

2009

# ANTECEDENTES

## COMPONENTE DE VULNERABILIDAD Y AMENAZAS

PLAN ESTATAL DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA COAHUILA DE ZARAGOZA



PROTECCIÓN DE LA FAUNA MEXICANA, A.C.  
COMPONENTE DE VULNERABILIDAD Y AMENAZAS  
15/12/2009



## CONTENIDO

I. ANTECEDENTES.....	7
1. CAMBIO CLIMÁTICO.....	7
2. PROTOCOLO DE KIOTO .....	11
3. ANTECEDENTES DEL ESTADO DE COAHUILA .....	15
A). ANÁLISIS HISTÓRICO DE DESASTRES METEOROLÓGICOS.....	15
Conceptos generales.....	15
Panorama General de Coahuila.....	17
Análisis por Tipo de Eventos. ....	20
Tornados.....	21
Nevadas.....	23
Heladas.....	25
Lluvias Torrenciales e Inundaciones.....	27
Ciclones Tropicales.....	30
Olas de Calor.....	33
Granizadas.....	35
Sequías.....	37
Vientos Fuertes.....	40
Declaratorias. ....	42
Declaratorias en Coahuila.....	43
Frecuencia de eventos por tipo de declaratoria.....	44
Incendios.....	49
Los daños:.....	49
Carbono negro y retroalimentación .....	52

B). DESCRIPCIÓN DE COSTOS Y CONSECUENCIAS DE TRAGEDIAS METEOROLÓGICAS EN EL ESTADO POR SECTOR.....	53
<i>Panorama General de México Anterior al Periodo de Estudio.....</i>	<i>55</i>
<i>Costos y consecuencias por sector.....</i>	<i>57</i>
<i>Sector Forestal.....</i>	<i>58</i>
<i>Sector Agrícola y Alimentos. ....</i>	<i>59</i>
<i>Sector Hidrológico.....</i>	<i>64</i>
<i>Sector Biodiversidad.....</i>	<i>67</i>
<i>Sector Urbano. ....</i>	<i>68</i>
<i>Sector Salud. ....</i>	<i>72</i>
<i>Sector socioeconómico. ....</i>	<i>76</i>
<i>Sector energético. ....</i>	<i>78</i>
<i>Sector transporte. ....</i>	<i>80</i>
<i>Conclusiones.....</i>	<i>82</i>
4. ANEXO I.....	85
5. BIBLIOGRAFÍA.....	94

## INDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Número de desastres naturales registrados por el Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED) para el periodo 1900-2005.....	16
<b>Gráfica 2.</b> Número de eventos meteorológicos registrados por año, en fuentes oficiales y no oficiales.....	18
<b>Gráfica 3.</b> Número y tipo de eventos meteorológicos registrados por año. ....	19
<b>Gráfica 4.</b> Porcentaje de eventos meteorológicos ocurridos en el periodo 2000-2009.	19
<b>Gráfica 5.</b> Temporalidad de los eventos meteorológicos ocurridos en el periodo 2000-2009.....	20
<b>Gráfica 6.</b> Meses de ocurrencia de Tornados durante el periodo de tiempo estudiado	21
<b>Gráfica 7.</b> Meses de ocurrencia de Nevadas durante el periodo de 1940-2000.....	24
<b>Gráfica 8.</b> Meses de ocurrencia de Nevadas durante el periodo de 2000-2009.....	24
<b>Gráfica 9.</b> Meses de ocurrencia de Heladas durante el periodo 2000-2009.....	26
<b>Gráfica 10.</b> Meses de ocurrencia de lluvias torrenciales e inundaciones durante el periodo 2000-2009 .....	27
<b>Gráfica 11.</b> Porcentaje de municipios afectados por lluvias torrenciales e inundaciones durante el periodo 2000-2009.....	28
<b>Gráfica 12.</b> Precipitación media mensual comparada con registros de inundaciones durante el periodo 2000-2009.....	29
<b>Gráfica 13.</b> Precipitación media anual comparada con registro de inundaciones.....	30
<b>Gráfica 14.</b> Meses de ocurrencia de Huracanes durante el periodo 2000-2009. ....	32
<b>Gráfica 15.</b> Meses de ocurrencia de Olas de calor durante el periodo 2000-2009.....	34
<b>Gráfica 16.</b> Municipios afectados por Olas de calor durante el periodo 2000-2009...	35
<b>Gráfica 17.</b> Temperaturas medias anuales de 1971-2009. ....	35
<b>Gráfica 18.</b> Meses en que se registraron granizadas durante el período 2000-2009.	36

<b>Gráfica 19.</b> Número de granizadas registradas por año y por municipios afectados.	37
<b>Gráfica 20.</b> Número de meses, por región, en que se registró sequía durante el período 2000-2009.....	39
<b>Gráfica 21.</b> Meses en que se registraron vientos fuertes durante el período 2000-2009.....	41
<b>Gráfica 22.</b> Municipio, fecha y tipo de declaratoria.....	44
<b>Gráfica 23.</b> Frecuencia de eventos por tipo de declaratoria.....	45
<b>Gráfica 24.</b> Número de incendios registrados en Coahuila durante el 2000-2009 .....	50
<b>Gráfica 25.</b> Relación entre número de registros de incendios y la temperatura durante 1993-1997.....	51
<b>Gráfica 26.</b> Relación entre número de registros de incendios y la temperatura durante 1998-2002.....	51
<b>Gráfica 27.</b> Relación entre número de registros de incendios y la temperatura durante 1993-2007.....	52
<b>Gráfica 28.</b> Total de daño por Incendios Forestales del 2003 al 2008 .....	58

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Tipos de sequías ocurridas en Coahuila en el periodo 2003-2009. ....	38
<b>Cuadro 2.</b> Tipo de impactos causados por la sequía, durante el período 2000-2009. ....	40
<b>Cuadro 3.</b> Desastres meteorológicos en México de 1980 a 1999.....	55
<b>Cuadro 4.</b> Daños por Principales Desastres en Coahuila de 1980 a 1999 según Año de Ocurrencia .....	56
<b>Cuadro 5.</b> Total de daños por incendios forestales del 2000 al 2009 .....	58
<b>Cuadro 6.</b> Daños al sector agropecuario en el año 2004 .....	60
<b>Cuadro 7.</b> Resume de daños al sector agropecuario .....	62
<b>Cuadro 8.</b> Resumen Daños al Sector hidráulico en 2004 .....	65
<b>Cuadro 9.</b> Resumen de daños en el sector educativo.....	71
<b>Cuadro 10.</b> Costos totales del Sector salud por evento meteorológico de abril de 2004. ....	73
<b>Cuadro 11.</b> Población afectada a consecuencia del tornado registrado en Piedras negras. ....	74
<b>Cuadro 12.</b> Resumen de daños en el sector comunicaciones y transportes.....	81

## I. ANTECEDENTES

### 1. CAMBIO CLIMÁTICO

Para entender un fenómeno tan complejo como el *cambio climático* es necesario diferenciar los términos *clima* y *tiempo*. Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, EPA por sus siglas en inglés, *clima* 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. Así mismo, señala 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 IPCC por sus siglas en inglés (Intergovernmental Panel for Climate Change, 2007) 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.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, UNFCCC por sus siglas en inglés (United Nations Framework Convention on Climate Change), describe a éste como un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que viene a sumarse a la variabilidad climática natural observada en períodos de tiempo comparables.

Un cambio climático está influido por muchas variables, entre ellas está la radiación y la composición de gases de la atmósfera terrestre.

La radiación es energía emitida por cualquier cuerpo, ésta energía se puede medir como temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ). El Sol emite radiación a  $6000^{\circ}\text{C}$  y la Tierra emite radiación que anda alrededor de  $0^{\circ}\text{C}$ . 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  $15^{\circ}\text{C}$ ; suponiendo que la Tierra no tuviese atmósfera, esta temperatura sería de  $-18^{\circ}\text{C}$ . 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).

Como ya se explicó, la atmósfera de la Tierra es la que mantiene el calor en ella y evita que este salga al espacio. La EPA indica que 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 ( $\text{H}_2\text{O}$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), Metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ )) y otros de origen antropogénico (clorofluorocarbonados (CFCs), hidroclorofluorcarbonados (HFCs), perfluorcarbonados (PFCs), hexafluoride de sulfuro ( $\text{SF}_6$ )).

En la atmósfera también hay unas partículas aerotransportadas 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 dispersando 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 acumulando en la atmósfera, siendo los principales responsables del cambio climático llamado calentamiento global (IPCC, 2007).

Este aumento en los gases de efecto invernadero ha provocado, que la Tierra no emita toda la radiación infrarroja que normalmente emitía, por lo que la temperatura promedio global ha empezado a aumentar.

El IPCC, en su reporte del año 2007, indica que por la precisión y tamaño significativo de los datos más recientes, 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.

Las observaciones obtenidas por el IPCC en todos los continentes y en la mayoría de los océanos, evidencian que muchos sistemas naturales están siendo afectados por los cambios climáticos regionales y, particularmente, por el aumento de la temperatura.

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.

El IPCC también señala que de seguir la tendencia actual de aumento de la temperatura global del aire y el agua, en las montañas occidentales de Norte América se reducirán los bancos de nieve, acrecentará las crecidas de invierno y reducirá la escorrentía estival, intensificando así la competencia por unos recursos hídricos excesivamente solicitados.

Según las previsiones, la actual tendencia hacia el calentamiento provocará algunas 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, la información respecto al cambio climático es escasa, sin embargo, en este trabajo se estudiarán los fenómenos meteorológicos extremos que han afectado al estado en los últimos 10 años, así como las consecuencias de ellos, los escenarios climáticos proyectados a futuro de acuerdo a la actual tendencia del clima y las vulnerabilidades y amenazas a las que está sujeta la región.

## *2. 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 (por sus siglas en inglés United Nations Framework Convention on Climate Change), 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.

Durante la COP3, se sentó la apertura para firmar el Protocolo por los países que desearan comprometerse, del 16 de marzo de 1998 al 15 de marzo de 1999; en 1998 firmaron 69 y en 1999, 15.

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 190 países.

Reconociendo 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.

El Protocolo establece, además, que se debe monitorear y registrar anualmente las emisiones de gases de efecto invernadero de los países ratificados; asimismo, la secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas (UNFCCC) establece un eje común para verificar que la información y datos proporcionados por las diferentes partes estén de acuerdo y sean consistentes con las reglas del Protocolo.

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 capita, sin embargo, su participación global era menor al 2% del total mundial.

El segundo informe fue entregado el 1 de julio de 2001 y en él se informó sobre las políticas aplicadas y por aplicar para cumplir con el Protocolo. Por ejemplo: en el área forestal, proteger e incrementar las áreas para secuestro de carbono, mediante programas de conservación de la biodiversidad y de desarrollo forestal sustentable; en el área rural, empezó campañas de

sustitución de combustibles y de desarrollo sustentable; en el área energética, promovió la introducción de tecnologías más eficientes en el ahorro de energía, y también la introducción de otras fuentes de energía más limpias.

