecer de manera especial a la Ing. Rubí Muñoz Soto, quien me brindo todo su apoyo, las facilidades y el acompañamiento para concluir con este necesario paso en mi carrera profesional. También me gustaría dar las gracias al grupo de asesores; al Dr. José Luis Reyes Carrillo, al M.C. Miguel Ángel Urbina Martínez y al M.C. José Luis Ríos González a quienes además estimo, respeto como profesores y de quien guardo muy buenos recuerdos.

No puedo dejar de mencionar a Protección de la Fauna Mexicana, A.C. que durante los últimos cuatro años me dio la oportunidad de conocer, valorar y poder ser partícipe de los esfuerzos que desde la perspectiva social se hacen respecto a la conservación y manejo del capital natural de nuestro país.

El presente trabajo es un extracto de un documento en el que participaron diversos grupos interdisciplinarios de organizaciones públicas y privadas; por lo que aprovecho para externar mi agradecimiento a todos quienes colaboraron y me permitieron colaborar en él.

Con profunda gratitud a mi familia por el respaldo siempre presente... Mamá, Gio, Iván y Diego.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS:.....	I
ACRÓNIMOS Y TÉRMINOS IMPORTANTES	VII
0. Prefacio	VIII
I. Antecedentes.....	1
CAMBIO CLIMÁTICO	1
PROTOCOLO DE KIOTO.....	5
ANTECEDENTES DEL ESTADO DE COAHUILA.....	9
A. ANÁLISIS HISTÓRICO DE DESASTRES METEOROLÓGICOS.....	9
<i>Conceptos generales</i>	9
<i>Panorama General de Coahuila</i>	10
<i>Análisis por Tipo de Eventos</i>	13
<i>Declaratorias</i>	29
<i>Incendios Forestales</i>	36
B. DESCRIPCIÓN DE COSTOS Y CONSECUENCIAS DE TRAGEDIAS METEOROLÓGICAS EN EL ESTADO POR SECTOR.....	40
<i>Panorama General de México Anterior al Periodo de Estudio</i>	41
<i>Costos y consecuencias por sector</i>	43
<i>Comentarios finales</i>	66
II. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.....	67
A. BREVE EXPLICACIÓN DE LOS ORÍGENES DE LA EMISIÓN ANTROPOGÉNICA DE LOS GEI.....	67
RESULTADOS DEL INVENTARIO DE GEI.....	68
RESUMEN EJECUTIVO DE LOS PRINCIPALES SECTORES EMISORES EN EL ESTADO.....	73
B. COMENTARIOS SOBRE PRINCIPALES SECTORES EMISORES DE GEI	76
III. ESCENARIOS DEL CLIMA EN COAHUILA PARA ESTE SIGLO	77
INTRODUCCIÓN	77
<i>Familias de escenarios</i>	78
ESCENARIOS PARA EL ESTADO – 2020, 2050 Y 2080	81
A. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS ESCENARIOS PROYECTADOS.....	81
2020	85
2050	86
2080	88
<i>Observaciones finales</i>	95
IV. Estudio de vulnerabilidad.....	97
VISIÓN SISTÉMICA DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	98
TALLER DE CAMBIO CLIMÁTICO.....	103
A. MESAS DE TRABAJO: ¿CÓMO TE AFECTA Y CÓMO TE AFECTARÁ EL CAMBIO CLIMÁTICO; A TU ACTIVIDAD Y A TU REGIÓN?	

B.	GENERAR IDEAS PARA LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO	105
C.	SÍNTESIS DEL TALLER	106
PERCEPCIÓN DE LOS COAHUILENSES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO		106
A.	OPINIONES SOBRE LAS AFECTACIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO	107
B.	CONDUCTAS ACTUALES Y OPORTUNIDADES DE CAMBIO SOBRE EL USO DE ENERGÍA Y AGUA, ASÍ COMO DEL MANEJO DE DESECHOS	111
C.	CONDUCTAS ACTUALES Y OPORTUNIDADES DE CAMBIO SOBRE EL CONSUMO	118
VULNERABILIDAD DE COAHUILA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO.....		120
<i>Paso 1: Establecimiento de un equipo de trabajo para el desarrollo del Proyecto.</i>		121
<i>Paso 2: Síntesis de la información disponible</i>		121
<i>Paso 3: Evaluación participativa de la Vulnerabilidad</i>		125
<i>Método seleccionado:</i>		126
A.	POR REGIÓN	128
<i>Norte</i>		128
<i>Centro</i>		130
<i>Sur</i>		132
<i>Laguna</i>		134
B.	POR ACTIVIDAD PRODUCTIVA, INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	136
<i>Por Actividad Productiva</i>		136
<i>Por Infraestructura</i>		165
<i>Por Servicios Ecosistémicos</i>		168
V.	Conclusiones y recomendaciones	176
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	182

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tipos de sequías ocurridas en Coahuila en el periodo 2003-2009.....	26
Cuadro 2. Tipo de impactos causados por la sequía, durante el período 2000-2009.	28
Cuadro 3. Daños por principales desastres en Coahuila de 1980 a 1999 según año de ocurrencia	43
Cuadro 4. Total de daños por incendios forestales del 2000 al 2009.....	44
Cuadro 5. Resumen de daños al Sector agropecuario	48
Cuadro 6. Costos totales del Sector salud por evento meteorológico de abril de 2004.	57
Cuadro 7. Resumen de daños en el Sector comunicaciones y transportes	65
Cuadro 8. Emisiones de GEI Históricas y de Casos de Referencia en Coahuila por Sector.....	71
Cuadro 9. Resumen datos en Mega toneladas de CO ₂ equivalente (MtCO ₂ e)	74
Cuadro 10.Desglose de datos en Mega toneladas de CO ₂ equivalente (MtCO ₂ e)	76
Cuadro 11. Incrementos anuales de temperatura media estatal y anomalías de precipitación; según los escenarios A2 y B2 en los tres años de proyección.	85
Cuadro 12. Proyección de Incremento de temperatura media anual y porcentaje de anomalía de precipitación media anual en las diferentes regiones según el modelo ECHAM, por año de proyección y escenario.	94
Cuadro 13: Grupos y posibles actores representantes del estado de Coahuila..	102
Cuadro 14.Agenda del día referente al Taller sobre Cambio Climático.	103
Cuadro 15.Relación de Actividades y Servicios Ambientales consideradas en el Taller sobre Cambio Climático.	105
Cuadro 16: Sección de la encuesta que pretende captar la percepción que los participantes tienen respecto a las afectaciones del Cambio Climático.	108
Cuadro 17: Sección de la encuesta que cuestiona el grado de importancia de llevar a cabo actividades que contribuyen a la reducción de emisiones de GEI.	111
Cuadro 18: Sección de la encuesta que refleja las conductas actuales y las oportunidades de cambio respecto al uso de energía, agua y al manejo de desechos.....	117
Cuadro 19: Respuestas en porcentaje de la sección de la encuesta que refleja las conductas ciudadanas respecto a la adaptación y mitigación al CC.....	119
Cuadro 20: Selección de datos e información de amenazas climáticas actuales y del cambio climático en el contexto de los requisitos de este estudio de evaluación.	122
Cuadro 21. Preguntas clave a preguntar durante la primera etapa del paso 2. ...	124
Cuadro 22: Amenazasde origen natural y antropogénico incrementadas por el Cambio Climático	127
Cuadro 23: Unidades de exposición evaluadas.	128

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Número y tipo de eventos meteorológicos registrados por año.....	11
Gráfica 2. Porcentaje de eventos meteorológicos ocurridos en el periodo 2000-2009.....	12
Gráfica 3. Temporalidad de los eventos meteorológicos ocurridos en el periodo 2000-2009.....	13
Gráfica 4. Meses de ocurrencia de Nevadas durante el periodo de 1940-2000. ..	16
Gráfica 5. Meses de ocurrencia de Nevadas durante el periodo de 2000-2009. ..	17
Gráfica 6. Meses de ocurrencia de lluvias torrenciales e inundaciones durante el periodo 2000-2009.....	19
Gráfica 7. Precipitación media mensual comparada con registros de inundaciones durante el periodo 2000-2009.....	20
Gráfica 8. Precipitación media anual comparada con registro de inundaciones. ..	21
Gráfica 10. Temperaturas medias anuales de 1971-2009.....	24
Gráfica 11. Número de granizadas registradas por año y por municipios afectados.....	25
Gráfica 12. Municipio, fecha y tipo de declaratoria.....	31
Gráfica 13. Frecuencia de eventos por tipo de declaratoria.....	32
Gráfica 14. Número de incendios registrados en Coahuila durante el 2000-2009	37
Gráfica 15. Relación entre número de registros de incendios y las temperaturas medias y máximas durante 1993-1997	38
Gráfica 16. Relación entre número de registros de incendios, la temperatura máxima y la precipitación durante 1998-2002.....	39
Gráfica 17. Relación entre número de registros de incendios y la temperatura y precipitación durante 1993-2007.....	39
Gráfica 18. Total de daño por Incendios Forestales del 2003 al 2008	45
Gráfica 19. Casos y serotipos de dengue en México, 1990-2011.....	61
Gráfica ES-1. Emisiones brutas de GEI basadas en el Consumo en Coahuila por Sector, 1990-2020.....	71
Gráfica 21. Proyección de las temperaturas en superficie entre 2000 y 2100, y datos promedio del comportamiento de la temperatura global del siglo XX.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Las cuatro familias de escenarios del SRES contenidas en el Cuarto Reporte de Evaluación y el calentamiento promedio de la superficie global hasta el 2100.	79
Diagrama 1. Representación del sistema dinámico del cambio climático(Tessier 2009-2010).....	100
Diagrama 2. Representación del sistema dinámico del cambio climático en el que se incluye la función de los lazos compensadores.....	101

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Localización de estaciones de clima en Coahuila. Fuente: UAAAN.....	82
Imagen 2: Comparativo entre la temperatura media anual actual en Coahuila y la temperatura media anual proyectada según el escenario A2 para el año 2020. ..	90
Imagen 3: Comparativo entre la temperatura media anual en Coahuila según el escenario A2 para los años, 2050 y 2080.	91
Imagen 4: Comparativo entre la precipitación media anual actual en Coahuila y la precipitación media anual proyectada según el escenario A2 para el año 2020...	92
Imagen 5: Comparativo entre la precipitación media anual proyectada en Coahuila según el escenario A2 para los años 2050 y 2080.....	93

ACRÓNIMOS Y TÉRMINOS IMPORTANTES

Btu – Unidad Térmica Británica

C – Carbono

CCG – Cambio Climático Global

CCS – Center for Climate Strategies [*Centro de Estrategias Climáticas*]

CFCs – Clorofluorocarbonos

CH₄ – Metano

CO₂ – Dióxido de Carbono

CO₂e – Dióxido de Carbono Equivalente

CONAFOR – Comisión Nacional Forestal

EPA EE.UU. – United States Environmental Protection Agency [Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos]

GEI – Gases de Efecto Invernadero

GLP – Gas Licuado de Petróleo

HFCs – Hidrofluorocarbonos

IPCC – International Panel on Climate Change [*PICC-Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático*]

kg – Kilogramo

MMBtu – Millón de toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente

MTm – Millón de toneladas métricas

MTmCO₂e – Millón de toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente

N₂O – Oxido Nitroso

NH₃ – Amoniaco

PCG – Potencial de Calentamiento Global

PFCs – Perfluorocarbonos

ppm – Partes por millón

PROFAUNA – Protección de la Fauna Mexicana, A.C.

RCI – Residencial, Comercial, e Industrial

RS – Relleno Sanitario

SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SF₆ – Hexafluoruro de azufre

0. PREFACIO

El Componente de Vulnerabilidad es resultado del trabajo coordinado entre la Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila, Protección de la Fauna Mexicana, A. C. y distintos actores de la sociedad coahuilense, como un primer esfuerzo para integrar el Plan de Acción contra el Cambio Climático que Coahuila requiere.

En el primer capítulo, se presentan algunos antecedentes sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto, con la intención de brindar al lector los fundamentos generales de esta temática. Posteriormente, se expone el análisis histórico de desastres meteorológicos en Coahuila mediante el panorama general de estado, los diferentes eventos meteorológicos que se presentaron en el periodo de estudio y las declaratorias que se generaron a partir de ellos. Así mismo, se muestra la descripción de los costos y consecuencias de las tragedias meteorológicas mencionadas. Derivado de lo anterior, se obtuvo un primer indicio de que en la última década ha habido modificaciones en los patrones de frecuencia, duración e intensidad de los eventos meteorológicos que históricamente se han presentado en Coahuila, por lo que es posible que el Cambio Climático Global ya estemostrando sus efectos en esta entidad.

Es importante retomar los resultados obtenidos del Inventario de Gases de Efecto Invernadero y para ello se incluyen tres resúmenes ejecutivos; haciendo especial énfasis en las principales fuentes emisoras en Coahuila y los principales sectores emisores. Los resultados señalan que los grandes generadores de electricidad y la industria con procesos no combustivos, son los principales sectores emisores de GEI.

Además se describen y analizan los escenarios del clima en Coahuila para los años 2020, 2050 y 2080, por regiones. En este sentido, se presenta el antecedente climático y los escenarios por año, por modelo y por escenario. Previo a esto, se hace mención de los modelos y escenarios climáticos utilizados así como las razones de ello a través de la descripción de la metodología seguida. Adicionalmente, se presentan las proyecciones climáticas para el estado, por regiones y años, de acuerdo al modelo ECHAM.

Los resultados reflejan un evidente incremento anual medio de la temperatura, así como una modificación del patrón normal de precipitación. De manera que el aumento de la temperatura ocurrirá, según los escenarios, especialmente en los meses de verano, en tanto que aumentará el promedio anual de precipitación, no obstante, la mayor cantidad de ésta se limitará a cortos periodos de tiempo.

Para finalizar el componente se presenta el Estudio de Vulnerabilidad en sí, que está basado en una visión sistémica del cambio climático con la intención de poder

comprender mejor este fenómeno, así como las oportunidades reales que se tienen para enfrentarlo. El estudio está conformado por la relatoría del Taller de Cambio Climático que se realizó en marzo de 2010, así como la descripción y análisis de la información obtenida en él, que se presenta en tres vertientes: percepciones de los coahuilenses sobre el cambio climático, vulnerabilidades de Coahuila frente a este fenómeno e ideas para la adaptación y mitigación de efectos.

Este estudio evidencia que todos los modos de subsistencia, los estilos de vida y los servicios ecosistémicos del estado, son vulnerables al cambio climático. Sin embargo, la relación entre amenazas y vulnerabilidades es particular en cada región, actividad productiva, infraestructura y servicio ecosistémico; no obstante, hay opciones viables para aumentar la resiliencia del estado y generar algún grado de adaptación de sus diversos componentes.

El documento finaliza con la conclusión del mismo, donde se argumentan algunas consideraciones y recomendaciones.

PALABRAS CLAVE:

Cambio climático

Vulnerabilidad

Ecosistema

Evento Meteorológico

Flora y Fauna

I. ANTECEDENTES

CAMBIO CLIMÁTICO

Para entender un fenómeno tan complejo como el cambio climático es necesario diferenciar los términos *clima* y *tiempo*. En el que *clima*¹ es el resumen estadístico de varios años o incluso décadas (normalmente tres) del comportamiento de elementos como son la precipitación pluvial, temperatura del aire, humedad atmosférica, radiación solar y velocidad del viento, así como la frecuencia de días con niebla, heladas, tormentas eléctricas y granizo, entre otros fenómenos meteorológicos. Mientras que *tiempo* es la condición atmosférica en cualquier momento y en cualquier lugar, que se mide en términos como el viento, la temperatura, humedad, presión atmosférica, nubosidad y precipitación; en muchos lugares éste puede cambiar de hora a hora, de día a día y de estación a estación (EPA 2009).

En cuanto a *cambio climático* se refiere, el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático o PICC, (IPCC² por sus siglas en inglés), indica que éste es una perturbación en el estado del clima identificable a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades que persiste durante un período prolongado, generalmente cifrado en decenios o en períodos más largos; denotando todo cambio del clima a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural como si es consecuencia de la actividad humana.

¹Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, EPA por sus siglas en inglés (Environmental Protection Agency)

² El IPCC (Intergovernmental Panel for the Climate Change) es un organismo de las Naciones Unidas creado en 1988 por la OMM, y está compuesto por científicos especialistas en áreas relacionadas, de más de 100 países.

Un cambio climático está influido por muchas variables, entre ellas está la radiación y la composición de gases de la atmósfera terrestre. La Tierra, por su distancia respecto al Sol y por su capacidad de retener parte de la radiación que le llega de este, así como de reflejar el resto, tiene una determinada temperatura efectiva que es el resultado neto del balance entre la radiación solar absorbida y la emitida. La temperatura efectiva de la Tierra es de 15°C; si ésta no tuviese atmósfera, esta temperatura sería de -18°C. El efecto de la atmósfera que genera la temperatura efectiva de la Tierra se llama *efecto invernadero* y es el responsable de establecer la temperatura propicia para que haya vida en el planeta (INE y SEMARNAT 2004).

La atmósfera está compuesta de diferentes elementos en estado gaseoso como el nitrógeno (N), oxígeno (O), carbono (C), hidrógeno (H), helio (He), neón (Ne) y kriptón (Kr). Algunas de las combinaciones moleculares de éstos elementos se denominan comúnmente *gases de efecto invernadero* (GEI), los cuales son cualquier gas que absorbe radiación en la atmósfera; entre estos se encuentran algunos de origen natural (vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O)) y otros de origen antropogénico (clorofluorocarbonados (CFCs), hidroclorofluorcarbonados (HFCs), perfluorcarbonados (PFCs), hexafluoruro de azufre (SF₆)).

En la atmósfera también hay unas partículas ya sean líquidas o sólidas, conocidas como aerosoles, que permanecen en ella por varias horas, las mismas pueden ser de origen antropogénico o natural y pueden influir al clima directamente al dispersar la radiación solar.

Si por alguna razón la proporción de gases de efecto invernadero y aerosoles se ve afectada, evidentemente la temperatura global se verá afectada también y ésta misma alterará el equilibrio energético del sistema climático, tal como ocurre desde la era industrial, pues se han emitido gases de efecto invernadero que se

han acumulado en la atmósfera, los cuales son los principales responsables del cambio climático llamado calentamiento global (IPCC, 2007).

El IPCC, en su reporte del año 2007, indica que por la precisión y tamaño significativo de los datos, hay una certeza del 90% de que está ocurriendo un calentamiento global, cuyos síntomas se notan en un aumento observado del promedio mundial de temperatura del aire y del océano; de la fusión generalizada de nieves y hielos, así como el consecuente aumento del promedio mundial del nivel del mar.

El siglo XX significó apenas una elevación de casi medio grado en la temperatura promedio del aire de la biosfera. Sin embargo, varios investigadores están de acuerdo en que ésa podría ser la causa de aumentos ligeros, pero notables, en la intensidad de los huracanes, en la magnitud del contraste entre los fenómenos oceánicos El Niño y La Niña, y en lo riguroso de los fríos invernales de las latitudes altas. Un incremento de la temperatura mayor a 2°C para el siglo XXI, y no medio grado como hasta hoy, sería catastrófico para muchas regiones del mundo (IPCC 2007).

En los primeros decenios del siglo, un cambio climático moderado mejoraría en conjunto el rendimiento de los cultivos de temporal entre un 5 y un 20%, aunque estaría sujeto a una acentuada variabilidad según las regiones, por lo que la situación sería difícil para los cultivos situados cerca de las fronteras cálidas de su ámbito natural o dependientes de unos recursos hídricos muy demandados. Así mismo, las ciudades que actualmente padecen olas de calor estarían expuestas a un aumento en la frecuencia, intensidad y duración de las mismas, que podría tener efectos adversos sobre la salud.

Según las previsiones, la actual tendencia hacia el calentamiento provocará muchas extinciones. Numerosas especies vegetales y animales, debilitadas ya por la contaminación y la pérdida de hábitat, no sobrevivirán los próximos 100 años. El

ser humano, aunque no se ve amenazado de esta manera, se encontrará probablemente con dificultades cada vez mayores. Los graves episodios recientes de tormentas, inundaciones y sequías, por ejemplo, parecen demostrar que los modelos informáticos que predicen "episodios climáticos extremos" más frecuentes están en lo cierto.

México es un país muy vulnerable a los efectos del cambio climático; mediante el uso de diferentes modelos climáticos, el INE y la UNAM advierten en su documento "Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas" publicado en el año 2006, que el país sufrirá inundaciones y sequías extremas, mayor frecuencia e intensidad de ciclones tropicales y la disminución de frentes fríos en la temporada invernal.

En Coahuila, las evidencias del cambio climático no han sido adecuadamente documentadas, por lo que el presente componente recopila, describe y analiza los fenómenos meteorológicos extremos que han afectado al estado; además, muestra el resumen ejecutivo del Inventario de Gases de Efecto Invernadero; así como el análisis de los escenarios del clima en Coahuila para este siglo por regiones; y finalmente, un estudio sobre la vulnerabilidad a la que está sujeta la región.

PROTOCOLO DE KIOTO

Debido a la creciente preocupación de la comunidad internacional respecto a los cambios en la atmósfera, en la Conferencia de Toronto en Canadá (1988), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) constituyeron el Panel Intergubernamental ante el Cambio Climático, IPCC.

En 1992, en el Marco de la Cumbre de la Tierra realizada en Río de Janeiro, se adoptó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), que entró en vigor en 1994. Para garantizar los compromisos de reducción de gases de efecto invernadero, los países desarrollados inscritos en la UNFCCC, adoptaron el Protocolo de Kioto durante la tercera conferencia de las partes (COP 3), la cual se llevó a cabo en la ciudad de Kioto, Japón, en 1997 (Naciones Unidas 1998).

Dicho Protocolo es un acuerdo internacional cuyo principal objetivo es establecer metas para los países a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012. Todos los países que firmaron están sujetos a una evaluación para verificar si cumplen con los estatutos del protocolo, los cuáles pasarán a un estado de ratificación una vez aprobados; los países que se anexaron al Protocolo después del plazo de tiempo para la firma, también tienen la oportunidad de ratificarse. El protocolo entró en vigor el 16 de febrero de 2005, donde hasta la fecha se han ratificado 192 países.

Al reconocer que los países desarrollados son los principales responsables por los altos niveles de emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera como resultado de 150 años de actividad industrial, el Protocolo establece un mayor compromiso sobre las naciones desarrolladas bajo el principio de “responsabilidades comunes pero diferentes”. Las reglas detalladas para la

implementación del Protocolo fueron establecidas en la VII Conferencia de las Partes sobre Cambio Climático (COP 7) en Marrakesh(2001) y se llaman los “Acuerdos Marrakesh”.

Los mecanismos de Kioto son: tratado de emisiones (conocido como el “mercado de carbono”), mecanismo de desarrollo limpio (MDL) y realización conjunta (RC). Estos mecanismos estimulan la inversión verde y ayuda a los países a alcanzar sus objetivos de una manera costeable. Por lo que se estableció un sistema de ayuda para las partes que tengan problemas al tratar de alcanzar sus objetivos; un sistema de adaptación para ayudar a los países a implementar medidas y políticas de adaptación al cambio climático, que facilite el desarrollo e implementación de técnicas que puedan ayudar a incrementar la resiliencia a los impactos del cambio climático; y un “fondo de adaptación” para ayudar a los programas y proyectos para países en desarrollo.

México firmó el Protocolo el 9 de junio de 1998, fue ratificado el 7 de septiembre de 2000 y entró en vigor en la misma fecha que el Protocolo en sí. Entregó su primer informe el 12 de septiembre de 1997, donde se señaló que el país se ubicaba entre los primeros 15 países con mayores emisiones de bióxido de carbono y entre los 20 con mayores emisiones per cápita, sin embargo, su participación global era menor al 2% del total mundial.

El segundo informe fue entregado el primero de julio de 2001y en él se informó sobre las políticas aplicadas y por aplicar para cumplir con el Protocolo. El tercer informe fue entregado el 1 de octubre de 2007; en él se señalaron los logros en las políticas de mitigación. Por ejemplo: en el sector energético, el ahorro de energía por programas institucionales fue de 1.84% del consumo de la misma y 2.83% respecto al consumo final total registrado; en el sector forestal y conservación del carbono capturado, se llevaron y se llevan a cabo proyectos y programas como el Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales

(Procymaf), Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) y Programa de Conservación y Reforestación de Ecosistemas Forestales (Procoref).

Para fortalecer la implementación del compromiso de México, por acuerdo del ejecutivo federal del 25 de abril de 2005, fue creada la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), en calidad de órgano federal encargado de formular programas y políticas de mitigación y adaptación ante el cambio climático; la cual, en el 2007, publicó la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (ENACC), donde se ponen como objetivos reducir las emisiones y proteger las áreas de secuestro de carbono, entre otras.

El Instituto Nacional de Ecología (INE), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se han propuesto elaborar un Programa Estatal de Cambio Climático (PECC) para cada estado, que será un instrumento para apoyar la planeación y desarrollo de políticas públicas en materia de cambio climático a nivel estatal.

Los Programas Estatales de Cambio Climático incluyen inventarios y escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel estatal; escenarios de clima a nivel estatal y regional; y el análisis de los impactos, la vulnerabilidad y opciones de adaptación de los sectores más relevantes de cada estado ante el cambio climático. Igualmente, proponen medidas y estrategias concretas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y adaptación al cambio climático, e indican en la medida de lo posible las fuentes de financiamiento potenciales, los plazos y los responsables de la ejecución de las acciones.

Después de muchos años de haber empezado la preocupación y ocupación de México en el tema del Cambio Climático, en 2006, el INE encarga a un estado (Veracruz) hacer su Plan Estatal de Cambio Climático y de ahí en adelante los demás estados se han sumado a esta nueva estrategia.

Dentro de las actividades que la Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila (SEMA) implementó, para dar cumplimiento a su tarea de fortalecer las acciones de gobierno ante la problemática y consecuencias locales del cambio climático, se encuentran la creación de la subsecretaría de Política Ambiental. Con las gestiones realizadas por esta nueva subsecretaría, se consiguieron recursos del Gobierno del Estado, el Congreso de la Unión y organismos internacionales, para crear el Programa de Cambio Climático. En el año 2009, se inició la elaboración del Plan Estatal de Cambio Climático el cual incluye en su primera etapa: El Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero, los Escenarios del Clima en Coahuila así como el Análisis de Vulnerabilidad y Amenazas.

ANTECEDENTES DEL ESTADO DE COAHUILA

A. ANÁLISIS HISTÓRICO DE DESASTRES METEOROLÓGICOS

Conceptos generales

Según la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR 2009), *desastre* es una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad mediante impactos que excedan su capacidad para hacer frente a la situación a través del uso de sus propios recursos. Dichos impactos pueden incluir muertes, lesiones, enfermedades y otros efectos negativos en el bienestar físico, mental y social humano; así como daños a la propiedad, destrucción de bienes, pérdida de servicios, trastornos económicos y degradación ambiental (UNISDR 2009, Wisner y Adams 2003).

Las evidencias sugieren que la incidencia de desastres hidrometeorológicos ha incrementado drásticamente desde 1950 (Eshghi y Larson 2008) en comparación a los desastres biológicos y geológicos, que si bien han aumentado a partir de la década de 1960, no lo han hecho con la magnitud de los primeros.

Los desastres hidrometeorológicos son definidos, según la Ley General de Protección Civil, como aquella calamidad que se genera por la acción violenta de los agentes atmosféricos, tales como huracanes, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, de granizo, de polvo y de electricidad; así como heladas, sequías, ondas cálidas y gélidas (D.O.F. 2006).

Las condiciones extremas en el clima afectan la vida en el planeta y dependiendo su intensidad y duración, así como del grado de vulnerabilidad de una sociedad o de un ecosistema, los impactos que causen pueden variar de imperceptibles a catastróficos (INE y SEMARNAT 2004). Por lo tanto, el estudio de las anomalías de temperatura y precipitación asociadas a los patrones dominantes de la

variabilidad climática, es esencial para comprender e interpretar muchas irregularidades climáticas regionales(IPCC 2007).

México es un país propenso a recibir el embate frecuente de diversos tipos de fenómenos naturales de efectos desastrosos.(CEPAL 2000).Dada la importancia que estos sucesos representan y que los componentes científicos básicos detrás de los pronósticos de un cambio climático generalizado y perjudicial son irrefutables(IPCC 2007, Watson, Zinyowera y Moss 1996), esta sección recopila la información relevante de los eventos meteorológicos en el Estado de Coahuila desde el año 2000, con el propósito fundamental de evidenciar aquellos que por sus características (como frecuencia, temporalidad o impacto) puedan ser considerados como anormales o atípicos, mediante la descripción cualitativa y cuantitativa de manera tal, que se contribuya al mejoramiento de la comprensión de sucesos extremos a los cuales somos vulnerables en la región, ya que según el IPCC (2001), a medida que el cambio climático mundial se intensifica, la alteración de los patrones climáticos jugará papeles cada vez más importantes en las sequías e inundaciones desastrosas.

Panorama General de Coahuila

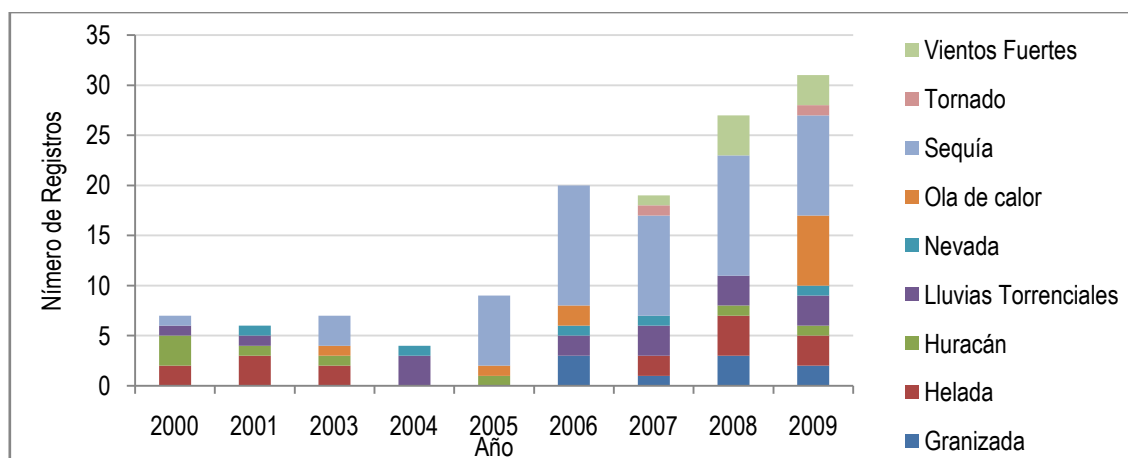
Información publicada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Bitrán-Bitrán 2001), permite establecer que han sido algo más de 75 el número de desastres de magnitud significativa ocurridos en los últimos 20 años en México, los cuales han causado alrededor de 7 mil muertes y decenas de miles de damnificados.

De acuerdo a la revisión histórica, los tipos de fenómenos hidrometeorológicos que se presentaron en Coahuila durante el periodo 2000-2009 fueron: lluvias torrenciales, ciclones tropicales, frentes fríos, heladas, inundaciones, olas de calor, sequías, vientos fuertes, tormentas de granizo y tornados, así como otras catástrofes relacionadas como incendios forestales.

Los datos recopilados de dichos fenómenos, fueron obtenidos de fuentes oficiales y no oficiales (como CEPRANED y prensa escrita, respectivamente), ya que no existe un documento o registro oficial que englobe todos los eventos hidrometeorológicos ocurridos en el estado. Así mismo, no todos los eventos registrados fueron catalogados como desastres o tragedias, aunque en este escrito se presentan por su relevancia, es decir, se consideran aquellos que causaron algún efecto negativo a la población.

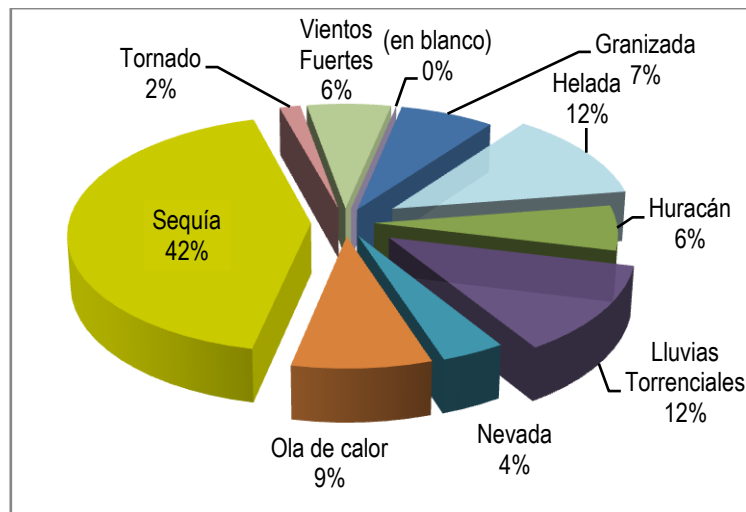
La mayor parte de los datos (68%) fueron obtenidos de fuentes oficiales; además, todos hacen alusión a eventos que afectaron áreas pobladas aunque no evalúan la intensidad de la tragedia.

Es evidente la creciente tendencia a publicar la presencia y los impactos de estos eventos, lo que contribuye a que los registros de ellos aumenten en años recientes, no sólo por su frecuencia sino por el interés público (gráficasiguiente). Aunque la presencia de ellos en Coahuila no está en duda, el problema que ahora surge con el Cambio Climático, según el IPCC (2007) es que el patrón temporal, su intensidad y duración, están siendo alterados por el mismo.



Gráfica 1. Número y tipo de eventos meteorológicos registrados por año.

Acorde al total de eventos registrados, los más recurrentes son la sequía, con una incidencia del 42%; las lluvias torrenciales y las heladas con un 12% cada una, (Gráfica siguiente); sin embargo, para evaluar el impacto de los fenómenos meteorológicos se toman en cuenta otros factores además de la frecuencia como lo son la intensidad y duración.

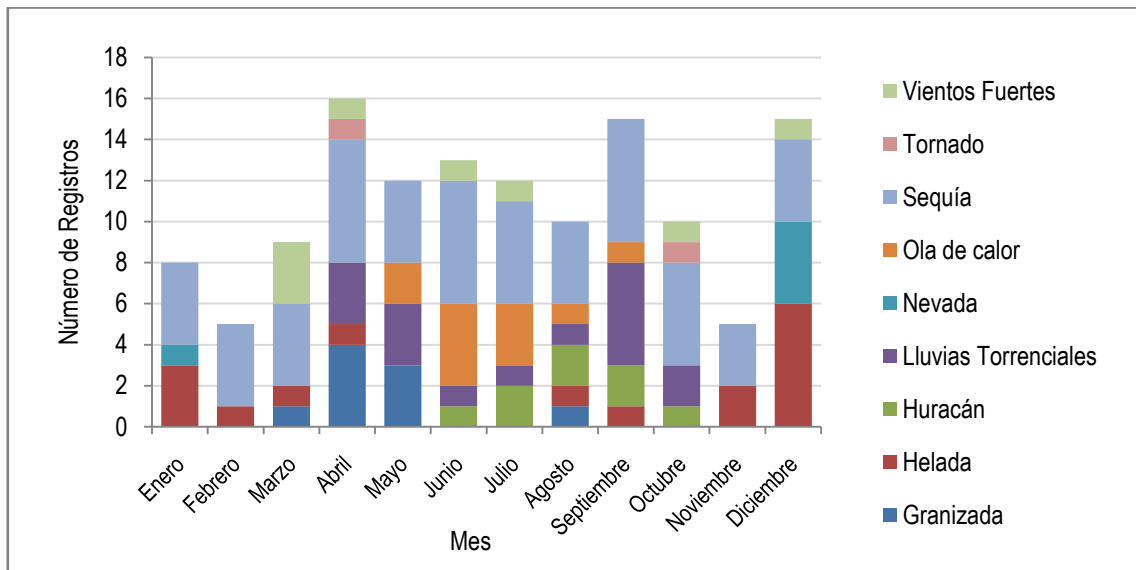


Gráfica 2. Porcentaje de eventos meteorológicos ocurridos en el periodo 2000-2009

Se observa que la mayoría de los eventos tienen temporalidades marcadas. Por ejemplo, las sequías se presentan durante todo el año; las nevadas de diciembre a enero; las granizadas de marzo a mayo; las heladas de abril a noviembre; los vientos fuertes de febrero a abril; las lluvias torrenciales de abril a octubre; las olas de calor de mayo a septiembre y los huracanes de junio a octubre. Sin embargo, hay fenómenos que aunque tienen una temporalidad, se han presentado fuera de ella, tal como las heladas y las granizadas. Además, cabe mencionar el caso específico de los tornados que, al tener tan pocos registros de ellos durante el periodo de estudio es difícil determinar aún temporalidad.

Los meses con mayor número de reportes son abril y septiembre mientras que julio y septiembre presentan una mayor variedad de eventos, en tanto que en

febrero y noviembre se registró el menor número de eventos, tal como se puede apreciar en la siguiente gráfica.



Gráfica 3. Temporalidad de los eventos meteorológicos ocurridos en el periodo 2000-2009.

A pesar de que los registros muestran una temporalidad determinada, se cree que conforme aumente la temperatura promedio del planeta, esto se modificará y los nuevos patrones serán diferentes para cada tipo de fenómeno (IPCC, 2007).

Análisis por Tipo de Eventos

A continuación se analizan los tipos de eventos reportados en el estado de Coahuila durante el periodo de estudio, en el cual se destacan aspectos importantes de éstos como lo son: frecuencia, intensidad y temporalidad.

La información contiene la descripción general del tipo de fenómeno, los eventos de mayor relevancia y las regiones afectadas, aunque dependiendo del caso, se ha manejado por municipios. Dichas regiones son: Norte, Carbonífera, Centro, Desierto, Laguna y Sureste.

Tornados

Durante el periodo de tiempo estudiado en el presente análisis (2000-2009) se tienen dos registros de tornados. El primero de octubre del 2009 ocurrió un tornado a 33 km de Sabinas con una trayectoria de norte a sur el cual a su paso desprendió desde su base a cuatro torres de transmisión de líneas de alta tensión de la Comisión Federal de Electricidad. Tras el tornado se registró una intensa lluvia de poco más de dos pulgadas.

El martes 24 de abril de 2007, se presentó un violento tornado en el municipio de Piedras Negras, debido a la interacción del frente frío No. 53 y una zona de inestabilidad (conocida también como línea seca), de este modo se formó una tormenta severa de supercelda en las montañas mexicanas al oeste de Piedras Negras, la cual generó el tornado acompañado de lluvias con actividad eléctrica, tormentas de granizo y vientos intensos. La supercelda cruzó el río Bravo y afectó también a la comunidad de Rosita Valley, en Eagle Pass. Si se considera la escala de Fujita utilizada por el Centro de Predicción de Tormentas Severas de Estados Unidos, el tornado alcanzó la categoría F2, con vientos entre 180 y 250km/h, de acuerdo a los reportes de los daños.

Si bien anteriormente también han ocurrido tormentas con características para generar tornados en esta zona, cerca de la sierra El Burro, en el norte de Coahuila(Jímenez Espinosa 2009, R. Edwards 2006), debido a la baja densidad de población, no ha habido confirmación de que se hayan suscitado tales fenómenos. Por ejemplo, el 22 de marzo de 2000, existe una alta posibilidad de que se haya producido un tornado en el municipio de Acuña, puesto que del lado norteamericano se tiene el reporte de uno y de granizo del tamaño de pelotas de béisbol; además de las imágenes de radar del Centro de Predicción de Tormentas de Estados Unidos en donde se muestra una imagen similar a la del 24 de abril de 2007.

Normalmente la temporada más intensa de tornados y tormentas severas comprende los meses de abril, mayo y junio, así que el fenómeno antes descrito es característico de la época del año (CONAGUA, 2007). No obstante, anteriormente a este evento sólo se tiene el registro de unos cuantos tornados importantes en el país (Macías 2002, Olivera 2003) y ninguno de ellos asimilable en magnitud de daños ocasionados como el ocurrido en Piedras Negras.

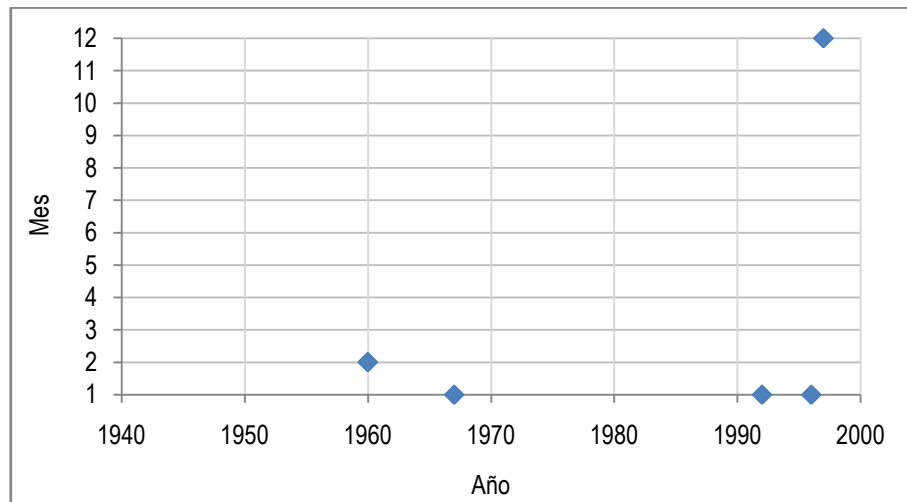
La posible relación entre el incremento en la frecuencia de tornados y el cambio climático se ha demostrado puesto que las asociaciones de las variaciones climáticas y las tendencias ambientales existen. Muestra de ello es que un incremento en la temperatura superficial del mar en una región determinada (p.e. el Golfo de México y el Mar Mediterráneo), aumenta el contenido de agua atmosférica; de manera tal que la humedad creciente puede detonar un incremento en la actividad de los tornados y de las condiciones severas del tiempo (Edwards y Weiss 1996).

Asimismo, los cambios climáticos pueden afectar a los tornados vía teleconexiones en el desplazamiento de las corrientes de aire y de los patrones climáticos más grandes. Y resulta razonable que el calentamiento del planeta puede afectar a las tendencias en la actividad de los tornados (Trapp, y otros 2007) si bien, dicho efecto aun no se puede identificar debido a la complejidad, a la naturaleza local de las tormentas y a cuestiones de calidad de las bases de datos. Además de que cualquier efecto podría variar de acuerdo a la región (Solomon, y otros 2007).

Nevadas

El paso de algunos frentes fríos puede producir nevadas en las montañas de México, al registrarse muy bajas temperaturas con presencia de humedad. El CENAPRED cuenta con un registro sobre las nevadas más relevantes que han

ocurrido en México desde 1940, por lo que en la gráfica que se muestra a continuación se identifican cada una de ellas.



Gráfica 4. Meses de ocurrencia de Nevadas durante el periodo de 1940-2000.

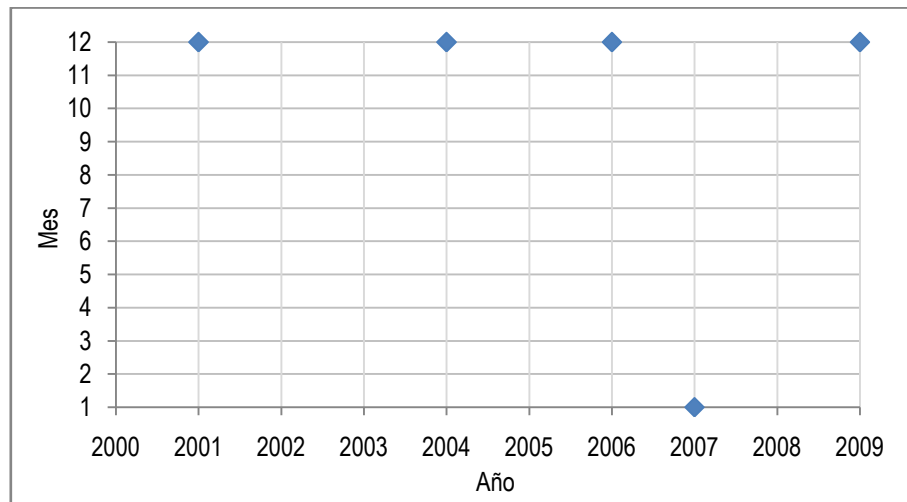
Al hacer un recuento de los datos más sobresalientes se tiene que en el año de 1960 fueron afectados al menos 6 estados por nevadas y destaca que en Saltillo ocurrió la más severa; nuevamente en 1967 más del 50% del territorio nacional resultó afectado por tal evento reportándose en Saltillo 75cm de nieve; y en 1996 se reportaron 15cm de nieve en el estado de Coahuila.