El tercer y último 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.

Todos los programas respecto al cambio climático promovidos por el Gobierno Federal a nivel nacional, tenían un enfoque general del país y muy pocos eran destinados a nivel estatal, sin embargo parece que un estado por su tamaño y su ubicación intermedia en los niveles de gobierno, hace más factible llevar a cabo medidas para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero, así como políticas exitosas para adaptarse a éste.

Es por ello que el Instituto Nacional de Ecología (INE), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), considera que muchas de las políticas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y de adaptación del cambio climático tendrían mejores oportunidades de éxito si se diseñaran e instrumentaran proyectos en los niveles estatal o local, debido a que muchas de las autoridades e investigadores que operan en estos niveles tienen comúnmente un mejor entendimiento de los problemas y capacidades que

existen en sus esferas de influencia, pero también porque al descentralizarse esta tarea, ellos tendrían un mayor grado de apropiación de las políticas que se desarrollen y pongan en práctica.

Por el motivo anteriormente señalado, el INE y la 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, indicando 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 fueron sumando a esta nueva estrategia.

Dentro de las actividades que la Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila (SEMAC), para dar cumplimiento a su tarea de fortalecer las acciones de gobierno ante la problemática y consecuencias locales del cambio climático, se creó la subsecretaría de Protección 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 la oficina de Cambio Climático. En el año 2009, ésta inició la elaboración del Plan Estatal de Cambio Climático el cual incluye: Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero, Escenarios del Clima en Coahuila y Análisis de Vulnerabilidad y Amenazas.

### *3. ANTECEDENTES DEL ESTADO DE COAHUILA*

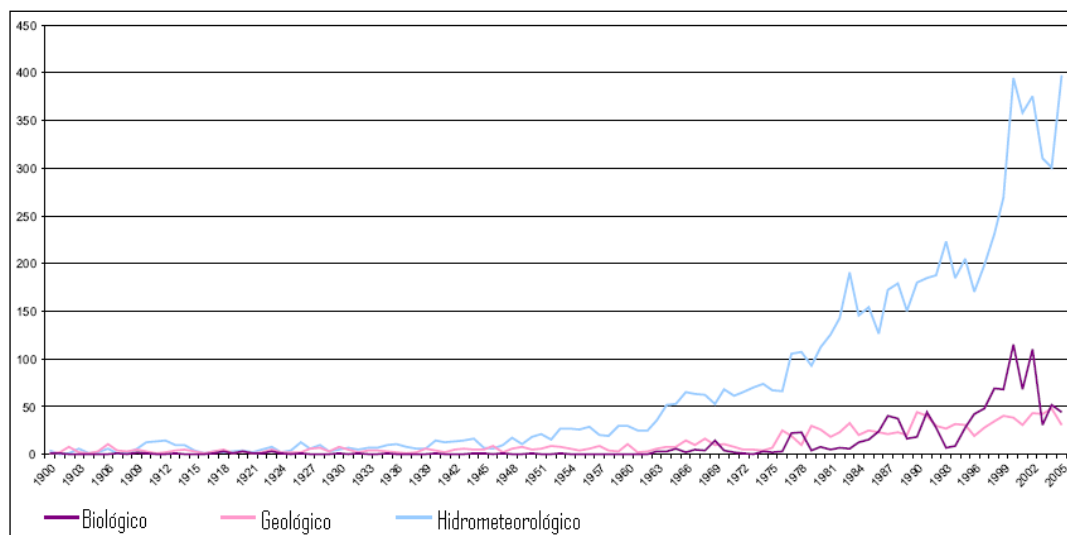
#### *A). ANÁLISIS HISTÓRICO DE DESASTRES METEOROLÓGICOS*

##### ***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 & Adams, 2003).

Otro punto de vista considera que los desastres son eventos que ocurren cuando un número significativo de personas son expuestas a eventos extremos a los cuales son vulnerables, provocando heridos y muertos; generalmente combinados con daños a la propiedad y a los medios de subsistencia (Wisner & Adams, 2003).

Las evidencias sugieren que la incidencia de desastres hidrometeorológicos ha incrementado drásticamente desde 1950 (Eshghi & 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 (Gráfica siguiente).



**Grafica 1.** Número de desastres naturales registrados por el Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED) para el periodo 1900-2005.

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; tal incidencia se refleja en el hecho de que en este país los daños causados por los desastres naturales, representan una cuota proporcionalmente mayor que los ocurridos en América Latina y el Caribe durante los últimos 20 años; al considerar que su población no alcanza el 20% de la que existe en toda la región mencionada (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, & 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.

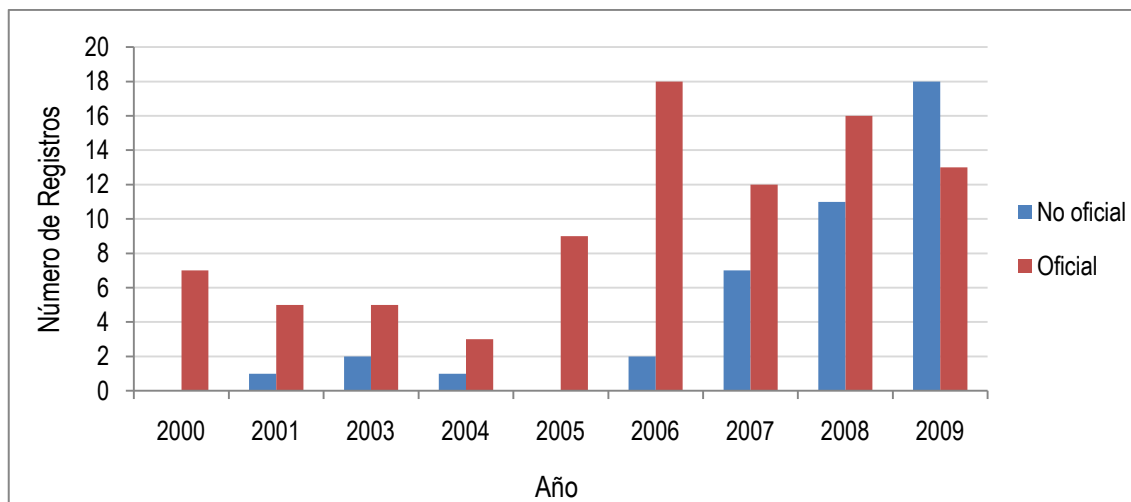
### ***Panorama General de Coahuila.***

Información publicada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 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 causando 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.

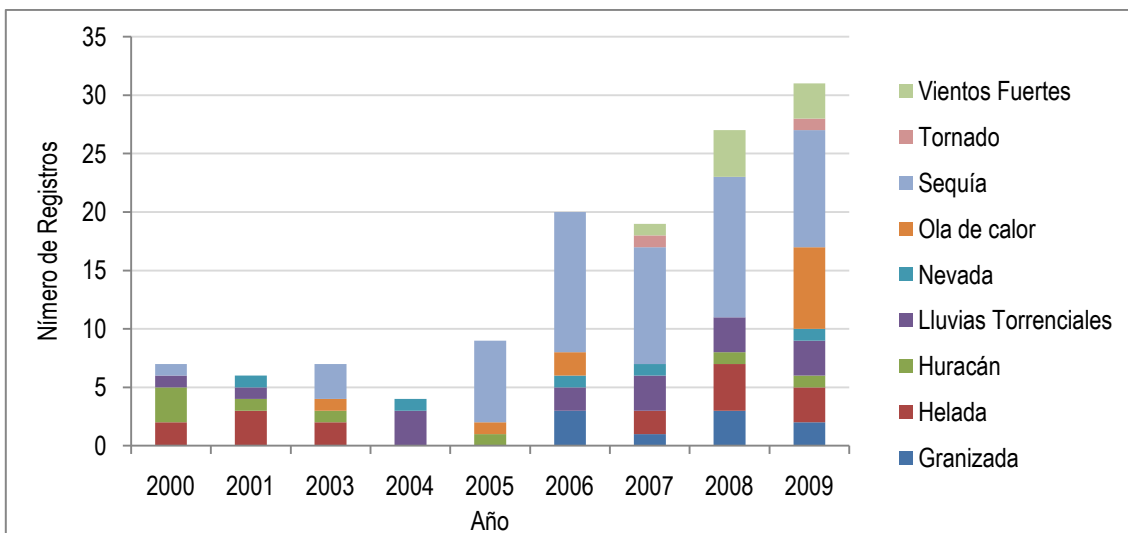
Los datos recopilados de dichos fenómenos, fueron obtenidos de fuentes oficiales y no oficiales (como CEPRANED y prensa escrita, respectivamente), ya que no existe un documento o registro oficial que englobe todos los eventos hidrometeorológicos que afectaron. Así mismo, no todos los eventos registrados 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.

Como se observa en la siguiente gráfica, 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. La relación completa de los eventos y las fuentes se encuentra en el Anexo 1.



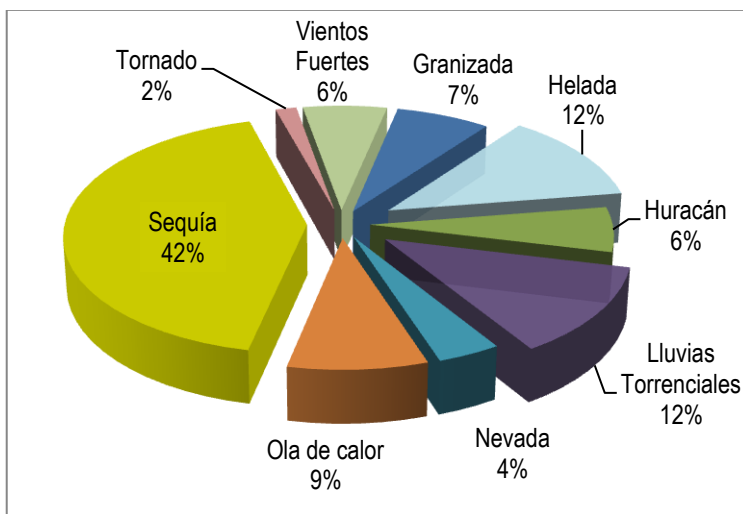
**Gráfica 2.** Número de eventos meteorológicos registrados por año, en fuentes oficiales y no oficiales.

Es evidente la creciente tendencia a publicar la presencia y los impactos de estos eventos, haciendo que los registros de ellos aumenten en años recientes, no sólo por su frecuencia sino por el interés público (gráfica siguiente). 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 3.** Número y tipo de eventos meteorológicos registrados por año.