Ahora bien, en Coahuila el número de nevadas reportadas durante el periodo que comprende el presente análisis el cual corresponde a los años 2000-2009 (Gráfica 5), fue igual a las ocurridas en el país durante un periodo anterior de 40 años.

La información disponible refleja un importante aumento en la frecuencia de las nevadas aunque es probable que no se esté incrementando la intensidad de tales eventos. En seguida se describe brevemente cada una de las nevadas registradas en la última década así como algunas consideraciones especiales.

De acuerdo a los datos, es evidente que las nevadas solían presentarse en el mes de enero pero a partir de la presente década, se han presentado en diciembre con

excepción de la del año 2007, que sí se presentó en enero. Lo anterior indica un desplazamiento temporal en la ocurrencia de estos fenómenos.



Gráfica 5. Meses de ocurrencia de Nevadas durante el periodo de 2000-2009.

Entre las nevadas que mayores estragos causaron, destacan las ocurridas en 2001 y 2006, las cuales fueron causa de emitir declaratorias de emergencia. Si bien los frentes fríos son usuales para esta época del año, lo que no es normal es que se hayan sucedido tantas tormentas invernales, que trajeron consigo lluvias, vientos huracanados y nevadas en el último año mencionado. Además, la duración de estas tormentas invernales también fue inusual ya que normalmente no superan las 48 horas y en este caso se extendió hasta por cinco días.

Las de menores estragos estuvieron caracterizadas por temperaturas entre -4 y -6°C además de presentarse en un amplio rango geográfico, es decir, en más de tres municipios. Cabe señalar que entre los municipios en que se han presentado nevadas se encuentran Saltillo, Arteaga, Ramos Arizpe, Parras, Ocampo, Morelos y Sierra Mojada.

Heladas

Los climas predominantemente secos y extremosos que prevalecen en Coahuila, dan como resultado, en lo que a la incidencia de heladas se refiere, una frecuencia moderada o alta. En los terrenos que presentan climas del grupo de los secos (semisecos, secos y muy secos) todos ellos semicálidos, hiela unos 20 días al año en promedio; en los que presentan climas secos templados, de 20 a 40; en las zonas más altas de las sierras en las que se presentan climas templados subhúmedos, los días con heladas al año llegan a totalizar hasta 60, y en las cumbres semifrías rebasan esta frecuencia con creces.

Desde el punto de vista agroclimático, es importante considerar a dicho fenómeno, dados sus efectos en el sector agrícola (Engelbert 1997) y también es relevante, aunque en menor grado, las afectaciones a la salud de la población que es influenciada por las olas de frío (Eagleman 1983).

Las heladas ocurridas en el 2000 causaron un total de siete decesos en los municipios de Ciudad Acuña, Monclova y Piedras Negras y durante la temporada invernal del 2001 y 2003 fue necesaria la declaratoria de emergencia y contingencia climatológica respectivamente a causa de la ocurrencia de heladas y nevadas en varios municipios.

Se han presentado eventos en meses no comunes para la temporada, como los registrados en agosto y abril del 2007 y 2008 respectivamente; sin embargo, no se ve afectada la frecuencia de las heladas, al menos así lo demuestran los registros de dichos eventos que por sus características en impacto y mayor magnitud de pérdidas en daños, fueron trascendentes. No obstante, la intensidad y mayor duración de tales eventos aumenta, y a su vez se percibe la presencia de temperaturas extremas mínimas y máximas durante un mismo año.

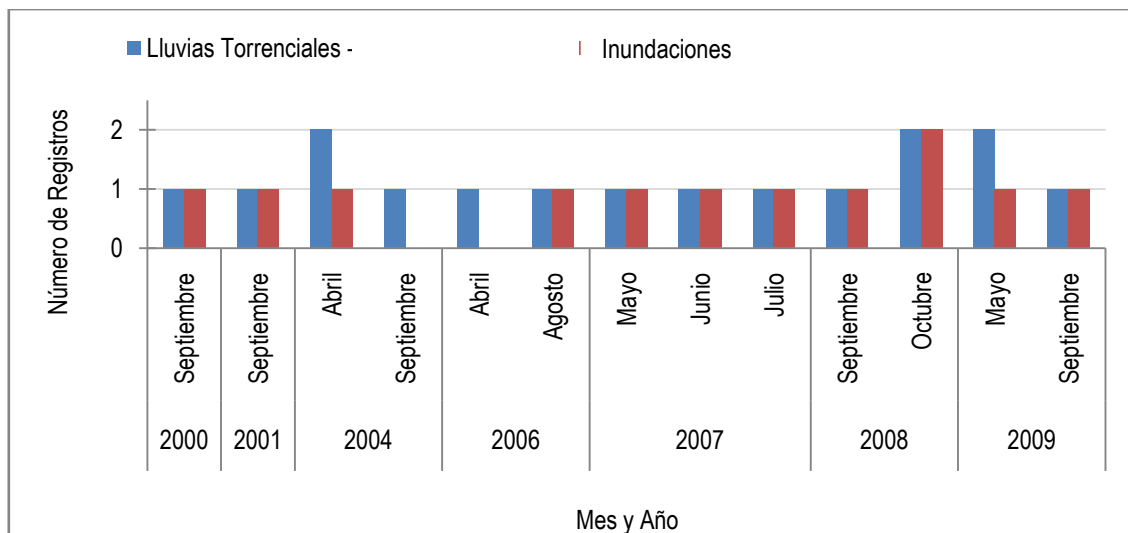
Los extremos de temperatura superficial probablemente han estado afectados por la acción antropogénica; muchos indicadores de estos extremos, como los días con heladas, muestran cambios que son constantes con el calentamiento climático

(Solomon, y otros 2007). Por lo que es muy probable que las temperaturas mínimas cada vez sean más elevadas, ocurran menos días fríos y menos días con heladas(IPCC 2002, PNUMA y SEMARNAT 2006).

Lluvias Torrenciales e Inundaciones

Como se observa en la siguiente gráfica, las lluvias sucedieron entre los meses de abril y octubre, aunque durante los años 2002, 2003 y 2005, no ocurrieron fenómenos de esta índole; en tanto que en los años 2000 y 2001 se presentó un único evento el cual ocurrió durante el mes de septiembre. Es notorio que ha habido un incremento en el número de eventos a través del tiempo.

Fueron 17 los municipios afectados por lluvias torrenciales; las regiones Laguna y Norte son las más afectadas por este tipo de fenómenos los cuales en su mayoría ocurrieron en los municipios de Piedras Negras y Francisco I. Madero. Por haber afectado seis municipios, destacan las lluvias e inundaciones ocurridas en abril del año 2004.

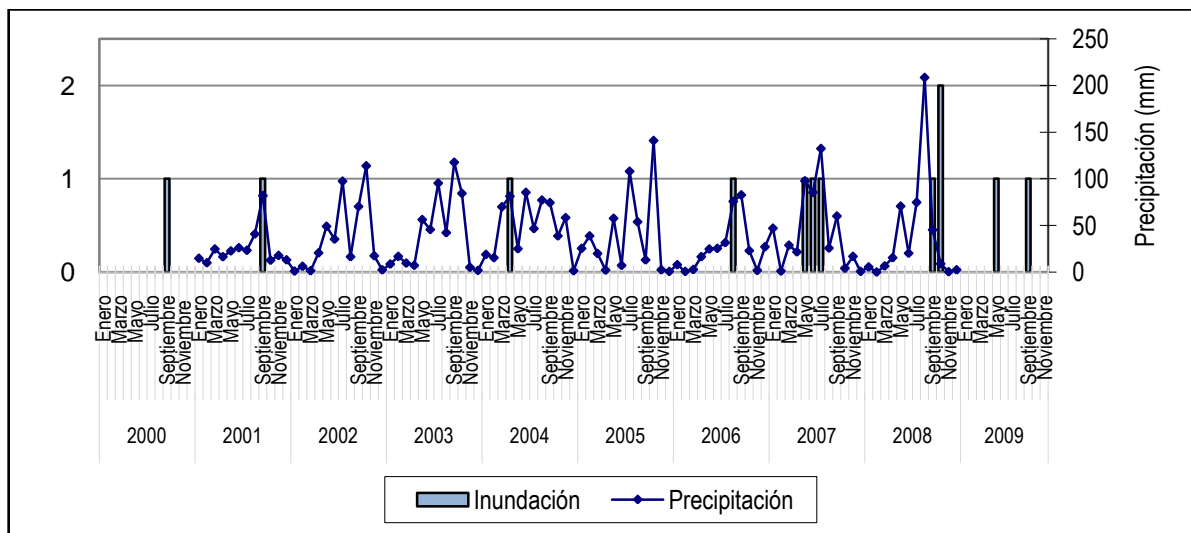


Gráfica 6. Meses de ocurrencia de lluvias torrenciales e inundaciones durante el periodo 2000-2009.

Uno de los daños que causan las lluvias torrenciales son las inundaciones, las cuales son el efecto generado por el flujo de una corriente cuando sobrepasa las condiciones que le son normales y alcanza niveles extraordinarios que no pueden ser controlados en los vasos naturales o artificiales que la contienen. Lo cual deriva ordinariamente en daños a zonas urbanas, tierras productivas y, en general, a valles y sitios bajos.

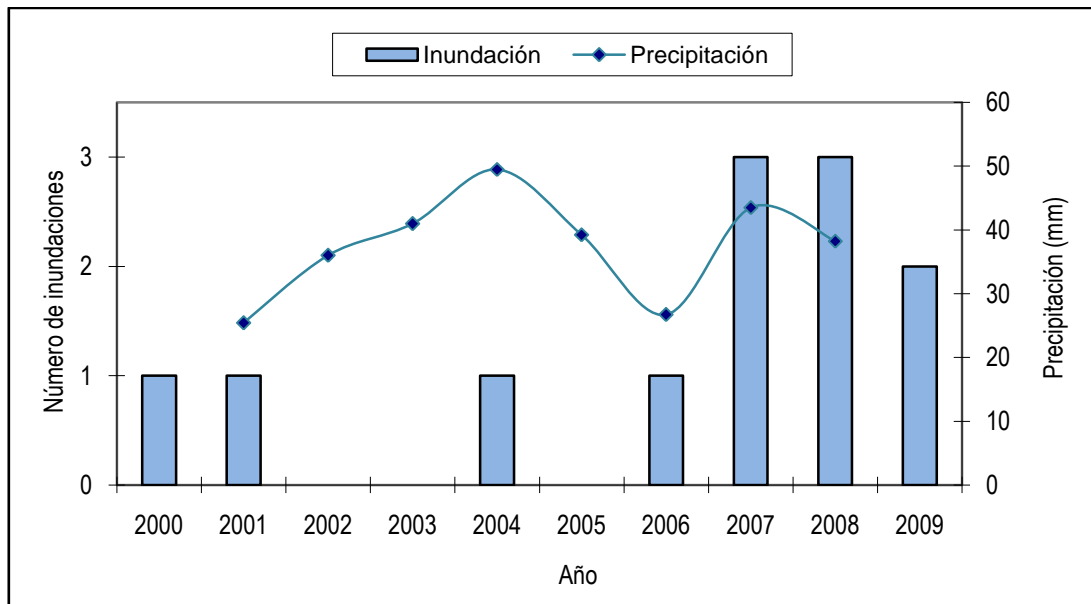
La relación porcentual entre la presencia de lluvias torrenciales y las inundaciones que han ocurrido como consecuencia de las primeras, es del 75%, es decir, 12lluvias torrenciales de las 16 registradas, causaron inundación.

Según los datos, la temporada de inundaciones ha sido entre los meses de abril y octubre, sin embargo, éstas se presentan más frecuentemente en septiembre y octubre. Según se observa en la gráfica7, las inundaciones coinciden con la época de lluvias intensas de cada año. Además existe claramente un incremento en la incidencia de inundaciones en años recientes, de manera que a partir del año 2007, se han presentado por lo menos dos eventos de esta naturaleza.



Gráfica 7. Precipitación media mensual comparada con registros de inundaciones durante el periodo 2000-2009.

Como se observa en la gráfica anterior, el 2008 fue el año que registró los valores más altos de precipitación y también el de mayor número de inundaciones, lo que permite inferir que mientras más se intensifiquen las lluvias torrenciales más inundaciones habrá.



Gráfica 8. Precipitación media anual comparada con registro de inundaciones.

Nótese que de acuerdo a la precipitación media anual del estado, hay registro de inundaciones en años donde la precipitación media anual fue baja (2001 y 2006) en comparación con los años en que no hubo inundaciones pero la precipitación media anual fue más elevada (2002, 2003 y 2005). Sin embargo como lo muestra la gráfica, los mayores niveles de precipitación registrados coinciden con el mayor número de registros de lluvias e inundaciones, los cuales ocurrieron en el 2004, 2007 y 2008.

El incremento en la frecuencia de lluvias torrenciales puede aumentar la recarga de los mantos freáticos aunque también aumentan los impactos de las inundaciones, deslaves, erosión y las áreas urbanas propensas a inundaciones las cuales son altamente expuestas a pérdidas económicas (IPCC 1997).

Ciclones Tropicales

La temporalidad en que se han presentado estos fenómenos en Coahuila, comprende de junio a octubre, lo cual es normal al considerar que, según el Laboratorio Oceanográfico y Meteorológico del Atlántico, AOML por sus siglas en inglés (*Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory*), la temporada de ciclones tropicales en la zona de Atlántico Norte y Pacífico Noreste, que es en la que se encuentra México, empieza a mediados de mayo y termina a principios de noviembre.

Entre los huracanes que afectaron a Coahuila en el periodo de estudio, se encuentran *Carlotta* (2000), *Beryl* (2000), *Juliette* (2001), *Ericka* (2003), *Emily* (2005), *Dolly* (2008), y *Jimena* (2009).

De los fenómenos de esta índole que por los daños ocasionados es importante destacar, se encuentran: el huracán *Carlotta* que durante junio del 2000 provocó la evacuación de 7000 personas, así como la inundación de la zona urbana en el municipio de San Pedro, por lo que fue necesaria la emisión de declaratoria de desastre; el huracán *Jimena* que en 2009, causó el derrumbe de un establecimiento en la Comarca Lagunera, la evacuación de 25 personas y fuertes lluvias además de aportaciones importantes a las presas Lázaro Cárdenas (82% de su capacidad) y Francisco Zarco 150m/s; el huracán *Dolly* que en julio del 2008 afectó el norte y centro de Coahuila provocando lluvias intensas a torrenciales, tornados aislados y lluvias con tormenta eléctrica, las cuales se presentaron desde Piedras Negras hasta Nuevo Laredo, Tamaulipas.

Los demás eventos solo presentaron vientos sostenidos de 30 a 55km/h y rachas de 40 a 75km/h, además de solo presentar lluvias de moderadas a intensas.

El problema con éstos fenómenos es que su frecuencia se ha visto alterada, puesto que el número de huracanes registrados en el Atlántico Norte se ha

duplicado respecto a las cifras registradas hace un siglo debido al calentamiento de la superficie de las aguas, según un estudio del Centro Nacional de Investigación Atmosférica (NCAR) de Georgia, que apunta al cambio climático como la principal causa(UCAR 2008).

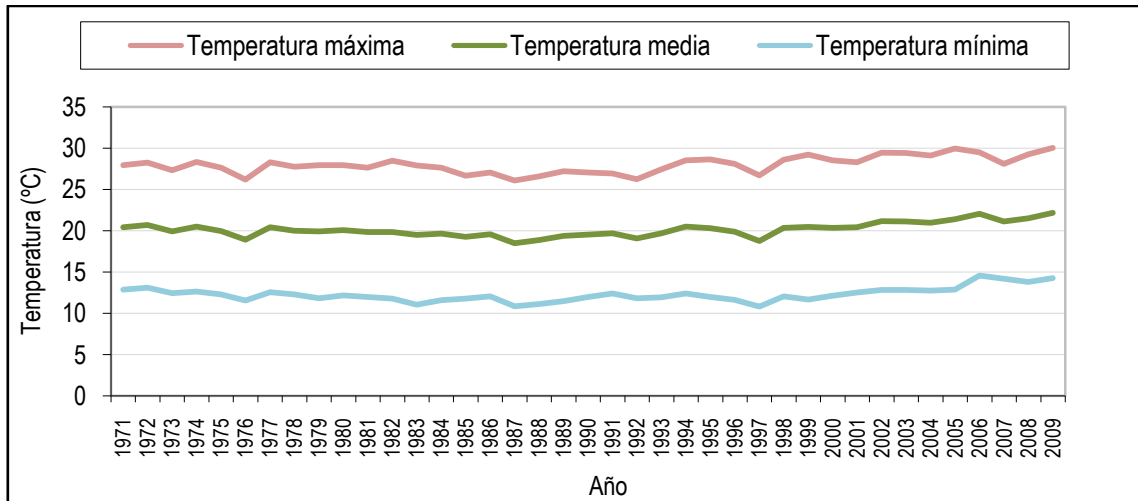
Olas de Calor

No existe en todo el periodo de estudio ningún registro antes de mayo del año 2003, sin embargo éstos fueron incrementando a tal grado que durante el 2009 se registraron cinco olas de calor. Por la naturaleza del fenómeno es probable que los registros que se presentan en un mismo año en meses consecutivos hagan referencia a una misma ola de calor, por lo que se puede deducir que en el 2009 se presentó la ola de calor de mayor duración de la década.

De acuerdo a los datos obtenidos, existe un aumento en la duración de estos eventos ya que en el 2009 las temperaturas máximas persistieron durante cuatro meses con un promedio de entre 33 y 36.6°C, aunque en septiembre se vio interrumpido este patrón por la llegada del huracán Jimena, lo cual permitió que las temperaturas descendieran.

Sin embargo, en octubre se presentó otro registro de ola de calor, lo cual es inusual para esta época de año. Cabe mencionar, que la mayoría de los eventos registrados (66%), han ocurrido en la Comarca Lagunera.

Según los datos del Servicio Meteorológico Nacional a nivel estatal las temperaturas promedio más altas registradas desde 1971, fueron las del año 2009 con 30.6 (máxima) y 22.18 (media), así como las del 2006, con 29.5°C (máxima) y 22.1°C (media), lo cual es visible en la siguiente gráfica.



Gráfica 10. Temperaturas medias anuales de 1971-2009.

Esto no es de sorprender, ya que la Organización Meteorológica Mundial (OMM) señalará el año 2009 como el quinto año más cálido desde 1850 a nivel mundial, además explica que el decenio 2000-2009, es el más calido desde la misma fecha. Se espera que para marzo del año 2010, dicha instancia entregue las cifras definitivas para el 2009 en la “*Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial*” que publica anualmente.

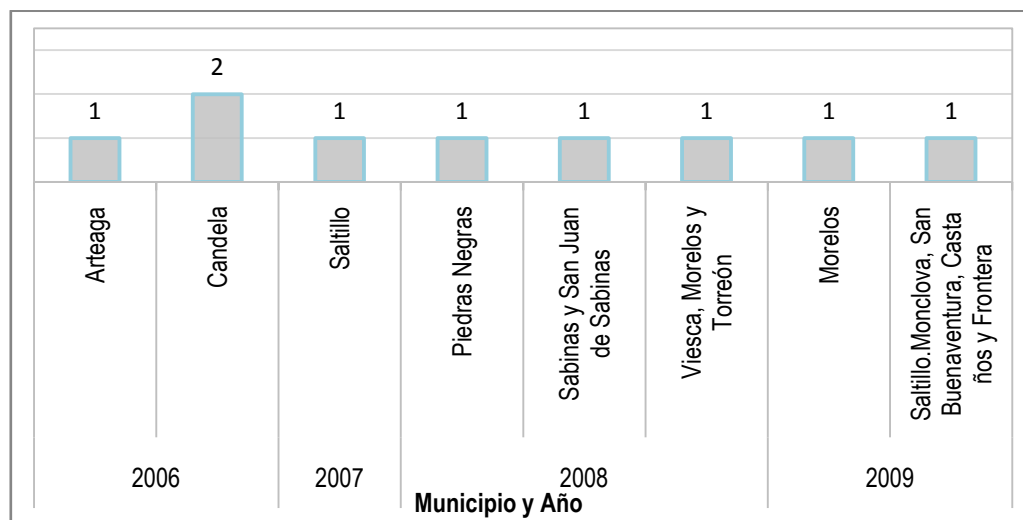
Granizadas

Los registros, hacen referencia a que las granizadas que causaron daños, se presentaron únicamente en los últimos cuatro años. De éstas, ocho se presentaron entre los meses de marzo y mayo y una en agosto. La Región Norte fue en la que se presentó un mayor número de estos eventos (tres), seguida por las Regiones Sureste y Centro con dos cada una, así como por las Regiones Carbonífera y Laguna, con una respectivamente.

Las granizadas ocurridas en abril del 2006 causaron grandes daños en Arteaga y Candela por tal motivo se emitió la declaratoria de contingencia climatológica, además el evento registrado en Saltillo en el año 2007, junto con la ocurrida en Morelos en el 2009, han sido las que causaron mayores daños al damnificar a 80

familias en el primer caso así como daños a 200 vehículos y a 150 casas, en el segundo.

De acuerdo a los datos recopilados puede deducirse un cambio visible en el patrón de comportamiento de este fenómeno. Si bien la temporalidad parece estar marcándose entre marzo y mayo, el número de municipios afectados por granizadas, es notablemente creciente del 2006 al 2009, tal como lo muestra la siguiente gráfica.



Gráfica11. Número de granizadas registradas por año y por municipios afectados.

Sequías

Ocurren cuando la precipitación en un período de tiempo es menor que el promedio y que dicha deficiencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas, por lo que la magnitud, duración y severidad se pueden considerar como relativos.

De acuerdo al CENAPRED, Coahuila es uno de los tres estados que más padecen sequía, además de ser uno de los siete que sufren de sequía severa. Según las fuentes consultadas, la única sequía ocurrida por la cual se generó una

declaratoria por desastre natural, durante el periodo de estudio, acaeció en el primer trimestre del año 2000. Sin embargo, la última década ha sido mayormente seca, exceptuando a los años 2001 y 2004.

El Monitor de Sequía de América del Norte, en coordinación con la Comisión Nacional del Agua (2009), señala que en el periodo conformado entre los años 2003 y 2009, se han presentado los cinco tipos de sequía manejados en sus bases de datos (siguiente Cuadro). Dichos tipos son: anormalmente seco, sequía moderada, sequía severa, sequía extrema y sequía excepcional.

AÑO	MES											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2003	sd	sd	sd	sd	sd	3	3	sd	0	ss	ss	ss
2004	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss
2005	ss	ss	ss	0	ss	1	0	0	2	1	ss	0
2006	3	4	4	2	3	3	4	4	2	3	3	4
2007	4	4	1	1	1	0	-	-	0	0	0	0
2008	1	3	3	3	2	2	2	2	0	0	0	0
2009	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	sd	sd

0, Anormalmente seco; 1, sequía moderada; 2, sequía severa; 3, sequía extrema; 4, sequía excepcional; sd, sin datos; ss, sin sequía.

FUENTE: Comisión Nacional del Agua, Sistema Meteorológico Nacional y Monitoreo de Sequía de América del Norte, 2009.

Cuadro 1. Tipos de sequías ocurridas en Coahuila en el periodo 2003-2009.

El año 2006 fue el más seco, ya que se presentaron tres episodios de sequía excepcional; el último de ellos se extendió hasta los primeros meses del siguiente año. Durante dichos episodios, la afección fue generalizada en todo el estado, exceptuando a la Región Sureste en el último de éstos.

Después, el 2009 estuvo ocho meses bajo sequía extrema, considerándose a este como uno de los años más secos o, al menos, el que tuvo este tipo de sequía durante ocho meses consecutivos.

A través de los años estudiados, la Región Norte tuvo sequía en 35 meses, siendo la de mayor afección temporal, en contraposición a la Región Sureste, al presentarse este fenómeno sólo en nueve meses. Pese a que cada región sufrió diferentes tipos y duración de sequías, durante diez meses, hubo sequía en todo el estado.

Ahora bien, los efectos de la sequía son adversos y notables a nivel agropecuario, principalmente; aunque en realidad, es una cadena de alteraciones. Es decir, se presenta primero en niveles bajos de humedad y cuerpos de agua o en escases de ella, alterando el nivel de vida de plantas y animales hasta ocasionarles la muerte, lo que consecuentemente desemboca en daños directos a los seres humanos por falta de agua y alimento, así como el decremento de sus medios de subsistencia.

En relación a lo anterior, el Monitor de Sequía de América del Norte, señala dos tipos de impactos, el agrícola-hidrológico y el regional. El primero se presentó en 42 meses y el segundo, en 17 (Cuadro 2).

Al considerar los datos del Cuadro 2, es notable una tendencia en la que año con año la sequía hace mayores estragos en el estado. Si bien el tipo de sequía no se ha intensificado en los últimos años, la duración y el tipo de impactos generados, sí. Lo cual corresponde a una serie de cambios en los patrones normales de precipitación que, a su vez, se debe a cambios de las presiones atmosféricas, a la existencia de capas espesas de polvo en la atmósfera (engrosadas por falta de humedad), a los cambios de la temperatura superficial y al incremento de las

concentraciones de bióxido de carbono (CENAPRED 2009); todas éstas, características implícitas del cambio climático.

AÑO	MES											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2003						ah	ah		r			
2004												
2005				ah		ah	ah	ah	ah	ah		ah
2006	ah	ah	ah	ah	ah	ah	ah	ah	ah	r	ah	r
2007	ah	ah	ah	ah	r	ah			ah	ah	ah	ah
2008	ah	r	ah	r	ah	ah		ah	ah	ah	ah	ah
2009	ah	r	ah	ah	r	r	r	r	r	ah		

ah, agrícola-hidrológico; r, regional.

FUENTE: Comisión Nacional del Agua, Sistema Meteorológico Nacional y Monitoreo de Sequía de América del Norte, 2009.

Cuadro 2. Tipo de impactos causados por la sequía, durante el período 2000-2009.

Vientos Fuertes

Este fenómeno es común en el estado y se le conoce como ventarrones o tolvánas. Se presentan de manera más común entre los meses de febrero y abril, aunque como se observa en la gráfica que se muestra a continuación, se pueden presentar en cualquier época del año. Generalmente no causan grandes estragos en áreas urbanas, sin embargo, suelen reportarse daños a anuncios

espectaculares, cableado eléctrico, arbolado urbano y perjuicios a la propiedad de los estratos sociales más desprotegidos. Así mismo, problemas de salud pública como irritación en las vías respiratorias e infecciones oculares.

Uno de los principales efectos al ambiente causado por estos eventos, que no ha sido suficientemente estudiado, radica en la pérdida importante de suelo por remoción, lo cual provoca impactos negativos a nivel agrícola en la pérdida de nutrientes y de área cultivable, así como la desertización.

Las tolvaneras que trascendieron por sus efectos en la última década, fueron las ocurridas en marzo de 2008. Los vientos alcanzaron una velocidad entre 32 y 45.1km/h en Saltillo, Ramos Arizpe, General Cepeda, Acuña y Región Carbonífera. En este último, además, se registraron tormentas con ráfagas de viento de 35 a 50km/h mientras que en Acuña, se presentaron condiciones propicias para tornados.

Asimismo, el 30 de julio del 2009, los ventarrones causaron importantes daños a más de un centenar de familias en San Buenaventura, aunque también se reportaron daños en los diferentes sectores económicos de Monclova y de las regiones Centro y Carbonífera.

Declaratorias

Según lo establecido en los Artículos 33 y 34 de la Ley General de Protección Civil, ante la inminencia o alta probabilidad de que ocurra un desastre que ponga en riesgo la vida humana y cuando la rapidez de la actuación del Sistema Nacional de Protección Civil sea esencial, la Secretaría de Gobernación (SEGOB) emite una *declaratoria de emergencia*. Sin embargo, cuando uno o varios fenómenos perturbadores han causado daños severos cuya atención rebase las capacidades locales, la SEGOB reconoce y emite la *declaratoria de desastre*. En tanto que la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

(SAGARPA) emite la *declaratoria por contingencia climatológica* en virtud a los daños ocasionados al sector agropecuario, acuícola y pesquero por un fenómeno meteorológico.

La incidencia de eventos que deriven en algún tipo de declaratoria en el estado es baja comparada con estados como Veracruz y Oaxaca; sin embargo, es importante destacar que dado la ubicación geográfica, la distribución poblacional y el hecho que ocupamos un lugar muy bajo de marginación social comparado con otros estados, entre otros factores, Coahuila no presenta propiamente las mismas tragedias cuyas características ocasionen que las consecuencias de tales eventos superen las capacidades locales de atención a dichas secuelas. Es decir, aquí los eventos meteorológicos causan afecciones paulatinas permitiendo que el estado y otras organizaciones locales manejen y mitiguen los efectos, a la par que la población se adapta a ellos sin que haya la necesidad de emitir una declaratoria. No así en los lugares en donde los eventos causan daños en periodos de tiempo cortos y, en consecuencia, sea requerido apoyo de la federación.

Lo anterior no quiere decir que el estado de Coahuila esté exento de recibir los embates de los fenómenos meteorológicos; por el contrario, hay suficientes evidencias que señalan que los eventos de esta índole serán más frecuentes y de mayor intensidad por lo que es muy probable que las lluvias extremas y las inundaciones consecuentes sean un tema recurrente en el futuro próximo.

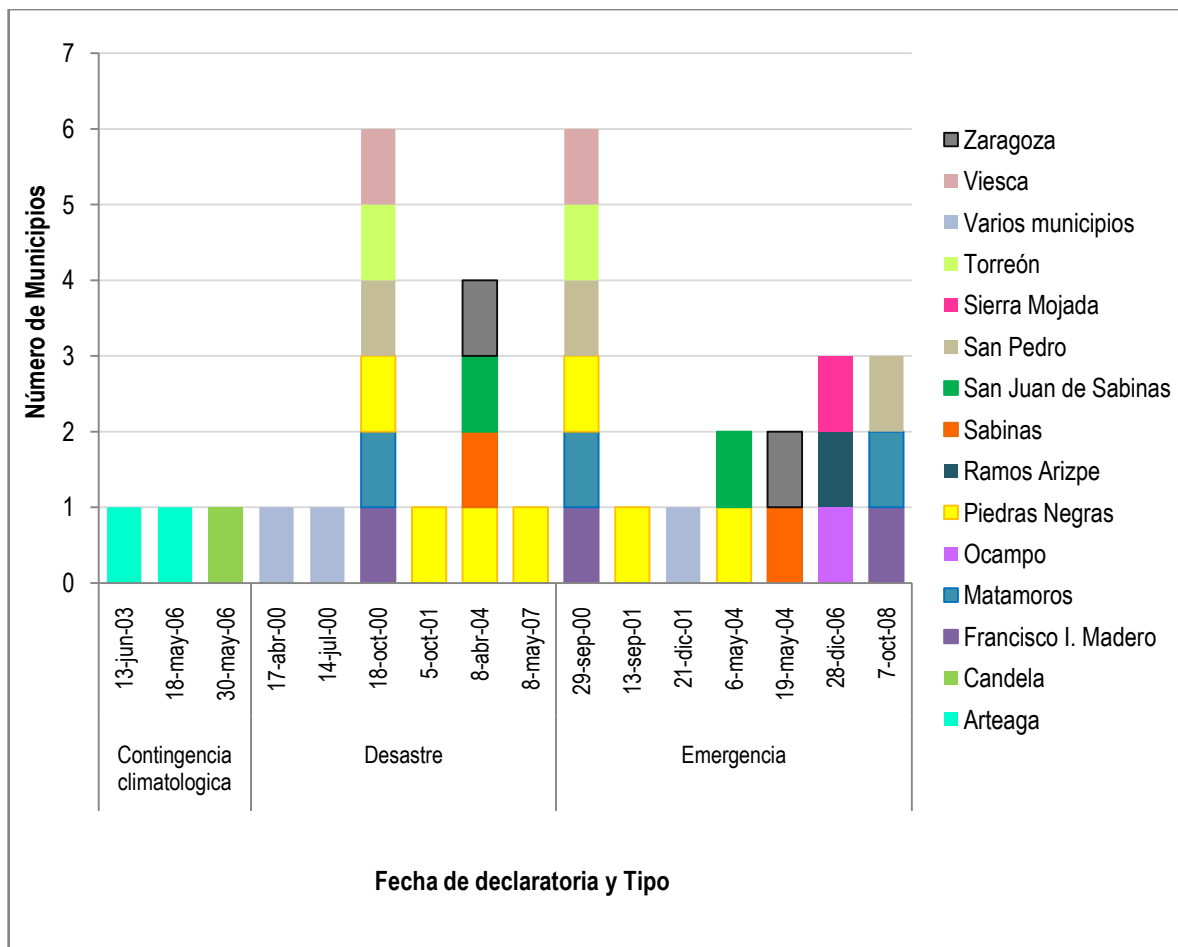
Sin embargo, la tendencia que se identifica para esta región muestra que las variaciones climáticas tendrán un efecto directo sobre el continuo aumento de la temperatura y, en general, en la presencia de eventos extremos, por ejemplo olas de calor, heladas o granizadas, las cuales probablemente sean de mayor duración e intensidad de las acostumbradas.

Además, la modificación de los patrones climáticos provoca desertificación así como pérdida de los recursos del suelo y el agua; y de acuerdo a las proyecciones,

el norte de México se encuentra entre las regiones que se espera sean afectadas por sequias persistentes y escasez de agua en años por venir; lo cual demuestra una distribución similar a las actuales regiones con estrés hidrico (IPCC 2007, Solomon, y otros 2007).

Declaratorias en Coahuila

Entre los años 2000 y 2009, la Secretaría de Gobernación emitió 16 declaratorias respecto a fenómenos naturales de tipo hidrometeorológico para el estado, de las cuales seis fueron declaratorias de emergencia, tres de desastre y tres de contingencia climatológica. En el grafico que se muestra a continuación se observa la fecha de publicación de las declaratorias y los municipios afectados.



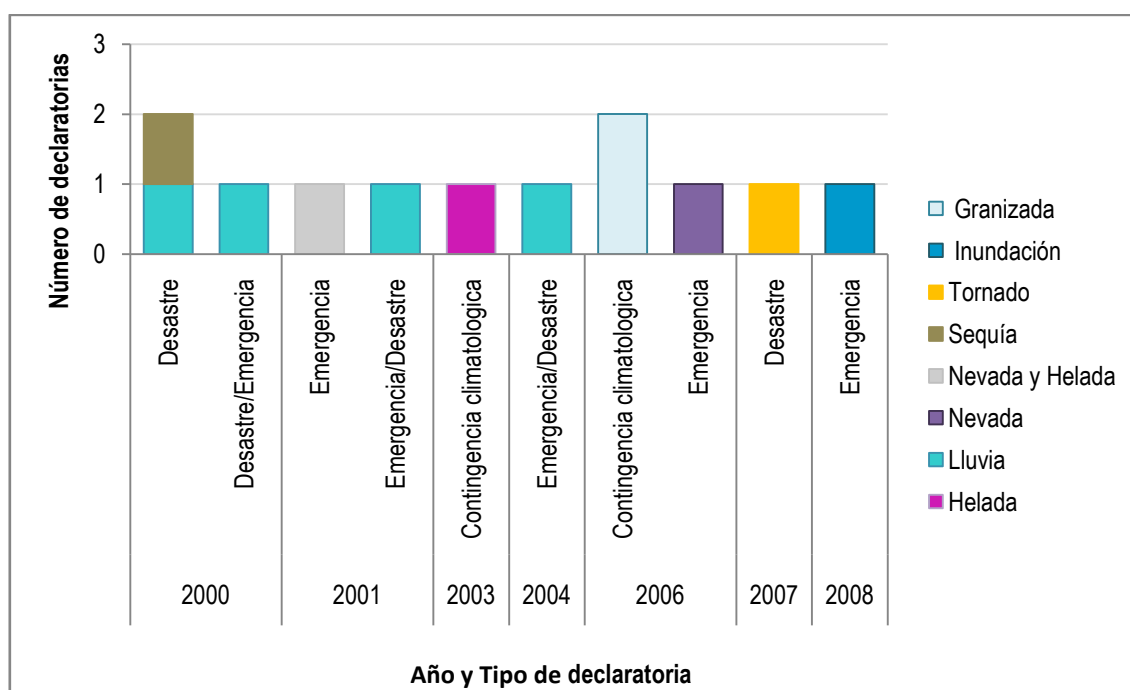
Gráfica 12. Municipio, fecha y tipo de declaratoria.

De acuerdo a la gráfica anterior, el municipio con mayor número de declaratorias es Piedras Negras, con siete en un periodo de nueve años, seguido de Matamoros y San Pedro, ambos con tres. También resaltan las lluvias atípicas ocurridas el 24 y 25 de septiembre del año 2000 declaradas como emergencia y posteriormente como desastre, ya que fue el fenómeno meteorológico que afecto a una mayor cantidad de Municipios (Torreón, Francisco I. Madero, Matamoros, San Pedro, Viesca y Piedras Negras).

Cabe destacar que las lluvias son el fenómeno meteorológico con mayor distribución geográfica puesto que afectaron a 18 de los 24 municipios, situándolos con algún tipo de declaratoria.

Frecuencia de eventos por tipo de declaratoria

Los 12 eventos de los cuales SEGOB emitió las 16 declaratorias de emergencia, contingencia o desastre, se muestran en las siguiente gráfica.



Gráfica 13. Frecuencia de eventos por tipo de declaratoria

Las lluvias son el tipo de fenómeno que provocaron durante el periodo señalado, la mayor cantidad de declaratorias de emergencia y desastre. Las granizadas y nevadas representaron los eventos de mayor trascendencia durante el 2006 y junto con las heladas representan más del 35% de los fenómenos declarados en la última década.

Los eventos declarados como desastre durante el periodo que muestra la gráfica anterior, fueron las lluvias extremas que provocaron importantes inundaciones en los municipios de Piedras Negras en el 2001 y en San Juan de Sabinas en el 2004; además del tornado ocurrido en el 2007, también en el municipio de Piedras Negras.

Destaca el hecho que en los años 2005 y 2007 se emitió una mayor cantidad de declaratorias en todo el país, principalmente por ciclones tropicales. Análogamente, durante el 2005 en Coahuila no se emitió declaratoria alguna.

A continuación se hace un recuento de los fenómenos meteorológicos que por la magnitud de su impacto y efectos destructivos, se requirió algún tipo de declaratoria por parte de la Secretaría de Gobernación y que han ocurrido en el estado durante los últimos años.

2000. Durante este año se emitieron cuatro declaratorias. La primera fue en el mes de abril, cuando se pronunció una de desastre provocada por la sequía prolongada y atípica, debido a que durante dos o más meses consecutivos la lluvia fue menor al 50% de la media histórica, así como por la afectación de la zona de influencia de recarga de los acuíferos, que causó un serio desabasto de agua potable (D.O.F. 2000).

La segunda, fue a causa de las lluvias torrenciales y el desbordamiento del río Aguanaval, que suscitaron la declaratoria como desastre natural de tal evento puesto que afectó viviendas de la población de bajos recursos, activos

privados, productivos e infraestructura pública. Además, la intensidad de lluvia registrada el 18 de junio en las estaciones La Flor, San Pedro, El Cuije y Torreón marco nuevos máximos históricos y fue atípica e impredecible. Como consecuencia, se presentó un flujo en el río Aguanaval de 595m³/s, que es el segundo más intenso en los últimos 60 años para ese mes(D.O.F. 2000).

La tercera y la cuarta se debieron a que los municipios de Torreón, Francisco I. Madero, San Pedro, Matamoros, Viesca y Piedras Negras fueron afectados por lluvias torrenciales, atípicas e impredecibles, así como por las inundaciones ocurridas los días 24 y 25 de septiembre. Dicho evento fue declarado como emergencia y desastre(D.O.F. 2000).

2001. Se presentaron lluvias extremas, nevadas y heladas. Las lluvias atípicas e impredecibles del 9 de septiembre causaron inundaciones en el Municipio de Piedras Negras y se emitieron dos declaratorias, una de emergencia(D.O.F. 2001) y otra de desastre(D.O.F. 2001). Mientras que las bajas temperaturas del 18 de diciembre, provocaron heladas y nevadas severas en varios municipios declarándose estado de emergencia(D.O.F. 2001).

2002. No se realizó ninguna declaratoria de desastre o emergencia por fenómenos meteorológicos.

2003. Se declaró contingencia climatológica en virtud de los daños provocados por la helada que afectó al municipio de Arteaga el 30 de marzo(D.O.F. 2003).

2004. El desastre que mayor impacto produjo al país, fue la inundación ocurrida en el mes de abril en el municipio de Piedras Negras donde, además de las pérdidas económicas de consideración, se presentó el deceso de 38 personas y otras tantas en calidad de desaparecidos mucho tiempo después de haberse presentado el fenómeno, afectando la infraestructura urbana y las viviendas de la población. Anterior a este evento, Coahuila venía de un periodo de sequía de

entre 10 y 12 años, por lo que el fenómeno fue totalmente impredecible; el último evento similar en la zona afectada data de más de 130 años, por lo que no se tienen registros confiables del mismo(D.O.F. 2004).

De acuerdo con los avisos emitidos por la Comisión Nacional del Agua (CNA), a través del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), el evento fue causado por una tormenta de bajas presiones, semi-estacionaria sobre el suroeste de los Estados Unidos de América, que afectó el noroeste y norte de México provocando lluvias con tormentas, así como vientos variables fuertes, con rachas. Asimismo, el frente estacionario no. 49, sobre Coahuila, favoreció un incremento de nublados y lluvias con tormentas locales en Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

2005. En este año tampoco se emitieron declaratorias.

2006. La SEGOB emitió dos declaratorias por contingencia climatológica a causa de granizadas ocurridas el 22 y 24 de abril en Arteaga y Candela, respectivamente(D.O.F. 2006). Además, en diciembre se declaró estado de emergencia en Ocampo, Sierra Mojada y Ramos Arizpe a causa de las nevadas registradas por el paso del frente frío No. 20, durante el cual ocurrieron siete de los ocho decesos provocados por fenómenos hidrometeorológico en el estado(D.O.F. 2006).

2007. El 24 de abril, se formó un tornado entre México y Estados Unidos de América provocando tres muertes, 150 heridos, más de siete mil damnificados y pérdidas de 125.2 millones de pesos en daños, representando el 84% del total de daños cuantificados por fenómenos hidrometeorológico en todo el país.(D.O.F. 2007).

De acuerdo con la información del Servicio Nacional del Clima de Estados Unidos, el último tornado con características similares que se había presentado en dicha región, fue hace más de 50 años. En México, existen algunos estudios que

mencionan la presencia de tornados en territorio nacional, sin embargo no se ha llevado un registro sistemático de los mismos, por lo que la información del impacto social y económico que han provocado estos fenómenos es casi inexistente.

2008. Se presentaron lluvias, inundaciones y ciclones tropicales causando daños por 0.2 millones de pesos, así como afecciones a 320 personas. Las abundantes lluvias del 7 de octubre causaron hundimientos e inundaciones atípicas en Matamoros, Fco. I. Madero y San Pedro de las Colonias en donde el Ejército Mexicano activó el Plan de Emergencia DN-III-E, debido a la amenaza de desbordamiento del río Nazas(D.O.F. 2008).

2009. No se presentó algún fenómeno natural por el cual haya sido necesario emitir una declaratoria de emergencia o desastre.

Incendios Forestales

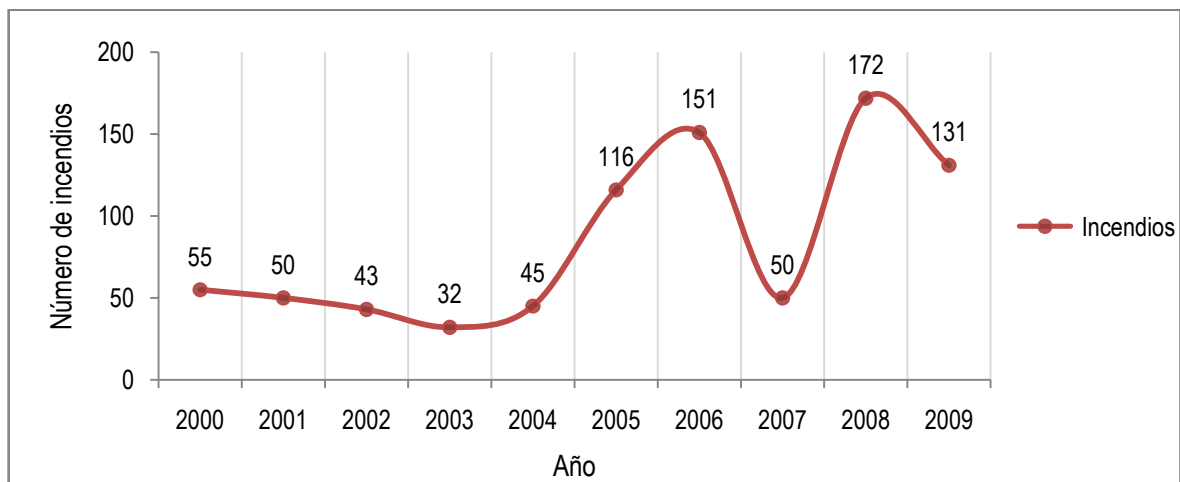
El fuego es un factor ambiental importante que puede considerarse como elemento del clima para moldear el ciclo de vida de la vegetación. En los últimos años, los incendios forestales se han convertido en la tercera causa más importante de pérdida de la superficie forestal en México (SEMARNAT 2001).