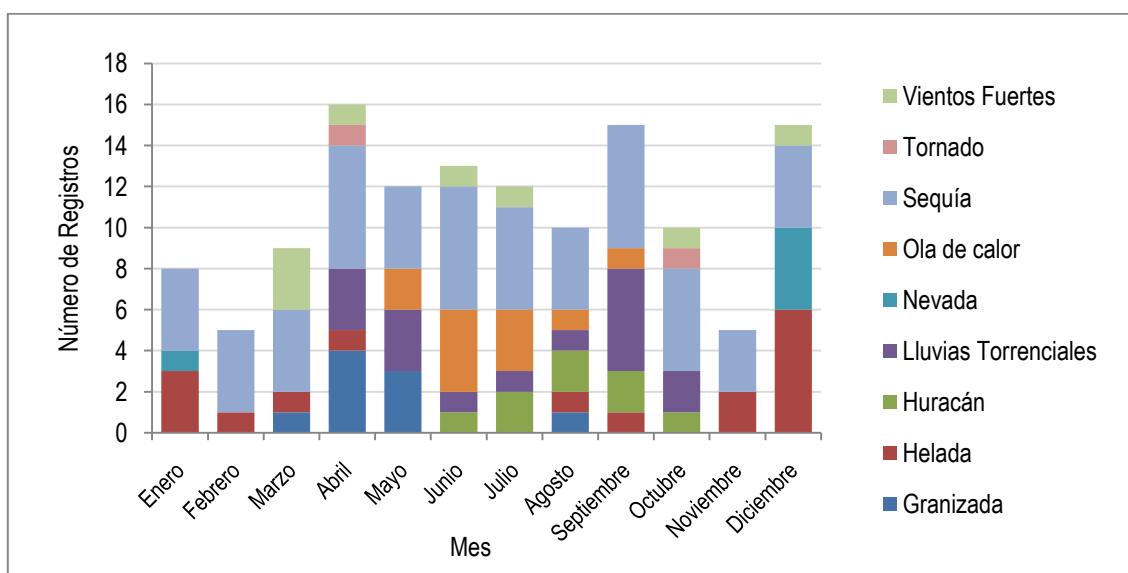
Acorde al total de eventos registrados, los más recurrentes son la sequía, las lluvias torrenciales y las heladas con 42 y 12%, respectivamente (Gráfica siguiente); sin embargo, para evaluar el impacto de los fenómenos meteorológicos se toman en cuenta otros factores además de la frecuencia como lo son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



**Gráfica 4.** 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, los tornados al haberse presentado en el mismo mes durante el periodo de tiempo estudiado, no denotan temporalidad. Los meses con mayor número de reportes son abril y septiembre mientras que julio y noviembre 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 5.** 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, destacando la frecuencia, intensidad y temporalidad de cada uno de ellos.

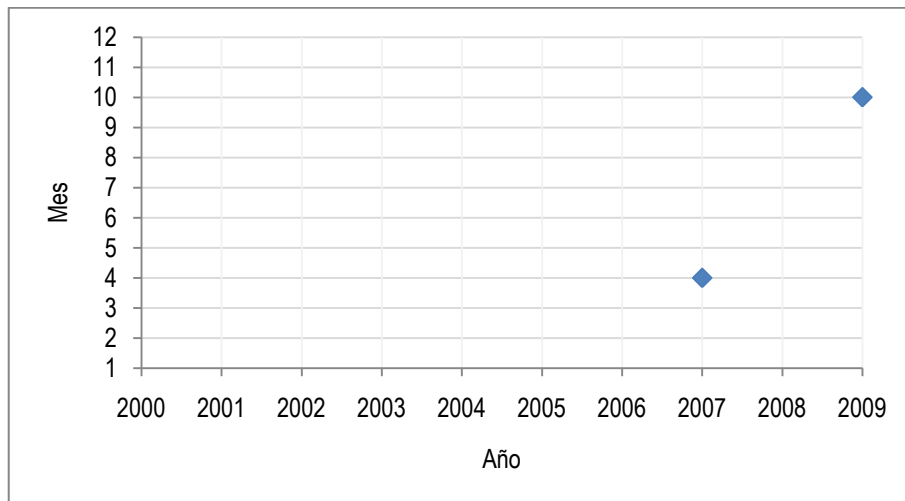
La información contiene la descripción general del tipo de fenómeno, los eventos de mayor relevancia y las regiones afectadas, aunque dependiendo del caso, se ha

manejado por municipios. Dichas regiones son: Norte, Carbonífera, Centro, Desierto, Laguna y Sureste.

### *Tornados.*

Un tornado es una columna rotativa de aire en movimiento que se encuentra en contacto tanto con la superficie de la tierra como con una nube de cumulonimbo o, raramente, con la base de un nubarrón. Pueden presentarse en diversos tamaños, siendo típica la forma de nube embudo, cuyo final alcanza el suelo y generalmente está rodeado por una nube de escombros y polvo. Estos fenómenos tienen velocidades de viento superiores a 64km/h y pueden llegar a alcanzar los 480km/h; miden aproximadamente 75m y se desplazan durante varios kilómetros antes de disiparse.

Durante el periodo de tiempo estudiado en el presente análisis (2000-2009) se tienen dos registros de tornados. La grafica que se muestra a continuación refiere la frecuencia antes mencionada y los meses en los que se presentaron los eventos.



**Gráfica 6.** Meses de ocurrencia de Tornados durante el periodo de tiempo estudiado

El primero de octubre del presente año 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 que provocó

encharcamientos en caminos de acceso al sitio y la interrupción de la energía eléctrica por varias horas en poblaciones aledañas al tornado.

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 con presencia 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. Considerando la escala de Fujita utilizada por el Centro de Predicción de Tormentas Severas de EUA, 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; Edwards R. , 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 (Avendaño, 2006) 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

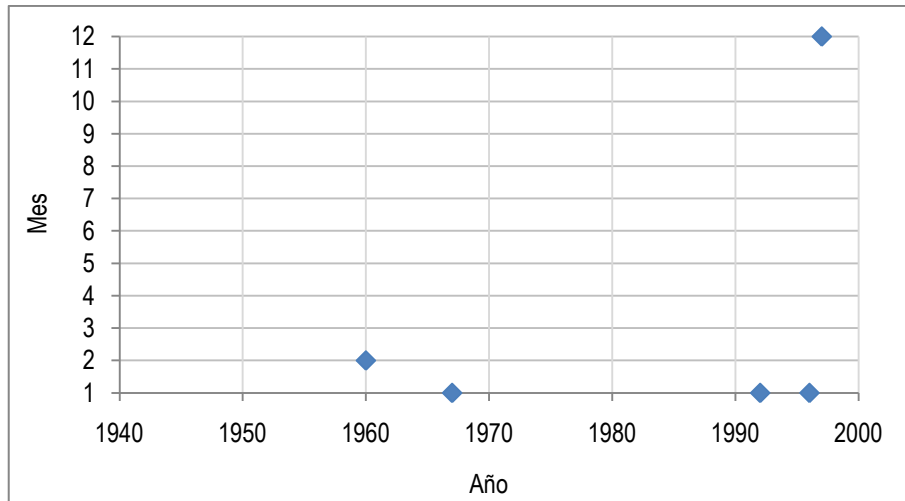
Mediterráneo), aumenta el contenido de agua atmosférica; de manera tal que la humedad creciente puede detonar un incremento en la actividad de los tornados y de las condiciones severas del tiempo (Edwards & Weiss, 1996).

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, Brooks, Diffenbaugh, Baldwin, Robinson, & Pal, 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.*

Son fenómenos meteorológicos que consisten en la precipitación de pequeños cristales de hielo. La nieve se forma comúnmente cuando el vapor de agua experimenta una alta deposición en la atmósfera a una temperatura menor de 0°C, y posteriormente cae.

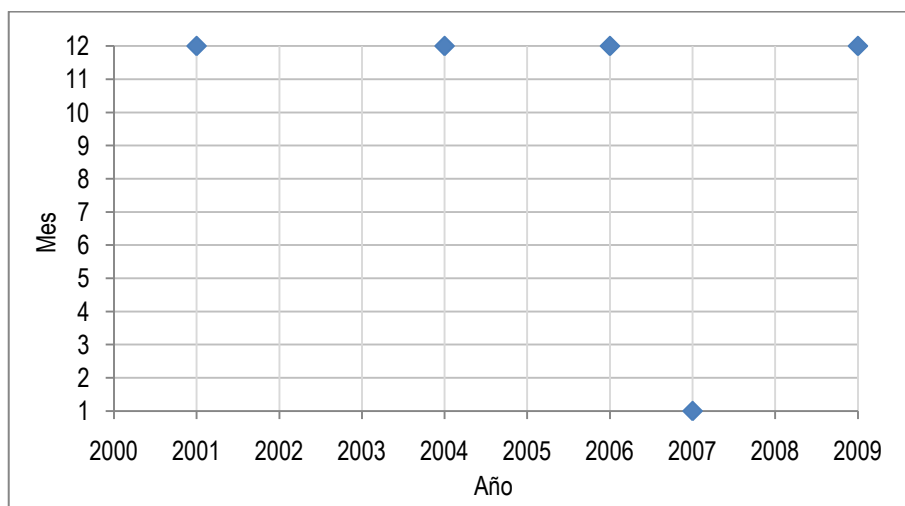
El paso de algunos frentes fríos puede producir nevadas en las montañas de México, al registrarse muy bajas temperaturas con presencia de humedad. El CENAPRED cuenta con un registro sobre las nevadas más relevantes que han ocurrido en México desde 1940, por lo que en la gráfica que se muestra a continuación se identifican cada una de ellas.



**Gráfica 7.** Meses de ocurrencia de Nevadas durante el periodo de 1940-2000.

Haciendo 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 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 siguiente), fue igual a las ocurridas en el país durante un periodo anterior de 40 años.



**Gráfica 8.** Meses de ocurrencia de Nevadas durante el periodo de 2000-2009.

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.

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.

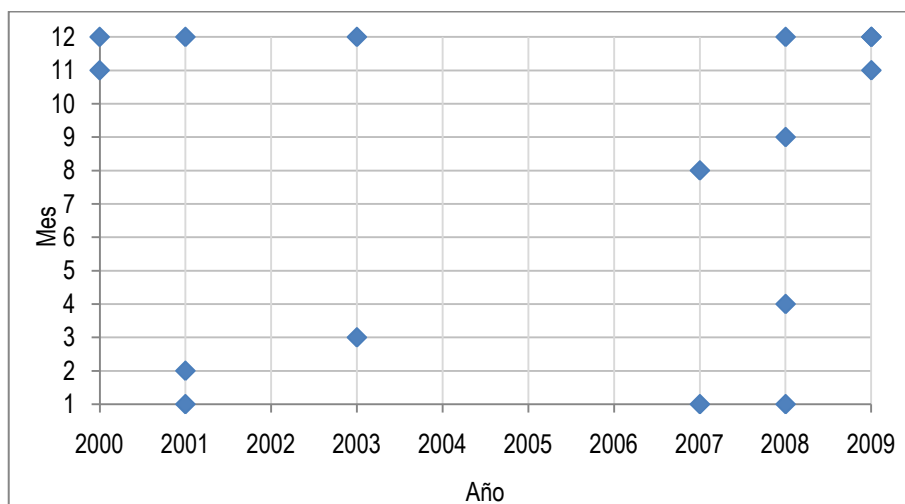
### *Heladas.*

Ocurren cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas.