En México los incendios forestales se presentan en la temporada de sequía alcanzando sus niveles críticos durante el periodo de marzo-junio, dependiendo de la situación geográfica de las diferentes regiones (Bitrán-Bitrán 2001, CONAFOR 2008).

Los fenómenos meteorológicos registrados durante 1997 y parte de 1998 conocidos como «El Niño» ocasionaron una severa sequía, la cual favoreció una incidencia anormal de incendios forestales en todo el territorio nacional, en relación con los últimos 50 años (SEMARNAT 2001).

Por tal motivo durante la primavera de 1998, el país presentó una de las mayores tragedias con respecto a la incidencia e intensidad de los incendios forestales. Durante siete meses, más de 200 mil hectáreas fueron quemadas. A diferencia de las condiciones climáticas de otros años, durante 1998 las circunstancias fueron totalmente atípicas y adversas, lo que provocó que se presentaran cifras record de 14,445 incendios reportados, con una superficie de 849,632 hectáreas afectadas y un promedio de 58.82 hectárea por incendio (SEMARNAT 2001).

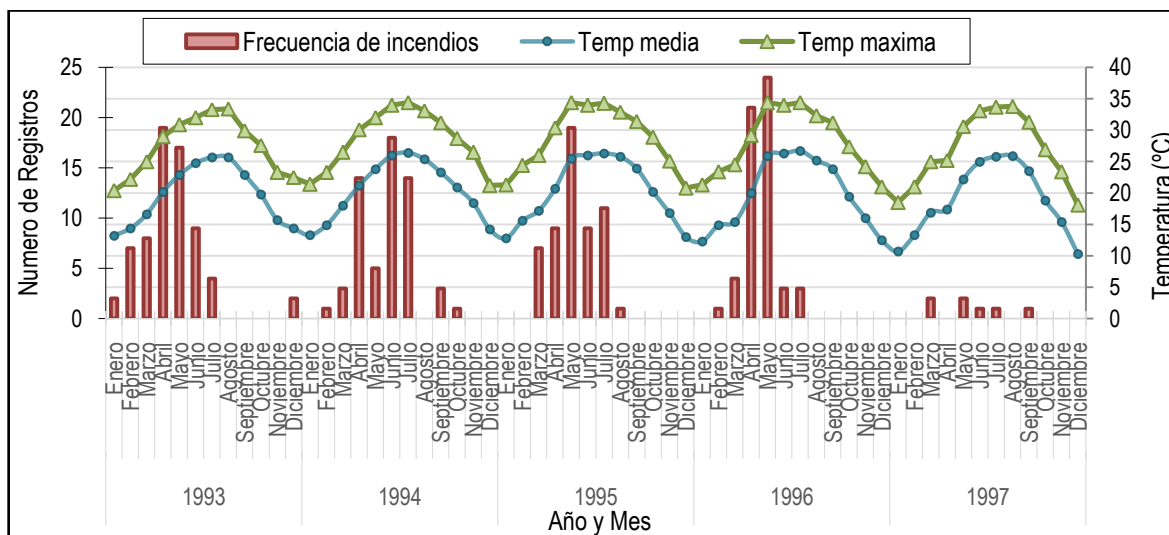
En el estado de Coahuila se tienen registrados un total de 845 incendios en el periodo del 2000 al 2009; afectando una superficie de 99, 865.69 hectáreas. Los tipos de vegetación perjudicados resultaron arbustos y matorrales (53.3%), pastizales (42.6%) y arbolado adulto (4.1%).



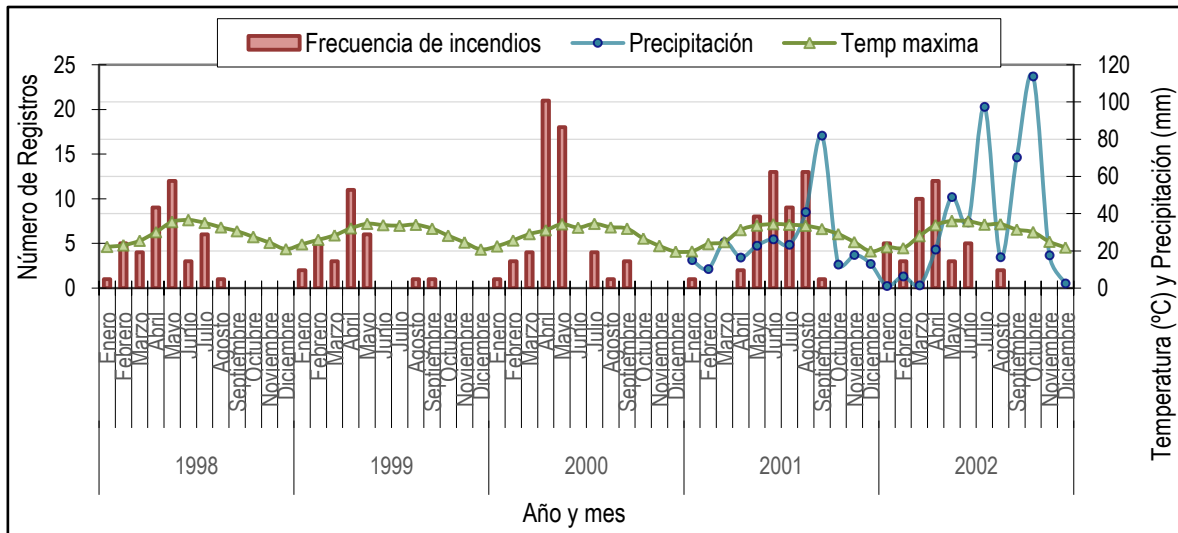
Gráfica 14. Número de incendios registrados en Coahuila durante el 2000-2009

De acuerdo a los datos obtenidos se destacan los años 2005, 2006 y 2008 por la cantidad de siniestros ocurridos en el estado.

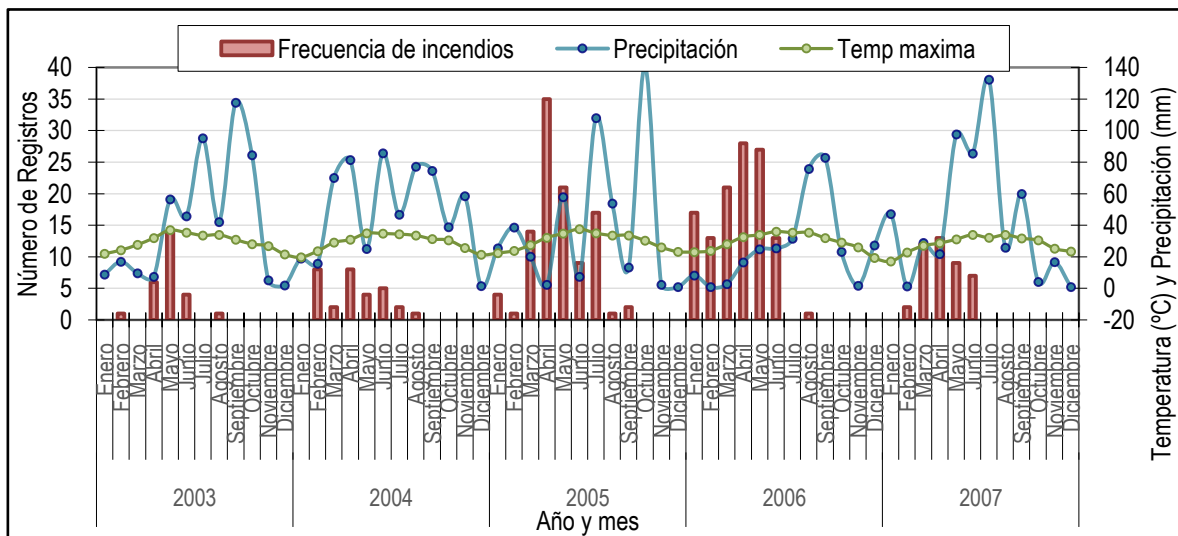
La temporada de incendios en el estado, según los datos correspondientes al periodo de 1993 al 2007, abarca los meses de febrero a julio de los cuales sobresalen los meses de abril y mayo con registros superiores a los 150 incendios en el tiempo de estudio, no obstante en el 2001 el mes con mayor número de reportes fue agosto lo que es inusual puesto que no está dentro de la temporada. Además como se observa en las siguientes gráficas, la temporada en la que se presentan estos eventos tiende a recorrerse hacia los primeros meses del año.



Gráfica 15. Relación entre número de registros de incendios y las temperaturas medias y máximas durante 1993-1997



Gráfica 16. Relación entre número de registros de incendios, la temperatura máxima y la precipitación durante 1998-2002



Gráfica 17. Relación entre número de registros de incendios y la temperatura y precipitación durante 1993-2007

Carbono negro y retroalimentación

Existen otras influencias antropógenas sobre el clima además de los gases de efecto invernadero. Hay cada vez más evidencias acerca de las consecuencias sobre la variabilidad del clima provocadas por el hollín, compuesto de aerosoles de carbono negro provenientes de incendios terrestres. El efecto de recalentamiento del carbono negro podría ser tres veces mayor al que le atribuye

el último informe del IPCC, transformándolo en el segundo agente climático más importante luego del dióxido de carbono (Ramanathan y Carmichael 2008).

B. DESCRIPCIÓN DE COSTOS Y CONSECUENCIAS DE TRAGEDIAS METEOROLÓGICAS EN EL ESTADO POR SECTOR

La mayor parte de los desastres son ocasionados por fenómenos de origen hidrometeorológico (UNISDR 2005) aumentando considerablemente en los últimos decenios los costos derivados de los fenómenos meteorológicos ordinarios y extremos (IPCC 2001, Munich Re 2004). En especial las pérdidas experimentadas a nivel mundial ponen de manifiesto el rápido aumento de los costos por efecto de sucesos meteorológicos extremos desde los años 70 (Bates, y otros 2008), a pesar de esfuerzos importantes y crecientes por fortalecer la infraestructura y mejorar la preparación frente a desastres (IPCC 2001).

Para evidenciar lo anterior, basta señalar que las pérdidas globales por desastres relacionados con el clima ascienden a un total de \$83 billones de dólares durante la década de 1970, incrementándose a \$440 billones en los años de 1990, lo cual es proporcional al número de “grandes catástrofes naturales” ocurridas en ambas décadas, que se incrementaron de 29 a 74 (Munich Re 2004).

Muchos de los datos en los costos de desastres naturales son compilados por compañías de seguros y se enfocan en pérdidas económicas en vez de las pérdidas de modos de vida y es poco probable que capture el efecto de los desastres de pequeña escala y el impacto que estos tienen en los hogares. Es más, las evaluaciones típicamente no capturan las pérdidas económicas acumulativas ya que están basadas en periodos puntuales de tiempo (Benson y Clay 2004). Por lo tanto, el verdadero costo de los desastres para los países en desarrollo está frecuentemente subestimado (Stern 2006).

En México, los daños directos e indirectos generados por desastres meteorológicos ascienden anualmente, en promedio, a unos 230 millones de dólares y a la pérdida de 230 vidas humanas, cifra aún considerable (Bitrán, D., 2001). Sin embargo, a escala regional, no hay investigaciones que estudien la frecuencia de los desastres naturales y los costos que estos implican a los diferentes sectores de los estados.

Esta sección provee información³ y un análisis de los costos aproximados de los impactos que han tenido las tragedias meteorológicas en el Estado de Coahuila en los diferentes sectores, durante el periodo de estudio.

Panorama General de México Anterior al Periodo de Estudio

México se ve afectado por diferentes fenómenos naturales de efectos desastrosos y sus consecuentes costos humanos y económicos. De acuerdo a cifras conservadoras, los daños sufridos durante los 20 años comprendidos entre 1980 y 1999, ascendieron a 4,547 millones de dólares y a 2,767 muertos.

Cabe señalar que una buena parte de los desastres fueron a causa de huracanes y lluvias torrenciales e inundaciones. No obstante, más de la mitad de los daños, hacen referencia a fenómenos entre los que se encuentran sequías, heladas, granizadas y ondas cálidas o gélidas, principalmente.

Referente a Coahuila, los eventos que generaron mayores costos fueron el Huracán Gilberto y la Sequía de 1980 (Cuadro 3). El Huracán Gilberto, uno de los desastres meteorológicos de gran trascendencia en todo el país, provocó cinco muertes, 3,500 damnificados, 5,000 evacuados y más de 653 casas habitación dañadas en el estado (CNA 1989). En tanto que los diez años de sequías que el

³ Dicha información se basa en estimaciones de fuentes oficiales y medios de comunicación.

estado sufrió entre 1979 y 1988, ocasionaron pérdidas por 5,000 millones de pesos.

Los extremos del clima en la región ocasionaron serios daños al sector agrícola y ganadero por fenómenos meteorológicos como sequías, heladas y granizadas. Así, los daños por las heladas registradas ascendieron a 3,527 millones de pesos y 19, 428 hectáreas (ha) de cultivo perdidas. A lo anterior se suman las consecuencias que traen a su vez este tipo de desastres, ya que entre los efectos colaterales de la sequia, se incrementó la migración del campo a las ciudades y a los Estados Unidos (Bitrán, 2001). Destaca además, que durante el año de 1988, el fuego consumió cerca de 100 mil hectáreas (CNA 1989).

FECHA	EVENTO	REGIÓN AFECTADA	DAÑOS
16/06/80	Sequía	Coahuila y Sinaloa	Pérdidas: 5,000 mdp
14/09/88	Huracán "Gilberto"	Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, Quintana Roo, Yucatán, Campeche	Cinco muertos, 5,000 evacuados
30/05/95	Lluvias torrenciales	Coahuila y Tamaulipas	150 evacuados
24/03/98	Incendio forestal	Veracruz, Coahuila, Nuevo León, Hidalgo, Michoacán y San Luis Potosí	6,000 evacuados 16,080 hectáreas
18/04/98	Incendio forestal	Coahuila y Guanajuato	1,600 hectáreas consumidas
31/05/98	Altas temperaturas	Coahuila, Michoacán	44 niños muertos en cinco meses Coahuila: los habitantes ingieren el agua que pasa por los canales de riego agrícola, 100 mil cabezas de ganado han muerto y el 50% de los cultivos se han perdido.

Cuadro 3. Daños por principales desastres en Coahuila de 1980 a 1999 según año de ocurrencia

Costos y consecuencias por sector

De acuerdo a lo descrito en la sección anterior, se registraron 124 eventos meteorológicos en Coahuila del año 2000 al 2009 y 12 de ellos fueron catalogados bajo algún tipo de declaratoria por parte de la Secretaría de Gobernación.

Cabe señalar que generalmente los fenómenos meteorológicos que derivan en declaratoria de desastre suelen implicar costos superiores a los eventos con estatus de emergencia o contingencia climatológica, aunque esos últimos conllevan generalmente costos económicos significativamente mayores al sector agropecuario.

Un aspecto importante a considerar es que los costos asociados a muchos de los fenómenos meteorológicos que no están bajo algún tipo de declaratoria representan pérdidas cuantiosas y en muchas ocasiones subestimadas. Además se debe tomar en cuenta la duración y el área de afectación para la evaluación de las pérdidas y las consecuencias que deriven de tales eventos.

Por tanto, la severidad de los impactos variará de región a región, dependiendo de la vulnerabilidad física, el grado de desarrollo socioeconómico y la capacidad de adaptación (UNEP 2008); lo cual puede observarse en la tendencia ascendente de pérdidas por catástrofes en los últimos 50 años, que está vinculada a factores socioeconómicos, tales como el crecimiento de la población, el aumento de la riqueza, y la urbanización de zonas vulnerables; así como a factores climáticos relacionados con los cambios de precipitación e inundaciones (IPCC 2001).

Por consiguiente, se tomaran en cuenta los siguientes sectores sociales para la identificación y apreciación de daños que los fenómenos meteorológicos han

ocasionado a su paso por el estado y que, a su vez, permiten percibir las consecuencias de un mismo evento en diferentes ámbitos.

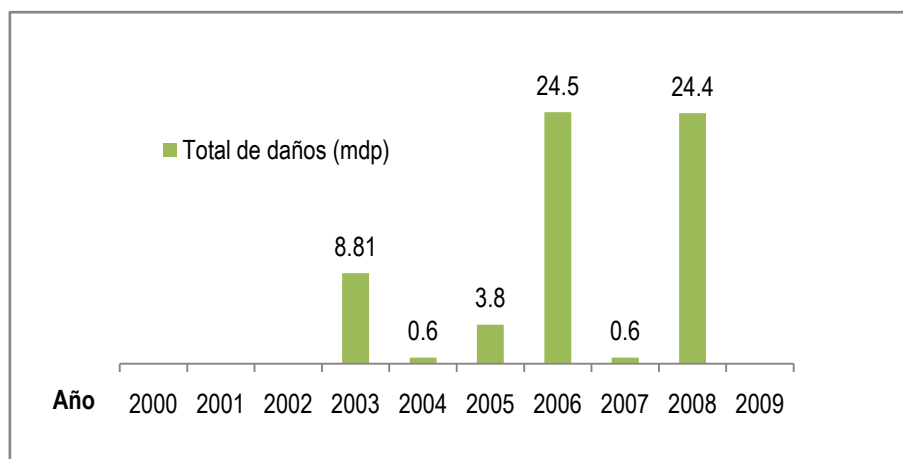
Sector Forestal

Los incendios son la principal causa de daños y pérdidas en el sector forestal. Del 2000 al 2009 la CONAFOR ha reportado 844 incendios en el estado de Coahuila, que han afectado una superficie aproximada de 100,534.39 hectáreas, como se observa en el Cuadro 4.

AÑO	NÚMERO DE INCENDIOS	SUPERFICIE AFECTADA (hectáreas)	TOTAL DE DAÑOS (millones de pesos)
2000	54	8,988.50	*
2001	50	2,108.00	*
2002	43	13,121.46	*
2003	32	1,414.85	8.81
2004	45	44.88	0,6
2005	116	3,808.6	3.8
2006	151	24,475,4	24.5
2007	50	668.7	0.6
2008	172	24,428.50	24.4
2009**	131	21,475.50	*

Cuadro 4. Total de daños por incendios forestales del 2000 al 2009

Los daños provocados por incendios suman un total de 62.71 millones de pesos en el periodo que comprende los años 2003 al 2008 (Gráfica 28).



Fuente: Cenapred

Gráfica 18. Total de daño por Incendios Forestales del 2003 al 2008

Sector Agrícola y Alimentos

En general la mayoría de las tierras de pastoreo se encuentran en áreas semiáridas susceptibles al déficit hídrico; por lo tanto, toda disminución posterior de los recursos hídricos afectará en gran medida a su capacidad de pastoreo y adicionalmente, una variabilidad mayor del clima y de las sequías puede acarrear pérdidas de ganado.

Las pérdidas catastróficas más frecuentes, resultantes de la inexistencia de un acondicionamiento previo frente a los fenómenos meteorológicos, sobrevienen en establos confinados, y las pérdidas económicas ocasionadas por un menor rendimiento de la ganadería superan con creces las acarreadas por la mortandad de ganado.

En México, las pérdidas de producción podrían estar vinculadas principalmente a la sequía, por efecto de una disminución de las zonas agroecológicas idóneas para el cultivo de maíz (Conde, Liverman, y otros 1997). Desafortunadamente este fenómeno que cada vez se presenta con mayor frecuencia no sólo en México sino

en todo el mundo, causa grandes pérdidas económicas por la escasa actividad agrícola o la muerte del ganado (Bitrán-Bitrán 2001).

Durante el año 2000 las principales entidades que resintieron los efectos de las sequías fueron Aguascalientes, Guanajuato y Coahuila. Los daños totales por este concepto sumaron 62 millones de pesos (fondo revolvente) solo en el estado, de los cuales 24.8 millones fueron proporcionados por el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) y 37.2 millones por recursos estatales. Además migraron dos millones de jornaleros.

En el 2002 las sequías causaron daños por 5.5 millones de pesos causando pérdidas de 4,000 cabezas de ganado perdidas. En tanto que, los fenómenos meteorológicos ocurridos en el año 2004 produjeron importantes pérdidas en el sector agrícola, que afectaron una superficie superior a las 730 ha de cultivo en el estado. De las cuales, las lluvias atípicas dañaron 129 hectáreas de cultivo y/o pastizales además de ocasionar pérdidas estimadas en 10.67 millones de pesos para el sector agropecuario, de los cuales 9.325 mdp., como resultado de daños directos y 1.345 mdp por daños indirectos (Bitrán-Bitrán, García-Arróliga, y otros 2005).

Los daños en el sector agropecuario se dieron principalmente en la infraestructura agrícola y en el sector pecuario, fueron ocho los municipios afectados por estos conceptos: Zaragoza, Piedras Negras, Muzquiz, Juárez, Sabinas, San Juan de Sabinas, Guerrero y Nava. El más afectado, con más de cinco millones en daños, fue el municipio de Zaragoza.

En total sufrieron afectaciones más de 250 predios, entre pequeñas propiedades y ejidos, asimismo, fueron destruidos más de mil kilómetros de cercas. Este fue el rubro de mayor incidencia, ya que el costo por kilómetro es de aproximadamente 12 mil pesos.

Se reportaron las pérdidas de 1,034 cabezas de ganado bovino y de 149 de ganado caprino a consecuencia del fenómeno, éstas últimas en el municipio de Zaragoza únicamente. El monto total de daños en lo referente a la ganadería fue de casi 2.5 millones de pesos.

También se presentaron daños en algunos cultivos, específicamente en el de avena forrajera, nogal mejorado, zacate buffel y maíz, el cultivo más afectado fue la avena con un total de 52 hectáreas, seguido por el maíz que presentó afectaciones en 42 hectáreas. El monto mayor de los daños fue el que ocurrió en el cultivo del nogal mejorado (su precio medio rural por tonelada es de 25 mil pesos). Los daños totales en cultivos fueron estimados en 1.3 millones de pesos, un millón correspondiente al nogal y el resto a los demás cultivos.

Durante el 2008 como consecuencia de la sequía, al menos 120 mil hectáreas de hortalizas y forrajes resultaron con daños y según la Cámara Agrícola y Ganadera en el sector pecuario afecto a más de 20 mil cabezas de ganado sólo en el municipio de Viesca.

En los municipios de Matamoros y Viesca se perdió cerca del diez por ciento (10%) del total de la superficie sembrada con melón, a causa de una helada tardía en el mes de abril de 2008, el porcentaje anterior representa daños equiparables a 6,000 toneladas de la fruta equivalente a 250 ha de este cultivo. Además durante el mismo mes, pero derivados de granizo y lluvias intensas, 500 hectáreas de melón y sandía resultaron afectadas en la Comarca Lagunera y 25 colonias inundadas en Matamoros.

Las inundaciones que dejó el río Nazas, el mes de octubre del 2008, afectaron más de 600 hectáreas de cultivos de tomate, algodón, alfalfa, nogal, chile, avena forrajera, sorgo forrajero y escobero, en la región (principalmente los municipios de San Pedro y Francisco I. Madero).

Entre los daños registrados como consecuencia de las heladas tempranas, ocurridas en septiembre del mismo año, se encuentran la pérdida de más de 40,000 hectáreas de maíz y frijol que resultaron perjudicadas en la región sureste del estado; cerca de 5,000 hectáreas dañadas, de productores sociales y otras 17,000 hectáreas de pequeños propietarios en Arteaga; mientras que en Saltillo, se reportaron 20,000 hectáreas de maíz y frijol.

Debido a la sequia que azotó a las regiones Carbonífera y Norte, durante casi nueve meses en 2009, disminuyeron considerablemente los ingresos del sector ganadero, esto a causa del bajo peso del ganado. Las exportaciones de las vacas y becerros cayeron hasta un 50% provocando pérdidas millonarias.

Y en noviembre del mismo año, las heladas afectaron siembras de forraje en los ejidos de San Francisco y Los Litios en Melchor Múzquiz sin contar aun con cifras que reflejen las perdidas o las hectáreas dañadas.

Cuadro 5. Resumen de daños al Sector agropecuario

AÑO	DAÑOS				TOTAL (MILLONES DE PESOS)
	Sequia	Lluvias atípicas	Inundaciones	Heladas	
2000	62	-	-	-	62
2002	5.5	-	-	-	5.5
2004		10.67	-	-	10.67
2008	120,000 ha cultivo* 20,000 cabezas de ganado*	500 ha cultivo*	600 ha cultivo*	250 ha melón* 40,000 ha cultivo*	*
2009	190	-	-	Siembras de forraje*	190

Fuente: Cenapred *No estimado aún

Adicionalmente, de 1999 a 2009, se introdujeron a México al menos 26 plagas, las cuales fueron notificadas oportunamente. Aunque muchas de ellas fueron introducidas por la movilización de mercancías en el comercio internacional, otras

se introdujeron por su capacidad inherente de dispersión o por eventos meteorológicos como ciclones, para el caso de la palomilla del nopal o el acaro rojo de las palmas, o por el movimiento de las masas de aire como la roya asiática de las leguminosas.

Según el Sistema de Alerta Fitosanitaria de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas, en 2009 se notificó sobre la introducción de la enfermedad de Pierce en el Municipio de Parras, Coahuila. La enfermedad de Pierce es ocasionada por la bacteria *Xylella fastidiosa*, la cual representa una seria amenaza para los cultivos de vid, ya que se presenta de manera progresiva, siendo capaz de eliminar plantas, en un periodo de dos a tres años. Se disemina por medio de insectos vectores de la Familia Cicadellidae, comúnmente conocidas como chicharritas.

Al parecer, una de las ramas de la economía que con mayor severidad es impactada por los desastres, es la agricultura y según las proyecciones, el aumento de fenómenos meteorológicos extremos (por ejemplo, episodios de alta temperatura o de sequía)(Meehl y Tebaldi 2004, Schär, y otros 2004); intensificaría la variabilidad de la producción agrícola (Jones, y otros 2003) y reduciría la producción promedio (Trnka, Dubrovski y Zalud 2004).

Entre los impactos del cambio climático (por efecto de la alteración de los fenómenos atmosféricos y climáticos extremos) para la agricultura, silvicultura y los ecosistemas, se proyecta un aumento de plagas debido a los días y noches más cálidos y más frecuentes; un incremento de la degradación de la tierra, disminución de los rendimientos por daños a los cultivos, mas cabezas de ganado muertas y mayores riesgos de incendios incontrolados a causa del aumento de las sequias (IPCC 2007).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación los costos estimados de adaptación al cambio climático, en los

países subdesarrollados, ascienden a decenas de billones de dólares anualmente durante las próximas décadas (FAO, 2008). Y de acuerdo a algunas proyecciones, la mitad de toda la superficie agrícola en América Latina es probable que sea afectada por la desertificación y /o salinización para el año 2050.

Sector Hidrológico

Existen diversos cambios climatológicos como efectos de ondas tropicales que aumentan las precipitaciones pluviales del país, generando un exceso que provoca desbordamiento de ríos y/o inundaciones. Los mayores daños causados por eventos meteorológicos a la infraestructura hidráulica se detallan a continuación.

Las lluvias atípicas ocurridas el cuatro de abril del 2004 ocasionaron que aumentaran el caudal en los afluentes mexicanos y el cauce principal del Río Bravo. La mayor parte de la creciente ocurrió en el río Escondido, que cruza la población de Piedras Negras, Coahuila, y fue de tal magnitud, que destruyó la estación hidrométrica, por lo que no se cuantificó el gasto máximo. La infraestructura hidráulica resultó con severos daños tanto la que está a cargo de la Comisión Nacional del Agua, como la administrada por la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento de Coahuila.

En el primer caso la CNA reportó daños en las obras de captación, de conducción y de distribución de agua potable. Los municipios más afectados fueron los de Piedras Negras, San Juan de Sabinas y Zaragoza.

En total las pérdidas, en infraestructura de CNA, ascendieron a poco más de 11 millones de pesos. Las mayores afectaciones se presentaron en el cauce de los ríos con un 57.7% seguido, en menor medida, por los daños en la infraestructura de saneamiento con un 26.8% y en la infraestructura de agua potable con un

13.2%. Del total de afectaciones, el municipio de Piedras Negras concentró un 64.6% (7.2 millones de pesos).

En este caso, los recursos para resarcir los daños tuvieron su origen en recursos federales (40%), y el restante 60% correspondió a recursos estatales. Además de las afectaciones descritas anteriormente, la CNA reportó el daño de una estación hidrométrica que fue arrastrada por el torrente de agua, hecho que a su vez impidió medir la cantidad de agua que cayó el día del siniestro. Dicha red se evaluó a un costo de reposición de 25 mil dólares y/o 287 mil pesos, al tipo de cambio promedio de 11.5 pesos por dólar.

En resumen, el total de afectaciones en infraestructura a cargo de la CNA se calcularon en 11.4 millones de pesos de los cuales la gran proporción fueron daños directos.

Las afectaciones ocurridas en la infraestructura a cargo de la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento de Coahuila (CEAS) arrojaron un total de pérdidas del orden de los 4.4 millones de pesos. En este caso, los daños fueron más focalizados, siendo el municipio de Piedras Negras el que concentró un 94.7% del total de las afectaciones lo que significó daños por 4.2 millones de pesos.

Las afectaciones se concentraron en la reposición de equipo de bombeo, red de atarjeas y diversa tubería de acero para agua potable, entre otros.

El monto total de las afectaciones en el sector hidráulico a causa del evento fue de **15.9** millones de pesos, que representa un poco más del 10% con respecto al total de los daños computados en todos los sectores por el desastre.

Finalmente destaca que durante el 2008 los habitantes de El Sauce y La Palma, en San Pedro pasaron dos meses sin recibir agua potable como consecuencia de la sequía que afectó a la región.

Sector Biodiversidad

Si bien los desastres naturales pueden ser devastadores tanto para los seres humanos como para la infraestructura clave, la naturaleza misma puede ser otra víctima directa o indirecta en un desastre natural. Luego, los daños consiguientes pueden incluir el incremento de la explotación de recursos por parte de poblaciones desplazadas o afectadas de otra manera, y la reasignación del apoyo quitándosela a la protección ambiental, en nombre de una emergencia (WRI 2003).

Un fenómeno meteorológico que causó gran impacto en los diferentes sectores y ocasiono importantes pérdidas económicas fue el tornado que tuvo lugar en el municipio de Piedras Negras el año del 2007. Este evento provocó la caída de árboles, causando un daño ecológico severo, cuyo impacto ambiental es prácticamente incuantificable. La zona afectada por el tornado, contaba con una gran población de nogales, alamillos y palos blancos, árboles de entre 20 y 35 metros de altura y con más de 100 años de edad. A consecuencia del tornado, se estima que al menos 1,200 de estos árboles fueron derribados o afectados gravemente.

El monto de los recursos utilizados para las acciones de reforestación, retiro de árboles caídos y remoción de escombros, fue de **22.6** millones de pesos aproximadamente.

Durante la granizada ocurrida en abril del 2008 se reportó la caída de más de medio centenar de árboles en el municipio de San Juan de Sabinas.

Sector Urbano

En el año 2004 se presentaron fenómenos meteorológicos en la región que dejaron cuantiosos daños y un número de personas fallecidas importante. En el municipio de Piedras Negras donde, derivado de una inundación 38 personas perdieron la vida, cientos de casas presentaron daño total y una gran cantidad de automóviles fueron arrastrados por la corriente.

Las lluvias atípicas causaron ese año daños a 1,830 viviendas, 20 escuelas, resultando afectadas 6,692 personas (se consideran personas lesionadas, desaparecidas y evacuadas), generando un total de 156.4 millones de pesos en daños a todos los sectores.

Referente a la infraestructura social, se generaron pérdidas estimadas en **34.58** millones de pesos por concepto de daños a viviendas, de los cuales 26.28 millones corresponden a daños directos mientras que 8.3 millones, por daños indirectos.

Particularmente entre los daños más relevantes a causa del mismo evento, se encuentran los acaecidos, en el municipio de San Juan de Sabinas por las inundaciones causadas por el desbordamiento del Río Álamo dejaron daños por 14 millones de pesos. Se dañaron 244 viviendas, cuatro de las cuales fueron completamente destruidas, 960 damnificados y un muerto.

Se destinaron 754 millones de pesos, de los recursos autorizados con cargo al fideicomiso FONDEN, para la reconstrucción de vivienda de la población de bajos ingresos, dañada por las lluvias extremas ocurridas en 2007 en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tabasco.

Los daños ocasionados por lluvias en el 2007, incluyen una persona fallecida, 609 personas afectadas, 117 viviendas dañadas y 0.5 millones de pesos en daños.

El tornado que afecto Piedras Negras en abril del 2007 ocasiono la muerte de tres personas, 7,132 personas afectadas entre heridos, evacuados y damnificados y 1,380 viviendas dañadas.

Durante la granizada y los fuertes vientos de casi 100 km/hr ocurridos en abril del 2008 y que acontecieron en las regiones de Cinco Manantiales y Carbonífera, se reportaron daños a vehículos y derrumbes de casas, anuncios espectaculares, postes de luz, entre otros.

La granizada acontecida en marzo del 2009 ocasiono daños a vehículos, casas, semáforos y cableado eléctrico de la región Cinco Manantiales.

Los fuertes vientos de hasta 70 km/hr reportados en julio del 2009, provocaron que 120 familias fuesen evacuadas en San Buenaventura y trasladadas a un albergue. Además, el fenómeno el cual no estaba pronosticado, derribó postes, árboles, anuncios panorámicos e incluso varias viviendas estuvieron a punto de derrumbarse.

Sector Educativo

Los desastres climáticos pueden amenazar la infraestructura educativa imposibilitando que los niños acudan a la escuela. Por ejemplo, en 1998 el huracán Mitch destruyó el 25% de las escuelas de Honduras. (Overseas Development Institute 2005).

Dentro de los impactos causados al sector educativo por las lluvias e inundaciones, ocurridas el mes de abril de 2004, se encuentran afectaciones en 11 inmuebles, de los cuales siete de ellos se ubican en la localidad de Villa de Fuente, mientras que los restantes cuatro se localizan en Piedras Negras.

Los espacios educativos registraron daños de diversa índole, en la mayoría de los casos consistió en daños en cerco o barda perimetral, sistemas hidráulicos, sanitarios y eléctricos así como daños en el inmobiliario. En este último caso se calcularon daños por 1.7 millones de pesos, los cuales en la mayoría de los casos no son amparados, por ningún programa y son en gran medida elementos básicos para la enseñanza como computadoras, bancas, libros, papelería, material didáctico, entre otros.

Los daños totales en este sector fueron estimados en aproximadamente 10 millones de pesos, de los cuales, los sujetos a apoyos del Fondo de Desastres Naturales fueron solamente de 4.6 millones de pesos.

Dentro de la infraestructura social, la educativa fue la segunda más afectada por el tornado del 2007. En total se reportaron 24 escuelas con algún tipo de daño. Sin embargo, fueron dos los planteles que concentraron la mayor cantidad. Además, fue necesaria la suspensión de labores en los 24 planteles afectados. Por tal motivo, se vieron interrumpidas las labores de 13 docentes y 382 alumnos.

Dentro de los daños en mobiliario reportados por la Secretaría de Educación del estado de Coahuila, se encuentran dos centros de cómputo, cuatro enciclopedias, escritorios, sillas y sistemas de aire acondicionado, así como vidrios y cancelería.

Con el fin de agilizar el regreso a clases en la primaria Centenario, fue necesario rentar diez aulas móviles y diez sanitarios por seis meses, tiempo en el que se estimó quedaría terminada la obra de reconstrucción del plantel, lo anterior, requirió de una inversión cercana al millón de pesos. Asimismo, se rentó maquinaria, se traslado personal y se compró equipo de limpieza (escobas, cubetas, carretillas, etc.).

En resumen, el monto de los daños en el sector educativo fue de 9.7 millones, de los cuales 74% fueron considerados daños directos y 26% como efectos indirectos asociados al fenómeno.

Además, se derrumbó un plantel educativo como consecuencia de los vientos fuertes y la granizada ocurrida en abril del 2008 en San Juan de Sabinas.

Sector Salud

En su gran mayoría, los fenómenos meteorológicos extremos tienen consecuencias negativas para la salud de las personas; la cantidad y la gravedad de los impactos sobre la población afectada puede variar y puede implicar una lesión física u otros efectos de salud. Considerando el alcance y la gravedad de las consecuencias para la salud después de desastres, la profesión médica ha desarrollado nuevos enfoques y nuevos mecanismos que se refieren como "medicina de desastres" o "gestión de desastres de salud".

Después de ocurrido un desastre, el sector salud es probablemente de los más activos, ya que realiza acciones de atención médica, control de vectores, vigilancia epidemiológica, regulación sanitaria y promoción de la salud (CENAPRED y SEGOB 2009). Además el impacto por los fenómenos meteorológicos, se extiende también a la posibilidad de enfermedades infecciosas derivadas de la variabilidad en la disponibilidad del agua en la Región. (PNUMA y SEMARNAT 2006).

Las bajas temperaturas afectan principalmente a la población, vivienda y productos agrícolas. En cuanto a sus efectos sobre la población, estos se suelen manifestar en infecciones respiratorias agudas (IRAS), así como afecciones derivadas del uso de materiales y utensilios para la calefacción. En efecto la mayoría de las defunciones a causa de las bajas temperaturas se derivan principalmente de intoxicaciones por gas butano y monóxido de carbono y por quemaduras e hipotermias.

En el año 2002, las bajas temperaturas dejaron un saldo de cuatro personas fallecidas.

A diferencia del año anterior, donde el costo de los daños debido a bajas temperaturas fue de cierta importancia (46.9 millones de pesos), en 2003 no se presentaron daños materiales, ni daños en cultivos, sin embargo se registraron seis muertes de las cuales tres ocurrieron en Saltillo y tres en Piedras Negras. Se activaron dos refugios temporales debido a la temporada invernal en el municipio de Piedras Negras, en los cuales fueron atendidas 44 personas.

En el año 2004 se presentaron fenómenos meteorológicos en la región que dejaron cuantiosos daños y un número importante de personas fallecidas. Derivado de las lluvias torrenciales e inundaciones ocurridas el cuatro de abril del 2004, en el municipio de Piedras Negras 38 personas perdieron la vida. Los daños directos al sector salud ascendieron a 1.7 millones de pesos y los daños indirectos a 2.681 millones por lo que las afecciones al sector totalizan **4.381** millones de pesos.

Cuadro 6. Costos totales del Sector salud por evento meteorológico de abril de 2004.

CONCEPTO	CANTIDAD	MONTO (MILES DE PESOS)
DAÑOS INDIRECTOS		
Medicamentos	103 claves	906.3
Material de curación	13 claves	21.6
Substancias	1	1.2
Abate	711	sacos 127.9
Nebulizaciones	72 bidones	150
Agnique	5 tambos	345.6
Reactivos	30 kits	150
Laboratorio dengue	17 claves	57.3
Trípticos	10000	30
Volantes	10000	10

CONCEPTO	CANTIDAD	MONTO (MILES DE PESOS)
DAÑOS INDIRECTOS		
Cal	20 toneladas	28
Repelente contra mosquito	15,000 frascos	420
Bolsa de plástico	1,200 paquetes	57.6
Medicamento controlado	4 claves	83.3
Motomochilas	3	17.4
Microscopios	2	30
Contratación de personal		150
Equipo de nebulización	1	95
Subtotal		2681.2
DAÑOS DIRECTOS		
Unidad móvil con daño total	1	1,700
Subtotal		1,700
Gran total		4,381.2

Fuente: Secretaría de Salud

Respecto a la infraestructura del sector salud, ésta no sufrió grandes daños, únicamente fue afectada una unidad móvil al caerle un árbol encima, producto de las intensas lluvias registradas. Sin embargo, las acciones realizadas por la Secretaría de Salud en caso de desastre van encaminadas al control de vectores, la vigilancia epidemiológica y la atención médica y psicológica de la población afectada, como se observa en el cuadro anterior.

Las bajas temperaturas en 2005 fueron la causa de tres muertes en el estado.

En el 2006 se registraron un total de ocho muertos a causa de fenómenos hidrometeorológico y siete de las defunciones fueron por bajas temperaturas.

En 2007 murieron 15 personas a causa de las bajas temperaturas; tres por hipotermia, 10 por intoxicación y dos por quemaduras.

A consecuencia del tornado ocurrido en Piedras Negras, la Secretaría de Salud del estado desplegó un operativo para proteger a la población expuesta, que de

acuerdo con cifras de la misma Secretaría, se calculó en ocho mil personas. Para cumplir con dicho objetivo, se conformaron 30 brigadas médicas, cinco brigadas de campo, se utilizaron tres máquinas fumigadoras y 13 motomochilas portátiles; el personal que trabajó en la zona fue de cerca de 400 personas, de las cuales 55 eran médicos, 73 enfermeras, 238 personal operativo y 31 profesionales de otro tipo. Desafortunadamente se registraron tres muertes asociadas directamente al tornado, así como 250 lesionados, 15 hospitalizados y nueve personas que requirieron intervención quirúrgica. Además en las acciones de atención médica se otorgaron un total de 2,497 consultas.

También se realizaron acciones para el control de vectores, con el fin de prevenir un brote de dengue, para cumplir con dicho objetivo se visitaron 2,873 casas, se revisaron 13,385 recipientes, de los cuales 10,017 fueron tratados; a su vez se fumigó una extensión de 623 hectáreas y se distribuyeron 1,410 bolsas de abate. En lo que se refiere a las acciones de regulación sanitaria y calidad del agua, se trabajó en diez colonias, en las cuales se verificó la calidad del agua y de los alimentos.

Todas las acciones mencionadas anteriormente, se cuantificaron como efectos indirectos asociados al desastre y sumaron 362 mil pesos. Asimismo, la Secretaría de Salud reportó afectaciones menores en algunos centros de salud, las cuales fueron atendidas con recursos propios y se estimaron en 150 mil pesos, los cuales fueron cuantificados como daño directo.

Durante el 2008 los habitantes de El Sauce y La Palma, en San Pedro pasaron dos meses sin recibir agua potable y temperaturas de hasta 43 grados centígrados, por lo que los niños de dichas comunidades manifestaron síntomas de deshidratación.

La granizada acontecida en marzo del 2009 en Morelos, una persona resultó lesionada en la cabeza, ya que las bolas de hielo eran del tamaño de una pelota de beisbol.

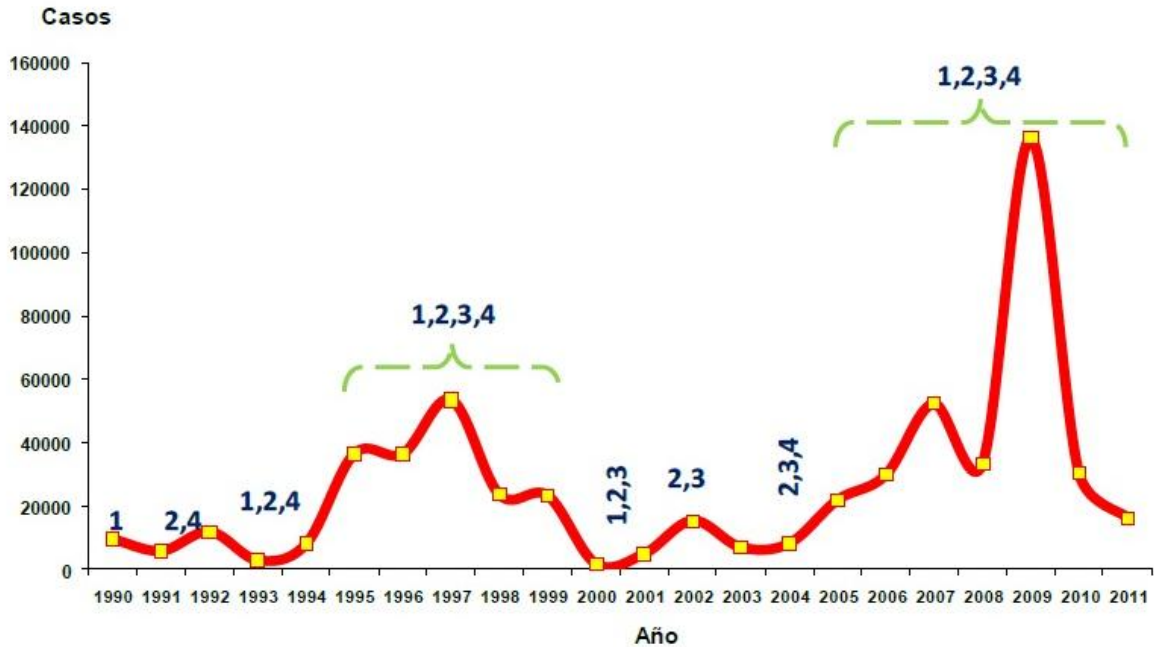
Es indudable que el clima puede producir efectos negativos de gran alcance sobre la salud humana, tanto por vía directa (por ejemplo, calor excesivo, o fenómenos meteorológicos/climáticos extremos) como indirecta (por ejemplo, vectores de enfermedades y agentes infecciosos, exposición ambiental o laboral a sustancias tóxicas, producción de alimentos)(IPCC 1997).