Los climas predominantemente secos y extremos que prevalecen en Coahuila, dan como resultado, en lo que a la incidencia de heladas se refiere, una frecuencia moderada o alta, aún en áreas cuyo régimen de temperatura se clasifica como cálido. La frecuencia de heladas en invierno y primavera está en relación con el tipo de clima. 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; y en los que presentan climas secos templados, de 20 a 40. Sin embargo, 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 que por su impacto han causado mayor cantidad de daños, se señalan en la grafica siguiente.



**Gráfica 9.** Meses de ocurrencia de Heladas durante el periodo 2000-2009.

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.

Como se observa en la grafica anterior, 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

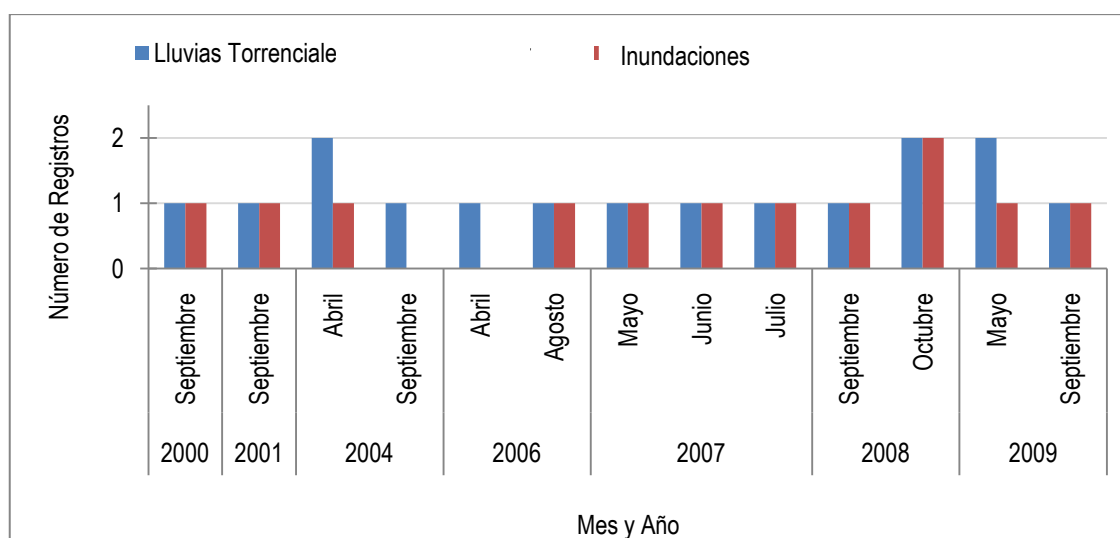
y mayor duración de tales eventos aumenta, y a su vez se percibe la presencia de temperaturas extremas mínimas y máximas durante un mismo año.

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 *et al*, 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*

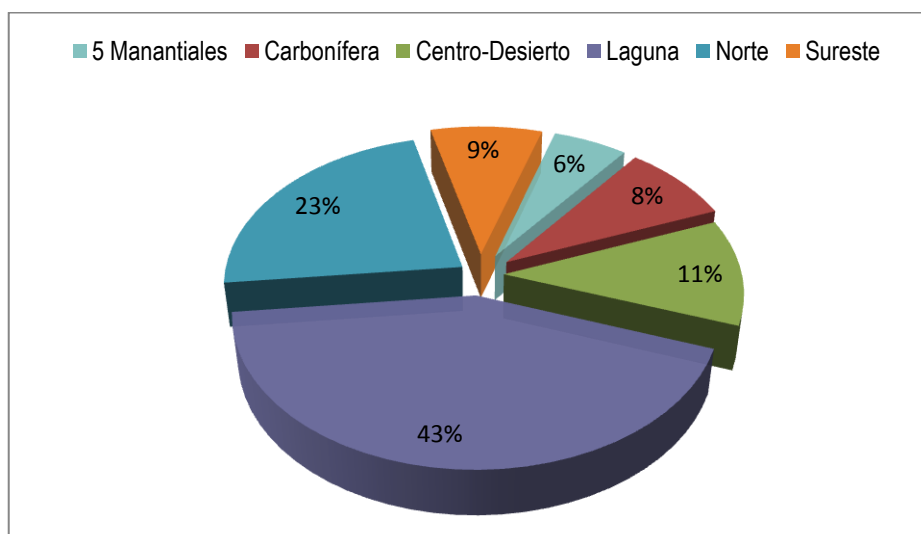
Las lluvias torrenciales son eventos de corta duración y de considerable intensidad, que consta de gotas relativamente grandes; pueden causar estragos y, generalmente, se acompaña con vientos de 25 a 100km/h.

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. Es notorio que ha habido un incremento en número de eventos a través del tiempo.



**Gráfica 10.** Meses de ocurrencia de lluvias torrenciales e inundaciones durante el periodo 2000-2009

Fueron 17 los municipios afectados por lluvias torrenciales y como se indica en la siguiente gráfica, 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



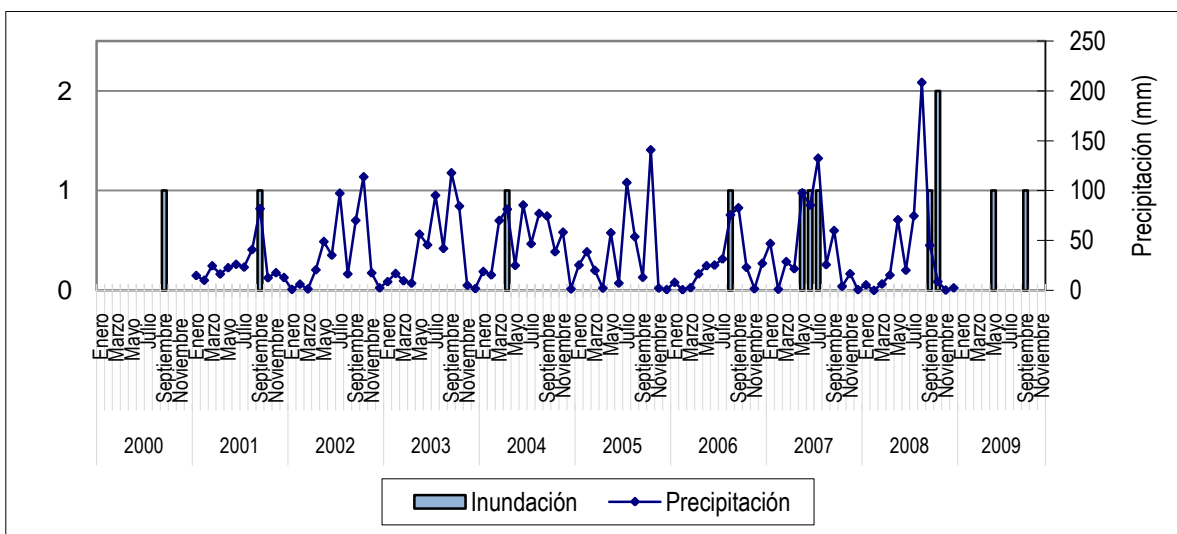
**Gráfica 11.** Porcentaje de municipios afectados por lluvias torrenciales e inundaciones durante el periodo 2000-2009.

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.

En Coahuila se han presentado dos tipos de inundaciones, pluviales y fluviales. Las primeras fueron a causa de la acumulación de agua de lluvia en áreas de topografía plana, que normalmente se encuentran secas, pero que llegaron a su máximo grado de infiltración y no poseían suficientes sistemas de drenaje natural o artificial. Las segundas, se debieron al desbordamiento de las aguas del cauce normal de un río, cuya capacidad fue excedida, invadiendo sus planicies aledañas, normalmente libres de agua.

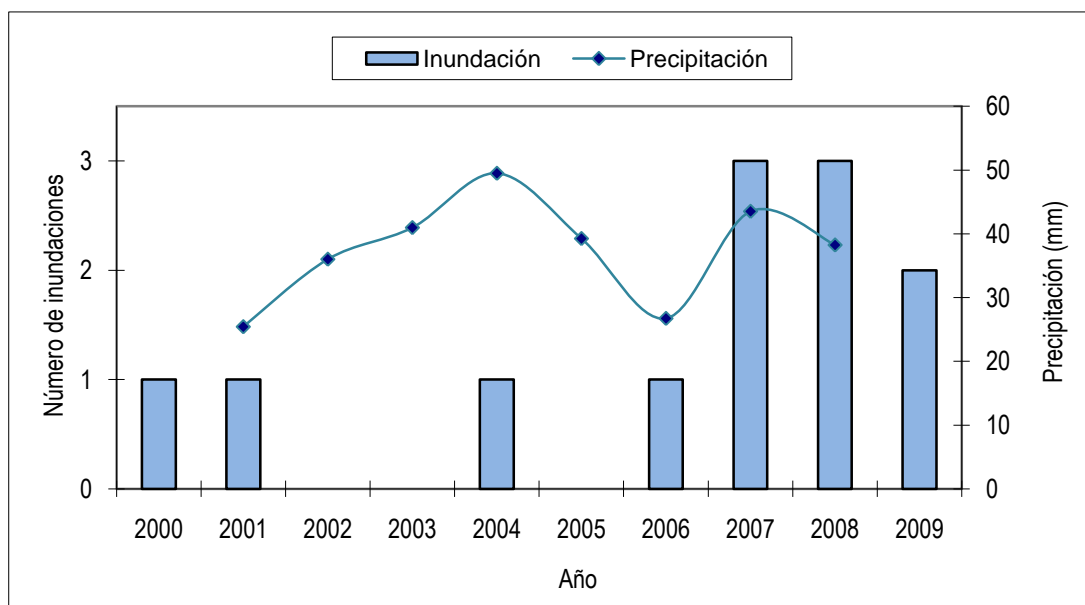
La relación porcentual entre la presencia de lluvias torrenciales y las inundaciones que han ocurrido como consecuencia de las primeras, es del 75%, es decir, 12 lluvias torrenciales de las 16 registradas, causaron inundación (Gráfica 10).

Según los datos, la temporada de inundaciones ha sido entre los meses de abril y octubre, siendo más frecuentes en septiembre y octubre. Como se observa en la gráfica 12, 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 12.** 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 con el pico más alto de precipitaciones y también el de mayor número de inundaciones, lo que permite inferir que mientras más se intensifiquen las lluvias torrenciales más inundaciones habrá.



**Gráfica 13.** 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 grafica, los mayores niveles de precipitación registrados coinciden con el mayor numero 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 perdidas económicas (IPCC, 1997).

### *Ciclones Tropicales*

Un ciclón tropical es un remolino gigantesco que cubre cientos de miles de kilómetros cuadrados y tiene lugar, primordialmente, sobre los espacios oceánicos tropicales. Cuando las condiciones oceánicas y atmosféricas propician que se genere un ciclón tropical, la evolución y desarrollo de éste puede llegar a convertirlo en huracán.

La evolución de un ciclón tropical puede llegar a desarrollar cuatro etapas:

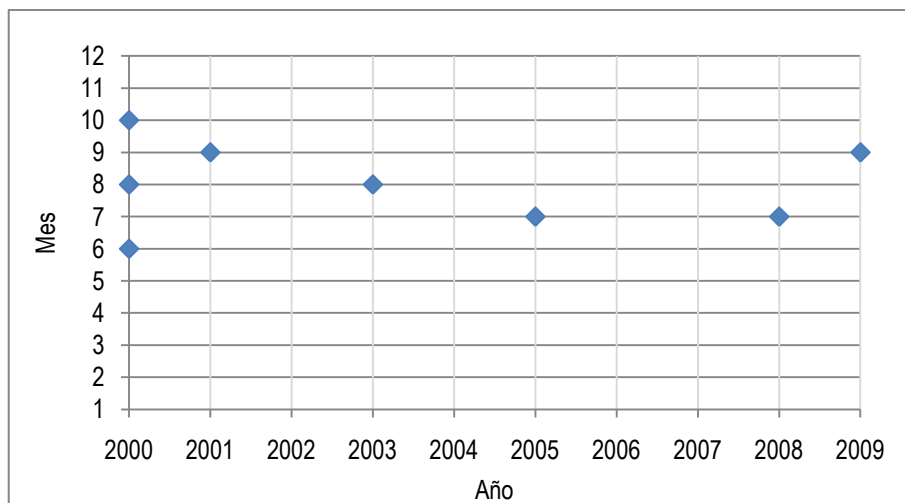
**Perturbación Tropical:** Zona de inestabilidad atmosférica asociada a la existencia de un área de baja presión, la cual propicia la generación incipiente de vientos convergentes cuya organización eventual provoca el desarrollo de una depresión tropical.

**Depresión Tropical:** Los vientos se incrementan en la superficie, producto de la existencia de una zona de baja presión. Dichos vientos alcanzan una velocidad sostenida menor o igual a 62km/h.

**Tormenta Tropical:** El incremento continuo de los vientos provoca que éstos alcancen velocidades sostenidas entre los 63 y 118km/h. Las nubes se distribuyen en forma de espiral. Cuando el ciclón alcanza esta intensidad se le asigna un nombre preestablecido por la Organización Meteorológica Mundial.

**Huracán:** se da cuando los vientos máximos sostenidos alcanzan o superan los 119km/h. El área nubosa cubre una extensión entre los 500 y 900km de diámetro, produciendo lluvias intensas. El ojo del huracán alcanza normalmente un diámetro que varía entre 24 y 40km, sin embargo, puede llegar hasta 100km. En esta etapa el ciclón se clasifica por medio de la escala Saffir-Simpson (categoría 1, 2, 3, 4 ó 5).

La temporalidad en que se han presentado estos fenómenos en Coahuila, comprende de junio a octubre (siguiente gráfica), 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.



**Gráfica 14.** Meses de ocurrencia de Huracanes durante el periodo 2000-2009.

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% cap) 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.

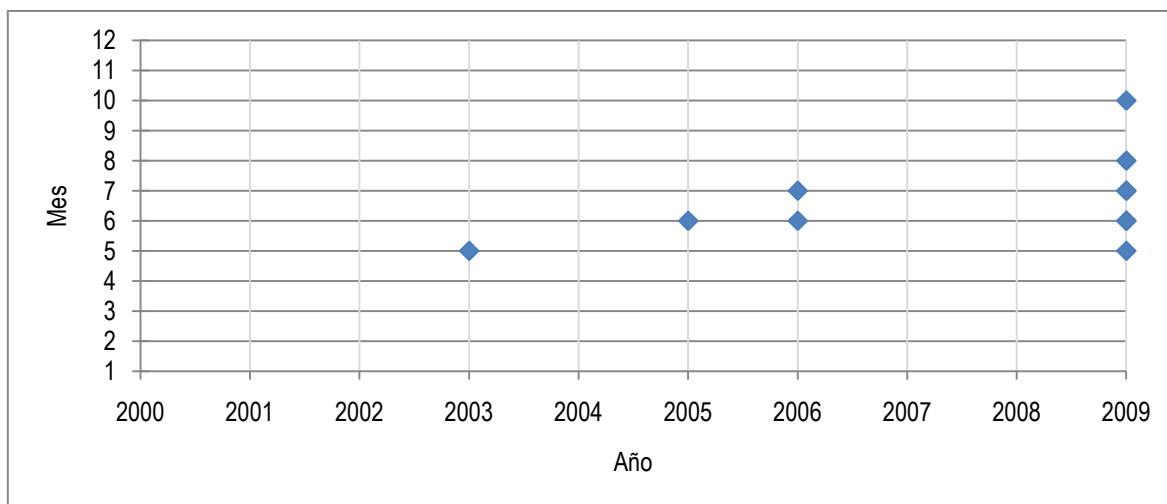
El problema con éstos fenómenos es que su frecuencia se ha visto alterada, el número de huracanes registrados en el Atlántico Norte se ha duplicado respecto a las cifras registradas hace un siglo debido al calentamiento de la superficie de las aguas, según un

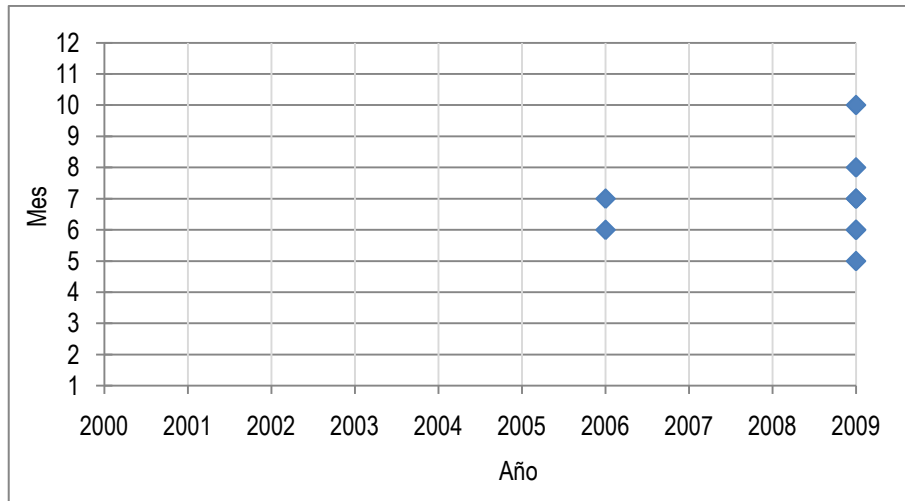
estudio del Centro Nacional de Investigación Atmosférica (NCAR) de Georgia, que apunta al cambio climático como la principal causa.

### *Olas de Calor.*

Las olas de calor también llamadas canícula, consisten en un periodo prolongado de tiempo excesivamente cálido y que puede ser también excesivamente húmedo. El término depende de la temperatura considerada "normal" en la zona; este tiempo cálido puede ser el normal a lo largo de un año o puede ser un incremento anormal de temperaturas que tiene lugar una vez cada siglo.

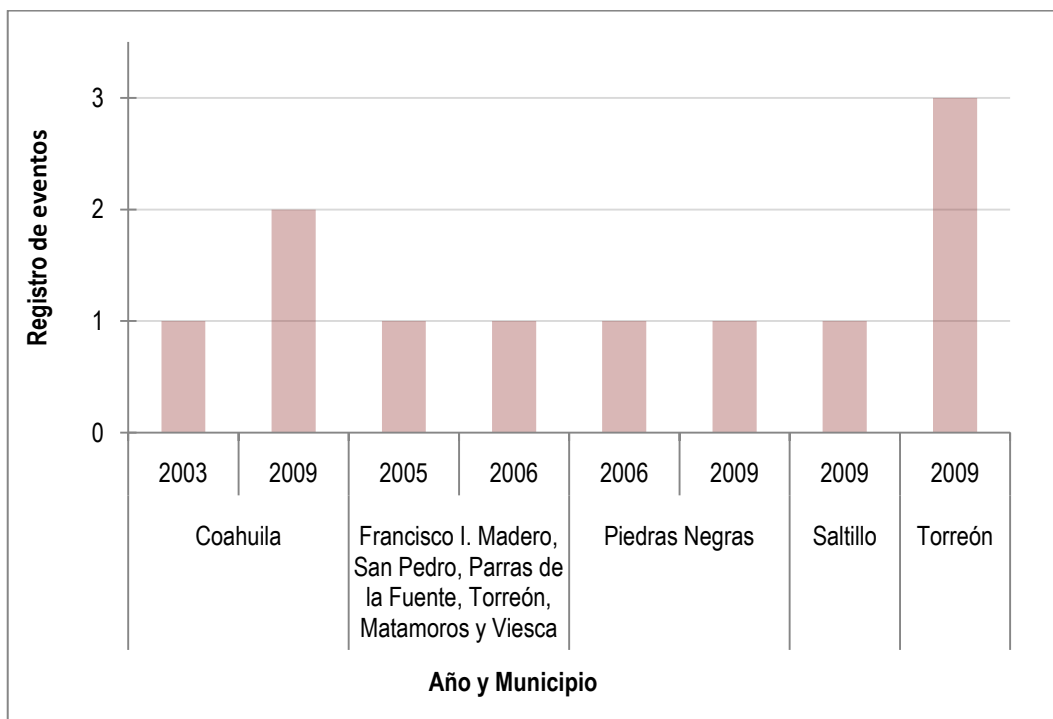
Como se puede observar en la gráfica siguiente no existe en todo el periodo de estudio ningún registro antes de mayo del año 2003, sin embargo éstos fueron incrementando a tal grado que durante el 2009 se registraron cinco olas de calor. Por la naturaleza del fenómeno es probable que los registros que 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.





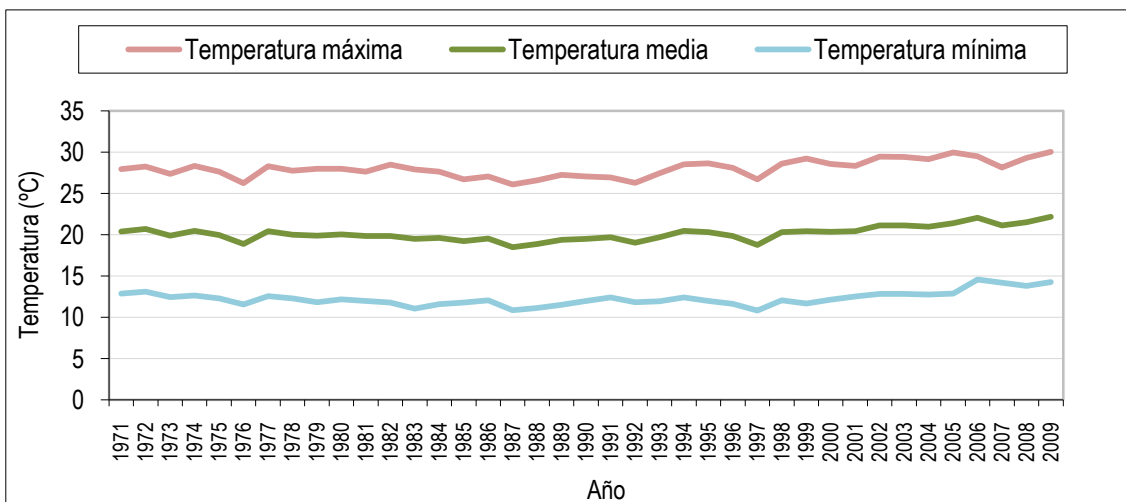
**Gráfica 15.** Meses de ocurrencia de Olas de calor durante el periodo 2000-2009.