Sin duda la sequía, el incremento de temperaturas y otros factores como la escasez de alimento traerán consigo mayor cantidad de casos de enfermedades diarreicas agudas, deshidratación y desnutrición; sobre todo en la población con menores ingresos o grupos vulnerables como niños y adultos mayores.

Además, en la última década se ha observado un incremento en las enfermedades transmitidas por vector (ETV): se cuenta ya con registros de presencia de la enfermedad de Chagas en Coahuila, situación anormal pues no está dentro de su área de distribución.

Y finalmente entre las enfermedades transmitidas por vector y con presencia en el Estado, el dengue⁴, es la arbovirosis de mayor magnitud en el mundo en los últimos 25 años; el dengue clásico es la enfermedad re-emergente más importante y el dengue hemorrágico es la nueva ETV de mayor trascendencia en América. Dentro de los macro factores que podrían explicar la presencia y aumento de los casos de dengue, destacan los relacionados con el cambio climático que influye en la intensidad y duración de las temporadas de lluvia y frecuencia de huracanes.

⁴ Enfermedad infecciosa aguda cuyo virus es transmitido al ser humano por la hembra de mosquitos del Género *Aedes*



Fuente: SINAVE/DGE/SS. Sistema de vigilancia epidemiológica de dengue.

Gráfica 19. Casos y serotipos de dengue en México, 1990-2011.

Sector socioeconómico

Las precipitaciones registradas durante los días 4 y 5 de abril del 2004, en el Norte del estado de Coahuila, ocasionaron desbordamientos del río Escondido e inundaciones, provocaron daños a varios municipios; principalmente al de Piedras Negras, en la colonia de Villa de Fuente, produjeron la muerte de 38 personas y siete personas desaparecidas, afectaron la infraestructura urbana y las viviendas de la población, estimándose de manera preliminar daños totales de hasta \$13.0 millones de dólares. Este solo evento represento el 21.8% del monto total de afecciones.

Los daños y efectos totales se estimaron en poco más de 156 millones de pesos, de los cuales más de 64.8 millones (41.4%) correspondieron a daños en la infraestructura social, mientras que 63.9 millones (40.8%) a la infraestructura económica, el resto de los daños correspondió a sectores productivos y a la atención de la emergencia (Bitrán-Bitrán, García-Arróliga, y otros 2005).

Los daños en la infraestructura económica fueron bastante significativos, ya que representaron más del 40% del total de los daños ocasionados por el fenómeno. El sector más afectado fue el de comunicaciones y transportes, seguido de la infraestructura a cargo de la Secretaría de Obras Públicas y por último el sector eléctrico.

Según la Secretaría de Economía, el monto total de los daños al sector productivo fue de 13 mdp producto de las afectaciones a 19 locales comerciales, nueve establecimientos que brindaban algún tipo de servicio y dos industrias manufactureras y una más dedicada a laminados de barro.

Del tornado ocurrido en Piedras Negras en 2007 la infraestructura económica fue la que presentó el impacto más fuerte, a pesar de que únicamente fue afectado el sector eléctrico. El 40% del total de daños cuantificados correspondió a este tipo de infraestructura.

Los fuertes vientos ocurridos en julio del 2009 causaron pérdidas en infraestructura y anuncios espectaculares derribados, además de vidrios destrozados de establecimientos comerciales y de servicios en las regiones Centro y Carbonífera.

Sector energético

En el 2004 las inundaciones provocaron varios daños a la infraestructura del sector eléctrico, principalmente en el municipio de Piedras Negras. La Comisión Federal de Electricidad reportó daños por más de 11 millones de pesos, ya que sufrió embates en las líneas de media y baja tensión, postes, torres de línea, transformadores, entre otras instalaciones.

Se reportaron deterioros de la red general de alta tensión y líneas primarias por **8.5 millones de pesos**. Entre estos daños se encuentra el colapso de 14 torres de energía eléctrica y 20 postes.

Debido a lo anterior, se cortó el suministro eléctrico por aproximadamente 28 horas, lo que afectó a un total de 5,000 usuarios. Parte importante de las afectaciones fue que la Comisión Federal de Electricidad dejó de percibir ingresos por este concepto por un valor estimado en 255 mil pesos.

Producto de los daños ocasionados por el tornado ocurrido en 2007 sin duda, el sector más perjudicado, por la misma naturaleza del fenómeno, fue la infraestructura eléctrica. Sin embargo, la CFE cuenta con un Programa de Contingencias, y a sólo 24 horas de ocurrido el fenómeno, 80% de la población afectada ya contaba con el servicio de energía eléctrica. Para rehabilitar el servicio en una primera etapa, y luego para reconstruir totalmente la infraestructura dañada, fue necesario un amplio despliegue de recursos, tanto humanos como materiales. En total participaron 500 personas, entre contratistas y personal de la CFE, se utilizaron más de 200 vehículos, entre grúas telescópicas, camionetas, camiones y vehículos todo terreno. También, se utilizaron seis plantas de emergencia y un helicóptero.

Un aspecto que agilizó la rehabilitación del servicio, es que en la región existen once puntos de intercambio de energía eléctrica entre Estados Unidos y México, para abastecer puntos críticos como hospitales, estaciones de servicio, reclusorios y dependencias de gobierno. Ese tipo de convenios entre empresas o dependencias que prestan el mismo servicio en cada uno de los países, es una herramienta importante y pueden beneficiar a ambos países en caso de desastre.

En lo que se refiere a los daños en infraestructura eléctrica, se reportaron 580 postes caídos, 70 transformadores, 2,500 acometidas, 22 estructuras y 2,500 medidores domiciliarios. El costo para la rehabilitación del servicio se estimó en

4.4 millones de pesos, y para las acciones de reconstrucción, la inversión fue de 25.1 millones, sumando un monto total de daños de 29.5 millones.

Además del monto de daños en la infraestructura eléctrica, se presentaron algunos efectos indirectos que requirieron de una inversión extra. En este sentido, fue necesario invertir 1.4 millones de pesos en vuelos de helicóptero para la evaluación y supervisión de las obras; 7.9 millones en renta de equipo y contratación de recursos humanos, así como 11.3 millones en viáticos del personal de la CFE que trabajó en la zona, y otros gastos no previstos. En total, los daños en el sector eléctrico se estimaron en poco más de 50 millones de pesos, de los cuales, 25.1 se cuantificaron como directos y 24.9 como efectos indirectos.

Derivado de los fuertes vientos ocurridos en julio del 2009 se produjo daños en las líneas de energía eléctrica de la CFE, por lo que más de 1,200 usuarios quedaron sin energía eléctrica; siendo los municipios más afectados Monclova y san Buenaventura principalmente.

Sector transporte

La inundación del 2004 en Piedras Negras provocó serias afectaciones, especialmente en la infraestructura de comunicaciones y transportes que fue el sector con mayores daños, seguido por el de vivienda.

Los daños totales abarcaron dos kilómetros de vías férreas, cuatro puentes dañados, además de innumerables avenidas y calles inundadas. Las principales afectaciones en este sector fueron ocasionadas por el arrastre de 480 vehículos que representaron un daño aproximado de más de 17 millones de pesos. Asimismo los daños en la infraestructura ferroviaria también fueron de consideración, ya que superaron los 13 millones de pesos.

En primera instancia se presentaron daños en la infraestructura carretera, especialmente en un puente que cruza el río Escondido que sufrió una socavación en uno de los costados a causa de la fuerte cantidad de agua que estaba fluyendo. Asimismo, debido a los daños provocados por el fenómeno se interrumpió el tránsito por un periodo de cuatro días en el tramo Ramos – Acuña, por lo que el municipio de Zaragoza quedó incomunicado por un periodo de 24 horas. Hubo tramos carreteros que quedaron totalmente cubiertos por el agua provocando severos daños en la carpeta asfáltica.

Por otro lado, en el rubro de comunicaciones y transportes también se reportaron daños en la infraestructura ferroviaria, específicamente en la Línea “R”, vía férrea Piedras Negras – Ramos Arizpe a cargo de Ferrocarriles Mexicanos (FERROMEX). Dichos daños consistieron principalmente en desplazamiento de 150 metros de vía, destrucción de 120 metros de vía y daños en cinco traveses de un puente.

El total de daños en el sector comunicaciones y transportes se observa en el Cuadro 8 y fue de poco más de 38 millones de pesos, de los cuales 36.944 millones corresponden a daños directos y 1.204 millones a daños indirectos, siendo el municipio más afectado el de Piedras Negras.

Cuadro 7. Resumen de daños en el Sector comunicaciones y transportes

UBICACIÓN	DAÑO	MONTO (Miles de pesos)
Carretera Ramos - Acuña	Se vieron afectados 400 m de un vado	2,000
Carretera Nueva Rosita - Palau	Afectación en terraplenes	400
Puente Piedras Negras	Socavación en un costado del puente	5,000
Piedras Negras	480 vehículos fueron arrastrados por la corriente	17,280
Daños en Vía férrea Piedras Negras-Ramos Arizpe	Acciones de reconstrucción, materiales, mano de obra, servicio de terceros, contratistas, etc.	13,470
Total		38,150

Comentarios finales

La evidencia observacional indica que muchos de los cambios climáticos a escala regional, principalmente aquellos relacionados con la temperatura ya han afectado a un gran número de sistemas físicos y biológicos. Existen indicaciones preliminares de que algunos de los sistemas humanos están siendo afectados por el aumento en la frecuencia de inundaciones y sequías. Quizá para México los cambios climáticos de mayor relevancia serán aquellos asociados a la precipitación, pues viviendo en un país con extensas regiones semiáridas, la disponibilidad de agua se vuelve un elemento de seguridad nacional.

Para empezar a evaluar los riesgos del cambio climático que los Coahuilenses pueden enfrentar, es importante considerar en primer lugar los cambios que ya han ocurrido. De acuerdo a la revisión histórica, los tipos de fenómenos hidrometeorológicos que se presentaron en Coahuila durante el periodo 2000-2009 fueron: lluvias torrenciales, ciclones tropicales, frentes fríos, heladas, inundaciones, olas de calor, sequías, vientos fuertes, tormentas de granizo y tornados, así como otras catástrofes relacionadas como incendios forestales.

Con casi una década de registros, se han evidenciado como se muestra en la grafica 1, los incrementos en los eventos meteorológicos, en los que destacan, mayor frecuencia de olas de calor, nevadas y las pronunciadas sequías; a las que también se asocia con el aumento de incendios forestales. Por ejemplo, en Coahuila el número de nevadas reportadas durante los años 2000-2009, fue igual a las ocurridas en el país durante un periodo anterior de 40 años.

Los tomadores de decisiones así como los planificadores en los sectores que dependen del clima como la agricultura y el agua, en general consideran los patrones históricos de la variabilidad climática y los eventos extremos, en particular los que han ocurrido recientemente. Estos incluyen consideraciones de

variaciones en escalas de tiempo cortas (por ejemplo, estacionales y las variaciones anuales). Son relativamente pocos los tomadores de decisión, que tomen en cuenta las variaciones en el clima que se producen en escalas de tiempo más largas (por ejemplo, décadas o un siglo). Y aunque las evaluaciones basadas en escenarios sobre el futuro siempre aciertan sobre el tipo o la dirección de los cambios que pudieran ocurrir, los modelos climáticos mundiales y regionales ofrecen una gama de proyecciones que pueden ser útiles en comunicar los riesgos climáticos para los tomadores de decisiones regionales.

II. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

A. BREVE EXPLICACIÓN DE LOS ORÍGENES DE LA EMISIÓN ANTROPOGÉNICA DE LOS GEI

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático, que es el organismo oficial de la ONU destinado a los estudios sobre el Cambio Climático Global (CCG), ha definido para esta grave problemática global, ocho (8) grandes tipos de procesos, como los orígenes de las emisiones antropogénicas de los Gases de Efecto de Invernadero.

A.- Grandes Productores de Energía Eléctrica

B.- Combustión Residencial, Comercial e Industrial (CRI).

C.- Emisiones por energía utilizada en Transportación; Terrestre, Marítima, Ferroviaria o Aérea.

- D.- Emisiones por Procesos Industriales No-combustivos.
- E.- Industria de los Combustibles Fósiles.
- F.- Emisiones No-Energéticas por usos en procesos Agro-Pecuarios.
- G.- Rellenos Sanitarios y otros depósitos de desechos sólidos urbanos.
- H.- Emisiones por flujos directos de Forestería y usos no agrícolas del suelo.

Este estudio trata de dar aproximaciones, mediante los datos y las informaciones existentes, disponibles en diferentes dependencias del gobierno, tanto Estatal como Federal; así como con los planes y proyecciones nacionales que se tienen para los años venideros, entre 2010 y 2025.

Cabe señalar que Coahuila es un estado dinámico y con importancia dentro del ámbito energético, ya que en su territorio se encuentran los yacimientos más ricos de carbón y parte de una de las zonas de producción de gas natural de México.

RESULTADOS DEL INVENTARIO DE GEI

El Centro de Estrategias Climáticas (*Center for Climate Strategies, CCS*) elaboró, en colaboración con la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila (SEMACE), una evaluación preliminar de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) durante el periodo de 1990 a 2005, así como un pronóstico de las emisiones hasta el 2025. El inventario y el pronóstico sirven como un punto de partida para apoyar al estado con un panorama completo de las emisiones de GEI actuales y las posibles emisiones futuras en Coahuila.

Se calcularon las emisiones antropogénicas de GEI y los sumideros de carbono antropogénicos (almacenamiento de carbono) de 1990 a 2025. Las estimaciones históricas sobre emisiones de GEI (1990 a 2005)⁵ se elaboraron usando una serie

⁵El último año de datos históricos disponibles es distinto según el sector, oscilando entre el 2000 y el 2005.

de principios y lineamientos generalmente aceptados para los inventarios estatales de emisiones de GEI con base en datos y cifras específicas sobre Coahuila en la medida de lo posible. Las proyecciones iniciales de los casos de referencia (2006-2025) se sustentan en una compilación de proyecciones sobre la producción de energía eléctrica, consumo de combustible y otras actividades generadoras de GEI en Coahuila, las cuales se basan en las proyecciones oficiales del gobierno y alternativamente en la extrapolación de tendencias históricas.

El inventario y las proyecciones comprenden los seis tipos de gases que se incluyen en el inventario nacional de emisiones de GEI de México⁶ y comúnmente se reportan en los informes internacionales conforme al Protocolo de Kioto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs), y hexafluoruro de azufre (SF₆). Las emisiones de estos GEI se presentan usando una métrica común, el CO₂ equivalente (CO₂e), la cual indica la aportación relativa de cada gas, por masa unitaria, al forzamiento radiativo global promedio con base en el potencial de calentamiento global (PCG) ponderado.⁷

Como se indica en el Cuadro 8, las actividades en Coahuila constituyeron aproximadamente 33.1 millones de toneladas métricas (MTm) de emisiones de

⁶ Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI)

⁷ Los cambios en las concentraciones atmosféricas de GEI pueden alterar el equilibrio de las transferencias de energía entre la atmósfera, el espacio, la tierra y los océanos. Uno de los indicadores de estos cambios se denomina forzamiento radiativo, el cual es sencillamente la medida de los cambios en la energía disponible en el sistema Tierra-atmósfera (PICC, 1996). Manteniendo todo lo demás constante, los incrementos en las concentraciones de GEI en la atmósfera producirán un forzamiento radiativo positivo (es decir, un incremento neto en la absorción de energía por parte de la Tierra), <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.htm>. Las estimaciones de las emisiones de CO₂e se basan en los valores de potencial de PCG listado en el Reporte de la Segunda Evaluación del PICC (SAR)

CO₂ brutas basadas en el consumo⁸ en 2005, una cantidad igual a aproximadamente el 3.2% de las emisiones brutas de GEI de México en el 2005, excluyendo los sumideros de carbono, tales como reservas de carbono en zonas forestales. En Coahuila, las emisiones brutas de GEI basadas en el consumo aumentaron en un 31% de 1990 al 2005, mientras que en el ámbito nacional también incrementaron en 31% en el mismo lapso.⁹ El crecimiento de las emisiones en Coahuila de 1990 al 2005 se relaciona principalmente con el consumo de electricidad y los procesos industriales.

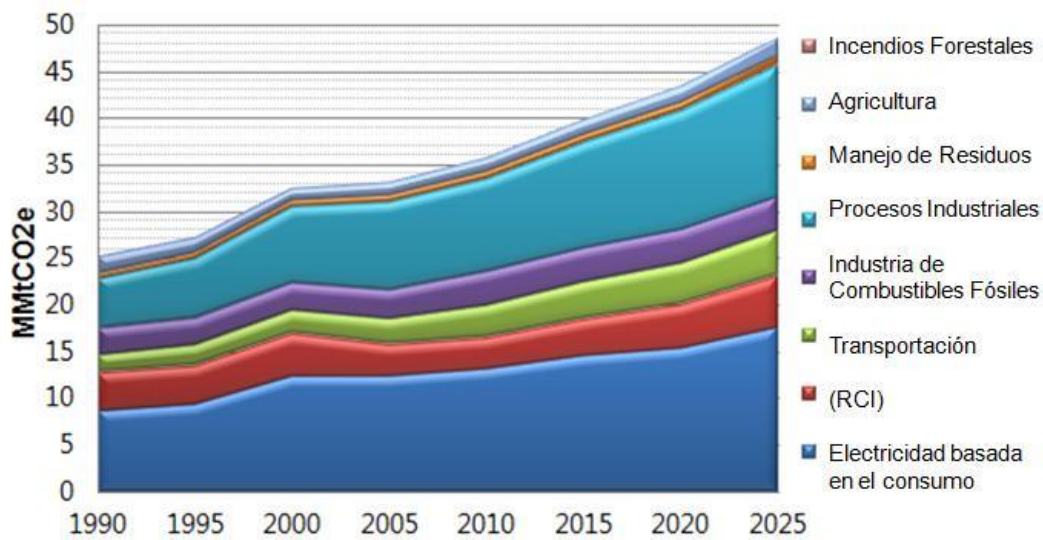
En dicho informe también se incluyen estimaciones iniciales sobre los sumideros de carbono que se encuentran dentro de las zonas boscosas y en los almacenamientos de carbono en relleno sanitarios de Coahuila. Sin embargo, aún se necesita trabajar más para poder comprender mejor las emisiones/los sumideros de CO₂ en las zonas arboladas urbanas, los cambios en el uso de suelo y las prácticas de cultivo que generan cambios en los suelos agrícolas. Por otro lado, existe la necesidad de depurar aún más las estimaciones iniciales sobre los sumideros forestales que se presentan en el inventario (Ej. contabilizar las pérdidas/ganancias en zonas forestales). Las estimaciones actuales indican que en el 2005 se secuestraron en la biomasa forestal de Coahuila y en los rellenos sanitarios alrededor de 0.6 MTmCO₂e; sin embargo, esto excluye cualquier pérdida relacionada con la conversión de suelos forestales debido a la falta de información. La inclusión de estos sumideros arroja un resultado de 32.5 MTmCO₂e en emisiones netas en Coahuila para el 2005.

⁸De las emisiones "brutas" se excluyen las emisiones de GEI eliminadas (secuestradas) debido a la actividad forestal y otros usos de suelo. Asimismo, de las emisiones "basadas en el consumo" se excluyen las emisiones de GEI relacionadas con la electricidad para exportación.

⁹La comparación con los resultados nacionales se obtuvo de *México Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México: INE-SEMARNAT, 2006. Disponible en www.ine.gob.mx. Los valores de las emisiones anuales fueron del orden de 498,748 y 618,072 giga gramos en 1990 y 2002 respectivamente. Las emisiones de 2005 se derivaron de estos valores en 655,477 giga gramos.

Tal como se ilustra en la Gráfica ES-1 y se indica en forma numérica en el Cuadro 8, conforme a las proyecciones de los casos de referencia, las emisiones brutas de GEI en Coahuila continúan aumentando y se proyecta que lleguen a los 48.5 MTmCO_{2e} para el año 2025. Esto representaría un incremento del 93% por encima de los niveles de 1990.

Gráfica ES-1. Emisiones brutas de GEI basadas en el Consumo en Coahuila por Sector, 1990-2020



Cuadro 8. Emisiones de GEI Históricas y de Casos de Referencia en Coahuila por Sector

(Millones de Toneladas Métricas de CO _{2e})	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
En base al Consumo Energético	17.5	18.6	22.3	21.6	23.5	26.0	28.0	31.5
En base al Consumo Eléctrico	8.61	9.33	12.32	12.33	13.09	14.49	15.29	17.50
Basado en Producción de Electricidad	17.32	16.98	18.38	18.94	18.92	19.01	20.69	20.69
Carbón de Coque	8.60	9.30	12.12	11.80	12.44	13.71	13.28	15.21
Gas/Diesel	0.01	0.03	0.09	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07
Gas Natural	0.00	0.01	0.11	0.45	0.59	0.72	1.94	2.22
Electricidad Neta Importada	-8.71	-7.64	-6.06	-6.62	-5.83	-4.51	-5.40	-3.19
Res/Com/Ind (RCI)	4.16	4.17	4.62	3.44	3.40	3.95	4.71	5.58
Gas/Diesel	0.00	0.12	0.31	0.41	0.46	0.47	0.48	0.49
Gas Licuado de Petróleo	0.94	0.96	0.96	0.74	0.68	0.70	0.74	0.78
Gas Natural	3.21	3.09	3.34	2.28	2.26	2.77	3.48	4.29
Biocombustibles Sólidos: Leña/Residuos	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Transporte	1.82	2.17	2.38	2.67	3.36	3.88	4.28	4.69

(Millones de Toneladas Métricas de CO ₂ e)	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
Transportación Carretera-Gasolina	1.12	1.31	1.41	1.70	2.15	2.47	2.71	2.95
Transportación Carretera-Diesel	0.46	0.67	0.63	0.65	0.94	1.11	1.25	1.40
Transportación Carretera-GLP	0.01	0.03	0.19	0.15	0.06	0.05	0.05	0.05
Transportación Carretera-Gas Nat.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
Aviación	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ferrocarril	0.18	0.16	0.16	0.16	0.21	0.24	0.25	0.27
Industria de Combustibles Fósiles	2.93	2.93	3.01	3.15	3.69	3.69	3.69	3.70
Gas Natural	0.00	0.00	0.09	0.10	0.14	0.15	0.15	0.15
Minería de Carbono	2.93	2.93	2.93	3.04	3.55	3.55	3.55	3.55
Procesos Industriales	5.30	6.40	8.19	9.45	9.95	11.36	12.76	14.17
Producción de Cemento	0.30	0.33	1.02	1.12	1.05	0.90	0.75	0.60
Producción de Hierro y Acero	3.82	4.59	5.14	5.56	5.82	6.47	7.13	7.78
Uso de Piedra Caliza y Dolomita	1.13	1.42	1.96	2.66	2.96	3.86	4.75	5.65
Sustitutos SDO	0.06	0.05	0.06	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14
Manejo de Residuos (Bruto)	0.50	0.56	0.60	0.66	0.72	0.76	0.81	0.85
Aguas Residuales Domesticas	0.21	0.23	0.25	0.27	0.28	0.29	0.30	0.32
Aguas Residuales Industriales	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Rellenos Sanitarios	0.24	0.27	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.46
Quema a Cielo Abierto	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07
Almacenamiento de Carbono en Relleno	-0.05	-0.05	-0.06	-0.07	-0.07	-0.08	-0.08	-0.08
Agricultura	1.86	1.69	1.36	1.44	1.54	1.67	1.83	2.04
Fermentación Entérica	1.16	1.07	0.83	0.89	0.97	1.06	1.17	1.31
Manejo de Estiércol	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05
Suelos Manejados	0.67	0.59	0.49	0.51	0.53	0.57	0.61	0.67
Silvicultura y Uso de Suelo	-0.48	-0.52	-0.54	-0.55	-0.46	-0.46	-0.46	-0.46
Forestal (flujo de carbono)	-0.47	-0.52	-0.53	-0.53	-0.43	-0.43	-0.43	-0.43
Incendios Forestales (sin emisiones de	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cultivos Leñosos	-0.01	0.00	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
Basado en Consumo Bruto de Emisiones	25.2	27.3	32.5	33.1	35.7	39.8	43.4	48.5
<i>Incremento relativo a 1990</i>	<i>0%</i>	<i>8%</i>	<i>29%</i>	<i>31%</i>	<i>42%</i>	<i>58%</i>	<i>72%</i>	<i>93%</i>
Sumideros para Emisiones	-0.52	-0.58	-0.59	-0.60	-0.50	-0.50	-0.51	-0.51
Emisiones Netas (incl. silvicultura*)	24.7	26.7	31.9	32.5	35.2	39.3	42.9	48.1
<i>Incremento relativo a 1990</i>	<i>0%</i>	<i>8%</i>	<i>29%</i>	<i>32%</i>	<i>43%</i>	<i>59%</i>	<i>74%</i>	<i>95%</i>

RESUMEN EJECUTIVO DE LOS PRINCIPALES SECTORES EMISORES EN EL ESTADO

Los datos que se muestran en el Cuadro 9, son los resultados del Inventario de Emisiones de GEI¹⁰ para los ocho sectores que considera el IPCC en sus estándares internacionales, con datos de emisiones por sector, tomados en el año 2005.

Como se puede observar, el sector que mayormente contribuye es el de la Generación de Energía Eléctrica, debido a sus grandes plantas en el estado de

¹⁰ Ver Sección I de este Estudio

Coahuila. Sin embargo, el valor de 11.9 Mega-toneladas de CO₂ equivalente de éste, se derivada a partir de la generación ocasionada por el consumo energético en el Estado.

FUENTE / SECTOR	TOTAL EN 2005	LUGAR	COMENTARIO
A.- Grandes Generadores de Electricidad	11.9	1	Ver Cuadros35 y 36
D.-Industria/Procesos No-Combustivos	10.32	2	
B.- Residencial-Comercial-Industrial	3.44	3	
C.-Transportación	2.64	4	
E.-Industria de Combustibles Fósiles	1.96	5	
F.- Agricultura	1.44	6	
G.- Desechos Urbanos	0.66	7	
H.- Forestería y uso de Suelo	-0.49	8	
Total	31.97		

Cuadro 9. Resumen datos en Mega toneladas de CO₂ equivalente (MtCO₂e)

A continuación se observa el cuadro desglosado donde se especifica las emisiones por sector.

FUENTE / SECTOR	TOTAL EN 2005	LUGAR
A.- Grandes Generadores de Electricidad	11.9	
Consumo Interno en el Estado	7.59	
Importación	0.00	1
Pérdida	4.33	
D.-Industria/Procesos No-Combustivos	10.32	
Manufactura de Cemento	1.12	
Uso de piedra caliza dolomita	3.50	
Manufactura de cal	0.03	2
Producción de acero y fierro	5.56	
Substitutos de ODS	0.10	
B.- Residencial-Comercial-Industrial	3.44	
Comercial		
Gases Licuados del Petróleo	0.14	
Diesel	0.41	3
Industrial		
Gases Licuados del Petróleo	0.09	
Agricultura- Gas LP	0.02	

FUENTE / SECTOR		TOTAL EN 2005	LUGAR
Residencial	Gas Natural	2.06	
	Gases Licuados del Petróleo	0.49	
	Gas Natural	0.22	
	Bio-combustibles sólidos:		
	Madera	0.01	
C.-Transportación		2.67	
Gasolina para Transportación por carretera		1.70	
Diesel para Transportación por carretera		0.65	
Gas LP para Transportación por carretera		0.15	4
Gas Natural para Transportación por carretera		0.00	
Aviación		0.00	
Ferrocarril		0.16	
E.-Industria de Combustibles Fósiles		1.96	
Transmisión por Superficie		0.065	
Distribución por Superficie		0.039	
Minas Subterráneas		1.488	5
Minas post-Producción		0.207	
Minas Superficie		0.099	
Minas Superficie Post-Producción		0.008	
F.- Agricultura		1.44	
Fermentación Entérica		0.89	
Manejo de Estiércol		0.03	
Suelos Agrícolas		0.51	6
Combustión de Residuos		No estimados	
G.- Desechos Urbanos		0.66	
Sitios de Depósito de Desechos Sólidos		0.32	
Quemado a Cielo Abierto		0.06	7
Aguas Domésticas de Desecho		0.27	
Aguas Industriales de Desecho		0.01	
H.- Forestería y uso de Suelo		-0.49	
Terreno de Bosque		-0.52	
Crecimiento		-0.56	
Incendios (pérdida de carbón)		0.01	
Emisiones por incendio (CH ₄ y N ₂ O)		0.01	8
Enfermedades		0.00	
Madera Cosechada		0.01	
Cultivo de Madera		0.00	

FUENTE / SECTOR	TOTAL EN 2005	LUGAR
Perenne		

Cuadro 10. Desglose de datos en Mega toneladas de CO2 equivalente (MtCO2e)

B. COMENTARIOS SOBRE PRINCIPALES SECTORES EMISORES DE GEI

Se puede pensar que los sectores se confundan con los “tipos de fuentes” emisoras (IPCC), sin embargo no es así. Los tipos de fuentes en este estudio se refieren a los considerados por IPCC, y se establecen al inicio de la Sección I de este mismo. Sin embargo, cuando hablamos de “sectores”, generalmente nos referimos a los segmentos de las actividades económicas que se consideran para estudios de mercado, proyecciones de crecimiento económico, etc. Por ejemplo, en este sentido la industria de manufactura o la agricultura, con todos sus agremiados, se podrían considerar como sectores desde un punto de vista económico.

Las fuentes de información disponibles por el momento, no permiten establecer emisiones por sectores de actividad económica, ya que se han utilizado datos de las dependencias y éstos no permiten que se tenga la suficiente precisión como para llegar a este grado de desglose, como se aclara en la Sección I; Inventario de GEI en el Estado¹¹. En esta misma Sección se establecen, al final de sus incisos de la A a la H, qué tipo de ajustes y deficiencias tiene la información que ha sido tomada para fines de poder, sin contar con los datos específicamente muestreados para un inventario de emisiones, (como por ejemplo, los datos detallados de los motores de combustión interna que usan los automóviles de la flota en Coahuila) para reducir a rangos aceptables las indeterminaciones de ello.

¹¹ Los resultados del Inventario de Gases de Efecto Invernadero están integrados por tres Resúmenes Ejecutivos que tratan sobre: Sección I.- El Inventario de los GEI, con - Catálogo de Conceptos - Referencias y Bibliografía; Sección II.- Las Principales Fuentes de Emisión en el Estado; Sección III.- Los Principales Sectores Emisores en el Estado.

Referente a los resultados sobre los principales sectores emisores de GEI, es que se requieren mejores investigaciones con el fin de eliminar las incertidumbres, para poder determinar con confiabilidad las contribuciones por tipo de sector económico, para las emisiones de GEI en Coahuila.

Areverse a hacer declaraciones con esta información disponible es especular sobre los resultados, lo que sería muy grave. El resultado es que: no se tienen datos suficientes ni confiables, para especificar cuáles sectores de actividad económica son los de mayor emisión.

Se debe trabajar con investigaciones de mayor envergadura para poder determinar, si es que se quiere utilizar el marco de los “sectores económicos”, como referencia para diseñar estrategias o políticas de estado, en lo que a la atención de Emisiones de GEI se refiere, para el Estado de Coahuila. Igualmente se podría decir de las proyecciones de la información respectiva a cada sector¹².

III. ESCENARIOS DEL CLIMA EN COAHUILA PARA ESTE SIGLO

INTRODUCCIÓN

Un escenario de cambio climático es:

- Una descripción coherente, internamente consistente y plausible de un posible estado futuro del mundo... “(Parry, 2002; Smith & Hulme, 1988)¹³ y

¹².- Observación que se repite en los comentarios de estudio realizado para Coahuila de CCS.

¹³Parry, M. (2002). Scenarios for climate Impact and Adaptation Assessment. *Global Environmental Change*, 12, 149-153.

- Un clima futuro plausible que se ha construido para uso explícito en la investigación de las posibles consecuencias del cambio climático antropogénico... "(IPCC TAR, 2001).

¿Por qué necesitamos escenarios de cambio climático?

- Para proporcionar datos para los estudios de evaluación de vulnerabilidad, impactos y adaptación (VIA);
- Para actuar como un dispositivo de sensibilización;
- Para ayudar a la planificación estratégica y / o la formación de políticas;
- Para alcanzar una gama de futuros posibles;
- Para resumir nuestro conocimiento (o ignorancia) del futuro;
- Para explorar las implicaciones de las decisiones políticas.

¿Cuáles son los beneficios del desarrollo de escenarios climáticos?

- Son Fácil de obtener, interpretar y aplicar;
- Proporcionan información suficiente para la evaluación de VIA;
- Resultan físicamente plausible y espacialmente compatible;
- En consonancia con la amplia gama de proyecciones de calentamiento global;
- Representan la gama de incertidumbre en las proyecciones.

Familias de escenarios

EL **Informe Especial de Escenarios de Emisiones**(IEEE) fue un reporte preparado por el IPCC para el Tercer Informe de Evaluación (TIE) en el 2000, que consistía en escenarios de emisiones futuras para utilizarse para correr los modelos de circulación global y a su vez desarrollar los escenarios del cambio climático.

Smith, J., & Hulme, M. (1988). Climate Change Scenarios. In: UNEP Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Studies. United Nations Environment Programme , Nairobi, Kenya and Institute for Environmental Studies, Amsterdam, pp. 3-1 to 3-40. <http://www.ipcc.ch/>.

Las familias de escenarios contienen escenarios individuales con temas comunes. Las seis familias discutidas en el Tercer Reporte de Evaluación (TIE) y en el Cuarto Reporte de Evaluación (AR4) del IPCC son A1FI, A1B, A1T, **A2**, B1 y **B2**.

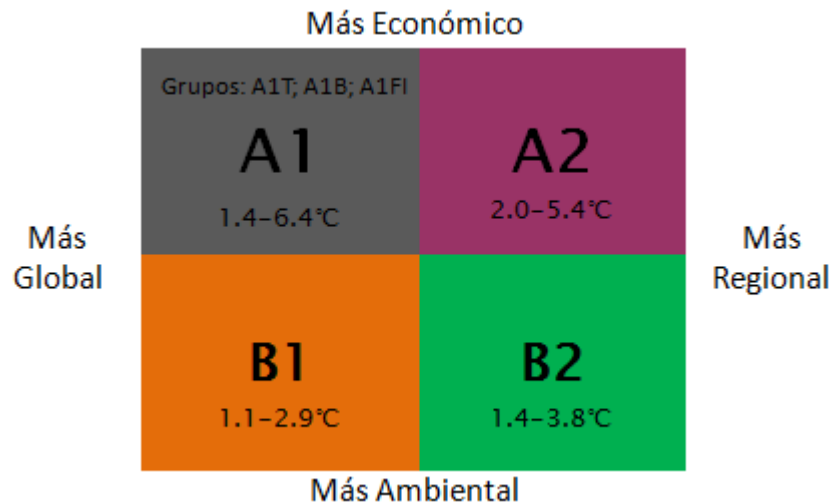
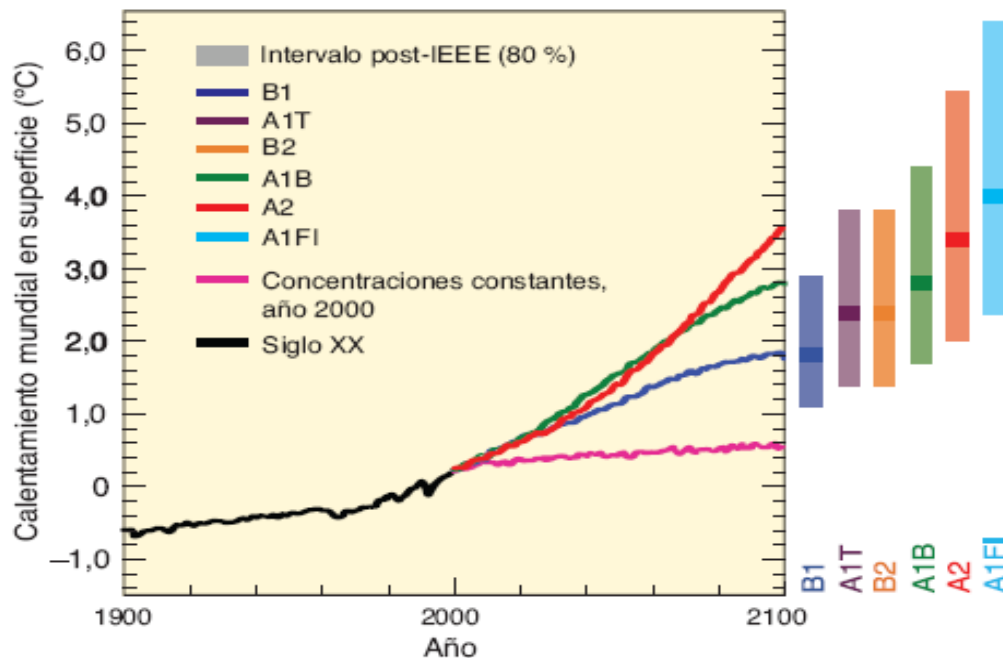


Figura 1. Las cuatro familias de escenarios del SRES contenidas en el Cuarto Reporte de Evaluación y el calentamiento promedio de la superficie global hasta el 2100.

Dado que los escenarios A2 y B2 del IEEE están enfocados hacia el desarrollo regional, consideran los valores intermedios en cuanto al crecimiento de emisiones de GEI, y de crecimientos poblacionales de entre 100 y 160 millones, respectivamente, para el año 2100; ambos han sido considerados para la proyección de los escenarios climáticos para el estado de Coahuila incluidos en el Componente de Vulnerabilidad y Amenazas del Plan Estatal de Cambio Climático. Además, los escenarios A2 y B2 han sido empleados en estudios de impacto por cambio y variabilidad climática para México (Conde *et al.*, 2006), así como por el grupo del IPCC encargado de la evaluación de los impactos por cambio climático.

Para los dos próximos decenios las proyecciones indican un calentamiento de aproximadamente 0,2°C por decenio para toda una serie de escenarios de emisiones IEEE.

Aunque se hubieran mantenido constantes las concentraciones de todos los gases de efecto invernadero y aerosoles en los niveles de 2000, cabría esperar un ulterior calentamiento de aproximadamente 0,1°C por decenio. A partir de ese punto, las proyecciones de temperatura dependen cada vez más de los escenarios de emisión.



Gráfica 21. Proyección de las temperaturas en superficie entre 2000 y 2100, y datos promedio del comportamiento de la temperatura global del siglo XX.

Las líneas continuas de la gráfica anterior, representan promedios mundiales multi-modelo del calentamiento en superficie para los escenarios A2, A1B y B1, representados como continuación de las simulaciones del siglo XX. Estas proyecciones reflejan también las emisiones de GEI y aerosoles de corta permanencia. La línea rosa no es un escenario, sino que corresponde a simulaciones de Modelos de Circulación General Atmósfera-Océano (MCGAO) en que las concentraciones atmosféricas se mantienen constantes en los valores del año 2000. Las barras de la derecha indican la estimación óptima (línea continua dentro de cada barra) y el intervalo probable evaluado para los seis escenarios

testimoniales IEEE en el período 2090-2099. Todas las temperaturas corresponden al período 1980-1999.

ESCENARIOS PARA EL ESTADO – 2020, 2050 Y 2080

A. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS ESCENARIOS PROYECTADOS

En el estado existen ciento dieciocho estaciones meteorológicas pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional, Sin embargo, hay estaciones que no poseen información hasta por dos o tres años seguidos. Para la proyección de los escenarios climáticos, se consideraron sólo 41 estaciones, de las que se pudo

tener información para la referencia 1961 – 1990 (Imagen 1). Estas estaciones se agruparon por regiones que de ninguna manera corresponden con las regiones en que se divide el Estado; estas regiones se tomaron según la cercanía y algunas similitudes con propósitos de cálculo para la aplicación de los modelos numéricos.

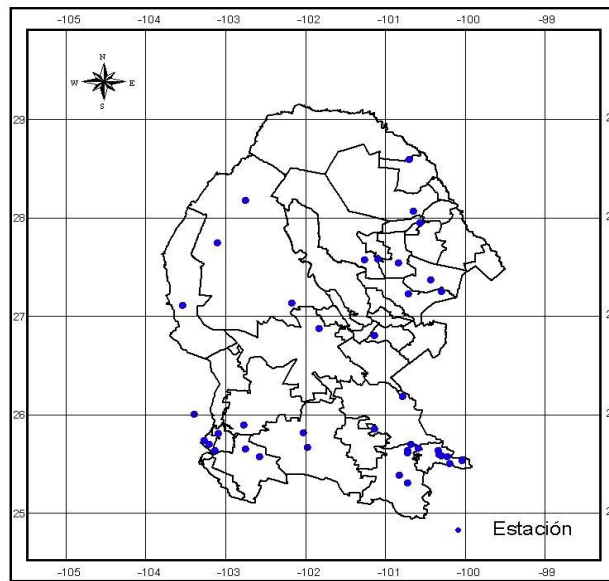


Imagen 1: Localización de estaciones de clima en Coahuila. Fuente: UAAAN

El presente análisis corresponde a los resultados de las proyecciones de los escenarios de cambio climático del estado de Coahuila para los años 2020, 2050 y 2080. Con él se pretende describir un posible estado futuro de las condiciones de temperatura y precipitación. Lo anterior resulta de suma importancia ya que proporciona datos para sustentar y consolidar el PECC, así como para ayudar a la planificación estratégica. Además se pretende sea de utilidad a otros estudios de evaluación, vulnerabilidad y adaptación.

De forma introductoria a continuación se muestra un panorama general de los resultados obtenidos de los escenarios A2 y B2 para los tres años de proyección, en el cual se pretende brindar un análisis comparativo entre los tres modelos utilizados para los parámetros más sobresalientes de temperatura y precipitación.

El comportamiento normal de la temperatura a nivel estado, presenta un valor medio anual de 19.9°C. El verano es la estación más cálida del año y destaca julio como el mes que presenta las temperaturas medias más altas con 25.9°C; mientras el invierno es la temporada más fría con enero como el mes que registra los valores más bajos con una temperatura media de 12.1°C.

Ahora bien, el patrón temporal de temperatura refleja leves modificaciones puesto que según los tres años de proyección, de los tres modelos en ambos escenarios, el verano continúa como la estación más cálida y el invierno la que presente las temperaturas más bajas. El mes más frío es enero para los tres años de proyección en los tres modelos y en ambos escenarios. Con respecto al mes más cálido julio ocupa el primer sitio en 2020, 2050 y 2080 según el modelo PRECIS, en el modelo ECHAM se observa que las temperaturas más altas se desplazan al mes de junio en los tres años de proyección y por último, el modelo GFDL que en el escenario A2 del 2020, 2050 y B2 del 2080 se ubica julio como el mes más caliente y en el escenario B2 del 2020, 2050 y A2 del 2080, es junio quien ocupa esta posición; por lo que el patrón cambiante sólo está entre junio y julio.

Sin embargo los mayores incrementos porcentuales respecto a los valores normales, se espera ocurran en invierno según los tres años de proyección y los tres modelos; los menores incrementos se perfilan para primavera según el modelo PRECIS y en verano de acuerdo a los resultados de los modelos ECHAM y GFDL.

En relación a los incrementos anuales netos es evidente que el escenario A2 muestra una tendencia a los mayores asensos de temperatura y se distinguen ciertas similitudes en la proyección de los escenarios del modelo ECHAM y GFDL. Mientras que, los mayores aumentos anuales los presenta el modelo PRECIS que además señala las modificaciones más acentuadas con respecto al comportamiento mensual normal de la temperatura.

Las temperaturas que figuran reflejan un incremento de la temperatura proyectada, dichos incrementos son un promedio anual y estatal por lo que no se aprecia el comportamiento mensual de la temperatura, ni los cambios particulares de cada Región, sin embargo ésta información brinda una visión general de los incrementos de temperatura que cada modelo considera y en el cual pueden distinguirse los diferentes rangos que cada escenario perfila.

Al considerar el comportamiento normal de la precipitación a nivel estado, se señala 333.3mm de lluvia anual. El verano es la estación más lluviosa del año aunque destaca septiembre como el mes que presenta la mayor cantidad de precipitación con 57.1mm; mientras el invierno es la temporada más seca con marzo como el mes que registra los valores más bajos señalando en promedio 8.1°mm de precipitación media.

El patrón temporal de la precipitación no manifiesta cambios en los modelos ECHAM y GFDL, sin embargo, se evidencian algunas modificaciones en ambos escenarios del modelo PRECIS puesto que según los tres años de proyección, el otoño se sitúa como la temporada alta de lluvias y la primavera es la estación más seca del año.

El mes más seco es marzo para los tres años de proyección en ambos escenarios del modelo GFDL y del modelo ECHAM con excepción del escenario A2 del 2080 en el que destaca febrero. PRECIS señala a marzo con menos cantidad de precipitación en ambos escenarios del 2020; a julio y marzo en 2050 según A2 y B2 respectivamente; y finalmente a julio en A2 y mayo en B2 del 2080. Con respecto al mes más lluvioso éste continúa siendo septiembre en ambos escenarios del 2020, 2050 y 2080 según los tres modelos; exceptuando el 2050 del modelo ECHAM que muestra a junio como el mes con mayor cantidad de lluvias y al 2080 del modelo GFDL en el que se destaca el mes de julio.

El máximo incremento proyectado con respecto a los valores normales de precipitación, se espera ocurra en invierno según los tres años de proyección del modelo PRECIS; en este modelo se aprecia que las lluvias tienden a aumentar en otoño e invierno y a disminuir durante el primer semestre del año, acentuándose las disminuciones en verano. Los modelos ECHAM y GFDL manifiestan que verano es quien presenta el máximo aumento de temperaturas entre los valores normales y los proyectados mientras que en el resto del año ocurren sólo disminuciones.

AÑO	MODELO	INCREMENTO DE T° EN A2	INCREMENTO DE T° EN B2	INCREMENTO/ DECREMENTO DE LLUVIA EN A2 (%)	INCREMENTO/ DECREMENTO DE LLUVIA EN B2 (%)
2020	PRECIS	1.1°C	1.1°C	-3.8	-3.7
	ECHAM	0.9°C	0.9°C	-0.3	1.5
	GFDL	0.9°C	0.8°C	-4.4	0.0
2050	PRECIS	2.5°C	1.9°C	-0.7	-2.2
	ECHAM	1.9°C	1.8°C	7.4	9.2
	GFDL	1.7°C	1.9°C	-3.8	-0.8
2080	PRECIS	4.3°C	2.6°C	0.9	-5.3
	ECHAM	4.3°C	2.8°C	11.1	10.2
	GFDL	4.0°C	2.5°C	-9.6	0.3

Cuadro 11. Incrementos anuales de temperatura media estatal y anomalías¹⁴ de precipitación; según los escenarios A2 y B2 en los tres años de proyección.

A manera de síntesis se presentan para el 2020, 2050 y 2080, los incrementos de la temperatura media anual más sobresalientes así como el comparativo entre el comportamiento estacional normal y el proyectado.

2020

¹⁴ Se refiere a los incrementos o disminuciones de la cantidad de lluvia anual con respecto a los valores normales, expresada en porcentaje (%)

Según las proyecciones, el incremento anual promedio de todo el estado es de 1°C, sin embargo los aumentos anuales de cada una de las regiones oscilan en un rango de 0.14-1.3°C; proyectándose los mayores aumentos en la región Laguna con 1.3°C según el modelo PRECIS y el escenario A2; mientras que los menores incrementos anuales se presentan en Frontera, Sureste y Arteaga. Esta última región con tan sólo 0.14°C más de temperatura, según el escenario B2 del modelo GFDL.

La máxima diferencia de temperaturas entre los valores normales y los proyectados se observan en la región de Arteaga durante la temporada **invernal** según el escenario B2 de modelo PRECIS, cuya diferencia de 13.2 % representa la más significativa de todo el estado, además también destaca esta región en el escenario B2 del mismo modelo pero señalando al **verano** como la temporada con un mayor incremento de temperatura. El modelo ECHAM y GFDL coinciden en que los aumentos más importantes se prevén para **invierno**. Destacando la región Laguna en A2, Frontera en B2 según ECHAM y la región de Arteaga en ambos escenarios según GFDL.

Los mínimos incrementos respecto a las temperaturas normales se proyectan para **primavera** en Arteaga según ambos escenarios del PRECIS; **verano** en Laguna según A2 y Frontera en B2 del ECHAM; **verano** en Arteaga según A2 y B2 del GFDL.

En cuanto a la precipitación, ésta disminuye anualmente en promedio un 1.8% en todo el estado, no obstante los incrementos y decrementos varían entre regiones presentándose la mayor disminución en el escenario A2 del modelo PRECIS en la región Laguna con -26.7% y el máximo incremento es de 9.3% en A2 del modelo PRECIS en la región Frontera.

2050

Las proyecciones de temperatura media anual, señalan un incremento promedio en el estado de 1.9°C, aunque dicho aumento varía de región a región con fluctuaciones que van de 1.2°C en la región Desierto según el escenario B2 del modelo GFDL a 2.7°C en la región Laguna según el escenario A2 del modelo PRECIS. De tal forma que los máximos incrementos anuales se esperan en las regiones Laguna (A2 y B2 de PRECIS); Frontera (A2 y B2 del ECHAM); Centro y Frontera (A2 y B2 del GFDL). Mientras que los menos significativos se prevén para las regiones de Frontera (A2 y B2 del PRECIS); Sureste y Arteaga (A2 y B2 del ECHAM); Sur y Desierto (A2 y B2 del GFDL).

Respecto al comportamiento de las estaciones del año y su relación con las diferencias de temperatura normal y proyectada, se tiene que el **invierno** es quien presenta una mayor diferencia, en forma de aumento, entre estos dos parámetros según el escenario B2 de los tres modelos. Mientras que en el escenario A2, las modificaciones de temporalidad se presentan alternadamente entre modelos es decir; el **verano** sobresale en la región de Arteaga con 22.9% como el máximo incremento del estado señalado por modelo PRECIS; el modelo ECHAM destaca que en Arteaga la **primavera** es la estación con mayores ascensos y finalmente el **invierno** en la región Centro es quien ocupa el primer sitio del modelo GFDL.

Las máximas diferencias de temperatura normal y proyectada pero manifestándose en forma de decrementos de temperatura o bien en aumentos poco significativos, tienen lugar en **primavera** según el modelo PRECIS y en **verano** según ECHAM y GFDL. Se señala a las regiones Frontera y Centro como las más destacadas por PRECIS; Sur y Laguna por ECHAM; Sur por GFDL.

Referente a la precipitación, ésta muestra un incremento medio anual de 1.5% en todo el estado, no obstante los incrementos y decrementos varían entre regiones; por ejemplo, la mayor disminución se muestra en el escenario B2 del modelo PRECIS en la región Laguna con -36.4% y el máximo incremento el cual es de 28.8% se observa en A2 del modelo PRECIS en la región Frontera.

2080

Para el 2080 se proyecta que la temperatura media anual presente un incremento promedio de 3.4°C aunque este valor varía entre regiones, como lo demuestra el aumento más bajo del estado que se proyecta en la región Desierto con 1.6°C según el escenario B2 del GFDL así como el máximo incremento señalado para la región Centro con 4.9°C más de temperatura según el escenario A2 del modelo ECHAM. El escenario A2 muestra que las regiones Laguna (PRECIS) y Centro (ECHAM, GFDL) sean las regiones con mayores incrementos mientras las regiones Frontera (PRECIS) y Arteaga (ECHAM, GFDL) presenten los menos significativos. El escenario B2 indica que las regiones Laguna (PRECIS, GFDL) y Desierto (ECHAM) serán las más afectadas mientras que las de menores asensos son Frontera (PRECIS, ECHAM) y Desierto (GFDL).

Las máximas diferencias entre la temperatura normal y la proyectada pero que se reflejan como aumentos de temperatura se observan, según el escenario A2 en **verano** con un incremento porcentual del 37.5% en la región de Arteaga según el PRECIS, este valor es el más alto del estado; e **invierno** en la región Centro según los modelos ECHAM y GFDL. El escenario B2 indica que en **invierno** ocurren los máximos incrementos según PRECIS que apunta que la región Desierto es la más afectada y GFDL que advierte que Arteaga presentara los más altos aumentos; también Arteaga destaca sin embargo es **primavera** la temporada sobresaliente según ECHAM. Los valores más altos respecto a la temperatura media del mes más cálido se manifiestan en la región Frontera la cual destaca ya que presenta dichos valores máximos según ambos escenarios de los tres modelos.

Los mínimos incrementos respecto a las temperaturas normales se proyectan para **primavera** según el modelo PRECIS (Frontera, A2 y Centro B2) y para **verano** en ECHAM (Frontera A2, B2) y GFDL (Frontera A2, Desierto B2).

Estatalmente las lluvias anuales indican un incremento de 1.3%, sin embargo los incrementos y decrementos varían entre regiones, de ésta forma se presenta la mayor disminución en el escenario A2 del modelo PRECIS en la región Laguna con -69.7% siendo el máximo incremento de 55.2% en A2 del modelo PRECIS en la región Frontera, lo anterior con respecto a los valores normales de precipitación.

A continuación se muestra una serie de comparativos entre la temperatura y precipitación cuyos valores corresponden a los actuales y la temperatura y precipitación proyectada según el escenario A2. Cabe señalar que estas proyecciones corresponden a los resultados obtenidos por el Modelo ECHAM para los tres años de proyección; 2020, 2050 y 2080. Además la temperatura y precipitación indicadas en los mapas corresponden a los valores medios anuales.

Imagen 2: Comparativo entre la temperatura media anual actual en Coahuila y la temperatura media anual proyectada según el escenario A2 para el año 2020.

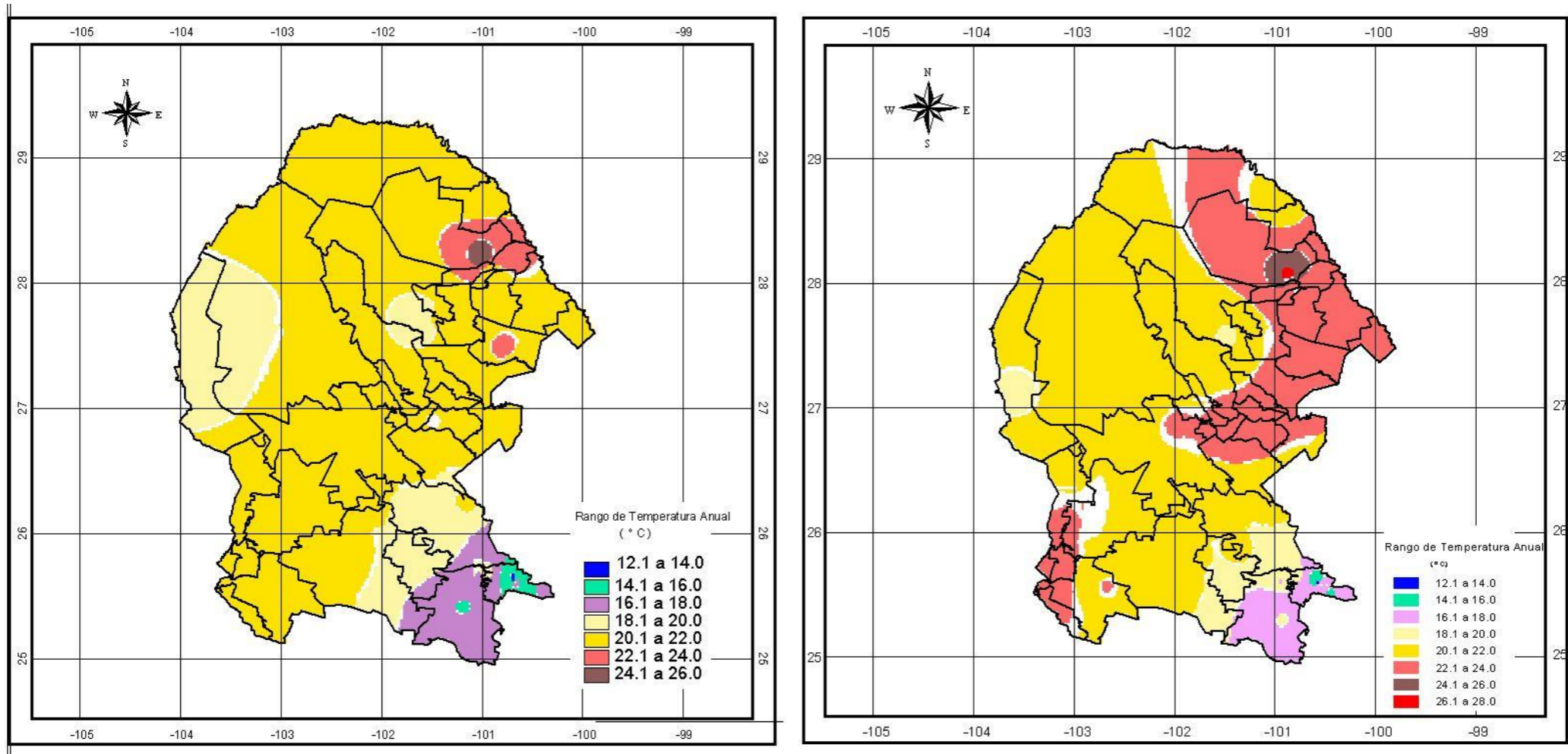


Imagen 3: Comparativo entre la temperatura media anual en Coahuila según el escenario A2 para los años, 2050 y 2080.

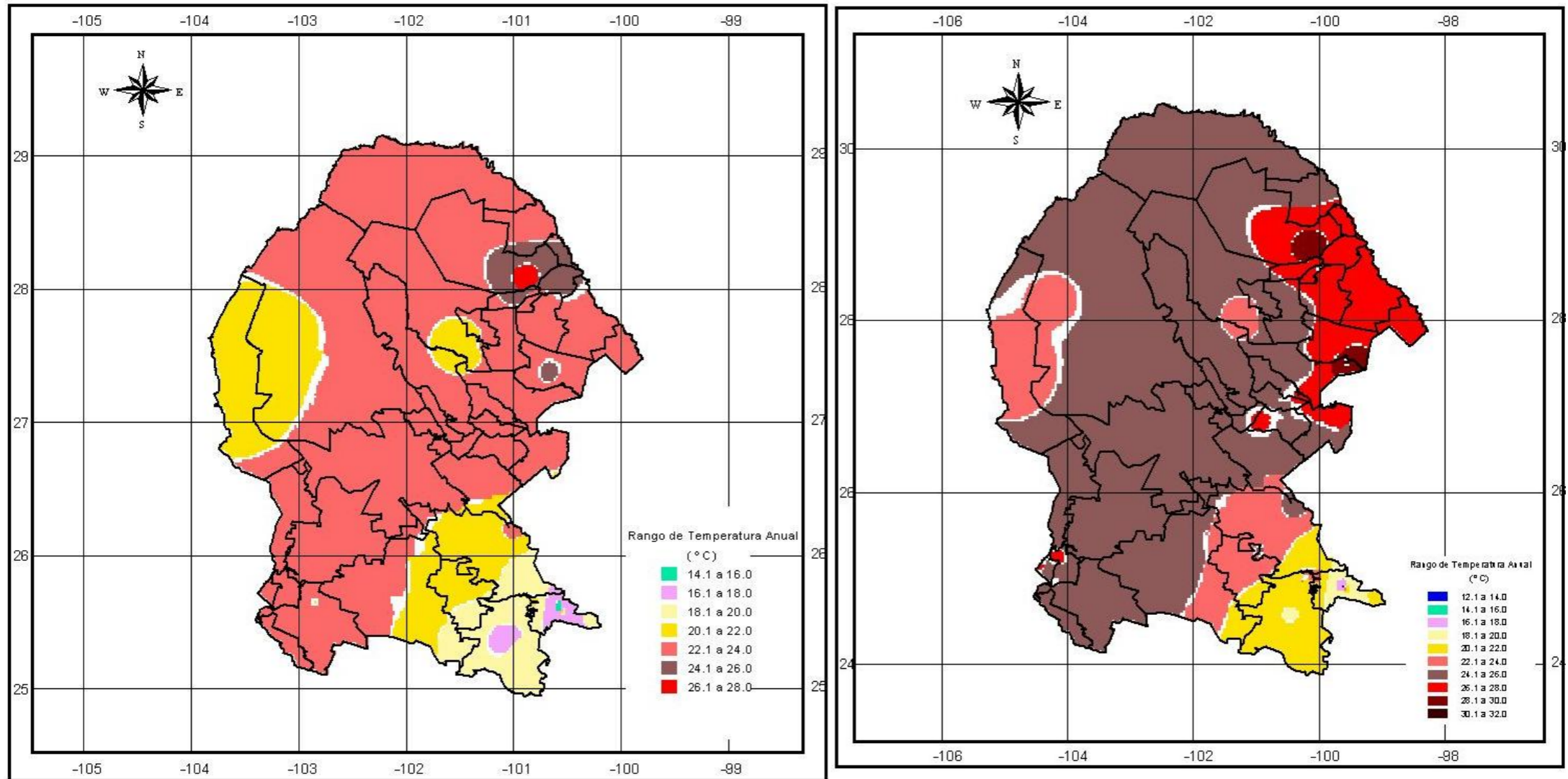


Imagen 4: Comparativo entre la precipitación media anual actual en Coahuila y la precipitación media anual proyectada según el escenario A2 para el año 2020.

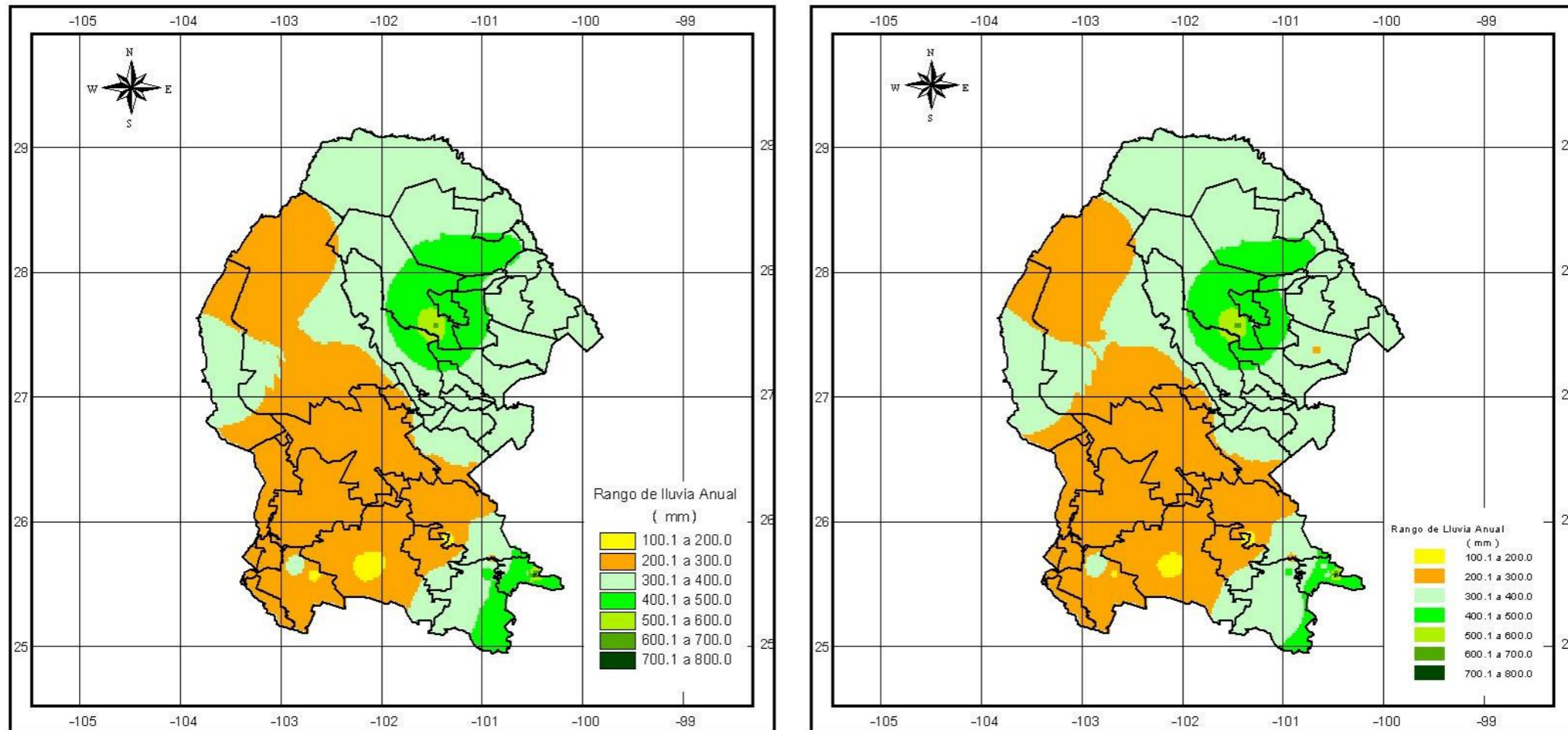
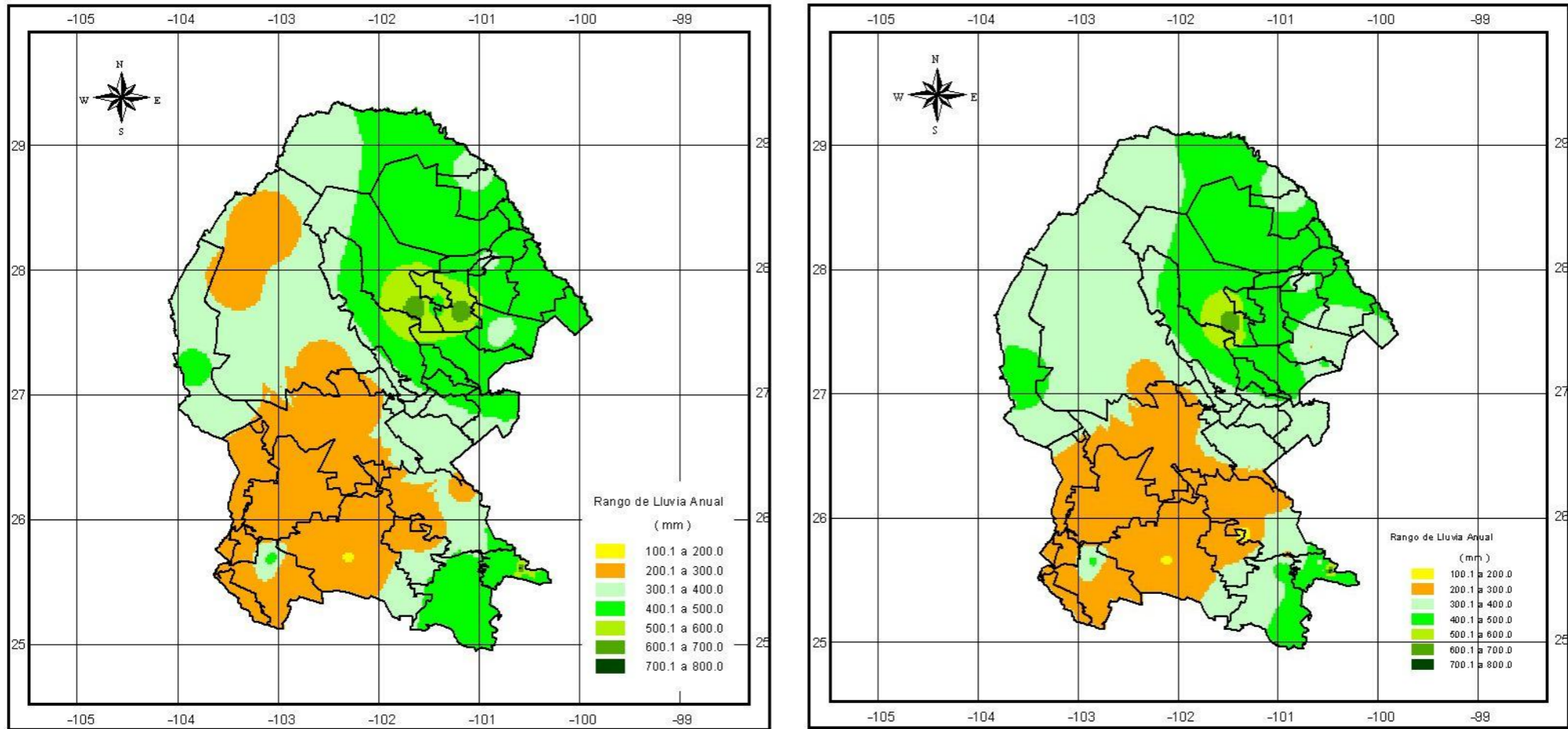


Imagen 5: Comparativo entre la precipitación media anual proyectada en Coahuila según el escenario A2 para los años 2050 y 2080.



Cuadro 12. Proyección de Incremento de temperatura media anual y porcentaje de anomalía de precipitación media anual en las diferentes regiones según el modelo ECHAM, por año de proyección y escenario.

REGIÓN	AÑO	ESCENARIO	INCREMENTO DE TEMPERATURA	ANOMALÍA (%) DE PRECIPITACIÓN
ARTEAGA	2020	A2	0.8	1.6
		B2	0.8	-1.6
	2050	A2	1.8	-7.7
		B2	1.7	-3.0
	2080	A2	4.0	-0.7
		B2	2.7	0.9
SURESTE	2020	A2	0.9	-3.6
		B2	0.9	-0.6
	2050	A2	1.6	-5.4
		B2	1.7	-0.2
	2080	A2	4.1	0.3
		B2	2.8	1.1
SUR	2020	A2	0.9	-1.3
		B2	0.9	1.2
	2050	A2	1.8	-0.9
		B2	1.8	3.3
	2080	A2	4.2	0.4
		B2	2.9	1.6
LAGUNA	2020	A2	0.9	1.4
		B2	0.9	2.3
	2050	A2	1.8	2.0
		B2	1.8	5.6
	2080	A2	4.3	0.4
		B2	2.9	1.8
DESIERTO	2020	A2	1.0	0.6
		B2	1.0	3.0
	2050	A2	2.0	4.4
		B2	1.9	7.8
	2080	A2	4.4	-1.2
		B2	3.0	-0.2

REGIÓN	AÑO	ESCENARIO	INCREMENTO DE TEMPERATURA	ANOMALÍA (%) DE PRECIPITACIÓN
CENTRO	2020	A2	1.0	-2.1
		B2	1.0	0.7
	2050	A2	1.9	-1.3
		B2	1.9	3.2
	2080	A2	4.9	-0.8
		B2	3.0	-0.9
FRONTERA	2020	A2	1.0	-3.9
		B2	1.0	3.1
	2050	A2	2.0	1.0
		B2	1.9	6.5
	2080	A2	4.4	4.8
		B2	2.5	-2.0

Observaciones finales

De los resultados del estudio¹⁵ se desprende que el PRECIS fue el más extremo de los tres modelos, ya que su predicción es un gran aumento en las temperaturas, especialmente en los meses de verano y una baja en las lluvias, precisamente más acentuada en el verano, con incrementos muy considerables (de más del 100%) en el invierno, produciendo promedios muy cercanos al normal, por lo que pareciera, de tomarse el promedio anual, que no hubo efecto en la lluvia. Esto conduce a pensar que el cambio más notable en la lluvia en todo el estado es en su distribución e intensidad, menos lluvias, pero más intensas. Lo mismo aplica para los otros modelos, que aun cuando no tienen variaciones tan grandes, sus resultados apuntan a lo mismo, aumenta la temperatura en

¹⁵La relatoría final de los Escenarios Climáticos para Coahuila se encuentra como anexo II del Plan Estatal contra el Cambio Climático de Coahuila y contiene la descripción de las proyecciones climáticas: 2020, 2050 y 2080 del clima de Coahuila por los modelos PRECIS, ECHAMPS y GFDL.

promedio, reduciéndose la oscilación térmica y la lluvia es más intensa y menos frecuente, con promedios muy cercanos al normal.

Lo anterior deja una puerta abierta en cuanto a la investigación en éste sentido, ya que los modelos ECHAMPS y GFDL son globales y tienen el gran problema de la falta de escalamiento, lo que produce resultados más generales para regiones muy cercanas. El PRECIS es más bien un modelo regional, con un buen grado de escalamiento, que hace pensar en los extremos tan grandes que plantea como un problema futuro para nuestro estado.

IV. ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

El estado de Coahuila está involucrado en un proceso necesario e imperativo de evaluación climática, investigación y otras actividades a nivel local y regional a fin de incrementar el conocimiento de los impactos y vulnerabilidades, los cuales son necesarios para promover medidas efectivas de adaptación ante el Cambio Climático. Estas actividades incluyen, entre otras, talleres participativos y evaluaciones de las diversas posibilidades de adaptación.

Para el desarrollo del presente estudio, ha sido importante tener en cuenta que pueden obtenerse beneficios substanciales al traducir los indicadores de la vulnerabilidad (unidades específicas de exposición, como lo son las regiones, las actividades productivas, la infraestructura y los servicios ecosistémicos; por amenazas), en riesgos que puedan ser inducidos o exacerbados por el CCG para posteriormente evaluar sus posibles efectos.

La información de los capítulos anteriores provee un marco de referencia para el proceso que implica la identificación de la vulnerabilidad del estado frente al CCG. De tal forma que fue necesario el análisis de datos históricos y proyectados de las condiciones del clima y de sus efectos, así como de la situación actual de los sectores productivos. Además, los índices de la vulnerabilidad estuvieron basados en el conocimiento proveniente de discusiones participativas con los diferentes sectores productivos.

Para ello y mediante el diseño de una estructura que tomase en cuenta una visión sistémica sobre la problemática del CC y su relación con las actividades productivas del estado, se llevo a cabo un taller en el cual se utilizó la información antes mencionada con la finalidad de obtener la percepción de los coahuilenses referente a este tema.

En base a las percepciones obtenidas, se identificaron las amenazas a las cuales están expuestas las diferentes actividades productivas, la infraestructura y los servicios ecosistémicos del estado. Ello dio la pauta para evaluar la vulnerabilidad actual, así como la de los años 2020, 2050 y 2080 para cada unidad de exposición.

Por lo tanto, en este capítulo se provee información que respalde mejor el proceso de la toma de decisiones estatales y que resulte de utilidad para planear las mejores estrategias y acciones para la mitigación y adaptación. Así, el Estudio de Vulnerabilidad buscó vislumbrar que procesos, ciclos o actividades antropogénicas y del medio ambiente de los coahuilenses son vulnerables a los efectos potenciales del Cambio Climático.

VISIÓN SISTÉMICA DEL CAMBIO CLIMÁTICO¹⁶.

El cambio climático global (CCG) es un proceso complejo y dinámico, que puede ser explicado y mejor comprendido mediante elementos de la *dinámica de sistemas*; es más, se requiere de una *visión sistémica* para que los esfuerzos orientados a generar adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos, sean reales y participativos.

Es decir, comúnmente hay factores de alto riesgo que no se consideran dentro de las estrategias ante el cambio climático, que impiden que se lleven a cabo eficientemente. Dichos factores son:

¹⁶La primera fase de esta sección forma parte del trabajo del Dr. Honorato Teissier Fuentes, quien la compartió de viva voz con el equipo que desarrolló el presente estudio. Asimismo, suscitó el proceso de aprendizaje necesario para poder agrupar las actividades por emisiones de gases de efecto invernadero.

- Existen afectaciones *Mutualmente Retroalimentadas* entre los Sistemas Naturales y los Sistemas Humanos, que se convierten en *lazos de refuerzo* (R).
- Se presenta una desmedida atención por las afectaciones a los Sistemas Socio-Humanos y se desfavorecen las de los sistemas Naturales, que son la base de sustentación de toda la biosfera.
- Generalmente se adopta una *Falsa Remediación* por temores infundados, intereses y otras causas; lo que retrasa y, muchas veces, impide la *Remediación Real*.

De acuerdo a esto, el *sistema dinámico del cambio climático* está conformado como se muestra en la siguiente figura:

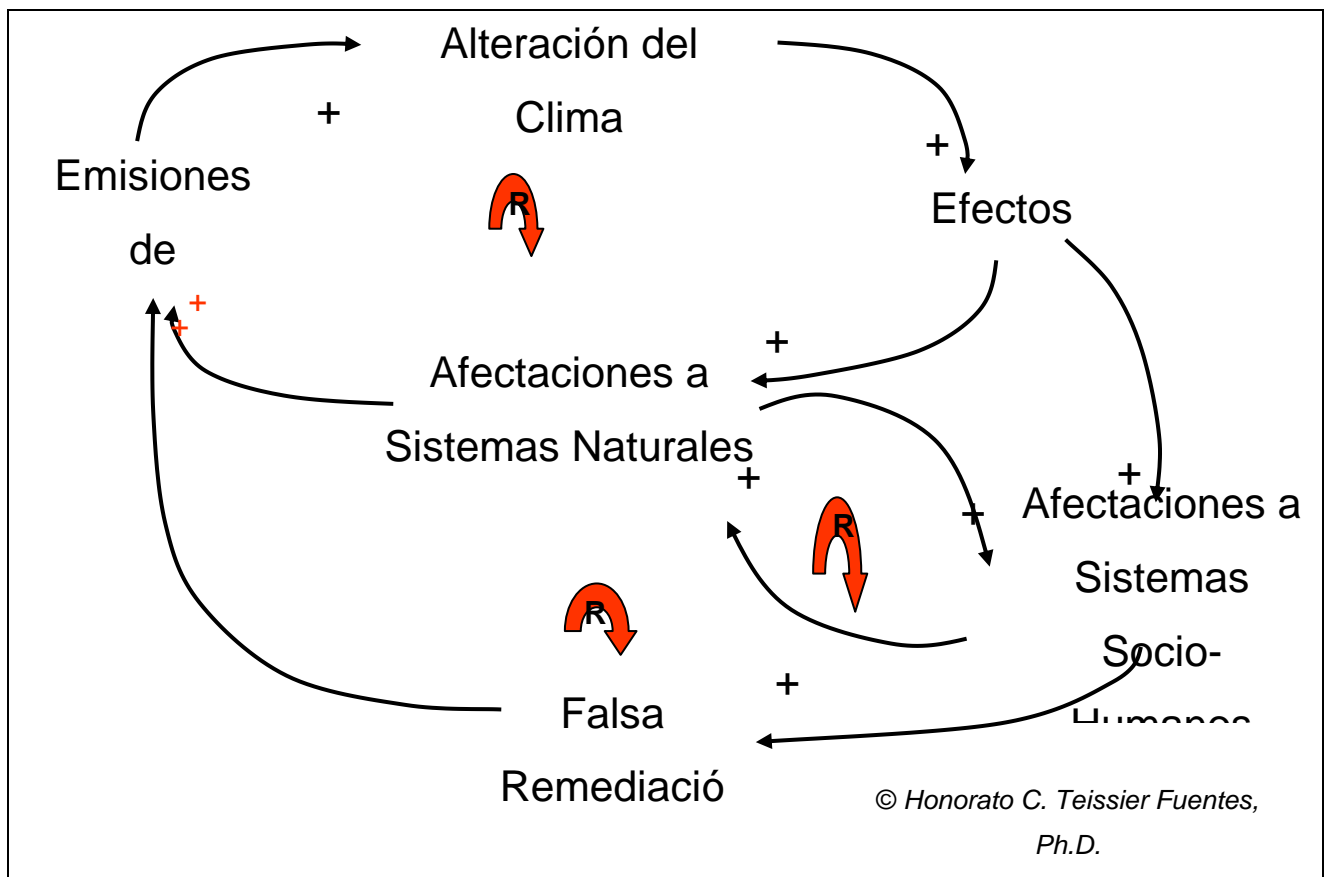


Diagrama 1. Representación del sistema dinámico del cambio climático(Tessier 2009-2010)

Sin embargo, en la búsqueda de eficientar las estrategias, es necesario introducir *lazos compensadores (C)* para reorientar el sistema; los cuales son:

- Reducción real de emisiones, que implica cambios en los estilos de vida de toda la sociedad, orientados a actitudes, políticas de estado, normas, leyes y reglamentos, entre otros; que sean escalonados pero conscientes y comprometidos.
- Captura de gases de efecto invernadero, que implica esfuerzos concertados como protección y regeneración de ecosistemas y de sus elementos, producción agroecológica y generación de tecnologías verdes, entre otras.

De manera tal, que el *sistema dinámico del cambio climático* quedaría como se muestra a continuación:

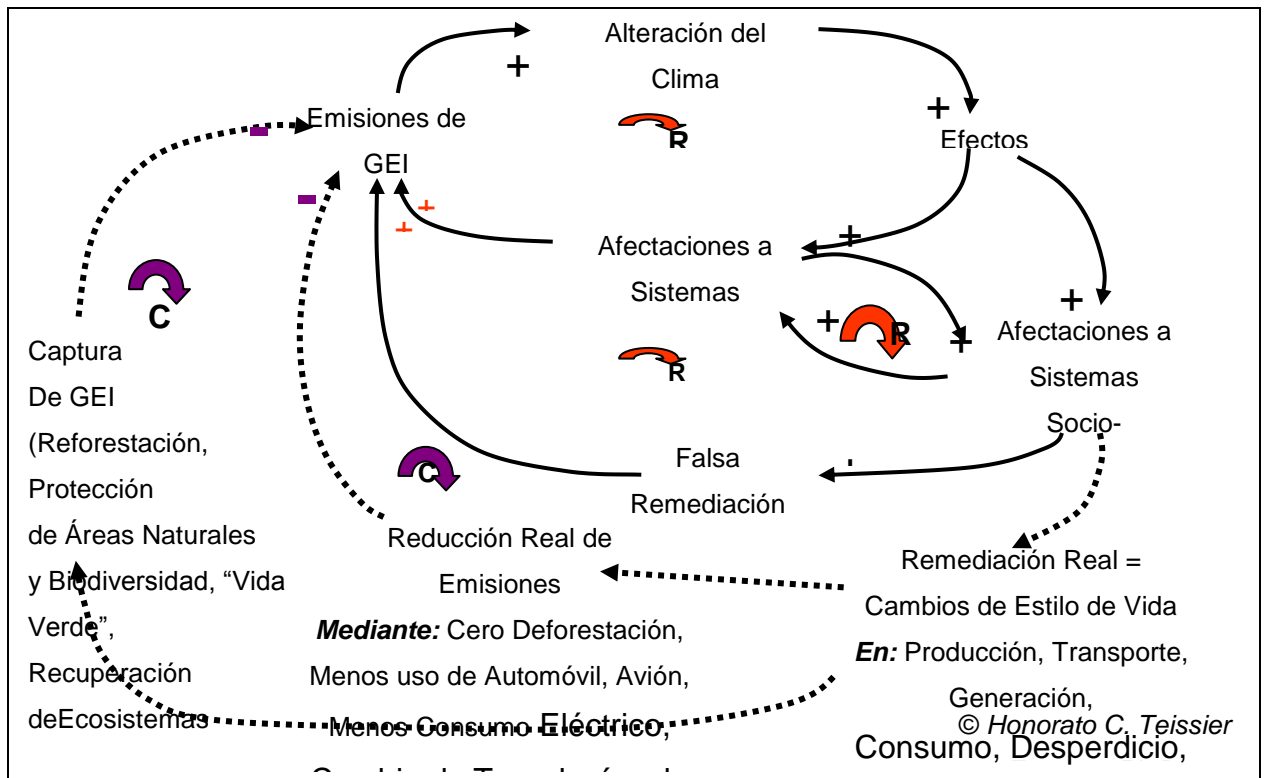


Diagrama 2. Representación del sistema dinámico del cambio climático en el que se incluye la función de los lazos compensadores

Debido a lo anterior y ante la necesidad de conocer que tan sensibles son las actividades productivas que se realizan en el estado y los servicios ecosistémicos que en él se generan, así como qué posibilidades de adaptación tienen los coahuilenses; es decir, vislumbrar claramente los lazos de refuerzo presentes en nuestro sistema y nuestras posibilidades de introducir lazos compensadores; se decidió consultar a expertos y líderes sectoriales, mediante un taller de trabajo.

Para realizar éste, lo primero fue determinar a quienes se consultaría; para ello se elaboró un listado de actividades relacionadas por emisores de gases de efecto invernadero y de los servicios ecosistémicos del estado, el cual quedó de la siguiente manera:

	GRUPOS	POSIBLES ACTORES
Actividades relacionadas por emisiones de gases de efecto invernadero	Agricultura Ganadería Forestería	Prestadores de servicios, proveedores y productores.
	Industria Construcción Energía Transporte	Accionistas, propietarios, directivos, empleados y operarios, proveedores y prestadores de servicios.
	Comunicaciones Comercio Turismo Sanidad Educación Protección civil	Propietarios, directivos, empleados, operarios y accionistas, proveedores, prestadores de servicios y funcionarios.
	Servicios ecosistémicos	Biodiversidad Agua

Cuadro 13: Grupos y posibles actores representantes del estado de Coahuila.

Posteriormente, se desarrolló un listado que incluyó a personas expertas en cada una de estas actividades o temas y que además destacaran como líderes sectoriales o bien, que fueran las tomadoras de decisiones dentro de cada grupo señalado. Protección de la Fauna Mexicana, A.C.¹⁷ estableció contacto vía telefónica y les hizo llegar la invitación emitida por SEMAC para participar en el “Taller de Cambio Climático”; además, mantuvo comunicación con cada uno de ellos vía electrónica, durante el proceso previo al taller, con la intención de motivarlos a participar y sugerir lecturas relacionadas al tema de interés.

¹⁷ PROFAUNA, A.C., es un Organismo No Gubernamental cuya misión es participar en la conservación, supervisión y asesoramiento en cualquier área relacionada con los recursos naturales, desde flora y fauna a medio ambiente, a través de diversas actividades en coordinación con diferentes dependencias (gubernamentales o no gubernamentales), con otras asociaciones, personas y organismos internacionales, con el único fin de salvaguardar los recursos naturales.

De manera conjunta, se diseñó el taller con el apoyo del Dr. Francisco Padrón Gil y se materializó logísticamente bajo la premisa de dar a conocer el estado del arte respecto del Cambio Climático a los coahuilenses tomadores de decisiones a nivel estatal, regional y por actividad productiva; así como averiguar cuál es su percepción referente a este tema.

TALLER DE CAMBIO CLIMÁTICO

El “Taller de Cambio Climático” se llevó a cabo el viernes 19 de marzo de 2010 en el Salón Empresarial Villa Ferré, en la ciudad de Saltillo; bajo la siguiente agenda del día:

HORA	ACTIVIDAD
9:00-9:30	Registro y recepción.
9:30-10:00	Bienvenida e inauguración.
10:00-10:20	Presentación de objetivos, acuerdos de convivencia y metodología.
10:20-10:40	Antecedentes del cambio climático.
10:40-11:30	Revisión de escenarios y emisiones de gases de efecto invernadero.
11:00-11:45	Receso.
11:45-14:30	Mesas de trabajo: ¿Cómo te afecta y cómo te afectará el cambio climático; a tu actividad y a tu región?
14:30-15:30	Comida.
15:30-16:00	Continúan mesas de trabajo.
16:00-17:00	Generar ideas para la adaptación y mitigación al cambio climático.
17:00-18:00	Síntesis del taller.
18:00	Clausura, fotografía grupal y entrega de constancias.

Cuadro 14. Agenda del día referente al Taller sobre Cambio Climático.

Los objetivos de este ejercicio fueron:

- Conocer el estado del Arte en Coahuila respecto al Cambio Climático.
- Conocer la percepción de los coahuilenses referente al Cambio Climático para la elaboración de la fase de Vulnerabilidades y Amenazas del Plan Estatal contra Cambio Climático.
- Generar ideas para la mitigación y adaptación al Cambio Climático.

Las etapas mas relevantes del taller se muestran a continuación:

El facilitador del taller, Dr. Francisco Padrón Gil, y los participantes, revisaron los objetivos del taller y la agenda para el día. La metodología utilizada, fue una consulta participativa para conocer las opiniones e ideas de los coahuilenses sobre el Cambio Climático; fue incluyente al considerar diferentes sectores productivos, grupos de conocimiento, y regiones del estado, que por cuestiones de logística, fueron norte, centro, sur y laguna.

El taller tuvo sesiones plenarias y dinámicas para mesas de trabajo, en las que se propició el intercambio de ideas y conversaciones de los participantes; los resultados y acuerdos de las mesas de trabajo se registraron por escrito ya sea en tarjetas media carta o en hojas de rotafolio; y sus ideas fundamentales fueron compartidas por un vocero de cada mesa, durante la sesión plenaria.

El propósito de la primera dinámica fue que los participantes conocieran mejor los resúmenes sobre escenarios climáticos para el estado de Coahuila, los interpretaran y analizaran; así como la composición y fuentes de gases de efecto invernadero con los que contribuye Coahuila.