De acuerdo a los datos anteriores 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 (Gráfica 16).



**Gráfica 16.** Municipios afectados por Olas de calor durante el periodo 2000-2009.

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 14.57°C (mínima), lo cual es visible en la siguiente gráfica.



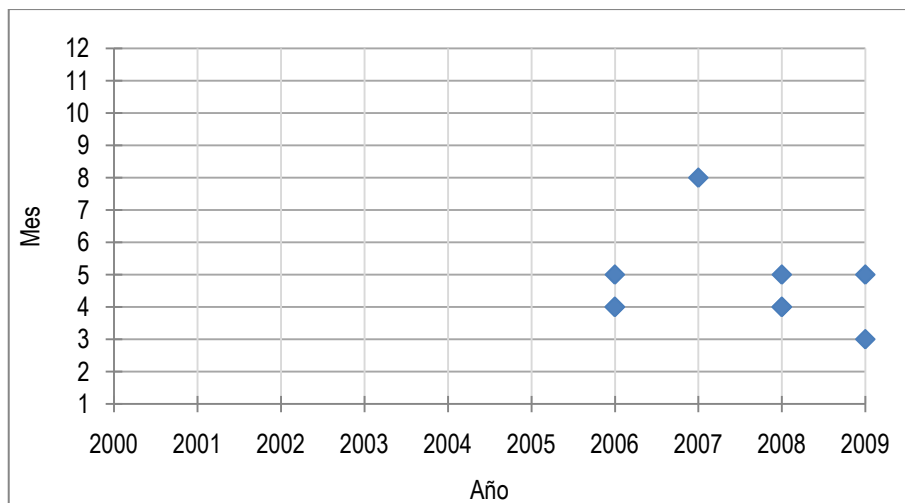
**Gráfica 17.** Temperaturas medias anuales de 1971-2009.

Esto no es de sorprender, ya que la Organización Meteorológica Mundial (OMM) señaló 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.*

Son tormentas eléctricas donde las gotas de agua sobre enfriadas o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbo, son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento colisionando entre sí para formar piedras de granizo que crecen hasta hacerse demasiado pesadas para ser sostenidas y caen.

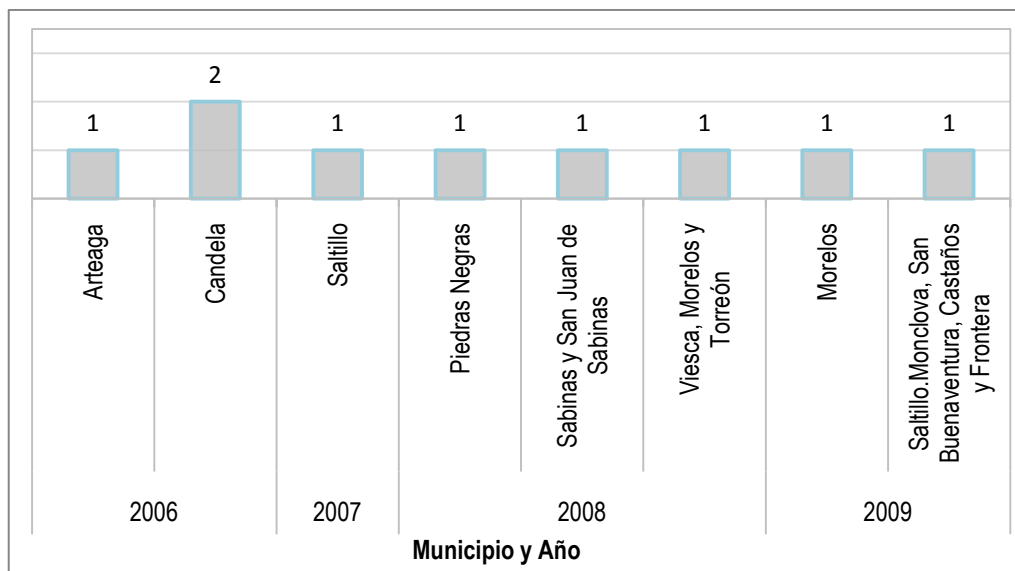
Los registros, hacen referencia a que las granizadas que causaron daños, se presentaron únicamente en los últimos cuatro años (Gráfica 18). De éstas, ocho se presentaron entre los meses de marzo y mayo y una en agosto. La Región Norte fue en la que se presentó un mayor número de estos eventos (3), seguida por las Regiones Sureste y Centro con dos cada una, así como por las Regiones Carbonífera y Laguna, con una respectivamente.



**Gráfica 18.** Meses en que se registraron granizadas durante el período 2000-2009.

Las granizadas ocurrida 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.



**Gráfica 19.** 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 (Siguiendo tabla). Dichos tipos son: anormalmente seco, sequía moderada, sequía severa, sequía extrema y sequía excepcional.

ANTECEDENTES

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	DATOS		
	2003	SD	SD	SD	SD	SD	3	3	SD	0	-	-	-	-	Sin Sequía
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	Anormalmente seco
2005	-	-	-	0	-	1	0	0	2	1	-	0	1	Sequía Moderada	
2006	3	4	4	2	3	3	4	4	2	3	3	4	2	Sequía Severa	
2007	4	4	1	1	1	0	-	-	0	0	0	0	3	Sequía Extrema	
2008	1	3	3	3	2	2	2	2	0	0	0	0	4	Sequía Excepcional	
2009	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	SD	SD	SD	Sin Datos	

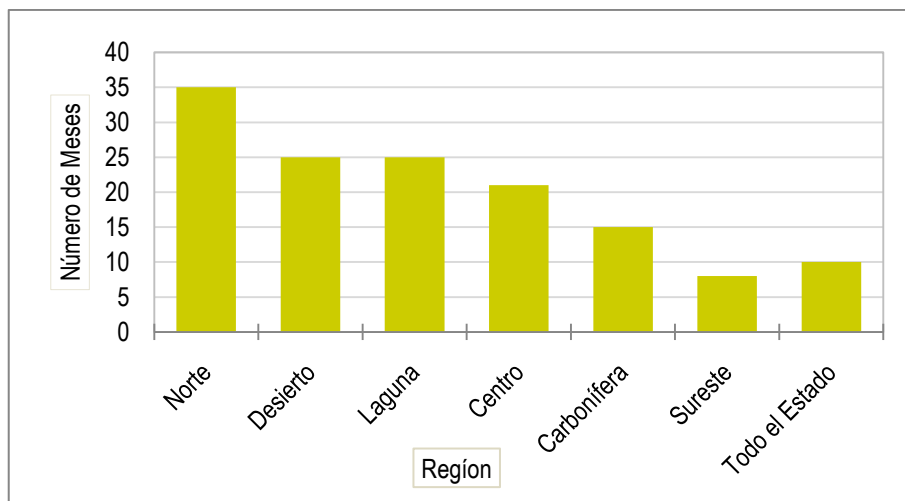
FUENTE: Comisión Nacional del Agua, Sistema Meteorológico Nacional y Monitoreo de Sequía de América del Norte, 2009.

**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, 7% del tiempo, es decir, 10 meses, hubo sequía en todo el estado (Grafica siguiente).



**Gráfica 20.** Número de meses, por región, en que se registró sequía durante el período 2000-2009.

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 siguiente).

AÑO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
2003														
2004														
2005														
2006														
2007														
2008														
2009														

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

Al considerar los datos anteriores, 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.

### *Vientos Fuertes.*

Es una masa de aire en movimiento que tiene una dirección horizontal; cuando la dirección es vertical, se le conoce como corriente de aire. Dicha movilidad se produce por las diferencias de temperatura entre los estratos de la atmósfera.

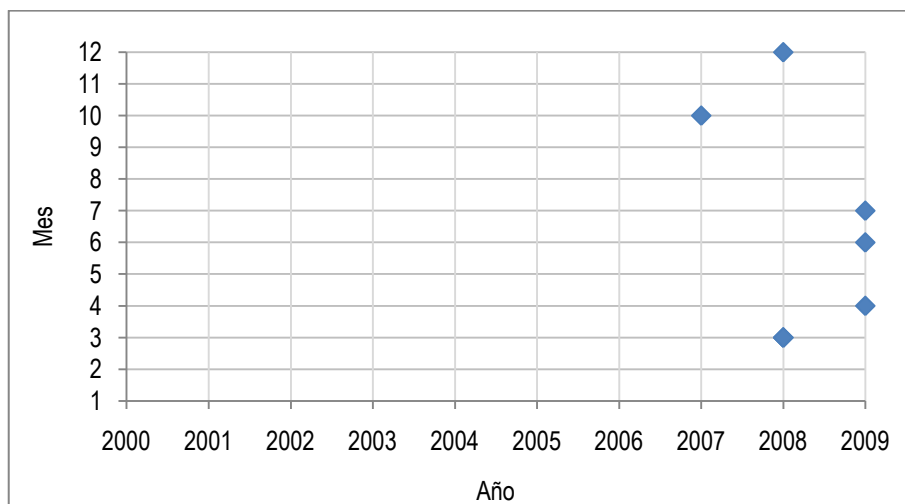
El viento se desplaza siempre de las zonas de alta a baja presión y su velocidad es directamente proporcional a la diferencia de presión que existe entre los puntos por los que circula, es decir, entre mayor sea la diferencia de presiones, mayor será la velocidad.

Este fenómeno es común en el estado y se le conoce como ventarrones o tolveneras. Se presentan de manera más común entre los meses de febrero y abril, aunque como se observa en la grafica 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 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 y conjuntivitis.

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 tolveneras 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 mas 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.



**Gráfica 21.** Meses en que se registraron vientos fuertes durante el período 2000-2009.

## *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.

Dependiendo de la magnitud y evolución del fenómeno, podrá emitirse y publicarse más de una declaratoria para un mismo evento. Éstas, son publicadas por una única vez en el Diario Oficial de la Federación y divulgadas a través de los medios masivos de comunicación; al no duplicarse las declaratorias de carácter oficial permite la corroboración de información con respecto a la proveniente de fuentes no oficiales.

La incidencia de eventos que deriven en algún tipo de declaratoria en el estado es baja comparada con estados como Veracruz y Oaxaca, por citar algunos, 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

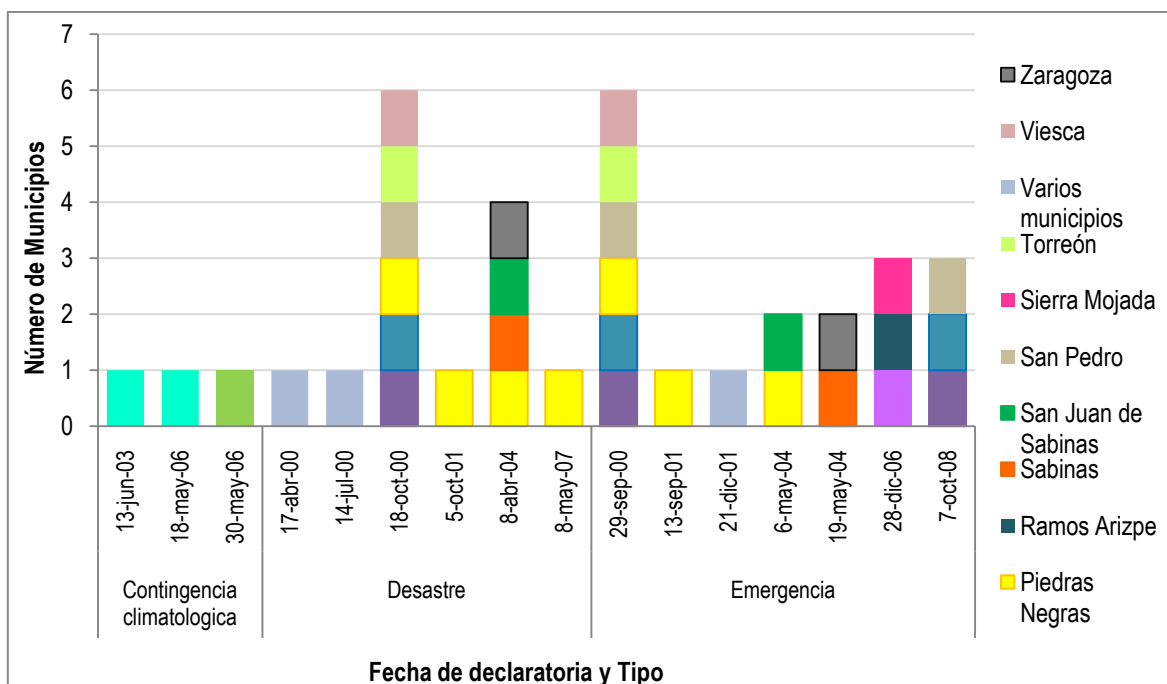
señalan que los eventos de esta índole serán más frecuentes y de mayor intensidad por lo que es muy probable que las lluvias extremas y las inundaciones consecuentes sean un tema recurrente en el futuro próximo.

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.

Por tal motivo es importante entender que la modificación de los patrones climáticos provoca desertificación así como pérdida de los recursos del suelo y el agua. Y que de acuerdo a las proyecciones, el norte de México se encuentra entre las regiones que se espera sean afectadas por sequías persistentes y escasez de agua en años por venir; lo cual demuestra una distribución similar a las actuales regiones con estrés hídrico (IPCC 2007; Solomon *et al*, 2009).

### *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 gráfico que se muestra a continuación se observa la fecha de publicación de las declaratorias y los municipios afectados.



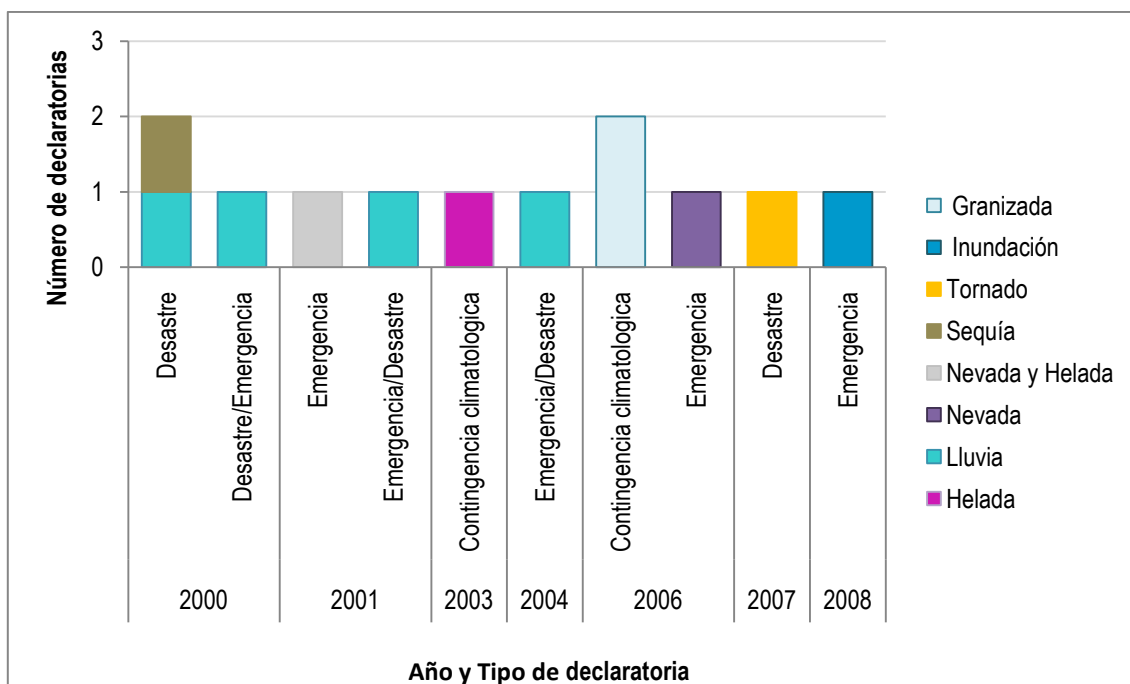
Gráfica 22. Municipio, fecha y tipo de declaratoria.

Resulta evidente que el municipio con mayor número de declaratorias es Piedras Negras, con seis 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 grafica.



**Gráfica 23.** 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 grafica 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. No obstante, durante el 2000, se emitieron cuatro.

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 Secretaria 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 pronuncio una de desastre provocada por la sequia 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 causo 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 presento un flujo en el río Aguanaval de 595m<sup>3</sup>/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*

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).

### *Los daños:*

- \* Suelos expuestos y susceptibles a la erosión.
- \* No hay plantas que retengan el agua para que se filtre al subsuelo y forme o recupere mantos freáticos.
- \* Desaparece el hábitat de la fauna silvestre, se desequilibran las cadenas alimenticias y muchos procesos de la vida se ven truncados (por ejemplo se destruyen hongos, protozoarios y bacterias, que desintegran los materiales orgánicos).
- \* El clima se ve alterado con menos plantas que generen oxígeno.
- \* Se incrementa el efecto invernadero en la atmósfera terrestre. El humo, producto de la combustión, contiene carbono y otros elementos nocivos al medio ambiente.
- \* Destrucción de volúmenes de madera con el consecuente impacto en la economía de los propietarios.

**Fuente:** CONAFOR, 2008

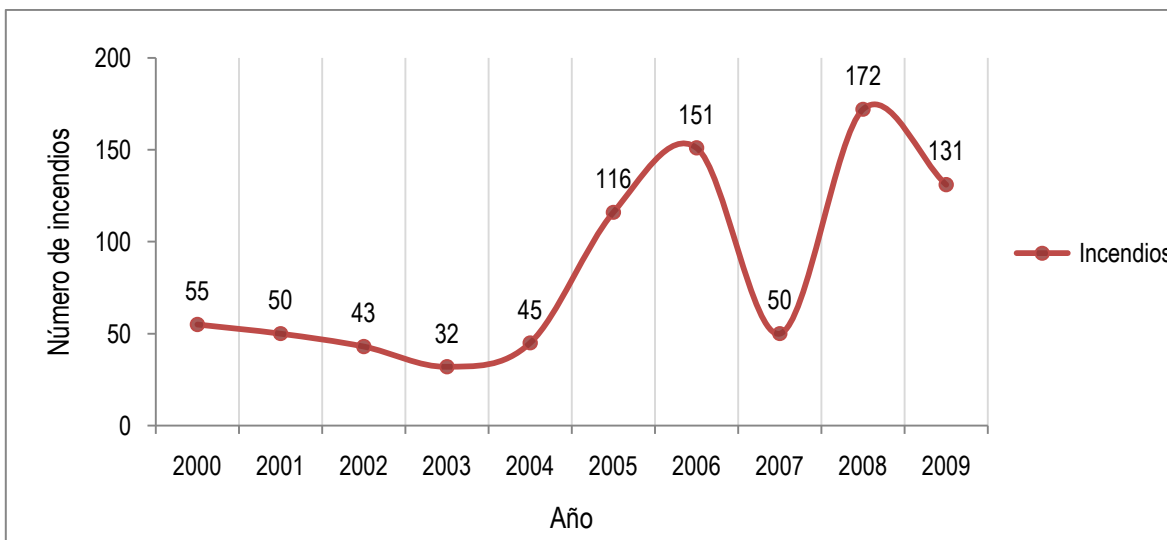
En México los incendios forestales se presentan en la temporada de sequía alcanzando sus niveles críticos durante el periodo de marzo-junio, dependiendo de la situación geográfica de las diferentes regiones (Bitrán-Bitrán, 2 Serie. Impacto Socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2000, 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%).