A. MESAS DE TRABAJO: ¿CÓMO TE AFECTA Y CÓMO TE AFECTARÁ EL CAMBIO CLIMÁTICO; A TU ACTIVIDAD Y A TU REGIÓN?

Para este momento del taller, los participantes tenían información básica sobre el cambio climático, los escenarios climáticos y las tendencias de emisiones de gases de efecto invernadero que se prevén. Por lo que fue fundamental recopilar las opiniones y percepciones de los coahuilenses sobre cómo creen que les afectará el cambio climático; para ello, cada mesa eligió dos actividades/servicios ambientales o grupo de conocimiento entre las siguientes:

ACTIVIDAD/SERVICIOS AMBIENTALES

Industria	Protección civil	Agricultura	Educación
Ganadería	Biodiversidad	Turismo	Comercio
Energía	Transporte	Agua (abasto y tratamiento)	Clima
Construcción	Sanidad	Forestal	Comunicaciones

Cuadro 15. Relación de Actividades y Servicios Ambientales consideradas en el Taller sobre Cambio Climático.

Una vez que los equipos eligieron, se dieron a la tarea de identificar las cinco afectaciones más importantes a esas dos actividades/servicios ambientales y registrarlas en tarjetas media carta. Cada equipo entregó sus diez tarjetas y compartió, en la primera sesión plenaria, la afección más importante de la actividad o servicio que eligieron, según su criterio. Posteriormente las tarjetas fueron colocadas en mamparas, agrupadas por actividad o servicio ecosistémico, para ser revisadas por todos los equipos; esto con la intención de agregar otras afectaciones que consideraran importantes y que no hubieran sido expresadas.

En los resultados se puede apreciar comentarios que indican que si bien la afectación será para todo el estado, en particular una región se verá más afectada. Estos comentarios vienen como resultado de una tarea que se les asignó a los equipos para que identificarán cuáles serían las afectaciones más serias en cada una de las regiones consideradas. También durante este momento del taller, se les solicitó a todos los participantes que entregaran las encuestas contestadas.

B. GENERAR IDEAS PARA LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO

Después de identificar y expresar sus opiniones sobre las posibles afectaciones del cambio climático al desarrollo de algunas actividades y regiones, los equipos trabajaron en generar ideas para adaptarse a los efectos del cambio climático, así como para mitigarlos; mediante la sugerencia de tres acciones prioritarias que deben realizar las personas como individuos, las personas dentro de su actividad productiva y los gobiernos en sus tres niveles de incidencia.

Sus recomendaciones fueron plasmadas en hojas de rotafolio, que se colocaron a la vista de todos. De éste ejercicio, se desplegaron las listas que se encuentran en el capítulo 5 del PECC, “ideas de acciones para la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático”.

C. SÍNTESIS DEL TALLER

Se realizó una segunda sesión plenaria, donde se dio lectura a los resultados más importantes de cada una de las actividades anteriores, identificando que los tres temas en los que se prevén más afectaciones son en el abasto y tratamiento de agua, en las actividades agropecuarias y en la biodiversidad. Con ello concluyó el taller, dando paso a la clausura del mismo, siendo algunos de los asistentes la base de lo que son actualmente los grupos de trabajo que dan seguimiento a los esfuerzos de implantación, complemento, revisión así como de adecuación del PECC.

PERCEPCIÓN DE LOS COAHUILENSES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

En términos generales, la percepción es una función orgánica que nos permite recibir e interpretar la información proveniente del entorno a través de los sentidos, para poder generar un juicio argumentado.

Es por ello que para el cumplimiento de los objetivos del taller y, por consiguiente, del componente de vulnerabilidad, se generó un proceso de percepción-aprendizaje entre los participantes del taller y los organizadores. En un primer momento, se dio a conocer a los participantes la información que se tiene con respecto al cambio climático, así como las afectaciones que ha generado a nivel global y al estado mismo; la manera en que como estado contribuimos a éste fenómeno y los escenarios del clima en Coahuila para este siglo. Posteriormente se analizó e interpretó la información y se plasmaron los resultados de ello, los cuales se presentan a continuación.

A. OPINIONES SOBRE LAS AFECTACIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En la encuesta se plantearon diez preguntas para que los participantes señalaran qué tanto creen que afectará el cambio climático al medio ambiente y a su estilo de vida; en términos generales, más del 86.41% de los participantes opinaron que el grado de afectación será “mucho” o muy “severo”; el 11.6% que será “nada” o “muy poco”; y el 1.98% se abstuvo de opinar.

Más del 90% de los participantes, indican que las tres principales afectaciones serán “a nuestros ecosistemas”, “a la disponibilidad del agua para uso diario” y “a la economía de tu comunidad”. Uno de los resultados de las mesas de trabajo que los equipos identificaron, fue que las principales afectaciones serán a la disponibilidad y calidad del agua y a la biodiversidad, aspectos que coinciden con la percepción individual.

En cuanto a cuestiones económicas se refiere, el 6.6% de los participantes consideraron que la economía de su comunidad no se verá afectada o bien, que la afectación será muy poca; cerca de un 16% de los participantes considera que la forma de hacer negocios no se verá afectada o muy poco; asimismo el 13.2% respondió que la actividad que realizan se verá poco o nada afectada. Esto contrasta con los resultados a los que se llegó durante las mesas de trabajo, pues en ellos se señala que las afectaciones a las actividades económicas serán tales que se tendrán que ajustar las maneras en que las llevamos a cabo. Esto nos indica que la percepción de los participantes cambió de acuerdo al proceso de aprendizaje colectivo que se llevó a cabo.

Los porcentajes de las respuestas obtenidas de las 106 encuestas contestadas que tienen que ver con este inciso, son las siguientes; el orden presentado es de mayores a menores porcentajes de la respuesta “severamente”.

¿QUÉ TANTO CREE QUE AFECTARÁ EL CAMBIO CLIMÁTICO?	NADA	UN POCO	MUCHO	SEVERAMENTE*	NO RESPONDIERON
A nuestros ecosistemas	0.94	2.83	19.81	74.53	1.89
A la disponibilidad de agua para el uso diario	0.94	1.89	25.47	69.81	1.89
A la economía de tu comunidad	0.94	5.66	47.17	44.34	1.89
A la variedad y calidad de alimentos que consumes	0.94	13.21	45.28	38.68	1.89
A la seguridad e integridad de los habitantes de tu comunidad	0.94	15.09	43.4	38.68	1.89
Al consumo de energía para mantener agradable la temperatura de tu casa, oficina o lugar de trabajo	0.94	10.38	50	36.79	1.89
A la forma en que hacemos negocios	4.72	11.32	50	32.08	1.89
A la seguridad de tu persona, familiares y patrimonio	0.94	12.26	52.83	31.13	2.83
A la actividad que realizas	0.94	12.26	53.77	31.13	1.89
A la forma de viajar	0.94	17.92	49.06	30.19	1.89

*Parámetro en el que se basó la jerarquización, de mayor a menor, de ésta tabla.

Cuadro 16: Sección de la encuesta que pretende captar la percepción que los participantes tienen respecto a las afectaciones del Cambio Climático.

Además, se les pidió que señalaran, de acuerdo a sus consideraciones, qué tan importante es realizar cada una de las 16 actividades enlistadas, las cuales contribuyen a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. En general, el 94.46% de las respuestas, indican que los participantes consideraron que el realizar estas actividades tienen un grado significativo de importancia, mientras que el 4.72% indica que no lo consideraron así; el 0.83% de las respuestas, indica que algunos participantes no contestaron parte de esta sección de preguntas.

Todas las respuestas señalan que los participantes consideran que es “importante” o “muy importante”, “apagar las luces cuando no se necesitan”. En tanto que las únicas actividades señaladas por lo participantes como “para nada importantes” son: “comprar comida producida localmente”, “colocar la calefacción en 20°C o más, en el invierno” y “colocar el aire acondicionado en 24°C más, en el verano”; cabe mencionar que sólo el 0.77% de las respuestas señalaron esto.

Es importante destacar que en este ejercicio ninguna persona dejó sin respuesta a siete de estas preguntas, que si bien no todas éstas fueron categorizadas como las más importantes, sí son las más interiorizadas por los participantes; es decir, son aquellas actividades de la que mayor información tienen y las que probablemente realicen más frecuentemente. En contraparte, las nueve preguntas que no fueron contestadas por algunos de los participantes, permiten llegar a la conjetura de que son temas de los cuales no hay suficiente difusión sobre los daños que causan; por lo que, de manera inherente, se tiene una percepción falsa sobre ellas, al grado de considerar que no es importante realizarlas.

En la siguiente tabla se muestran los porcentajes de las respuestas dadas a las 16 preguntas citadas, con un orden descendente a partir de la respuesta “muy importante”.

Actividad	¿Qué tan importante es realizarlas?				
	Para nada importante	Un poco importante	Importante	Muy importante*	No respondieron
Apagar aparatos electrónico como televisión, radio o computadora cuando no se usan	0.00	0.94	11.32	87.74	0.00
Apagar las luces cuando no se necesitan	0.00	0.00	13.21	86.79	0.00

Actividad	¿Qué tan importante es realizarlas?				
	Para nada importante	Un poco importante	Importante	Muy importante*	No respondieron
Usar tan poca agua como sea posible para bañarte, lavarte los dientes, lavar trastes	0.00	0.94	16.04	83.02	0.00
Reducir la cantidad de basura o residuos que generas	0.00	1.89	14.15	83.02	0.94
Caminar o usar la bicicleta en lugar de usar el automóvil	0.00	3.77	19.81	76.42	0.00
Reciclar todo lo posible en casa ¹⁸	0.00	1.89	22.64	75.47	0.00
Reducir el número de cosa que compra	0.00	2.83	20.75	75.47	0.94
Reusar artículos que ya posee en lugar de comprar nuevos	0.00	1.89	23.58	73.58	0.94
Usar bolsas del mandado en lugar de bolsas de plástico	0.00	4.72	22.64	71.70	0.94
Desconectar aparatos electrónicos, reguladores de voltaje	0.00	2.83	27.36	68.87	0.94

¹⁸ Ésta frase se refiere a la aplicación de las 3R's (reducir, reutilizar y reciclar), sobre todo a reutilizar y al proceso de separación, recolección y disposición de los desechos sólidos que se pueden reciclar. Reciclar es un proceso que consiste en someter a un proceso físico-químico de tratamiento total o parcial a un desecho para obtener materia prima de él o un nuevo producto.

Actividad	¿Qué tan importante es realizarlas?				
	Para nada importante	Un poco importante	Importante	Muy importante*	No respondieron
Usar el transporte público o compartir el automóvil para ir algún sitio	0.00	3.77	27.36	68.87	0.00
Comprar comida producida localmente	1.89	5.66	32.08	59.43	0.94
Hacer composta de la comida sobrante	0.00	8.49	33.96	57.55	0.00
Traer contigo tu propio recipiente de agua o café	0.00	10.38	30.19	57.55	1.89
En el invierno, colocar la calefacción en 20°C o más frío	3.77	6.60	30.19	56.60	2.83
En el verano, colocar el aire acondicionado en 24°C o más caliente	6.60	6.60	27.36	56.60	2.83

*Parámetro en el que se basó la jerarquización, de mayor a menor, de ésta tabla.

Cuadro 17: Sección de la encuesta que cuestiona el grado de importancia de llevar a cabo actividades que contribuyen a la reducción de emisiones de GEI.

B. CONDUCTAS ACTUALES Y OPORTUNIDADES DE CAMBIO SOBRE EL USO DE ENERGÍA Y AGUA, ASÍ COMO DEL MANEJO DE DESECHOS

Las diez preguntas que se plantearon en el inciso anterior, se retomaron para este apartado; sólo que se enfocaron para que los participantes manifestaran sus conductas con relación a ellas.

En base en los resultados estadísticos, podemos apreciar que hay dos conductas, ambas relacionadas con el uso de energía, que más del 60% de los participantes mencionan realizar siempre: “apagar las luces cuando no se necesitan” y “apagar aparatos electrónico como televisión, radio o computadora cuando no se usan”. Sin embargo, para el resto de las actividades, menos del 45% de los participantes señalaron realizarlas siempre.

Así mismo, es notorio que para 11 de éstas preguntas, la respuesta que dieron algunos participantes fue “no aplica”, cuando evidentemente era una respuesta invalida; es decir, esta opción de respuesta fue colocada pensando en que había actividades que pudieran no realizarse por los participantes, pero no por convicción y decisión propia, sino por las circunstancias. Por ejemplo, si una persona no tiene sistema de calefacción en su casa, la respuesta lógica a la pregunta “¿cada cuándo coloca la calefacción a 20°C o menos durante el invierno?, sería “no aplica”; pero una persona que sí tuviera sistema de calefacción en su casa, lógicamente tendría que seleccionar cualquiera de las otras respuestas.

Con la intención de saber si los participantes consideraban la opción de cambiar su conducta referente a las actividades enlistadas, se les planteo la pregunta consecuente: “en lo que resta del año, ¿cada cuando realizaras alguna de éstas actividades?”. Aunque más del 60% de los participantes señalaron que las realizarán “más a menudo”, el 3.54% señaló que las realizaran “menos a menudo”; respuesta altamente notoria, pues se trata de actividades que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y que, por consiguiente, se les considera como positivas y benéficas para el medio ambiente.

Hay siete conductas que más del 33% de los encuestados mantendrán igual, que se interpretan como positivas pues muchos de ellos contestaron que ya las llevan a cabo.

Éstas son:

- Apagar aparatos electrónicos como televisión, radio o computadora cuando no se usan.
- Apagar las luces cuando no se necesitan.
- En el verano, colocar el aire acondicionado en 24°C o más caliente.
- En el invierno, colocar la calefacción en 20°C o más frío.
- Usar el transporte público o compartir el automóvil para ir a algún sitio
- Caminar o usar bicicleta en lugar de usar el automóvil o la camioneta.
- Usar bolsas del mandado en lugar de bolsas plásticas.

De acuerdo a los respuestas obtenidas, se sabe que más del 65% de los participantes consideran que tienen la oportunidad de cambiar sus conductas; el 75.47%, en conductas relacionadas al uso del agua; el 61.67% en conductas relacionadas al uso de energía; y el 73.05% en conductas sobre el manejo de residuos.

Las respuestas de estas secciones son de suma importancia para el desarrollo del Plan Estatal ante el Cambio Climático, pues muestran las áreas de oportunidades en las que hay que trabajar para generar adaptación ante este fenómeno y, en la medida de lo posible, mitigar sus efectos. Es decir, si los participantes mostraron estar interesados en cambiar ciertas conductas, es posible lograr acuerdos y generar circunstancias que los incentiven a lograrlo.

Ejemplo de lo anterior es que si se ajusta el diseño urbano, de manera tal que el uso del automóvil o de transporte público o el traslado vía caminata, sean relativamente más fácil de llevar a cabo, sería un incentivo para aquellas personas (61.32% de los encuestados) que consideraron que en lo sucesivo, caminarán o utilizarán más la bicicleta o el transporte público o compartirían el automóvil.

En la siguiente tabla se presentan los resultados porcentuales de ésta sección de la encuesta.

Actividad	<i>Ahora, cada cuando la haces.</i>						<i>En lo que resta del año, cada cuando la harás.</i>				
	No aplica	Nunca	Rara vez	Algunas veces	Con frecuencia	Siempre*	No respondieron	Menos a menudo	Igual	Más a menudo	No respondieron
Apagar las luces cuando no se necesitan	0.00	0.00	0.00	6.60	25.47	66.98	0.94	0.94	36.79	60.38	1.89
Apagar aparatos electrónico como televisión, radio o computadora cuando no se usan	0.00	0.00	0.94	5.66	29.25	64.15	0.00	0.00	35.85	63.21	0.94
Usar tan poca agua como sea posible para bañarte, lavarte los dientes, lavar trastes	0.00	0.00	5.66	11.32	41.51	41.51	0.00	1.89	23.58	73.58	0.94
Desconectar aparatos electrónicos, reguladores de voltaje	0.00	8.49	14.15	28.30	18.87	28.30	1.89	1.89	24.53	71.70	1.89
Traer contigo tu propio recipiente de agua o café	8.49	15.09	12.26	17.92	23.58	21.70	0.94	0.94	26.42	70.75	1.89
Reciclar todo lo posible en casa	1.89	7.55	11.32	35.85	20.75	20.75	1.89	1.89	23.58	73.58	0.94

Actividad	<i>Ahora, cada cuando la haces.</i>							<i>En lo que resta del año, cada cuando la harás.</i>			
	No aplica	Nunca	Rara vez	Algunas veces	Con frecuencia	Siempre*	No respondieron	Menos a menudo	Igual	Más a menudo	No respondieron
Reducir la cantidad de basura o residuos que generas	0.94	0.94	9.43	22.64	46.23	19.81	0.00	0.94	16.04	82.08	0.94
Reusar artículos que ya posee en lugar de comprar nuevos	0.00	1.89	3.77	32.08	40.57	19.81	1.89	1.89	29.25	67.92	0.94
Reducir el número de cosa que compra	0.94	1.89	5.66	33.96	37.74	18.87	0.94	4.72	19.81	73.58	1.89
Usar bolsas del mandado en lugar de bolsas de plástico	1.89	14.15	19.81	19.81	24.53	18.87	0.94	0.94	32.08	64.15	2.83
Comprar comida producida localmente	3.77	4.72	5.66	34.91	32.08	16.04	2.83	4.72	31.13	59.43	4.72
En el invierno, colocar la calefacción en 20° C o más frío	40.57	10.38	8.49	14.15	12.26	11.32	2.83	11.32	39.62	38.68	10.38

Actividad	<i>Ahora, cada cuando la haces.</i>						<i>En lo que resta del año, cada cuando la harás.</i>				
	No aplica	Nunca	Rara vez	Algunas veces	Con frecuencia	Siempre*	No respondieron	Menos a menudo	Igual	Más a menudo	No respondieron
Usar el transporte público o compartir el automóvil para ir algún sitio	1.89	16.04	17.92	32.08	19.81	11.32	0.94	2.83	35.85	59.43	1.89
Hacer composta de la comida sobrante	2.83	47.17	11.32	16.98	9.43	10.38	1.89	5.66	30.19	62.26	1.89
Caminar o usar la bicicleta en lugar de usar el automóvil	0.94	20.75	13.21	29.25	26.42	9.43	0.00	2.83	32.08	63.21	1.89
En el verano, colocar el aire acondicionado en 24°C o más caliente	43.40	14.15	4.72	12.26	14.15	8.49	2.83	13.21	35.85	39.62	11.32

*Parámetro en el que se basó la jerarquización, de mayor a menor, de éste cuadro.

Cuadro 18: Sección de la encuesta que refleja las conductas actuales y las oportunidades de cambio respecto al uso de energía, agua y al manejo de desechos.

C. CONDUCTAS ACTUALES Y OPORTUNIDADES DE CAMBIO SOBRE EL CONSUMO

En la encuesta se plantearon preguntas referentes al consumo de productos fabricados por empresas que dentro de sus procesos han dado pasos para reducir el calentamiento global¹⁹; a si se ha apoyado de alguna manera a organizaciones que trabajen para la adaptación al cambio climático o mitigación del mismo; y a si se ha tenido comunicación con funcionarios públicos solicitando información o acciones para enfrentar este fenómeno.

Casi el 43% de los encuestados respondieron que “nunca” o “rara vez” han recompensado o castigado a una empresa por sus acciones para reducir el calentamiento global, mediante la elección de comprar o no sus productos. Sin embargo, poco más del 90% de los participantes señaló estar interesado en cambiar esta conducta, en beneficio de aquellas empresas que reducen sus emisiones de gases de efecto invernadero; por lo que el área de oportunidad es muy amplia, por lo menos para las empresas que aprovechen esto y reduzcan sus emisiones de gases de efecto invernadero, además de considerar otras medidas para adaptarse al cambio climático y mitigar sus efectos.

Al menos el 64.15% de los participantes han apoyado de alguna manera a organizaciones que trabajan para la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático; mientras que el 61.32% señaló que ha tenido comunicación con algún funcionario público para solicitarle información o acciones para lograr la adaptación al cambio climático o para mitigar sus efectos. El porcentaje de las respuestas se muestran en el siguiente cuadro.

¹⁹ La frase “reducir el calentamiento global” hace referencia, en realidad, a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero durante los procesos productivos que realizan las empresas, así como a las actividades que realizan encaminadas a la conservación del medio ambiente, a la adaptación al cambio climático y a la mitigación de los efectos causados por este fenómeno.

<i>Conductas ciudadana:</i>	Nunca	Una vez	Algunas veces	Con frecuencia
En los últimos doce meses, cuantas veces has donado tiempo o dinero a una organización que trabaja en la adaptación o mitigación del cambio climático	33.02	7.55	33.96	22.64
En los últimos doce meses, te has comunicado con algún funcionario de gobierno o legislador para solicitar información o acciones para adaptación o mitigación del cambio climático	37.74	14.15	28.3	18.87

Cuadro 19: Respuestas en porcentaje de la sección de la encuesta que refleja las conductas ciudadanas respecto a la adaptación y mitigación al CC

En este sentido, las organizaciones no gubernamentales, principalmente, tienen la oportunidad de buscar y encontrar apoyo por parte de la sociedad para seguir desarrollando sus actividades, o bien, para implementar nuevas acciones derivadas de éste tema. En tanto que los funcionarios públicos, tienen la oportunidad de generar una cultura de participación que anime a los ciudadanos a construir puentes de comunicación con sus representantes y servidores, mediante la supervisión y rendición de cuentas.

VULNERABILIDAD DE COAHUILA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), en su informe especial “Impactos Regionales del Cambio Climático: Evaluación de la Vulnerabilidad” (1997), define la vulnerabilidad como el grado en que un sistema natural o social podría resultar afectado por el cambio climático.

Así mismo, el IPCC menciona que la vulnerabilidad está en función de la sensibilidad de un sistema a los cambios del clima (el grado en que un sistema responderá a determinado cambio del clima, incluidos los efectos beneficiosos y perjudiciales), y de su capacidad para adaptarse a dichos cambios (el grado en que los ajustes introducidos en las prácticas, procesos o estructuras pueden moderar o contrarrestar los posibles daños o beneficiarse de las oportunidades creadas, por efecto de determinado cambio del clima).

En este contexto, un sistema muy vulnerable sería aquel que fuera muy sensible a pequeños cambios del clima, incluyéndose en el concepto de sensibilidad la posibilidad de sufrir efectos muy perjudiciales, o aquel cuya capacidad de adaptación se hallara seriamente limitada (IPCC, 1997).

Por lo tanto, la información que se presenta en este estudio es fundamental para la implementación de estrategias y medidas adecuadas para lograr la adaptación al cambio climático.

Para determinar el grado de vulnerabilidad de Coahuila frente al cambio climático, se siguió la metodología sugerida por la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático la cual considera los siguientes pasos clave para

el desarrollo de Programas de Acción para la Adaptación Nacional-PAAN²⁰(UNFCCC 2009):

Paso 1: Establecimiento de un equipo de trabajo para el desarrollo del Proyecto.

Esta etapa se considera como la base del proceso y requiere especial atención puesto que hay que tomar en cuenta el balance de inclusión así como de eficiencia, a fin de contar con el máximo de participantes clave que aseguren la memoria institucional y continuidad del proyecto a pesar del problema común que presenta el gobierno respecto al cambio de personal. Así, el presente componente de vulnerabilidad fue elaborado por PROFAUNA, A.C. que conformó un equipo técnico especialmente para el desarrollo del estudio.

Se empleó el conocimiento de expertos; sustentado mediante entrevistas, consultas de informes y artículos de investigación; con los que se elaboraron listas de control y bases de datos las cuales fueron actualizadas constantemente durante todo el proceso. Finalmente, se realizó un taller sobre el tema para conocer la percepción de los coahuilenses, con la participación sectorial del estado.

Paso 2: Síntesis de la información disponible

El propósito de la síntesis es identificar y obtener información relevante que será usada para sustentar el proceso de la toma de decisiones en asuntos relacionados con las mejores estrategias y acciones para la adaptación. Este ejercicio permite

²⁰ La metodología se adaptó a las necesidades de éste capítulo, por lo que se utilizó únicamente en función de determinar la vulnerabilidad del estado frente al Cambio Climático, dejando de lado el proceso del desarrollo de la planificación de adaptación y sus estrategias.

al equipo eliminar la disparidad entre la ciencia de la vulnerabilidad y el proceso de la toma de decisiones.

Cabe señalar que se consideró con especial atención el equilibrio temporal al desarrollar el Estudio de Vulnerabilidad, por lo que se estableció lo que se conoce como los horizontes de tiempo que se toman en cuenta para este tipo de evaluaciones; para determinar la vulnerabilidad actual (12 meses); el criterio para acciones urgentes e inmediatas (año 2020); y las escalas atemporales e inconsistencias científicas respecto a la información de cambio climático (2050-2080).

En el cuadro que se muestra a continuación se describen las fuentes de información necesarias para alcanzar las metas del paso 2:

1. Dentro del contexto de las características de los PAAN	2. Usar la información prioritaria de riesgos y amenazas relacionadas con el clima	3. Después, usar información más avanzada referente al cambio climático futuro
Definir los orígenes de los riesgos y amenazas climáticas	Datos de variabilidad climática y eventos extremos	Escenarios de vulnerabilidad futura
Identificar grupos, sectores y regiones de interés	Indicadores de vulnerabilidad socioeconómica y ambiental	Escenarios de futuras condiciones socioeconómicas y ambientales
Definir la escala temporal	Información de corto plazo (1-20 años)	Información de largo plazo (20-100 años)
Definir la escala espacial	Información local-regional	Vínculos de tendencias y escenarios a escalas locales a regionales y globales
Identificar los tipos de amenazas y riesgos	Información y opiniones de expertos acerca de riesgos conocidos	Escenarios y opiniones de expertos acerca de riesgos futuros
Lograr la meta final del análisis	Información acerca de la reducción de riesgos y amenazas	Nuevas estrategias y opciones potenciales en el futuro
Lograr la meta final del análisis	Información sobre acciones proactivas y reactivas	Información acerca de nuevas opciones para el futuro

Cuadro 20: Selección de datos e información de amenazas climáticas actuales y del cambio climático en el contexto de los requisitos de este estudio de evaluación.

El cuadro anterior deberá ser interpretado como se muestra a continuación: Para el requisito de “definir los orígenes de los riesgos y amenazas climáticas “(columna 1);

==>Primero recabar información de riesgos y amenazas actuales (columna 2): y

==>Segundo, si la información es insuficiente o si es posible acceder a trabajos adicionales, revisar la información de los escenarios del cambio climático (columna 3).

Establecimiento de un vínculo sólido entre cambio climático y la variabilidad climática

Responder a las siguientes cuatro preguntas ayudó al equipo de trabajo a preparar la síntesis y a asegurar que la selección, calidad, accesibilidad y uso de los datos e información fuera verificada y mejorada de acuerdo a las necesidades. El cuadro que se muestra a continuación describe las fuentes de información que fueron utilizadas para alcanzar las metas del paso 2 y que a su vez pretenden ayudar con el análisis de fases posteriores relacionadas con la adaptación.

PREGUNTAS	FUENTES DE INFORMACIÓN
¿Cuáles son las principales amenazas climáticas y riesgos asociados de experiencias actuales y del pasado, dentro de tu país, estado, comunidad, sector, etc.?	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis histórico de desastres meteorológicos y descripción de costos y consecuencias de tragedias meteorológicas en el estado por sector, las cuales son secciones que se incluyen en el capítulo de antecedentes del presente Componente de vulnerabilidad. - Datos de temperatura y precipitación de 1971 a 2009.
¿Quién es vulnerable (grupos, sectores, recursos) y donde están localizados (ubicación, extensión geográfica)?	<ul style="list-style-type: none"> - La determinación de las unidades de exposición que se evaluarán en este estudio, se explica en el apartado 1 “Visión sistémica del Cambio Climático”, de este capítulo. - Al ser este documento parte de un Plan Estatal de Cambio Climático, la ubicación de los grupos vulnerable deberá avocarse únicamente al territorio estatal.
¿Hubo algún incremento	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis histórico de desastres meteorológicos del

PREGUNTAS	FUENTES DE INFORMACIÓN
significativo de los eventos climáticos extremos que puedan estar relacionados con la variabilidad climática y/o con el cambio climático?	<p>capítulo de antecedentes del presente Componente de vulnerabilidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Datos de temperatura y precipitación de 1971 a 2009. - Los escenarios del Cambio climático en Coahuila para este siglo por regiones, que es el capítulo 3 del presente componente de Vulnerabilidad.
¿Cuáles son las prioridades de desarrollo estatal?	<ul style="list-style-type: none"> - Plan Estatal de Desarrollo, 2006-2011 (Gobierno del Estado de Coahuila 2005)
¿Cuáles son las tendencias más importantes para evaluar la vulnerabilidad futura de los grupos, sectores y recursos?	<ul style="list-style-type: none"> - Datos de variabilidad climática. - Los escenarios del Cambio Climático en Coahuila para este siglo por regiones, que es el capítulo 3 del presente componente de Vulnerabilidad. - Modelo de Circulación Regional (MCR); PRECIS y Modelos de Circulación Global (MCG); ECHAM y GFDL. - Programa Especial de Cambio Climático 2009~2012 (Comisión Europea 2009). - México, Tercera comunicación nacional ante la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático (SEMARNAT 2006). - Hacia una Estrategia Nacional de Acción Climática (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático 2006). - Agua y clima, elementos para la adaptación al cambio climático (Rosalva Landa, Víctor Magaña y Carolina Neri 2008). - Acciones de México de mitigación y adaptación ante el cambio climático global (Subsecretariado Técnico de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático 2008).
¿Cuáles son los factores (directos e indirectos), a escala regional y global que influyen sobre los impactos adversos del cambio climático en el estado (pobreza, tendencias económicas, globalización, etc.)?	<ul style="list-style-type: none"> - Modelos de Circulación (MCG y MCR). PRECIS, ECHAM y GFDL. - Datos de condiciones socioeconómicas y demográficas. - Opiniones de expertos consultados en el taller de cambio climático.

Cuadro 21. Preguntas clave a preguntar durante la primera etapa del paso 2.

En esta etapa fue necesario ser pragmático respecto a la estructura y organización de los datos e información que fue identificada en la primera fase del paso 2, ya

que la información también se utilizó en etapas posteriores del proceso de la evaluación de la vulnerabilidad y será de utilidad para la determinación de las opciones de adaptación. La información se estructuró a manera de una revisión general que estime la vulnerabilidad a través de las amenazas y riesgos climáticos asociados.

Paso 3: Evaluación participativa de la Vulnerabilidad

Los impactos climáticos son y serán diferentes:

- Para diversa gente (individuos, hogares, comunidades)
- Para diversos sectores (salud, industria, agricultura, recursos naturales)
- En diversas áreas (pueblos, ciudades, estados)
- En diversos tiempos (presente, próximos 10 años, próximos 50 años)

Porque:

- Las tensiones y los choques climáticos experimentados pueden ser diferentes
- Otros factores ambientales, económicos y sociales son diferentes
- En un área específica, algunos modos de vida serán afectados mientras que otros no
- La capacidad adaptativa difiere; la respuesta de la gente diferirá

Por lo tanto necesitamos contestar a preguntas como:

- ¿Quién (o qué) es vulnerable?
 - ¿A qué son vulnerables?
 - ¿Por qué son vulnerables?
- } Pasos 2 + 3
- ¿Qué se puede hacer para disminuir

esta vulnerabilidad?  Respuestas/ideas de adaptación²¹.

Método seleccionado:

El análisis de la exposición a los riesgos del clima basado en las amenazas u oportunidades actuales (p.e. frecuencia, tipo y gama de impactos) se resume en un inventario tabular. El cual consiste en hacer una matriz de contraste entre las actividades productivas del estado, su infraestructura y sus servicios ecosistémicos, por las amenazas tanto de origen antropogénico como de origen natural que son incrementadas por éste fenómeno; tal como la modificación del patrón de precipitación normal y los eventos meteorológicos, respectivamente.

Así, este proceso debe dar lugar a una ponderación de los daños que pueden sufrir las actividades, infraestructura y servicios, con la intención de conocer la probabilidad de que esto ocurra y, por tanto, la vulnerabilidad de las actividades y regiones.

Las amenazas que enfrenta el estado fueron identificadas en base al Análisis Histórico de Desastres Meteorológicos en Coahuila, así como en las opiniones de los expertos de cada actividad productiva y de cada servicio ecosistémico, vertidas en el Taller de Cambio Climático; con la finalidad de obtener datos más certeros de la situación que atraviesa cada uno de estos. En el siguiente cuadro se muestra el listado de las amenazas identificadas.

AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL INCREMENTADAS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO

- 1 Incremento anual medio de la temperatura
- 2 Cambio del patrón normal de precipitación

²¹Estas ideas se desarrollaron de manera preliminar durante el Taller de Cambio Climático y se presentan en la siguiente sección de este capítulo.

- 3 Tornados
- 4 Nevadas
- 5 Heladas
- 6 Lluvias torrenciales e inundaciones
- 7 Ciclones tropicales
- 8 Olas de Calor
- 9 Granizadas
- 10 Sequías
- 11 Incendios Forestales
- 12 Vientos fuertes
- AMENAZAS DE ORIGEN ANTROPOGÉNICO INCREMENTADAS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO**
- 1 Menor cantidad y calidad de agua
- 2 Modificación de los causes hidrológicos
- 3 Sobreexplotación de los mantos acuíferos
- 4 Baja y mala producción agropecuaria
- 5 Aumento de plagas y enfermedades silvícolas y agropecuarias
- 6 Pérdida y/o extinción de especies
- 7 Cambio de uso de suelo
- 8 Deterioro del suelo
- 9 Pérdida de hábitats naturales
- 10 Invasión por especies exóticas
- 11 Migración demográfica
- 12 Cambios ecosistémicos
- 13 Marginación
- 14 Incremento en los costos de producción
- 15 Incremento en el índice de pobreza
- 16 Ausentismo laboral y escolar
- 17 Menor acceso a la educación
- 18 Mayor consumo de energéticos
- 19 Demanda de tecnologías más eficientes.
- 20 Afección al ciclo de vida de productos
- 21 Sobrecarga de ecosistemas regionales
- 22 Incremento en las afecciones a la salud humana
- 23 Mayor demanda del servicio sanitario
- 24 Afecciones a los medios de comunicación
- 25 Daños a la infraestructura

Cuadro 22: Amenazas de origen natural y antropogénico incrementadas por el Cambio Climático

Además, para establecer la vulnerabilidad futura, se utilizaron las modelaciones obtenidas del PRECIS para el escenario A2, pues muestra las proyecciones más

adversas para Coahuila, las cuales serían resultado de que no se habría consolidado una buena estrategia de mitigación y adaptación ante el cambio climático para los años venideros por lo que el sistema socioeconómico estará regido como hoy en día.

Dado que para el presente componente se describieron y analizaron los escenarios del clima en Coahuila para los años 2020, 2050 y 2080; se definieron las vulnerabilidades actuales y para los mismos periodos, para cuatro regiones geográficas, para 14 actividades productivas o modos de sustento, para la infraestructura y para tres servicios ecosistémicos; como se muestra en el cuadro siguiente.

REGIONES GEOGRÁFICAS		ACTIVIDADES PRODUCTIVAS				INFRAESTRUCTURA		SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	
1	Norte	1	Agricultura	8	Transporte	1	Rural	1	Suelo
2	Centro	2	Ganadería	9	Industria	2	Urbana	2	Biodiversidad
3	Sur	3	Forestería	10	Comercio			3	Agua
4	Laguna	4	Protección civil	11	Turismo				
		5	Sanidad	12	Comunicaciones				
		6	Educación	13	Energía				
		7	Construcción						

Cuadro 23: Unidades de exposición evaluadas.

A. POR REGIÓN

De acuerdo a los resultados generales, la región Norte es la más vulnerable al cambio climático, seguida por las regiones Centro, Sur y Laguna. En el Anexo 14 del PECC, se presenta el inventario tabular de las amenazas que pueden generar impactos en las distintas regiones del estado; en tanto que continuación se mencionan las amenazas a las que es vulnerable cada región.

Norte

Para el año **2010**, la región Norte es vulnerable a nueve amenazas de origen natural y a cuatro de origen antropogénico que le podrían causar daños de bajo impacto. Dichas amenazas son:

Amenazas de origen natural: incremento anual medio de la temperatura, cambio en el patrón normal de precipitación, tornados, nevadas, heladas, lluvias torrenciales e inundaciones, olas de calor, granizadas y sequías.

Amenazas de origen antropogénico: deterioro del suelo, incrementos en los costos de producción, mayor consumo de energéticos y daños a la infraestructura.

Para el año **2020**, las amenazas de origen natural que vulnerabilizan a la región Norte, son las mismas que en 2010, pero las *lluvias torrenciales e inundaciones* causarán daños más fuertes que en el año 2010, mientras que las demás seguirán causando pocos daños.

Así mismo, se suman 16 amenazas de origen antropogénico, que causarán daños visibles a la región. Estas son: *menor cantidad y calidad de agua, modificación de los causes hidrológicos, sobre explotación de los mantos acuíferos, baja y mala producción agropecuaria, aumento de las plagas y enfermedades silvoagropecuarias, cambio de uso del suelo, pérdida de hábitats naturales, invasión por especies exóticas, marginación, incremento del índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, menor acceso a la educación, afección al ciclo de vida de los productos, incremento en las afecciones a la salud humana, mayor demanda del servicio sanitario y afecciones a las vías de comunicación.*

Para el año **2050**, se sumarán los *incendios forestales* y los *vientos fuertes*, quienes pueden causar daños moderados a la región, igual que las *nevadas*; sin embargo, las demás amenazas de origen natural citadas anteriormente, causarán daños de alto impacto.

Además, se suman otras cinco amenazas de origen antropogénico a las ya existentes, que pueden causar daños visibles a la región Norte: *pérdida y/o extinción de especies, migración demográfica, cambios ecosistémicos, demanda de tecnologías más eficientes y sobrecarga de ecosistemas regionales*. En tanto que de las anteriormente enlistadas, 10 causarán daños severos, las cuales son: *menor cantidad y calidad de agua, baja y mala producción agropecuaria, aumento de plagas y enfermedades silvoagropecuarias, cambio de uso de suelo, incremento en los costos de producción, ausentismo laboral y escolar, menor acceso a la educación, mayor consumo de energéticos, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura*.

En el año **2080**, esta región sería igual de vulnerable a las amenazas de origen natural mencionadas para el 2050, pero las *nevadas* y los *vientos fuertes* se sumarían a causar daños catastróficos.

En cuanto a las amenazas de origen antropogénico se refiere, la región Norte sería vulnerable a las mismas que en el año 2050, pero el impacto de once, sería más relevante. Estas son: *modificación de los causes hidrológicos sobre explotación de los mantos acuíferos, pérdida y extinción de especies, deterioro del suelo y pérdida de hábitats naturales, cambios ecosistémicos, marginación, incremento del índice de pobreza, demanda de tecnologías más eficientes, sobrecarga de los ecosistemas regionales, incrementos de las afecciones a la salud humana y mayor demanda del servicio sanitario*.

Centro

Para el año **2010**, la región Centro es vulnerable a cinco amenazas de origen natural y a seis de origen antropogénico que se prevé causarán daños de bajo impacto. Dichas amenazas son:

Amenazas de origen natural: heladas, olas de calor, granizadas, sequías y vientos fuertes.

Amenazas de origen antropogénico: sobre explotación de los mantos acuíferos, deterioro del suelo, pérdida de hábitats naturales, cambios ecosistémicos, incrementos en los costos de producción y mayor consumo de energéticos.

Para el año **2020**, a las amenazas de origen natural se sumarán el *incremento anual medio de la temperatura* y el *cambio del patrón normal de precipitación*. De igual manera, se suman 12 amenazas de origen antropogénico, que también causarán daños visibles: modificación de los causes hidrológicos, pérdida y extinción de especies, invasión de especies exóticas, marginación, *incremento del índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, menor acceso a la educación,afección al ciclo de vida de los productos, sobrecarga de los ecosistemas regionales, incremento en las afecciones a la salud humana, mayor demanda del servicio sanitario y daños a la infraestructura.*

Para el año **2050**, a las amenazas de origen natural antes citadas, se sumarán las *lluvias torrenciales e inundaciones* y los *incendios forestales*. Además, el incremento anual medio de la temperatura, el cambio en el patrón normal de precipitación, las olas de calor y las sequías, causarán mayores daños que en el año 2020.

A las amenazas de origen antropogénico, se suma otra que puede causar daños severos a esta región, el *cambio de uso de suelo*, y otras cinco que pueden causar algunos daños; estas son: *menor cantidad y calidad de agua, baja y mala producción agropecuaria, aumento de plagas y enfermedades silvoagropecuarias, migración demográfica, demanda de tecnologías más eficientes y afecciones a las vías de comunicación.*

Además, siete amenazas de las citadas para el año 2020, causarán daños más graves este año; estas son: *pérdida y/o extinción de especies, deterioro del suelo, pérdida de hábitats naturales, invasión por especies exóticas, cambios ecosistémicos, menor acceso a la educación y sobrecarga de ecosistemas regionales.*

En el año **2080**, las únicas amenazas naturales que podrían no causar daños a esta región, son las *nevadas y los ciclones tropicales*; por otro lado las *heladas, las lluvias torrenciales e inundaciones, las granizadas, los incendios forestales y los vientos fuertes*, tendrán una mayor afectación en ésta región.

Así mismo, la región Centro será vulnerable a las mismas amenazas de origen antropogénico mencionadas para el año 2050, pero 13 de ellas causarán daños catastróficos; la cuales son: menor cantidad y calidad del agua, modificación de los causes hidrológicos, sobre explotación de los mantos acuíferos, baja y mala producción agropecuaria, aumento de plagas y enfermedades silvoagropecuarias, marginación, incremento de los costos de producción, incremento del índice de pobreza, mayor consumo de energéticos, la demanda de tecnología más eficientes, incremento en las afecciones a la salud humana, mayor demanda del servicio sanitario y afecciones a las vías de comunicación.

Sur

Para el año **2010**, la región sur es vulnerable a seis amenazas de origen natural y a seis de origen antropogénico, que pueden causar daños de bajo impacto. Dichas amenazas son:

Amenazas de origen natural: nevadas, heladas, olas de calor, granizadas, incendios forestales y vientos fuertes.

Amenazas de origen antropogénico: sobre explotación de los mantos acuíferos, pérdida y/o extinción de especies, deterioro del suelo, pérdida de hábitats

naturales, incrementos en los costos de producción y mayor consumo de energéticos.

Para el año **2020**, al listado de amenazas de origen natural que causan pocos daños, se suman otras cuatro: *incremento anual medio de la temperatura, cambio del patrón normal de precipitación, ciclones tropicales y sequías*; sin embargo, las *heladas*, que antes podrían causar pocos daños, para este año causarían daños severos.

En cuanto a las amenazas de origen antropogénico, seguirán causando pocos daños, pero se sumarán otras doce: *invasión por especies exóticas, migración demográfica, cambios ecosistémicos, marginación, incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, menor acceso a la educación, afección al ciclo de vida de los productos, sobrecarga de ecosistemas regionales, incremento en las afecciones a la salud humana, mayor demanda del servicio sanitario y daños a la infraestructura.*

Para el año **2050**, se sumarán las *lluvias torrenciales e inundaciones* a las amenazas de origen natural que causan daños visibles en esta región, pero el *cambio del patrón normal de precipitación*, las *nevadas*, las *heladas*, las *olas de calor* y los *incendios forestales*, causarían le pueden causar daños severos.

A las amenazas de origen antropogénico, se sumarán otras siete: *menor cantidad y calidad de agua, modificación de los causes hidrológicos, baja y mala producción agropecuaria, aumento de plagas y enfermedades silvoagropecuarias, cambio de uso de suelo* (única amenaza de origen antropogénico de reciente adición a la lista, que causaría daños severos), *demanda de tecnologías más eficientes y afecciones a las vías de comunicación.*

Además, nueve de las enlistadas causarían daños severos en lugar de pocos daños, las cuales son: *pérdida y/o extinción de especies, pérdida de hábitats*

naturales, invasión por especies exóticas, cambios ecosistémicos, marginación, incremento en los costos de producción, mayor demanda de energéticos, sobrecarga de ecosistemas regionales e incremento en las afecciones a la salud humana.

Para el año **2080**, la única amenaza de origen natural que posiblemente no causaría daños a la región Sur, son los *tornados*; en tanto que todas las demás, le causarían daños catastróficos. En cuanto a las amenazas de origen antropogénico, las 25 ponderadas para el presente ejercicio pueden presentarse en esta región y sólo cinco de ellas (*sobre explotación de los mantos acuíferos, migración demográfica, ausentismo laboral y escolar, afección al ciclo de vida de los productos y daños a la infraestructura*) causarían daños leves, mientras que el resto causarían daños severos.

Laguna

Para el año **2010**, la región Laguna es vulnerable a siete amenazas de origen natural y a ocho de origen antropogénico que le pueden causar daños de bajo impacto. Dichas amenazas son:

Amenazas de origen natural: incremento anual medio de la temperatura, cambio en el patrón normal de precipitación, heladas, lluvias torrenciales e inundaciones, olas de calor, sequías y vientos fuertes.

Amenazas de origen antropogénico: menor cantidad y calidad de agua, sobre explotación de los mantos acuíferos, aumento de plagas y enfermedades silvoagropecuarias, deterioro del suelo, incrementos en los costos de producción, mayor consumo de energéticos, incremento en las afecciones a la salud humana y mayor demanda del servicio sanitario.

Para el año **2020**, las amenazas naturales serán más, ya que las *granizadas* se sumarán a las antes mencionadas; además, las *olas de calor* serán mucho más perjudiciales que en 2010.

Así mismo, se suman trece amenazas de origen antropogénico, que también causarán daños de bajo impacto; las cuales son: *modificación de los cauces hidrológicos, baja y mala producción agropecuaria, cambio de uso del suelo, pérdida de hábitats, invasión de especies exóticas, migración demográfica, marginación, incremento del índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, menor acceso a la educación, afección al ciclo de vida de los productos, sobre explotación de los ecosistemas regionales y daños a la infraestructura.*

Para el año **2050**, se sumaran los *incendios forestales* a las amenazas de origen natural que causarán daños perceptibles a esta región. Por otro lado, el *incremento anual medio de la temperatura, el cambio en el patrón normal de precipitación, las lluvias torrenciales e inundaciones, las sequías y los vientos fuertes*, causarán daños de mayor intensidad que en el año 2020.

Además, se suman otras cuatro amenazas de origen antropogénico que pueden causar daños perceptibles: *pérdida y/o extinción de especies, cambios ecosistémicos, demanda de tecnologías más eficientes y afecciones a las vías de comunicación.*

De las listadas anteriormente, 12 amenazas pueden generar daños similares a los previstos para el año 2020 y nueve podrían causar daños de mayor magnitud. Estas últimas son: *menor cantidad y calidad de agua, sobre explotación de los mantos acuíferos, baja y mala producción agropecuaria, aumento de plagas y enfermedades silvoagropecuarias, marginación, incremento en los costos de producción, ausentismo laboral y escolar, mayor consumo de energéticos e incremento en las afecciones a la salud humana.*

En el año **2080**, también los *ciclones tropicales* podrían causar daños visibles a esta región, mientras que la única amenaza que probablemente no causaría daños visibles, son los *tornados*; en contraparte, todas las demás amenazas de origen natural pueden causar daños catastróficos a la Laguna.

Así mismo, será vulnerable a las mismas amenazas de origen antropogénico mencionadas para el año 2050; sin embargo, 12 amenazas podrán causar serios daños a la región. Estas son: *modificación de los causes hidrológicos, pérdida y extinción de especies, el cambio de uso del suelo, pérdida de hábitats naturales, cambios ecosistémicos, incremento del índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, menor acceso a la educación, demanda de tecnologías más eficientes, sobrecarga de los ecosistemas regionales, mayor demanda del servicio sanitario, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura.*

B. POR ACTIVIDAD PRODUCTIVA, INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

De acuerdo a los resultados generales, la agricultura es la actividad productiva más vulnerable en el estado, seguida por: forestería, protección civil, ganadería, comercio, sanidad, construcción, turismo, comunicaciones, industria, transporte, energía y educación. En tanto que la infraestructura rural es más vulnerable que la urbana. En cuanto a servicios ecosistémicos se refiere, el suelo es el más vulnerable, seguido por agua y biodiversidad.

En el Anexo 15, se plasma el inventario tabular de las amenazas por actividades productivas, infraestructura y servicios ecosistémicos. A continuación se presenta la información de cada una de estas unidades de exposición.

Por Actividad Productiva

Agricultura

Para el año **2010**, la agricultura es vulnerable a diez amenazas de origen natural y a 18 de origen antropogénico que generalmente causarían daños de bajo impacto a la agricultura de temporal. Dichas amenazas son:

Amenazas de origen natural: cambios del patrón normal de precipitación, olas de calor y sequías, tornados, nevadas, heladas, lluvias torrenciales e inundaciones, ciclones tropicales, granizadas y vientos fuertes.

Amenazas de origen antropogénico: menor cantidad y calidad de agua, modificación de los causes hidrológicos, baja y mala producción agropecuaria, aumento de plagas y enfermedades, cambio del uso de suelo, deterioro del suelo, pérdida de hábitats naturales (única amenaza que podría causar beneficios momentáneos a la agricultura), invasión por especies exóticas, migración demográfica, cambios ecosistémicos, marginación, incrementos en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, mayor consumo de energéticos sobre carga de ecosistemas regionales, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura.

Para el año **2020**, a las amenazas de origen natural que vulnerabilizan a la agricultura se suma *el incremento anual medio de la temperatura*, que también causaría daños negativos, pero de bajo impacto. Sin embargo, los *ciclones tropicales* generarían algunos beneficios.

Así mismo, se suman dos amenazas de origen antropogénico: la *demandas de tecnologías más eficientes* y la *afección al ciclo de vida de los productos*; en este caso, ambas también generarían daños de bajo impacto al igual que otras cinco amenazas: cambio del uso de suelo, migración demográfica, marginación, ausentismo laboral y mayor consumo de energéticos. Sin embargo, otras nueve, causarían muchos daños; en tanto que la *pérdida de hábitats naturales* seguiría causando algunos beneficios.

Aunque el número de amenazas de origen natural no aumenta para el año **2050**, el impacto que causan sí, pues se prevé que siete de estas generarán daños de mayor consideración: *incremento anual medio de la temperatura, cambio del patrón normal de precipitación, heladas, lluvias torrenciales e inundaciones, olas de calor, granizadas y sequías*. Sin embargo, los *ciclones tropicales*, seguirían causando algunos beneficios.

Además, se suman otras cuatro amenazas de origen antropogénico que también causarían daños perceptibles: *pérdida y/o extinción de especies, menor acceso a la educación, incremento en las afecciones a la salud humana y mayor demanda del servicio sanitario*; 15 de ellas pueden generar daños similares a los previstos para el año 2020. Sin embargo, la *migración demográfica, la marginación, la afección al ciclo de vida de los productos y la sobre recarga de ecosistemas naturales*, podrán causar daños de mayor magnitud; en tanto que la *pérdida de hábitats naturales* dejará de causar ciertos beneficios y comenzará a causar daños perceptibles.

En el año **2080**, esta actividad productiva sería igual de vulnerable a las amenazas de origen natural mencionadas para el 2020, pero también lo sería a los *incendios forestales*; mientras que los *ciclones tropicales* dejarían de causar efectos positivos o serían imperceptibles. Así mismo, sería vulnerable a las mismas amenazas de origen antropogénico mencionadas para el año 2020, pero para aquel entonces, todos los daños serían catastróficos.

En general, sólo la *pérdida de hábitats naturales* y los *ciclones tropicales*, en ciertos momentos dados, pueden generar algunos beneficios a la agricultura; pues esto significaría mayor disponibilidad de espacio arable y disponibilidad de agua en épocas de sequía.

En contraparte, las otras amenazas de origen natural pueden provocar pérdidas en la producción; pues generan falta de disponibilidad de agua para la germinación de los cultivos y estrés hídrico, es decir, la falta de agua puede interrumpir los procesos fisiológicos normales de las plantas causando desde bajo porte y menor rendimiento, hasta marchitez permanente; así como daños físicos de diversas magnitudes, tales como el acamado, pudrición por anegación, daños a la floración y fructificación, hasta remoción total de las plantas.

Además, las otras de origen antropogénico pueden provocar pérdidas en la producción, pues también generan falta de disponibilidad de agua y daños físicos a las plantas; así como malas condiciones físico-químicas para los cultivos y abandono, pérdida y reducción de zonas agrícolas.

Forestería

En el año **2010**, esta actividad puede ser vulnerable a dos amenazas de origen natural, las *sequías* y los *incendios forestales*; así como a 17 de origen antropogénico: *menor cantidad y calidad de agua, modificación de los causes hidrológicos, aumento de plagas y enfermedades silvoagropecuarias, pérdidas y/o extinción de especies, cambio de uso de suelo, deterioro del suelo, pérdida de hábitats naturales, invasión por especies exóticas, migración demográfica, cambios ecosistémicos, marginación, incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, sobrecarga de ecosistemas regionales, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura.*

Para el año **2020**, la forestería será vulnerable a sufrir impactos negativos por seis amenazas más de origen natural y a dos más de origen antropogénico; aunque es posible que se vea beneficiada por los *ciclones tropicales*. Además, cuatro de las amenazas de origen antropogénico que se pudieran presentar desde el año 2010, ahora causarían daños severos; estas son: *aumento de plagas y enfermedades*

silvoagropecuarias, pérdida de hábitats naturales, marginación e incremento en el índice de pobreza.

En el año **2050**, se sumarán otras dos amenazas de origen natural: *olas de calor* y *granizadas*; y cuatro de origen antropogénico: *baja y mala producción agropecuaria, menor acceso a la educación, incremento en las afecciones a la salud humana y mayor demanda del servicio sanitario.*

La forestería podrá gozar beneficios por una sola amenaza, los *ciclones* tropicales, pero será vulnerable a sufrir daños catastróficos por 14 amenazas diferentes, las cuales son:

Amenazas de origen natural: incremento anual medio de la temperatura, cambio del patrón normal de la precipitación, lluvias torrenciales e inundaciones, sequías e incendios forestales.

Amenazas de origen antropogénico: menor cantidad y calidad de agua, modificación de los causes hidrológicos, cambio del uso de suelo, deterioro del suelo, invasión por especies exóticas, migración demográfica, cambios ecosistémicos, incremento en los costos de producción y sobrecarga de ecosistemas regionales.

Para el año **2080**, las amenazas de origen natural serán las mismas que para el año 2050; sin embargo, la forestería dejará de ser favorecida por los *ciclones tropicales*. Al listado de amenazas de origen antropogénico que pueden afectar a esta actividad, se sumará una más, el *mayor consumo de energéticos*; además, cuatro de las amenazas listadas dejarán de causar daños leves para causar daños severos, las cuales son: *pérdida y/o extinción de especies, menor acceso a la educación, demanda de tecnologías eficientes, incremento en las afecciones a la salud humana y mayor demanda del servicio sanitario.* En total, 24 amenazas podrán causar daños catastróficos en este año.

En general, los ecosistemas boscosos son los más vulnerables al cambio climático debido al bajo ritmo de adaptación que tienen, por lo que se prevé que todas las masas boscosas serán vulnerables a desplazarse, a reducir su área o a desaparecer.

El manejo y aprovechamiento de los recursos generados en los bosques, será vulnerable al cambio de paradigmas sociales sobre el uso de los mismo; pues si bien, las materias primas para construcción y alimentación que se generar en estos ecosistemas son indispensables para el desarrollo humano; los servicios ambientales que se generan en ellos, como la captura de carbono, el agua, el suelo y la biodiversidad, son absolutamente necesarios para la permanencia de la vida humana. Por ende, la forestería tendría que adaptarse a las nuevas condiciones que se generaran.

Protección Civil

En el **2010** Protección Civil, como actividad, es vulnerable a siete amenazas de origen natural y a seis de origen antropogénico que, en general, pueden provocar que las estrategias seguidas por esta actividad para proteger a la sociedad sean deficientes, o bien, que sus protocolos tengan que ser modificados espontáneamente de acuerdo a los sucesos, generando problemas con la logística de sus servicios.

Amenazas de origen natural: tornados, nevadas, heladas, lluvias torrenciales e inundaciones, ciclones tropicales, olas de calor e incendios forestales. El grado afectación que pueden generar es menor.

Amenazas de origen antropogénico: marginación, incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, incremento en las afecciones a la salud humana, mayor demanda del servicio sanitario y afecciones a las vías de comunicación. Los impactos que deriven de estas amenazas, serían negativos aunque con un grado de afectación menor.

De las 12 *amenazas de origen natural* a las que el estado es vulnerable, para el año **2020**, protección civil será vulnerable a que diez de estas amenazas le impacten negativamente aunque ocasionando aún pocos daños. Por lo tanto, además de las amenazas previstas para el 2010, se suman los impactos ocasionados por *vientos fuertes, granizadas e incremento anual medio de la temperatura*.

Además, también se perfila un incremento en la vulnerabilidad por *amenazas antropogénicas* con nueve que causen impactos negativos, los cuales aun se espera ocasionen pocos daños. Así a los seis impactos previstos para el 2010 se suman el *incremento en la demanda de tecnologías más eficientes y los daños a la infraestructura*.

Para el año **2050**, esta actividad ya será vulnerable a las 12 *amenazas de origen natural*, de las cuales, nueve ocasionarán daños menores; sin embargo, los impactos esperados por incendios *forestales, heladas y lluvias torrenciales e inundaciones*, ya serán importantes. Además, estas amenazas ocasionan que esta sea la segunda actividad más afectada por las amenazas de origen natural, después de la agricultura.

Respecto a las *amenazas de origen antropogénico*, se espera que el estado sea vulnerable a 13 de ellas, lo que significa la adición de cuatro nuevas amenazas para esta actividad: *menor acceso a la educación, ausentismo laboral y escolar, cambios eco sistémicos y migración demográfica*. Destaca además que el mayor impacto será como consecuencia de los incrementos en las *afecciones a las vías de comunicación, la demanda del servicio sanitario, el índice de pobreza y finalmente, en los costos de producción*.

Prácticamente todas las *amenazas de origen natural* afectaran al sector en el **2080**, pero ocho de estas amenazas ocasionarán muchos daños: *incremento medio*

de la temperatura, tornados, heladas, lluvias torrenciales, olas de calor, sequía, incendios forestales y vientos fuertes.

En cuanto a las *amenazas de origen antropogénico*, se puede mencionar que para el 2080, ésta actividad será vulnerable a 16 de las 25 amenazas de este tipo que se evaluaron para el presente estudio. Así que a las amenazas contempladas en el 2050 se suman la *menor cantidad y calidad de agua, la baja y mala producción agropecuaria y el mayor consumo de energéticos.*

Con la finalidad de ofrecer un escenario respecto a la vulnerabilidad para protección civil se describe a continuación las afectaciones principales que pudiesen ocasionar las diferentes amenazas ya sea naturales o de origen antropogénico que figuran en éste análisis.

- Aumento en los daños a la infraestructura y afección en las vías de comunicación; impactan de manera negativa a ésta actividad, puesto que dichos daños implican la atención a un mayor número de emergencias, evacuación de grupos vulnerables y afectados directos, además de que supone un incremento en los costos por concepto de evaluación del estado de la infraestructura.
- Incremento en la demanda de tecnologías más eficientes; ya que al incrementarse el número de eventos climáticos catastróficos, emergencias y en general la demanda del servicio que brinda protección civil, será necesario actualizar y mejorar equipos y tecnologías usadas por esta actividad lo que a su vez representa un aumento en los costos de operación, lo que a su vez se relaciona con la amenaza identificada como incremento en los costos de producción, que en este caso se aplica como los costos de operación y logística.

- Menor acceso a la educación e incremento en los índices de pobreza: La industria aseguradora señala que la gente con una educación más alta es menos probable de tener accidentes de tráfico (Delano 2008). Asimismo la amenaza de menor acceso a la educación recae sobre los grupos económicos más desfavorecidos lo que genera menores ingresos que a su vez no permiten que estos grupos cuenten con condiciones adecuadas de salubridad y vivienda por lo que son y serán más vulnerables de sufrir daños por efecto de las condiciones climáticas.

Ganadería

Para el presente año, **2010**, la ganadería será vulnerable a tres amenazas de origen natural y a 14 de origen antropogénico que podrían causarle daños perceptibles; sin embargo, una amenaza de origen antropogénico, la *pérdida de hábitat naturales*, puede generar algunos beneficios a esta actividad.

Amenazas de origen natural: lluvias torrenciales e inundaciones, olas de calor y sequías.

Amenazas de origen antropogénico: menor cantidad y calidad de agua, modificación de los causes hidrológicos, baja y mala producción agropecuaria, aumento de plagas y enfermedades silvoagropecuarias, cambio de uso de suelo, deterioro del suelo, invasión por especies exóticas, migración demográfica, cambios ecosistémicos, incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, mayor consumo de energéticos, sobrecarga de ecosistemas regionales, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura.

Para el año **2020**, se suman a la lista de amenazas de origen natural, el *cambio del patrón normal de precipitación y los ciclones tropicales*; el primero causará daños visibles y los segundos, contrariamente, causarán beneficios leves a la ganadería. A la lista de amenazas de origen antropogénico, se sumarán tres más:

el *ausentismo laboral y escolar*, la *demanda de tecnologías más eficientes* y la *afección al ciclo de vida de los productos*.

Además, tres amenazas de las antes enlistadas (*baja y mala producción agropecuaria, aumento de plagas y enfermedades silvoagropecuarias e incremento en los costos de producción*), causarán severos daños a esta actividad.

Durante el año **2050**, la ganadería será vulnerable a tres amenazas más de origen natural y a cinco más de origen antropogénico. Aunque los *ciclones tropicales* seguirán generando condiciones que podrían ser aprovechadas en beneficio de esta actividad, la ganadería será vulnerable a sufrir daños perceptibles por 16 amenazas y daños severos por 15 amenazas.

Amenazas de origen natural. Las que podrían causar pocos daños son: tornados, heladas, olas de calor y vientos fuertes. Las que podrían causar muchos daños son: cambio del patrón normal de precipitación, lluvias torrenciales e inundaciones y sequías.

Amenazas de origen antropogénico. Las que podrían causar pocos daños son: cambio de uso de suelo, pérdida de hábitats naturales, migración demográfica, marginación, incremento en el índice de la pobreza, ausentismo laboral y escolar, mayor consumo de energéticos, demanda de tecnologías más eficientes, incremento en las afecciones a la salud humana, mayor demanda del servicio sanitario, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura.

Las que podrían causar muchos daños son: menor cantidad y calidad de agua, modificaciones de los causes hidrológicos, baja y mala producción agropecuaria, aumento de plagas y enfermedades silvoagropecuarias, deterioro del suelo, invasión por especies exóticas, cambios ecosistémicos, incremento en los costos de producción, menor acceso a la educación, afección al ciclo de vida de los productos y sobrecarga de los ecosistemas regionales.

Para el año **2080**, en cuanto a amenazas de origen natural se refiere, ya no habrá condiciones benéficas generadas por los *ciclones tropicales*; las *olas de calor* causarán daños catastróficos y se sumarán las *granizadas* y los *incendios forestales*.

Referente a las amenazas de origen antropogénico, se sumará la *pérdida y/o extinción de especies* con posibilidades de causar pocos daños a la ganadería. Sin embargo, esta actividad podría sufrir severos daños por 12 de las amenazas que ya se presentaban anteriormente, las cuales son: *cambio de uso de suelo, pérdida de hábitats naturales, migración demográfica, marginación, incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, mayor consumo de energéticos, demanda de tecnologías más eficientes, incremento en las afecciones a la salud humana, mayor demanda del servicio sanitario, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura*.

La vulnerabilidad de la ganadería frente al cambio climático, residen en que todas las amenazas antes citadas, conllevan a la pérdida, en calidad y cantidad, de cabezas de ganado, el daño a la infraestructura donde se realiza la ganadería intensiva y la reducción de la superficie apta para la ganadería extensiva.

Además, las presiones sociales por que los ganaderos mejoren sus productos mediante técnicas de manejo más amigables al ambiente y a la salud humana, y por que pongan a disposición productos económicamente más accesibles, aumentarán conforme pase el tiempo y se agudicen las crisis alimentaria, económica y ambiental.

En contraparte, los *ciclones tropicales* y la *pérdida de hábitats naturales*, pueden generar condiciones que si son bien utilizadas, la ganadería se podría ver beneficiada por ellas. Es decir, si se cosechara el agua aportada por los *ciclones tropicales*, se podría compensar la falta de agua generada por la *sequía* y por la

modificación de causas hidrológicas; así mismo, los terrenos donde se pierdan los hábitats naturales, podrían ser utilizados para implementar la ganadería intensiva y, quizá, la extensiva.

Comercio

Para el año **2010**, el comercio no es vulnerable a amenazas de origen natural; sin embargo, lo es a seis de origen antropogénico que le causarán daños relativamente leves.

Dichas amenazas son: *baja y mala producción agropecuaria, incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, mayor consumo de energéticos y afecciones a las vías de comunicación.*

En el **2020**, será vulnerable únicamente a una amenaza de origen natural, las *lluvias torrenciales e inundaciones*; pero podrá sufrir algunos daños por las mismas amenazas de origen antropogénico que las del 2010 y a otras tres: *menor cantidad y calidad de agua, aumento de plagas y enfermedades silvoagropecuarias y daños a la infraestructura.*

Para el año **2050**, esta actividad será vulnerable a sufrir pocos daños por siete amenazas de origen natural y a 17 de origen antropogénico, de las cuales son ocho nuevas en comparación a las de años anteriores. Las amenazas que podrían afectar al comercio en este año y que no lo hacían anteriormente son:

Amenazas de origen natural: incremento anual medio de la temperatura, tornados, heladas, lluvias torrenciales e inundaciones, olas de calor, granizadas, sequías y vientos fuertes. Los daños que éstas causarían serían pocos pero perceptibles.

Amenazas de origen antropogénico: menor cantidad y calidad de agua, deterioro del suelo, cambios ecosistémicos, marginación, menor acceso a la educación, afección al ciclo de vida de los productos, sobrecarga de ecosistemas regionales,

incremento en las afecciones a la salud humana y mayor demanda del servicio. Los daños que éstas causarían serían pocos pero perceptibles.

Además, de las amenazas que se venían presentando anteriormente, cinco de ellas causarían daños severos para este año; las cuales son: *baja y mala producción agropecuaria, incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, mayor consumo de energéticos y afecciones a las vías de comunicación*. En tanto que las otras cuatro seguirían causando daños de bajo impacto.

Para el **2080**, el comercio sería vulnerable a tres amenazas más de origen natural y a cinco más de origen antropogénico.

De las amenazas de origen natural, se sumarían el *cambio del patrón normal de precipitación*, las *heladas* y los *incendios forestales*, quienes causarían pocos daños al igual que otras 3 amenazas del mismo origen. Sin embargo, las *lluvias torrenciales e inundaciones*, las *olas de calor* y las *sequías*, causarían daños catastróficos.

Igualmente, once amenazas de origen antropogénico causarían pocos daños, aunque otras seis causarían fuertes daños. Estas son: *menor cantidad y calidad del agua, deterioro del suelo, menor acceso a la educación, incremento en las afecciones a la salud humana, mayor demanda a los servicios sanitarios y daños a la infraestructura*.

En general, el comercio se verá afectado por el desequilibrio en el proceso de oferta-demanda, generado por el aumento generalizado en los costos de los bienes materiales y la disminución paulatina del poder adquisitivo.

Las amenazas de origen natural, pueden causar daños al reducir la movilidad de los comerciantes, al incrementar la pérdida de los productos comercializados y al dañar la infraestructura de los comercios y sus vías de comunicación.

Las amenazas de origen antropogénico, generarán, entre otras cosas, que haya menos alimento disponible para su industrialización y comercialización; y que los costos de producción aumenten, tanto en la adquisición de materia prima, de energéticos, de insumos y de mano de obra, como en el servicio de transacciones financieras y de traslado.

Así mismo, la incidencia de las amenazas puede generar que el comercio se vea afectado por las presiones sociales que demanden productos más amigables al ambiente, al bienestar social y a la salud humana; así como procesos productivos y comerciales que generen bajas emisiones de gases de efecto invernadero y productos de costos accesibles a cuerdo a las crisis económicas que se presenten.

Sanidad

La sanidad, como actividad referente al servicio sanitario, es vulnerable en el **2010**, principalmente, a dos *amenazas de origen natural* y a siete de *origen antropogénico* que, en general, incrementarán o redistribuirán las enfermedades tropicales e infecciosas, así como la mortalidad y afecciones por deshidratación.

Amenazas de origen natural: incremento anual medio de la temperatura y olas de calor, ambas implican un impacto negativo pero bajo, para ésta actividad.

Amenazas de origen antropogénico: menor cantidad y calidad de agua, marginación, incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, incremento en las afecciones a la salud humana y mayor demanda del servicio sanitario. Todas estas amenazas conllevan impactos negativos que ocasionarían pocos daños.

En el año **2020** ya se advierte que cinco amenazas más, de origen natural podrían impactar de manera negativa: *cambio del patrón normal de precipitación, heladas,*

lluvias torrenciales e inundaciones, sequías y vientos fuertes; todas ellas producirían daños de menor grado a ésta actividad.

Las *amenazas de origen antropogénico* suman 14 para este año, por lo que se agregan cinco a las previstas para el 2010: *baja y mala producción agropecuaria, aumento de plagas y enfermedades silvícolas y agropecuarias, migración demográfica, mayor consumo de energéticos y daños a la infraestructura*. Todas las amenazas producirían daños menores, con excepción de la *menor cantidad y calidad de agua*, la cual implicaría daños substanciales para esta actividad.

Durante el **2050** las actividades del servicio sanitario serán vulnerables a diez amenazas de origen natural, por lo que se esperan tres adiciones con respecto al 2020: *tornados, nevadas e incendios forestales*; estas amenazas causarían pocos daños mientras que las otras siete previstas desde años anteriores ocasionarían daños severos al sector.

Las amenazas de origen antropogénico a las que esta actividad será vulnerable son 18 para este año. Las que causarían daños severos, son: *menor cantidad y calidad de agua, migración demográfica, incremento en el índice de pobreza, menor acceso a la educación, incremento en las afecciones a la salud humana y mayor demanda del servicio sanitario*.

En tanto que las que provocarían daños menores son: *baja y mala producción agropecuaria, aumento de plagas y enfermedades silvícolas y agropecuarias, deterioro del suelo, cambios eco sistémicos, marginación, incremento en los costos de producción, ausentismo laboral y menor acceso a la educación, demanda de tecnologías más eficientes, sobrecarga de ecosistemas regionales y afecciones a las vías de comunicación*.

En el **2080** esta actividad será vulnerable a diez amenazas de origen natural las cuales coinciden a las descritas para el 2050, inclusive con la misma magnitud de daños probables consecuentes de los impactos negativos que dichas amenazas

produjesen. Destaca que las únicas amenazas a las que el sector no será vulnerable serán el incremento en la frecuencia e intensidad de los *ciclones tropicales y granizadas*.

Son 20 las amenazas de origen antropogénico a las que el servicio sanitario será vulnerable y las que causarían mayores daños son: *menor cantidad y calidad de agua, baja y mala producción agropecuaria, migración demográfica, cambios ecosistémicos, marginación, incrementos en los costos de producción y en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, menor acceso a la educación, mayor consumo de energéticos, demandas de tecnologías más eficientes, incremento en las afecciones a la salud humana, mayor demanda del servicio sanitario, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura*.

Mientras que el aumento de plagas y enfermedades silvícolas y agropecuarias, el deterioro del suelo, la pérdida de hábitats naturales, la afección al ciclo de vida de productos y la sobrecarga de ecosistemas regionales; ocasionarían pocos daños.

De acuerdo a lo anterior, se observa que esta actividad es vulnerable a los impactos negativos por el incremento de la temperatura y los cambios del patrón de precipitación, ya que las condiciones previstas en los escenarios climáticos producirían mas afecciones a la salud humana y a las que además se suma la menor cantidad y calidad de agua, incremento en enfermedades infecciosas, afecciones por deshidratación, aumento en las enfermedades coronarias, proliferación de enfermedades transmitidas por vectores, entre otras.

Mientras que la ocurrencia con mayor intensidad de eventos extremos como vientos fuertes, heladas y nevadas será propicia para el incremento de infecciones de las vías oculares y respiratorias, además de incrementarse el número de decesos por las bajas temperaturas.

Construcción

Durante el año **2010**, esta actividad será vulnerable a sufrir daños a causa de una amenaza de origen natural: las *lluvias torrenciales e inundaciones*; en tanto que será vulnerable a sufrir daños por seis amenazas de origen antropogénico y a gozar de beneficios causados por otras tres amenazas del mismo origen.

Amenazas de origen antropogénico. Las que causarán daños son: incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, mayor consumo de energéticos, mayor demanda del servicio sanitario y daños a la infraestructura. Las que podrían generarle beneficios son: pérdida de hábitats naturales, migración demográfica y afecciones a las vías de comunicación.

Para el año **2020**, la construcción será vulnerable a sufrir pocos daños por dos amenazas de origen natural (las *lluvias torrenciales* y las *olas de calor*) y a gozar de beneficios causados por una amenaza (*tornados*) de éste mismo origen. No se sumarán amenazas de origen antropogénico ni se intensificarán los impactos; sin embargo, los pocos beneficios que causaba la *migración demográfica*, serán imperceptibles o dejarán de existir.

Amenazas de origen antropogénico: pérdida de hábitats naturales, incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, mayor consumo de energéticos, mayor demanda del servicio sanitario, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura.

En el año **2050**, esta actividad será vulnerable a cinco amenazas de origen natural y a once de origen antropogénico.

Amenazas de origen natural. Las que causarán pocos daños son: cambio del patrón normal de precipitación, heladas y lluvias torrenciales e inundaciones. Las que causarán daños severos son: incremento anual medio de la temperatura y olas de calor.

Amenazas de origen antropogénico: menor cantidad y calidad de agua, incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, menor acceso a la educación, mayor consumo de energéticos, demanda de tecnologías eficientes (única amenaza que este año causaría daños severos), afección al ciclo de vida de los productos, incremento en las afecciones a la salud humana, mayor demanda del servicio sanitario y daños a la infraestructura.

En el **2080**, esta actividad será vulnerable a sufrir pocos daños por ocho amenazas de origen natural y por nueve de origen antropogénico, pero será vulnerable a sufrir muchos daños por tres amenazas de origen natural y por nueve de origen antropogénico.

Amenazas de origen natural. Las que causarán pocos daños son: cambio del patrón normal de precipitación, tornados, heladas, ciclones tropicales, granizadas, sequías, incendios forestales y vientos fuertes. Las que podrían generarle daños severos son: incremento anual medio de la temperatura, lluvias torrenciales e inundaciones y olas de calor.

Amenazas de origen antropogénico. Las que causarán pocos daños son: menor cantidad y calidad de agua, modificación de los causes hidrológicos, deterioro del suelo, pérdida de hábitats naturales, invasión por especies exóticas, cambios ecosistémicos, marginación, ausentismo laboral y escolar y afecciones a las vías de comunicación. Las que podrían generarle daños severos son: incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, menor acceso a la educación, mayor consumo de energéticos, demanda de tecnologías más eficientes, afección al ciclo de vida de los productos, incremento en las afecciones a la salud humana, mayor demanda del servicio sanitario y daños a la infraestructura.

La construcción, al igual que otras actividades productivas, es vulnerable a diferentes amenazas de origen natural y a amenazas de origen antropogénico.

Algunos daños que podría sufrir, son la parálisis momentáneamente de esta actividad y los daños estructurales a los bienes que produce; así como un aletargamiento su propia dinámica. Además, los costos de producción pueden aumentar por escases de materia prima, de insumos, de mano de obra y de demanda en sí, así como por daños a su infraestructura.

En tanto que los impactos positivos, serían por la mayor disponibilidad de espacio para llevarla a cabo y por la mayor demanda de inmuebles, aunque para esto último seguramente se solicitarían inmuebles a base de construcciones verdes que, además, sean económicamente accesibles.

Turismo

Las actividades turísticas se verán afectadas de manera casi imperceptible para el **2010** por amenazas de origen natural, lo que refleja que esta actividad es de las menos vulnerables a corto plazo por efecto del cambio climático. Mientras que seis amenazas de origen antropogénico pueden ocasionar impactos negativos: *menor cantidad y calidad de agua, incremento en los costos de producción u operación, aumento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, mayor consumo de energéticos y afecciones a las vías de comunicación.*

Destaca que para el **2020**, el turismo resulte ser la actividad que obtenga mayores impactos positivos a causa de las siguientes amenazas de origen natural que generarán un poco de beneficio al sector: *incremento anual medio de la temperatura, nevadas y olas de calor.* Aunque también figuran amenazas naturales que representan impactos negativos como lo son las *lluvias torrenciales e inundaciones* y las *sequías*; las cuales se presume causen pocos daños.

A las amenazas de origen antropogénico que se prevén en 2010, se añaden siete amenazas: *baja y mala producción agropecuaria, perdida y/o extinción de especies y hábitats naturales, cambios eco sistémicos, sobrecarga de ecosistemas*

regionales, mayor demanda del servicio sanitario y daños a la infraestructura. Todas ellas, aunque ocasionarían daños, serían de baja magnitud.

Para el año **2050**, las actividades turísticas serán vulnerables a ocho *amenazas de origen natural*, de las cuales, cinco repercutirían negativamente aunque ocasionando pocos daños al sector (*incremento medio de la temperatura, tornados, ciclones tropicales, incendios forestales y vientos fuertes*) y dos causarían daños severos (*lluvias torrenciales e inundaciones y sequía*). Mientras que una amenaza, la cual se refiere de manera específica a las *nevadas*, implicaría algunos beneficios al turismo.

Las amenazas de origen antropogénico a las cuales será vulnerable el turismo son 20; de las cuales, siete no se consideran en los años anteriores: *modificación de los causes hidrológicos, aumento de plagas y enfermedades silvícolas, agropecuarias y humanas, cambio de uso de suelo, marginación, menor acceso a la educación y afección al ciclo de vida de productos*. Cabe mencionar que las amenazas que causarían daños severos al sector son: *la baja y mala producción agropecuaria, el incremento en los costos de producción - operación y el aumento en el índice de pobreza*.

Si bien en los primeros años de evaluación se esperan pocos impactos negativos suscitados por el cambio climático, e incluso se pudiesen concebir beneficios por las nuevas condiciones previstas a mediano plazo, las amenazas de origen antropogénico, ocasionarán impactos que serán en su totalidad negativos. Adicionalmente el turismo será una de las actividades mayormente afectada por dichas amenazas puesto que para el 2050 se advierte que dicha actividad será vulnerable a 20 amenazas de este tipo.

El turismo para el año **2080** será de las actividades más vulnerables a las amenazas de origen natural, con 12 impactos de los cuales únicamente el incremento de *nevadas* en el estado causará pocos beneficios al sector. No

obstante los 11 restantes corresponden a impactos negativos causados por las siguientes amenazas: *cambio del patrón normal de precipitación, tornados, heladas, ciclones tropicales, olas de calor, granizadas, incendios forestales, vientos fuertes*- todas estas ocasionarían pocos daños al turismo., mientras que el *incremento medio de la temperatura, las lluvias torrenciales e inundaciones* y las *sequías* generarían daños muy significativos a ésta actividad.

El estado será vulnerable a 23 *amenazas de origen antropogénico*, de las 25 que se evalúan en este estudio, por lo que se añaden tres amenazas para este año: deterioro del suelo, migración demográfica y demanda de tecnologías más eficientes. La magnitud de daños que causarían 13 de las amenazas, son graves: *menor cantidad y calidad de agua, baja y mala producción agropecuaria, pérdida de hábitats naturales, marginación, incremento en los costos de producción/operación, incremento en el índice de pobreza, menor acceso a la educación, mayor consumo de energéticos, sobrecarga de ecosistemas regionales, incremento en las afecciones a la salud humana, mayor demanda del servicio sanitario, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura*. El resto de las amenazas ocasionaría pocos daños a esta actividad.

Comunicaciones

Para el año **2010**, esta actividad no será vulnerable a amenazas de origen natural pero sí a amenazas de origen antropogénico, que causarán pocos daños visibles.

Amenazas de origen antropogénico: incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura.

Durante el año **2020**, esta actividad será vulnerable a impactos negativos causados por dos amenazas de origen natural: *tornados y vientos fuertes*; así como a seis amenazas de origen antropogénico: *incremento en los costos de*

producción, incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, mayor consumo de energéticos, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura.

Para el año **2050**, esta actividad será vulnerable a cinco amenazas de origen natural y a nueve de origen antropogénico. Exceptuando al *menor acceso a la educación*, amenaza que causaría severos daños, las demás causarían daños perceptibles con pocos impactos.

Amenazas de origen natural: incremento anual medio de la temperatura, tornados, lluvias torrenciales e inundaciones, olas de calor y vientos fuertes.

Amenazas de origen antropogénico: incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, menor acceso a la educación, mayor consumo de energéticos, incremento en las afección a la salud humana, mayor demanda del servicio sanitario, afección a las vías de comunicación y daños a la infraestructura.

En el año **2080**, las comunicaciones serán vulnerables a siete amenazas de origen natural que causen pocos daños; así como a seis amenazas de origen antropogénico que también les causen pocos daños y a cinco que les causen muchos daños.

Amenazas de origen natural: incremento anual medio de la temperatura, cambio del patrón normal de precipitación, tornados, lluvias torrenciales e inundaciones, olas de calor sequías y vientos fuertes.

Amenazas de origen antropogénico. Las que causarán pocos daños son: menor cantidad y calidad de agua, incremento en los costos de producción, ausentismo laboral y escolar, demanda de tecnologías más eficientes, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura. Las que causarán severos daños son: incremento en el índice de pobreza, menor acceso a la educación, mayor

consumo de energéticos, incremento en las afecciones a la salud humana y mayor demanda del servicio sanitario.

En general, las vulnerabilidades de esta actividad son tanto los daños que pueda sufrir en la infraestructura de las vías o medios de comunicación (televisión, radio, internet, telefonía, etc.), como el costo que implica el establecimiento de su infraestructura como la reparación de la misma, aunado a los costos que conlleva la integración de tecnologías y procesos más amigables y eficientes.

Asimismo, diferentes factores sociales pueden intensificar la crisis mediática mediante la exigencia de comunicados más certeros y transparentes, así como por presiones económicas-políticas que pretendan seguir protegiéndose ante la sociedad, o bien, endilgar los malos manejos administrativos que han desarrollado sistemáticamente.

Industria

Para el presente año, **2010**, la industria no es vulnerable a amenazas de origen natural; sin embargo, puede sufrir daños considerables a causa de siete amenazas de origen antropogénico así como gozar de ciertos beneficios causados por la *migración demográfica*. Las amenazas a las cuales es vulnerable esta actividad, son: menor cantidad y calidad de agua, baja y mala producción agropecuaria, incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, mayor consumo de energéticos y afecciones a las vías de comunicación.

Tampoco para el año **2020**, la industria será vulnerable a amenazas de origen natural, pero dejará de tener oportunidades de beneficio por causa de la *migración demográfica*, además de que se sumarán otras dos amenazas al listado anterior, la *demanda de tecnologías más eficientes* y los *daños a la infraestructura*, que le causarán, cuando menos, pocos daños.

Para el año **2050**, esta actividad podría sufrir daños visibles por nueve amenazas de origen natural así como por 10 de origen antropogénico, aunque también sería vulnerable a sufrir daños severos por causa de seis amenazas.

Amenazas de origen natural: incremento anual medio de la temperatura, cambio del patrón normal de precipitación, tornados, heladas, lluvias torrenciales e inundaciones, olas de calor, granizadas, sequías y vientos fuertes.

Amenazas de origen antropogénico. Las que podrían causar pocos daños son: menor cantidad y calidad de agua, modificación de los causes hidrológicos, baja y mala producción agropecuaria, pérdida de hábitats naturales, ausentismo laboral y escolar, afección al ciclo de vida de los productos, sobrecarga de ecosistemas regionales, incremento en las afecciones a la salud humana, mayor demanda del servicio sanitario y daños a la infraestructura. En tanto que las que podrían causar severos daños son: incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, menor acceso a la educación, mayor consumo de energéticos, demanda de tecnologías más eficientes y afecciones a las vías de comunicación.

Para el año **2080**, sólo se sumarán los *incendios forestales* a la lista de amenazas de origen natural; sin embargo, el *incremento anual medio de la temperatura*, las *olas de calor* y las *sequías*, podrán causar daños mucho más notorios.

Así mismo, a la lista de amenazas de origen antropogénico, se sumarán seis amenazas que podrán causar leves daños a la industria: *aumento de plagas y enfermedades, pérdida y/o extinción de especies, deterioro del suelo, invasión por especies exóticas, cambios ecosistémicos y marginación*; mas seis amenazas anteriormente enlistadas causarán daños catastróficos. Estas son: *menor cantidad y calidad de agua, baja y mala producción agropecuaria, afección al ciclo de vida de los productos, incremento en las afecciones a la salud humana, mayor demanda del servicio sanitario y daños a la infraestructura.*

En general, los únicos beneficios que podría tener la industria por causa del cambio climático, hacen referencia a la mayor disponibilidad de mano de obra; sin

embargo, los daños van desde la escasez de materia prima hasta comprometer su funcionalidad por tener equipos materiales obsoletos y equipos humanos ineficientes (por causa del cambio climático; por ejemplo, déficit de eficiencia por mala alimentación y, por ende, mala salud), así como por el colapso de los modelos económicos que imperen en cada uno de los años señalados.

Transporte

Las actividades relacionadas con el sector transporte resultan ser de las menos afectadas para el **2010**, pues solamente es vulnerable a una amenaza de origen natural, las *lluvias torrenciales e inundaciones*. No obstante, se refleja mayor grado de vulnerabilidad para las amenazas de origen antropogénico, por lo que se advierten impactos negativos a ésta actividad a causa del *incremento en los costos de producción y en el índice de pobreza, el ausentismo laboral, el mayor consumo de energéticos y los daños a la infraestructura*.

Para el año **2020**, esta actividad continúa siendo afectada muy poco por *las amenazas de origen natural* que de igual forma serán las *lluvias torrenciales e inundaciones*. Aunque las amenazas de origen antropogénico aumenten a ocho para este año, pues se agregan las siguientes con respecto al 2010: *afecciones a las vías de comunicación, demanda de tecnologías más eficientes y modificación de los causes hidrológicos*. El grado en el que esta actividad será vulnerable a dichas amenazas será aún bajo.

La cantidad de impactos negativos para el **2050** se advierte sean mayores puesto que ya figuran cinco amenazas más de origen natural: *incremento anual medio de la temperatura, tornados, heladas, olas de calor y granizadas*; que generarían pocos daños a esta actividad.

Igualmente, aumentarán cinco amenazas de origen antropogénico, lo que suma un total de 13 para este año: *baja y mala producción agropecuaria, migración demográfica, menor acceso a la educación, incremento en las afecciones a la*

salud humana y mayor demanda del servicio sanitario; todas estas amenazas ocasionarían pocos daños al transporte, con excepción de los daños a la infraestructura (carretera principalmente), el mayor consumo de energéticos, la demanda de tecnologías más eficientes y el incremento en el índice de pobreza, que en tal caso afectarían seriamente a esta actividad.

Destaca que para el año **2080**, casi se habrán duplicado las amenazas de origen natural, por lo que se añaden cinco amenazas: *cambio en el patrón de normal de precipitación, nevadas, ciclones tropicales, sequía y vientos fuertes*. Conforman las amenazas que causen mayores daños, las *olas de calor*, las *lluvias torrenciales e inundaciones* y el *incremento anual medio de temperatura*.

En cuanto a las amenazas de origen antropogénico, estas suman 16; lo que representa un incremento en tres amenazas para este año: *afección al ciclo de vida de productos, cambios eco sistémicos y la invasión por especies exóticas*. Sin embargo, los mayores impactos negativos serían a consecuencia de los *daños a la infraestructura, la mayor demanda del servicio sanitario y tecnologías más eficientes, el incremento en las afecciones a la salud humana, el mayor consumo de energéticos, el incremento en el índice de pobreza y la migración demográfica*.

A manera de panorama general el transporte es vulnerable a las amenazas de origen natural que impidan o retrasen el traslado de individuos y/o bienes, además de aquellas que generen daños directos sobre los vehículos y la infraestructura misma de esta actividad. Entre las amenazas de origen antropogénico a las que esta actividad será más vulnerable se encuentran: el mayor consumo de energéticos y a su vez la demanda de tecnologías más eficientes, los daños a la infraestructura y el incremento en el índice de pobreza.

Energía

El sector energético, lejos de ser vulnerable a amenazas de origen natural durante el año **2010**, puede ser beneficiado por cuatro de éstas, las cuales son: *incremento anual medio de la temperatura, nevadas, heladas y olas de calor*. Así mismo por una amenaza de origen antropogénico, el *mayor consumo de energéticos*; sin embargo, se puede ver afectado por cuatro amenazas de este mismo origen: la *modificación de los causes hidrológicos*, el *incremento en el índice de la pobreza*, el *ausentismo laboral y escolar* y la *demandas de tecnologías más eficientes*.

A partir del año **2020**, dejarán de verse beneficios en esta actividad por causa de amenazas incrementadas por el cambio climático. Entonces, sería vulnerable a dos amenazas de origen natural: los *tornados* y los *vientos fuertes*; así como a tres amenazas más, de origen antropogénico: *menor cantidad y calidad de agua*, *incremento en los costos de producción* y *daños a la infraestructura*.

Para el año **2050**, sería vulnerable a once amenazas más, cinco de origen natural y seis de origen antropogénico. Además, dos de las amenazas que se pudieran haber presentado anteriormente, el *incremento en el índice de la pobreza* y la *demandas de tecnologías más eficientes*, causarían daños más severos.

Amenazas de origen natural, sumadas a las anteriores: *incremento anual medio de la temperatura*, *cambio del patrón normal de precipitación*, *heladas*, *lluvias torrenciales e inundaciones* y *sequías*.

Amenazas de origen antropogénico, sumadas a las anteriores: *menor acceso a la educación* (que causaría daños severos), *mayor consumo de energéticos*, *afección al ciclo de vida de productos*, *incremento en las afecciones a la salud humana*, *mayor demanda del servicio sanitario* y *afecciones a las vías de comunicación*.

En el año **2080**, el sector energía podría ser vulnerable a una amenaza más de origen natural: las *nevadas*; y sufriría mayores impactos por el *incremento anual medio de la temperatura* y por las *olas de calor*. Así mismo, podría ser vulnerable a una amenaza más de origen antropogénico, la *migración demográfica*; en tanto que los daños causados por otras cinco amenazas serían severos o catastróficos. Estas últimas son: *incremento en los costos de producción, mayor consumo de energéticos, incremento en las afecciones a la salud humana, mayor demanda del servicio sanitario y daños a la infraestructura*.

La vulnerabilidad de la actividad productora de energía reside, principalmente, en que por causa de las amenazas incrementadas por el cambio climático, podría reducirse su capacidad de generación.

Educación

Para el año **2010**, los servicios educativos son vulnerables sólo a dos amenazas de origen natural, las *olas de calor* y las *lluvias torrenciales*; mientras que lo son a ocho amenazas de origen antropogénico: *menor cantidad y calidad de agua, incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, menor acceso a la educación, mayor demanda del servicio sanitario, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura*.

En el año **2020**, la educación puede ser vulnerable a seis amenazas de origen natural más y a tres más de origen antropogénico. En general, todas las amenazas que se presenten ese año podrían causar pocos daños, aunque el *menor acceso a la educación* podría causar severos daños.

Amenazas de origen natural, sumadas a las anteriores: incremento anual medio de la temperatura, tornados, nevadas, heladas lluvias torrenciales e inundaciones, olas de calor y sequías.

Amenazas de origen antropogénico, sumadas a las anteriores: baja y mala producción agropecuaria, mayor consumo de energéticos e incremento a las afecciones de la salud humana.

Para el año **2050**, se sumarán tres amenazas más de origen natural que causarán pocos daños, pero cuatro que se podrían haber presentado en el 2020, este año causarían severos daños. Las primeras son: *cambio del patrón normal de precipitación, ciclones tropicales y vientos fuertes*; en tanto que las segundas son: *heladas, lluvias torrenciales e inundaciones, olas de calor y sequías*.

Además, se sumarán otras dos amenazas de origen antropogénico que también causarán pocos daños, pero cinco de las que se podrían haber presentado anteriormente, ahora causarían daños severos. Las que se sumarían son: *migración demográfica y marginación*; en tanto que las que causarían severos daños son: *incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, menor acceso a la educación, incremento en las afecciones a la salud humana y mayor demanda del servicio sanitario*.

Durante el año **2080**, podrían presentarse dos amenazas de origen natural más que afecten a la educación (los incendios forestales) e incrementarse los daños por cinco de estas amenazas que se presentaban anteriormente. De igual manera, se sumará una amenaza de origen antropogénico, la *modificación de causes hidrológicos*; y se incrementarán los daños causados por otras doce amenazas del mismo origen.

Las amenazas que podrían causar daños severos durante este año son:

Amenazas de origen natural: incremento anual medio de la temperatura, heladas, lluvias torrenciales e inundaciones, olas de calor y sequías.

Amenazas de origen antropogénico: menor cantidad y calidad de agua, baja y mala producción agropecuaria, migración demográfica, marginación, incremento

en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, ausentismo laboral y escolar, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura.

En términos generales, la vulnerabilidad de la educación, es que el servicio educativo pierda accesibilidad ante todos los sectores de la sociedad y que, además, disminuya la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje.

Por Infraestructura

Rural

Para el año **2010**, la infraestructura rural será vulnerable a seis amenazas de origen natural y a siete de origen antropogénico que se espera causarían daños de bajo impacto. Dichas amenazas son:

Amenazas de origen natural: Tornados, nevadas, heladas, lluvias torrenciales e inundaciones, granizadas y vientos fuertes.

Amenazas de origen antropogénico: Modificación de los causes hidrológicos, cambio del uso de suelo, deterioro del suelo, migración demográfica, incremento en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura.

Para el año **2020**, a las *amenazas de origen natural* que afectan a la infraestructura rural se suman el cambio del patrón normal de precipitación, los ciclones tropicales y los incendios forestales; que también causarían daños negativos, pero de bajo impacto.

Así mismo, se suman dos *amenazas de origen antropogénico*: la menor cantidad y calidad de agua y la demanda de tecnologías más eficientes las cuales en este caso, también generarían daños de bajo impacto.

El número de *amenazas de origen natural* aumenta a diez para el año **2050**, por lo tanto a este año se suman los impactos negativos que las olas de calor tendrán en la infraestructura rural. Además, se suman otras cuatro *amenazas de origen antropogénico* a las ya existentes; nueve de ellas pueden generar daños similares a los previstos para el año 2020; sin embargo cuatro de ellas pueden causar un mayor daño, como la modificación de los causes hidrológicos, incremento del índice de pobreza, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura.

En el año **2080** se sumaran a las amenazas consideradas en 2050, el incremento medio anual de temperatura y las sequías por lo que la infraestructura rural será vulnerable a todas las amenazas de origen natural. Destaca además que los tornados, lluvias torrenciales e inundaciones, granizadas e incendios forestales tendrán un mayor efecto negativo sobre la infraestructura rural.

Así mismo, sería vulnerable a las mismas amenazas de origen antropogénico mencionadas para el año 2050, con excepción de las afecciones a los ciclos de vida de productos y la marginación, no obstante nueve de ellas tendrían consecuencias más graves; la modificación de los causes hidrológicos, baja y mala producción agropecuaria, cambio de uso de suelo, migración demográfica, incremento en los costes de producción, incremento en el índice de pobreza, menor acceso a la educación, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura.

Si las condiciones del clima ocurriesen como lo señalan los escenarios climáticos, en general, la infraestructura rural sería vulnerable a todos los eventos extremos, pero en especial a los tornados, a las lluvias torrenciales y a las granizadas. En el caso de las afectaciones de origen antropogénico, ésta infraestructura sería más afectada por la falta de capacidad económica del sector agrícola para

mantenimiento y reparaciones; sin embargo, otras como la migración impactarían de manera negativa a la infraestructura por abandono.

Además, una de las principales amenazas para esta actividad en años postreros, será el cambio de uso del suelo, ya que bajo tales condiciones climáticas y socio económicas, cada vez será más frecuente que ésta infraestructura sea reemplazada por la urbanización.

Urbana

Para el año **2010**, la infraestructura urbana es vulnerable a cuatro amenazas de origen natural y a cuatro de origen antropogénico que generalmente causarían daños de bajo impacto. Dichas amenazas son:

Amenazas de origen natural: tornados, lluvias torrenciales e inundaciones, ciclones tropicales y vientos fuertes.

Amenazas de origen antropogénico: incrementos en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, afecciones a las vías de comunicación y daños a la infraestructura.

Para el año **2020**, las amenazas de origen natural que afectan a la infraestructura urbana son las mismas que las del año 2010; también causarían daños negativos de bajo impacto.

A las amenazas de origen antropogénico se suma la *demandas de tecnologías más eficientes*, mas todas generarían daños de bajo impacto.

El número de amenazas de origen natural aumenta a ocho para el año **2050**, por la adición de: *cambio en el patrón normal de precipitación, heladas, olas de calor y granizadas*; quienes causarían daños de bajo impacto.

Además, se suman tres amenazas de origen antropogénico a las ya existentes: *migración demográfica, menor acceso a la educación y afección al ciclo de vida de*

los productos. Del total, sólo el *incremento en el índice de pobreza* causará daños severos, mientras que las otra siete causarán daños perceptibles.

En el año **2080**, al listado de amenazas de origen natural a las que es vulnerable la infraestructura urbana, se sumará el *incremento medio anual de temperatura* y los *incendios forestales*. De todas las amenazas de origen natural, sólo las *lluvias torrenciales e inundaciones* causarán daños catastróficos.

Así mismo, se sumarán cuatro amenazas de origen antropogénico: *menor cantidad y calidad de agua, modificación de los cause hidrológicos, cambio de uso de suelo y marginación*. Del total, el *incremento en los costos de producción, el incremento en el índice de pobreza, el menor acceso a la educación, las afecciones a las vías de comunicación* y, evidentemente, los *daños a la infraestructura*, causarán daños catastróficos a la infraestructura urbana.

En general, la infraestructura urbana es susceptible a las amenazas de origen natural, mayormente a las lluvias torrenciales y a las consecuentes inundaciones; sin embargo, es posible que la capacidad de mantenimiento que se tiene hacia la infraestructura urbana, disminuya su vulnerabilidad hacia dichas amenazas.

En el caso de las amenazas de origen antropogénico, las mayores afectaciones se dan cuando la capacidad económica que tiene para mantenimiento y reparación se ve mermada, así como por falta de personal capacitado.

Por Servicios Ecosistémicos

Suelo

Para el año **2010**, el suelo es vulnerable a cuatro amenazas de origen natural y a 11 de origen antropogénico, que le pueden generar daños de bajo impacto; dichas amenazas son:

Amenazas de origen natural: lluvias torrenciales e inundaciones, sequías, incendios forestales y vientos fuertes.

Amenazas de origen antropogénico: menor cantidad y calidad de agua, modificación de los causes hidrológicos, sobre explotación de los mantos acuíferos, cambios de uso del suelo, deterioro del suelo, pérdidas de hábitats naturales, cambios ecosistémicos, marginación, incremento en el índice de pobreza, mayor consumo de energéticos y sobre carga de ecosistemas regionales.

Para el año **2020**, a las amenazas de origen natural que podrían causar daños a la biodiversidad, se suman el *incremento anual medio de la temperatura* y el *cambio del patrón normal de precipitación*; además se suman los *ciclones tropicales*, pero estos causarían algunos impactos positivos.

Así mismo, a las amenazas de origen antropogénico, se podrían sumar el *aumento de plagas y enfermedades silvoagropecuarias* y la *pérdida y/o extinción de especies*, causando pocos daños; sin embargo cuatro de las amenazas enlistadas desde el año 2010, causarían daños severos. Estas son: *cambio de uso de suelo, deterioro del suelo, pérdida de hábitats naturales y marginación*.

El listado de amenazas de origen natural, aumenta para el año **2050**, pues se suman a ella *lostornados* y las *olas de calor*; además, dejaría de haber beneficios palpables por causa de los *ciclones tropicales* y los daños causados por las otras seis amenazas enlistadas pasarían de ser leves a severos.

En cuanto a las amenazas de origen antropogénico se refiere, se suman otras cuatro: *baja y mala producción agropecuaria, invasión por especies exóticas, menor acceso a la educación y afecciones a las vías de comunicación*; éstas también causarían daños moderados, mas otras seis amenazas, anteriormente enlistadas, causarían daños severos. Esta últimas son: *menor cantidad y calidad de agua, modificación de los causes hidrológicos, cambios ecosistémicos, incremento del índice de pobreza, mayor consumo de energéticos y sobrecarga de ecosistemas regionales*.

En el año **2080**, este servicio tendrá una amenaza más que pudiera causar impactos negativos, los *ciclones tropicales*; en tanto que las *olas de calor* podrían causar daños mayores, comparados con lo que pudiesen causar en el 2050, y las demás amenazas seguirían causando más o menos impactos de la misma magnitud que en el 2050.

Así mismo, sería vulnerable a dos amenazas más de origen antropogénico, la *migración demográfica* y los *daños a la infraestructura*; sin embargo el nivel de afectación negativo podría ser mayor a causa de *labaja y mala producción agropecuaria, la pérdida y/o extinción de especies* y el *menor acceso a la educación*.

En general, el suelo es muy vulnerable cuando éste ha sido intervenido; es decir, un suelo sin perturbaciones es más resistente a eventos meteorológicos extremos. Por lo tanto, el suelo es muy vulnerable a las amenazas de origen antropogénico pues estas pueden modificar sus características físicas y químicas.

Un suelo perturbado es altamente susceptible a la erosión(SEMARNAT 2006), a esto se suma que la precipitación será mayor en cortos periodos de tiempo y que los vientos fuertes serán más frecuentes en la zona; aunado esto a la falta de humedad en el suelo que en las épocas de sequía matará a su microflora y microfauna.

Al ser el suelo el sustrato que se puede desarrollar vida, es probable que se vea afectada gran parte del ingreso de energía a los sistemas geofísicos, biológicos y socioeconómicos; lo cual podría derivar en afectaciones muy fuertes al sector agropecuario y, por ende, al alimenticio(Comisión Europea 2009).

Agua

Para el año **2010**, este servicio ecosistémico es vulnerable a tres amenazas de origen natural y a 11 de origen antropogénico que generalmente causarían daños de bajo impacto. Dichas amenazas son:

Amenazas de origen natural: heladas, lluvias torrenciales e inundaciones y sequías.

Amenazas de origen antropogénico: menor cantidad y calidad de agua, modificación de los causes hidrológicos, sobre explotación de los mantos acuíferos, cambio de uso del suelo, deterioro del suelo, pérdidas de hábitats naturales, cambios ecosistémicos, incrementos en los costos de producción, incremento en el índice de pobreza, sobre carga de ecosistemas regionales y daños a la infraestructura.

Para el año **2020**, a las amenazas de origen natural que arriba se mencionan, se suman el *incremento anual medio de la temperatura*, el *cambio en el patrón normal de precipitación* y los *incendios forestales*; que también causarían daños de bajo impacto.

Así mismo, se suman tres amenazas de origen antropogénico: el *aumento de las plagas y enfermedades silvoagropecuarias*, el *mayor consumo de energéticos* y la *demandas de tecnologías más eficientes*. Sin embargo, tres de las amenazas que pudieran causar daños leves en el año 2010, en este causarían daños más relevantes; estas amenazas son: *sobre explotación de los mantos acuíferos*, *pérdida de hábitats naturales* y *sobrecarga de los ecosistemas regionales*.

Para el año **2050**, se suma una amenaza más de origen natural, las *olas de calor*, que podría causar daños leves; sin embargo, el *incremento de la temperatura media anual*, el *cambio en el patrón normal de precipitación*, las *lluvias torrenciales e inundaciones* y las *sequías*, podrían causar daños catastróficos.

Además, se suman otras cinco amenazas de origen antropogénico a las ya existentes, que causarían pocos daños; mas nueve amenazas anteriormente

enlistadas, causarían daños severos. Estas son: *menor cantidad y calidad de agua, modificación de los causes hidrológicos, aumento de plagas y enfermedades silvoagropecuarias, deterioro del suelo, cambios ecosistémicos, incremento de los costos de producción, mayor consumo de energéticos, demanda de tecnologías más eficientes y daños a la infraestructura.*

En el año **2080**, este servicio tendrá dos amenazas más de origen natural que podrían causarle daños de bajo impacto, los *ciclones tropicales* y los *vientos fuertes*; además, los daños causados por las *olas de calor*, pudieran ser catastróficos.

Así mismo, se sumarían dos amenazas de origen antropogénico que causarían daños visibles, la *pérdida y/o extinción de especies* y la *afección a la vida de los productos*; en tanto que cinco de las amenazas antes enlistadas que causarían pocos daños, para este año, causarían daños graves. Estas son: *baja y mala producción agropecuaria, cambio de uso de suelo, migración demográfica, marginación y menor acceso a la educación.*

En general, el servicio de agua es muy susceptible a los cambios en el patrón y cantidad de precipitación; no obstante, otras amenazas tienen efectos sobre éste, como el daño a la infraestructura de abastecimiento, el drenaje debido a fenómenos extremos, el daño a los ecosistemas que disminuye la capacidad de los mantos acuíferos de captar agua por infiltración, la sobreexplotación de acuíferos y la contaminación del agua disponible (SEMARNAT 2006).

El estado es una zona árida donde el agua es escasa incluso sin intervenciones antropogénicas, no es difícil imaginar las consecuencias de la escasez de un recurso vital como el agua, empezando con la demanda para consumo humano, y la producción agrícola y ganadera y por ende la afectación negativa al comercio e industria alimenticia, al igual que los procesos industriales no relacionados con el sector agropecuario (SEMARNAT 2006).

Una mayor escasez de agua desencadena una alta vulnerabilidad de la población a plagas y enfermedades, desnutrición e incluso mortandad, ya que con las olas de calor previstas, es probable que la demanda de agua sea aún mayor de la que es actualmente y que ya es escasa (Romero 2004).

Biodiversidad

Para el año **2010**, la biodiversidad es vulnerable a tres amenazas de origen natural y a 13 de origen antropogénico que generalmente causarían daños de bajo impacto. Dichas amenazas son:

Amenazas de origen natural: Incremento de la temperatura media anual, sequías e incendios forestales.

Amenazas de origen antropogénico: menor cantidad y calidad de agua, modificación de los causes hidrológicos, sobre explotación de los mantos acuíferos, aumento de plagas y enfermedades, pérdida y/o extinción de especies, cambios de uso del suelo, deterioro del suelo, pérdidas de hábitats naturales, invasión de especies exóticas, cambios ecosistémicos, incremento en el índice de pobreza, mayor consumo de energéticos y sobre carga de ecosistemas regionales.

Para el año **2020**, a las amenazas de origen natural que amenazan a la biodiversidad se suma el *cambio en el patrón normal de precipitación, las lluvias torrenciales e inundaciones* y las *olas de calor*, que también causarían daños negativos de bajo impacto.

Las amenazas de origen antropogénico serán las mismas que para el año 2010, pero algunas de ellas afectan de mayor manera a la biodiversidad, tales como: la *pérdida y extinción de especies*, el *cambio de uso de suelo*, el *deterioro del suelo*, la *pérdida de hábitats naturales*, los *cambios ecosistémicos* y la *sobrecarga de los ecosistemas regionales*.

Las amenazas de origen natural aumentan para el año **2050**, pues la biodiversidad también será vulnerable a vientos fuertes, quienes podrían causarle algunos daños; en tanto que se prevé que cinco de las listadas anteriormente, generarán daños de mayor consideración. Estas son: *incremento de la temperatura media anual, cambio en el patrón normal de precipitación, olas de calor, sequías e incendios forestales.*

Además, se suman otras cuatro amenazas de origen antropogénico a las ya existentes, que son: *baja y mala producción agropecuaria, marginación, menor acceso a la educación y afección al ciclo de vida de los productos.* Del total, nueve pueden generar daños similares a los previstos para el año 2020; sin embargo, otras cuatro (*menor cantidad y calidad de agua, invasión por especies exóticas, incremento en el índice de pobreza y el mayor consumo de energéticos*), causarán mayores daños.

En el año **2080**, este servicio tendrá una amenaza más, con bajo impacto, los *tornados*; y será más vulnerable a las *lluvias torrenciales e inundaciones.*

Será vulnerable a las mismas amenazas de origen antropogénico mencionadas para el año 2050; sin embargo, el nivel de afectación será mayor en varias de las amenazas: *baja y mala producción agropecuaria, el aumento de plagas y enfermedades silvoagropecuarias y menor acceso a la educación.*

En general, la biodiversidad es más vulnerable a las amenazas de origen antropogénico, ya que los sistemas no intervenidos tienen una alta resiliencia ante los embates de los fenómenos meteorológicos (IPCC 2007).

Normalmente los efectos sobre la biodiversidad derivan en perjuicios a largo plazo sobre los demás sistemas geofísicos y socioeconómicos que no son fáciles de medir. Este tipo de afecciones también tienden a acelerar el cambio climático y sus amenazas, ya que toda la biomasa puede pasar a ser carbono en estado gaseoso fácilmente, y al haber menor biomasa que lo capture, la concentración del gas aumentará en la atmósfera, lo que causará mayor mortandad a la

biodiversidad y afecciones severas a todos los ciclos fisicoquímicos (Larraín 2007).

Si en un futuro la biodiversidad llega al punto en el cuál no pueda recuperarse, cualquier acción que se tome en aquel momento será inútil, ya que todo el sistema socioeconómico depende totalmente de los sistemas geofísicos y biológicos (Gómez Baggethum 2007). Por lo tanto, se debe tomar muy en cuenta a la biodiversidad a la hora de tomar decisiones y acciones que favorezcan un desarrollo sustentable.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente documento muestra evidencias claras sobre los efectos del cambio climático global que se están viviendo en el estado, la manera en que nuestras actividades contribuyen a que este fenómeno natural se acelere, las proyecciones climáticas para las diferentes regiones de Coahuila y la sensibilidad del estado a sufrir estragos por diferentes amenazas que inciden en él.

Las estimaciones de emisión de GEI muestran que los sectores que generan mayores emisiones de gases de efecto invernadero en Coahuila, son el comprendido por los grandes productores de electricidad y el de la industria de procesos no combustivos (como la producción de acero y fierro), con más de diez megatoneladas de bióxido de carbono equivalentes cada uno.

Sin embargo, cada sector produce bienes y servicios que benefician directa o indirectamente en la calidad de vida de los pobladores del estado, es por eso que se deben realizar esfuerzos en acciones concretas sobre las conductas de los consumidores ya que son ellos quienes determinan que fuentes emisoras son las más altas y cuales las más bajas o, incluso, sustituir algunas de las fuentes existentes por fuentes más limpias.

Los indicadores de cambio climático utilizados para realizar las proyecciones de Coahuila, son la temperatura y precipitación. Las simulaciones por los tres modelos utilizados, indican que si las condiciones utilizadas para llevarlas a cabo, ocurriesen, el incremento promedio de la temperatura media anual se incrementará progresivamente para los horizontes 2020, 2050 y 2080 de $\pm 0.9^{\circ}\text{C}$ a $\pm 4.3^{\circ}\text{C}$.

Además, en las proyecciones de precipitación se observa una tendencia a la disminución de las lluvias por periodos considerables de tiempo (4-10 meses) y al aumento de éstas por periodos cortos, concentrándose principalmente la mayor

cantidad de precipitación en uno o dos meses; lo que indica posibles episodios de sequía e inundaciones que ascienden con el tiempo.

Los escenarios climáticos son un componente clave para lograr que los mecanismos y estrategias de prevención y planeación sean eficientes ante las nuevas condiciones futuras. Es por ello que se deben considerar dichos escenarios para sustentar las decisiones políticas que impacten a las diferentes actividades productivas, servicios ecosistémicos e infraestructura urbana y rural.

Cabe señalar que la metodología empleada para la obtención de las proyecciones por simulación mediante la aplicación de modelos, fue desarrollada específicamente para este proyecto con la finalidad de alcanzar los resultados más acertados. Sin embargo, es necesario considerar que las primeras proyecciones climáticas globales más pesimistas han sido sobrepasadas por las condiciones climáticas pasadas y actuales, por lo que podría esperarse lo mismo para esta región. Por lo tanto, es necesario actuar en consecuencia mediante la implementación de acciones tanto preventivas como de adaptación y mitigación de los efectos esperados del cambio climático, a corto, mediano y largo plazo.

Al considerar que el gobierno de Coahuila está interesado en formar una base de conocimientos sobre la situación actual, en cuanto a impactos y vulnerabilidades por cambio climático se refiere, con la intención de generar políticas de mitigación y adaptación; se incentivó el trabajo coordinado de instituciones federales, estatales y de la sociedad civil organizada, mediante actividades que permitan lograr el intercambio y aprovechamiento de información que se tiene respecto al tema.

Si bien del componente de vulnerabilidad se concluye que la región norte, la agricultura, la infraestructura rural y el suelo, son los más vulnerables a la incidencia de diferentes amenazas del cambio climático; es previsible que los daños ocurridos a los ecosistemas y al agua, son los de mayor relevancia, ya que

pequeñas modificaciones en ellos, aumentan la vulnerabilidad de los demás sistemas del estado, ya sean naturales o antropogénicos, incluyendo los económicos.

En razón de esto, se sabe que la vulnerabilidad de Coahuila frente al cambio climático se presenta en cada uno de los modos de sustento y estilos de vida de sus pobladores, así como en sus servicios ecosistémicos; además, que de no actuar congruentemente con la problemática presente, la vulnerabilidad se incrementará año con año. Cabe señalar que de acuerdo a los diferentes puntos de vista de quienes participaron en la conjunción del presente, las vulnerabilidades de cada unidad de exposición, son áreas de oportunidad, ya que el trabajo conjunto entre la sociedad y el gobierno puede aumentar las posibilidades de adaptación y mitigación.

Además el cambio climático, como fenómeno dinámico alterado por las actividades antropogénicas que está incidiendo complejamente en los sistemas globales geofísicos, biológicos y socioeconómicos; está causando estragos evidentes en Coahuila.

Es menester mencionar que la falta de información científica e histórica sistematizada respecto a los fenómenos climáticos y sus efectos en el estado es evidente y se debe, en parte, a que el monitoreo de ellos ha sido parcial pues los registros que existen únicamente son sobre las afecciones a los sistemas socioeconómicos, sin incluir el estudio de los efectos que han causado a los sistemas geofísicos y biológicos.

Sin embargo, ésta falta de información sistematizada, no debe detener la planeación y ejecución de las acciones necesarias para lograr la mitigación y adaptación al cambio climático; se debe llevar al mismo tiempo las gestiones de conservación, investigación, mitigación y adaptación. Es decir, si los esfuerzos se

enfocan a una sola tarea, es probable que se pierda de vista el objetivo conjunto de ellas así como la complejidad de las interacciones de los sistemas.

En otro sentido, ya que este documento es la base para poder gestionar el Componente de Mitigación y Adaptación del Plan Estatal de Cambio Climático para Coahuila, se debe aprovechar del trabajo conjunto que se realizó entre el gobierno y distintos actores de la sociedad, ya que éste permitió esclarecer la situación actual del estado frente al CC, así como algunas áreas de oportunidad que se tienen bajo dicha circunstancia. Es por ello que se recomienda que la propuesta, establecimiento y ejecución de políticas de adaptación y mitigación, se basen en responsabilidades comunes que generen la realización de las mismas en todos los ámbitos que rigen el sustento de esta entidad.

De acuerdo a lo anterior, es necesario desarrollar iniciativas que, en primera instancia, disminuyan la vulnerabilidad del estado y, en segunda, preparen al estado mismo para hacer frente a la situación que se ha desencadenado; pues de no ser así, se aproximan crisis ecológicas, económicas y sociales que causarán hecatombes irreparables.

También se recomienda crear un atlas de riesgo con un volumen de información acerca de cada tragedia meteorológica que se presente en el estado, que cuando menos incluya datos sobre fecha, duración, lugar de incidencia, hectáreas afectadas, daños y costos, así como posibles causas, oportunidades de prevención y protocolos de contingencias emergentes; además del registro y monitoreo sistemático de los elementos del tiempo climático en todas las estaciones meteorológicas del estado, con la intención de detectar oportunamente tanto eventos extraordinarios como cambios en el clima del estado.

Así mismo, establecer y ejecutar políticas ambientales encomendadas a la estabilización y disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, que favorezcan e incentiven la producción industrial con procesos más amigables al

ambiente, transportes más eficientes, generación de energías alternativas, consumo responsable, correcta disposición de residuos, cero deforestación y uso sustentable de los recursos naturales. Para lo cual se considera que los modos de vida deberán reconceptualizarse, en base a una cultura ecológica más arraigada en todos los estratos de la sociedad.

Por último se exhorta a considerar que los cambios a nivel regional, pueden tener grandes efectos si es que todas las regiones suman esfuerzos ya que las interacciones de los sistemas no están aisladas. Si bien para realizar todas estas recomendaciones se requiere de decisiones imperativas, trabajos coordinados, equipos técnicos especializados y recursos financieros elevados, entre otras necesidades; es indispensable considerar que no son hechos utópicos, sino que son algunas de las alternativas viables que permitirán a Coahuila sobrevivir ante la cambiante situación meteorológica y climática actual.

Personalmente, el participar en este proyecto me abrió un panorama sólido sobre la importancia del enfoque sistémico para hacer frente a uno de los mayores problemas ambientales que enfrentamos hoy en día; y considerando que el cambio climático es un proceso sumamente complejo y dinámico se requiere de equipos de trabajo multidisciplinarios, además de la participación sectorial y ciudadana para el diseño, aplicación, supervisión y mejoras de los planes de acción climática que deseen implementarse en cualquier región.

Es importante mencionar, que en el contexto nacional los esfuerzos en la materia se enfocan principalmente en la implementación y fortalecimiento de la adaptación al cambio climático, siendo la resiliencia un objetivo a alcanzar pero sin dudas también una estrategia climática por sí misma. En el ejercicio laboral y como parte de una asociación que busca encontrar soluciones en la conservación, manejo y restauración de los recursos naturales, creo firmemente en que las mejores acciones de adaptación y por qué no, de mitigación, serán aquellas que permitan

mantener los sistemas naturales sanos y funcionales. Y que mejor “inversión” en términos económicos, tecno-científicos, y de tiempo, que la protección de nuestro capital natural, el cual en nuestro estado éste posee características dignas de ser una prioridad para el gobierno, la iniciativa privada y la sociedad en general.

A fin de dar mayor sustento a la presente memoria de experiencia profesional, refiero mi participación activa como Integrante de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático en Coahuila y aprovecho para citar la capacitación en la materia que tuve oportunidad de recibir gracias a mi colaboración en la primera y segunda fase del PECC:

- *“Taller de Retroalimentación de Atributos Ecológicos y Objetos de Conservación, así como sus impactos y amenazas al Cambio Climático”* Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaria de Medio Ambiente (SEMA), ParksCanada y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN); 2013.
- *“Clínica de capacitación: Diseño y aplicación de instrumentos financieros en PSA”* Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), FMCN, USAID y ForestTrends; 2012.
- *“Taller de identificación de Acciones estratégicas para la Conservación de la Biodiversidad en el Contexto del Cambio Climático”* The Nature Conservancy (TNC), SEMA; 2012.
- *“Primer y Segundo Encuentro Nacional de Mecanismos Locales de PSA”* CONAFOR, FMCN; 2010- 2011
- *Curso “Elementos técnicos para la elaboración de Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático”* Tecnológico de Monterrey, 2011.
- *“Diseño de Proyectos de Pago por Servicios Ambientales”* CONAFOR, ForestTrends y FMCN, México, D.F; 2011
- *“Taller sobre Planes de Acción Climática”* The Center for Climate Strategies y Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza; 2011.
- *“Taller sobre Incidencia en Políticas Públicas”*. FMCN, 2010.
- *“Taller: Jóvenes de Coahuila frente al Cambio Climático”* Universidad Autónoma de Coahuila y Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 2010.
- *“Taller de Adaptación sobre Bosques y Cambio Climático”*. TNC, 2010.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W., Wu, S., & Palutikof, J. P. (2008). *El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra: Secretaría del IPCC.
- Benson, C., & Clay, E. (2004). Understanding the economic and financial impacts of natural disasters. *Washington, DC: World Bank* .
- Bitrán-Bitrán, D. (2001). *1 Serie. Impacto Socioeconómico de los Desastres en México. Características del Impacto Socioeconómico de los principales Desastres Ocurridos en México en el período 1980-99*. México, D.F.: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- Bitrán-Bitrán, D. (2001). *2 Serie. Impacto Socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2000*. México, D.F.: Secretaría de Gobernación. Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- Bitrán-Bitrán, D., García-Arróliga, N., Marín-Cambranis, R., & Méndez, K. (2005). *6 Serie. Impacto Socioeconómico de los Desastres en México. Impacto Socioeconómico de los Principales Desastres Ocurridos en la República Mexicana en el año 2004*. México, D.F.: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CCA-UNAM. (2007). *Escenarios de Cambio Climático para el Estado de Veracruz*. Recuperado el 19 de Enero de 2010, de http://www.atmosfera.unam.mx/cclimatico/escenarios/escenarios_cambio_climatico_paraveracruz.htm.
- CENAPRED. (2009). *Sistema Integral de Información Sobre Riesgo de Desastres*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2009, de <http://atl.cenapred.unam.mx/metadataexplorer/index.html>
- CENAPRED y SEGOB. (2009). *Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2008*. México, D.F.: Centro Nacional de Prevención de Desastres y Secretaría de Gobernación.
- CEPAL. (2000). *Anuarios Estadísticos de América Latina y el Caribe y "un Tema del Desarrollo: La Reducción de la Vulnerabilidad Frente a Los*

Desastres”.LC/MEXL.428: Comisión Económica para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas.

CNA. (1989). *Resumen de los Fenómenos Hidrometeorológicos más Importantes Ocurridos durante 1988*. México: Comisión Nacional del Agua. Dirección General de Administración y Control de Sistemas Hidrológicos.

Comisión Europea. (2009). *¿El suelo puede cambiar las cosas?* Bruselas: Comunidades Europeas.

Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. (2006). *Hacia una Estrategia Nacional de Acción Climática. Síntesis Ejecutiva*. México: SEMARNAT.

CONAFOR. (2008). *Incendios Forestales. Guía práctica para comunicadores*. Zapopan, Jal.: Comisión Nacional Forestal. Segunda edición.

Conde, C., Ferrer, R., & Orozco, S. (2006). “Climate change and climate variability impacts on rainfed agricultural activities and possible adaptation measures. A Mexican case study”. *Atmósfera* , 19 (3): 181-194.

Conde, C., Liverman, D., Flores, M., Ferrer, R., Araujo, R., & Betancourt, E. (1997). Vulnerability of rainfed maize crops in Mexico to climate change. *Clim. Res.* , (9) 17–23.

D.O.F. (2006). *Declaratoria de Contingencia Climatológica para efectos de las Reglas de Operación del Fondo para Atender a la Población Rural Afectada por Contingencias Climatológicas, en virtud de los daños provocados por la granizada que afectó al Municipio de Candela*. México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18/05/2006.

D.O.F. (2003). *Declaratoria de contingencia climatológica para efectos de las Reglas de Operación del Fondo para Atender a la Población Rural Afectada por Contingencias Climatológicas, en virtud de los daños provocados por la helada que afectó al Municipio de Arteaga*. México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13/06/2003.

D.O.F. (2000). *Declaratoria de Desastre Natural para efectos de las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), provocada por las lluvias atípicas e impredecibles, así como por las inundaciones ocurridas durante los días*

24 y 25 de septiembre de 2000,. México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18/10/2000.

D.O.F. (2000). *Declaratoria de Desastre Natural para efectos de las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), provocada por las lluvias torrenciales y el desbordamiento del río Aguanaval en el Estado de Coahuila.* México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14/07/2000.

D.O.F. (2001). *Declaratoria de Desastre Natural para efectos de las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales, por los daños provocados por las lluvias atípicas e impredecibles e inundaciones, ocurridas el 9 de septiembre en el Municipio de Piedras Negras.* México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 05/10/2001.

D.O.F. (2000). *Declaratoria de Desastre Natural para efectos de las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales, provocada por la sequía prolongada y atípica en el Estado de Coahuila.* México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17/04/2000.

D.O.F. (2007). *Declaratoria de Desastre Natural por la presencia de un tornado el día 24 de abril de 2007, en el Municipio de Piedras Negras del Estado de Coahuila .* México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 08/05/2007.

D.O.F. (2004). *Declaratoria de Emergencia con motivo de las lluvias torrenciales que se presentaron los días 4 y 5 de abril de 2004 y sus efectos en la población ubicada en los municipios de Piedras Negras y San Juan de Sabinas del Estado de Coahuila .* México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 06/05/2004.

D.O.F. (2001). *Declaratoria de Emergencia para efectos de las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), por la presencia de heladas y nevadas severas en Coahuila.* México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21/12/2001.

D.O.F. (2001). *Declaratoria de Emergencia para efectos de las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), por las lluvias intensas*

ocurridas en el Municipio de Piedras Negras, en el Estado de Coahuila . México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13/09/2001.

D.O.F. (2006). *Declaratoria de Emergencia por el paso del frente frío 20 en 3 municipios del Estado de Coahuila de Zaragoza* . México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28/12/2006.

D.O.F. (2008). *Declaratoria de Emergencia por la inminencia de inundaciones significativas a atípicas, en 3 municipios del Estado de Coahuila* . México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07/10/2008.

D.O.F. (2006). *LEY GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL*. México, D.F.: Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada DOF 24 de abril de 2006.

Delano, J. (2008). Insurers: Educated Less Likely To Have Accidents. *CBS Broadcasting Inc* .

Eagleman, J. (1983). *Severe and Usual Weather*. U.S.A: Van Nostrand Reinhold Company, pp.372.

Edwards, R. (2006). *Supercells of the Serranias del Burro (Mexico), memorías de la XXIII Conferencia de Tormentas Severas Locales de la American Meteorological Society, San Luis Missouri*.USA.

Edwards, R., & Weiss, S. J. (1996). Comparisons between Gulf of Mexico Sea Surface Temperature Anomalies and Southern U.S. Severe Thunderstorm Frequency in the Cool Season. *18th Conference on Severe Local Storms*. San Francisco, CA: American Meteorological Society. <http://www.spc.noaa.gov/publications/edwards/sstsvr.htm>.

Engelbert, P. (1997). *The complete weather resource. Vol. 2. Weather Phenomena*. UXL. pp. 368.

EPA. (8 de Septiembre de 2009). *Climate Change. US. Environmental Protection Agency*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2009, de Glossary of Climate Change Terms: <http://www.epa.gov/climatechange/glossary.html>

Eshghi, K., & Larson, R. C. (2008). Disasters: lessons from the past 105 years. *Disaster Prevention and Management* , 17(1), 62-82.

Gardiner, L. (9 de Mayo de 2007). *Ventanas al Universo*. Recuperado el 21 de Enero de 2010, de http://www.windows.ucar.edu/tour=/earth/climate/cli_models2.sp.html

Gobierno del Estado de Coahuila. (2005). <http://www.e-pages.dk/coahuilagobmx/13/fullpdf/full4be88f4be8aa7.pdf>. Recuperado el Marzo de 2010

Gómez Baggethum, E. (2007). Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases económicas de la ecología. *Ecosistemas* , 4-14.

Hallegatte, S., & Hourcade, J.-C. (2006). Why economic dynamics matters in the assessment of climate change damages: illustration on extreme events. *Ecological Economics* , 62(2) 330-340.

INE y SEMARNAT. (2004). *Cambio climático: Una visión desde México*. Mexico, D.F.: Instituto Nacional de Ecología. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

INE; UV; CCA-UNAM. (2009). *Guía para la elaboración de Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático*. México D.F.: INE.

IPCC. (2001). *Cambio Climático 2001: Impactos, adaptación y vulnerabilidad Parte de la contribución del Grupo de trabajo II al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza: James J. McCarthy, Osvaldo F. Canziani, Neil A. Leary, David J. Dokken y Kasey S. White (Eds.).

IPCC. (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación). Ginebra, Suiza: IPCC, .

IPCC. (2002). *Cambio Climático y Biodiversidad. Documento técnico V del IPCC*. Ginebra, Suiza: Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático.

- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York: Cambridge University Press.
- IPCC. (1997). *IPCC Special Report. The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group II.
- Jímenez Espinosa, M. (2009). *9 Serie. Impacto Socioeconómico de los Desastres en México. Características e impactos socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2007*. México, D.F.: Secretaría de Gobernación. Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- Jones, P. D., Lister, D. H., Jaggard, K. W., & Pidgeon, J. D. (2003). Future climate impact on the productivity of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Europe. *Climatic Change* , 58, 93–108.
- Larraín, B. A. (2007). Síntesis sobre cambio climático. *Revista Ambiente y Desarrollo* , 53 - 60.
- Macías, M. (2002). Descubriendo tornados en México. El caso del tornado de Tzintzuntzan. México: Colección antropologías.
- Meehl, G. A., & Tebaldi, C. (2004). More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science* , (305), 994–997.
- Mendelsohn, R., Dinar, A., & Williams., L. (2006). 'The distributional impact of climate change on rich and poor countries. *Environment and Development Economics* , 11: 1-20.
- Munich Re. (2004). *'Topics Geo Annual review: Natural catastrophes'* .Munich: Munich Re.
- Naciones Unidas. (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Kyoto: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- Olivera, P. (2003). Los tornados en México, su existencia y la respuesta social a su ocurrencia. México: Espacio geográfico, epistemología y diversidad. FFyL, UNAM.

- Overseas Development Institute . (2005). *Aftershocks: Natural Disaster Risk and Economic Development Policy*. London: ODI.
- Parry, M. (2002). Scenarios for climate Impact and Adaptation Assessment. *Global Environmental Change* , 12, 149-153.
- PNUMA y SEMARNAT. (2006). *El Cambio Climático en América Latina y el Caribe*. México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Ramanathan, V., & Carmichael, G. (2008). Global and regional climate changes due to black carbon. *Nature Geoscience* , 221-227.
- Romero, M. V. (septiembre de 2004). *Consecuencias del cambio climático en la salud de la población mundial*. Recuperado el abril de 2010, de CRID: http://www.crid.or.cr/cd/CD_Cambio/pdf/spa/doc35/doc35.pdf
- Rosalva Landa, Víctor Magaña y Carolina Neri. (2008). *Agua y Clima: Elementos para la Adaptación al Cambio Climático*. México: SEMARNAT y CCA.
- Schär, C., Vidale, P. L., Luthi, C., Frei, C., Haber, C., Liniger, M. A., y otros. (2004). The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature* , 427(6972), 332–336.
- SEMARNAT. (2006). *México, tercera comunicación nacional ante la convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- SEMARNAT. (2001). *México: Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales:Instituto Nacional de Ecología.
- Smith, J., & Hulme, M. (1988). Climate Change Scenarios. In: *UNEP Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Studies [Feenstra, J.F., Burton, I., Smith, J.B. and Tol, R.S.J. (eds.)]. United Nations Environment Programme* , Nairobi, Kenya and Institute for Environmental Studies, Amsterdam, pp. 3-1 to 3-40. <http://www.ipcc.ch/>.
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Alley, R., Berntsen, T., Bindoff, N., y otros. (2007). *Technical Summary*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science*

Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY,: Cambridge University Press for the Intergovernmental Panel on Climate Change. ISBN 9780521880091. <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>.

Stern, N. H. (2006). *STERN REVIEW: The Economics of Climate Change.* Great Britain: Cambridge University Press.

Subsecretariado Técnico de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. (2008). *Acciones de México de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático Global.* México: Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental-SEMARNAT.

Tessier, H. (2009-2010). Comunicación Personal. . *Protección de la Fauna Mexicana, A. C.*

Trapp, R. J., Brooks, H. E., Diffenbaugh, N. S., Baldwin, M. E., Robinson, E. D., & Pal, J. S. (2007). "Changes in severe thunderstorm environment frequency during the 21st century caused by anthropogenically enhanced global radiative forcing". *Proceedings of the National Academy of Sciences* , 104 (50): 19719–23.

Trnka, M., Dubrovski, M., & Zalud, Z. (2004). Climate change impacts and adaptation strategies in spring barley production in the Czech Republic. *Climatic Change* , 64, 227–255.

UCAR. (2008). *University Corporation for Atmospheric Research.* Recuperado el 7 de 12 de 2009, de <http://www.ucar.edu/news/releases/2008/hurricanemodel.jsp>

UNEP. (2008). *UNEP 2008 Annual Report.* Nairobi: United Nations Environment Programme.

UNFCCC. (2009). *The Least Developed Countries National Adaptation Programmes of Action: Overview of Preparation, Design of Implementation Strategies and Submission of Revised Project Lists and Profiles.* Bonn, Germany: United Nations Framework Convention on Climate Change.

UNISDR. (2005). *Informe de la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los desastres.* Kobe, Hyogo, Japón: Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres.

UNISDR. (2009). *Reporte de evaluación global 2009 sobre reducción de riesgo de desastres: riesgo y pobreza en un clima cambiante*. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres.

UNISDR. (2009). *Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres*. Ginebra, Suiza: Estrategia Internacional para la reducción de desastres de las Naciones Unidas.

Watson, R., Zinyowera, M., & Moss, R. (1996). *Climate change 1995: contribution of Working Group II to the second assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.

Wisner, B., & Adams, J. (2003). *Environmental health in emergencies and disasters: a practical guide*. Switzerland: World Health Organization.

WRI . (2003). *A Guide to World Resources 2002-2004 - Decisions for the Earth: Balance, Voice and Power* .Washington D.C.: World Resources Institute.