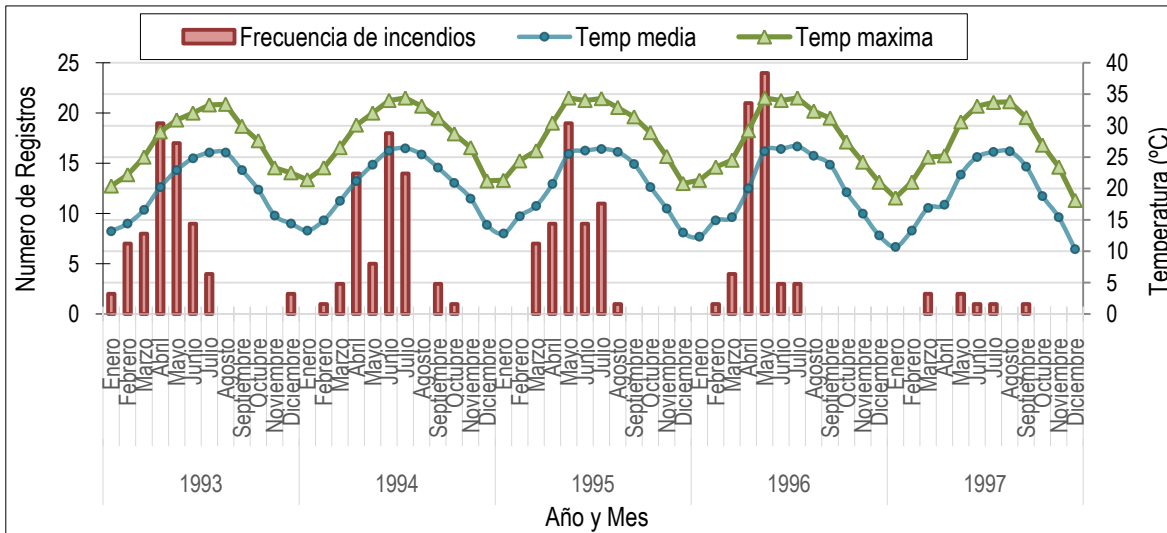
**Gráfica 24.** Número de incendios registrados en Coahuila durante el 2000-2009

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

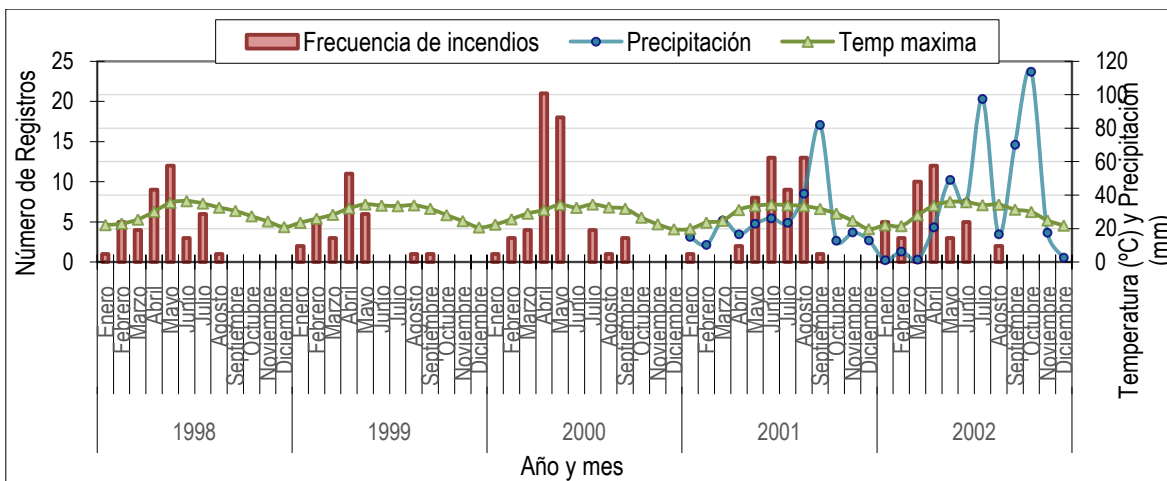
#### Regiones

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 esta dentro de la temporada. Además como se observa en las siguientes graficas, la temporada en la que se presentan estos eventos tiende a recorrerse hacia los primeros meses del año.

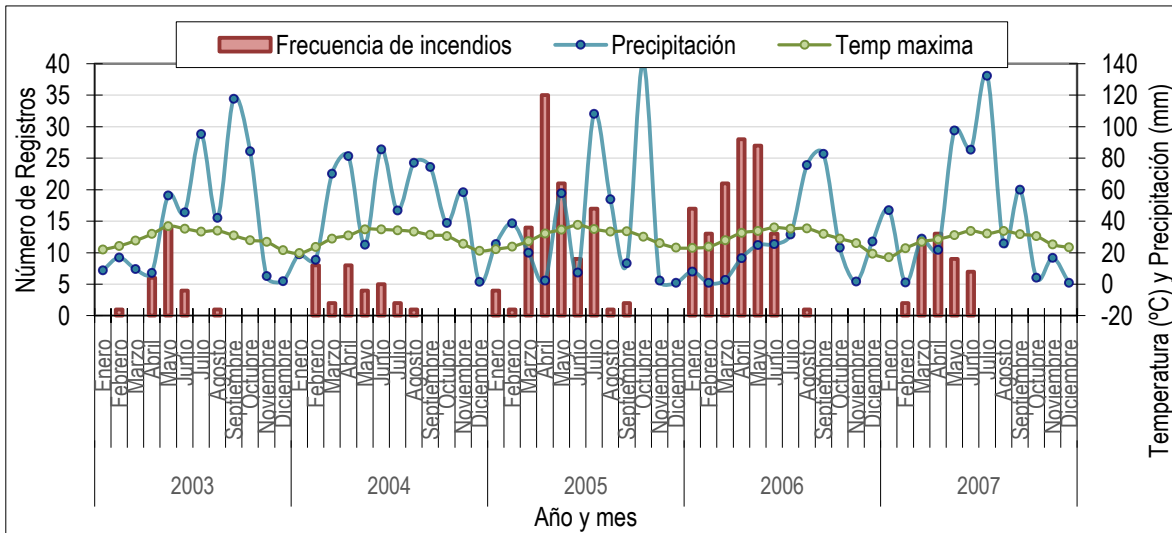
ANTECEDENTES



**Gráfica 25.** Relación entre número de registros de incendios y las temperaturas medias y máximas durante 1993-1997



**Gráfica 26.** Relación entre número de registros de incendios, la temperatura máxima y la precipitación durante 1998-2002



**Gráfica 27.** 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, Kundzewicz, Wu, & Palutikof, 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 & Clay, 2004). Por lo tanto, el verdadero costo de los desastres para los países en desarrollo está frecuentemente subestimado (Stern, 2006).

Así, los costos financieros de los eventos climáticos extremos representan una proporción mayor de pérdida del producto interno bruto (PIB) en países en desarrollo en comparación a los países desarrollados, que si bien sus costos totales son mayores, se debe a que el valor monetario de su infraestructura es más elevado (Benson & Clay, 2004).

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. Adicionalmente, las consecuencias de los desastres sobre las principales variables macroeconómicas en el país han llegado a ser también significativas por el incipiente desarrollo de instrumentos financieros y la insuficiente penetración de seguros que protejan a la población y a la infraestructura tanto económica como social, frente a riesgos de esta índole (Bitrán, D., 2001).

A escala regional, en este caso en el Estado de Coahuila, no hay investigaciones que estudien la frecuencia de los desastres naturales y los costos que estos implican al país o, en su caso, a los diferentes sectores del estado.

El incremento de los costos socioeconómicos relacionados con los daños ocasionados por fenómenos meteorológicos y variaciones regionales del clima, indica que somos cada vez mas vulnerables a los cambios climáticos (INE y SEMARNAT, 2004) y que las manifestaciones extensivas del riesgo relacionado con amenazas meteorológicas, se están expandiendo geográficamente además de que ocurren con mayor frecuencia y provocan cada vez mayores daños (UNISDR, 2009).

Esta sección provee información 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. Dicha información se basa en estimaciones de fuentes oficiales y medios de comunicación.

***Panorama General de México Anterior al Periodo de Estudio.***

Como se mencionó anteriormente, 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 (Cuadro 2).

**Cuadro 3.** Desastres meteorológicos en México de 1980 a 1999  
(Millones de dólares)

<b>Evento</b>	<b>Muertos</b>	<b>Daños Directos</b>	<b>Daños Indirectos</b>	<b>Total Daños</b>
Huracán Gilbert 1988	225	76	-	76
Huracán Diana 1990	139	90.7	-	90.7
Heladas 1996	224	5.3	-	5.3
Inundaciones en Chihuahua 1990	200	2.5	-	2.5
Huracán Paulina 1997	228	447.8	-	447.8
Lluvias torrenciales en Tijuana 1998	92	65.6	-	65.6
Lluvias torrenciales en Chiapas 1998	229	602.7	-	602.7
Inundaciones en Veracruz 1999	124	216	77.4	293.4
Inundaciones en Puebla 1999	263	235.3	9.5	244.8
Otros	1,243	2662.9	58.0	2720.9
<b>Total</b>	<b>2,767</b>	<b>4402.3</b>	<b>144.9</b>	<b>4,547.2</b>

Fuente: Cenapred

Lo anterior refleja una visión muy general sobre los eventos de tipo meteorológicos que han ocurrido en el país y que por los costos y consecuencias se consideran relevantes. De tal forma que durante ese periodo se refleja una gran incidencia de desastres a causa de huracanes y lluvias torrenciales e inundaciones. No obstante, los otros datos que no están desglosados pero que representan más de la mitad de los daños, hacen referencia a fenómenos entre los que se encuentran sequias, heladas, granizadas y ondas cálidas o gélidas, principalmente.

Referente a Coahuila, los eventos que generaron mayores costos fueron el Huracán Gilbert y la Sequía de 1980 (Cuadro 4). El Huracán Gilbert, uno de los desastres meteorológicos de gran trascendencia en todo el país, provocó 5 muertes, 3,500

damnificados, 5,000 evacuados y más de 653 casas habitación dañadas en el estado (CNA, 1989). En tanto que los 10 años de sequías que el estado sufrió entre 1979 y 1988, ocasionaron pérdidas por 5,000 millones de pesos.

**Cuadro 4.** Daños por Principales Desastres en Coahuila de 1980 a 1999 según Año de Ocurrencia  
(Millones de dólares corrientes)

Fecha	Evento	Región afectada	Daños
16/06/80	Sequía	Coahuila y Sinaloa	Pérdidas: 5,000 mdp
14/09/88	Huracán "Gilbert"	Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, Quintana Roo, Yucatán, Campeche	5 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, 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.

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 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).

### *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 Secretaria 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 forestales son la principal causa de daños y pérdidas en el sector forestal. Del 2000 al presente año la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) a reportado 844 incendios en el estado de Coahuila, afectando una superficie aproximada de 100,534.39 hectáreas, como se observa en el cuadro 5.

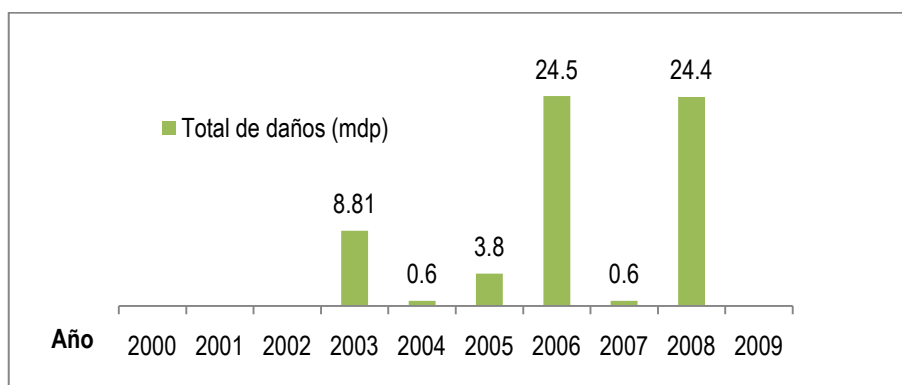
**Cuadro 5.** Total de daños por incendios forestales del 2000 al 2009

Año	Numero de Incendios	Pastizal	Arbolado adulto	Renuevo	Arbustos y matorrales	Superficie afectada (hectáreas)	Total de daños (millones de pesos)
2000	54	4,206.00	117.00	-	4,665.50	8,988.50	*
2001	50	659.00	39.50	-	1,409.50	2,108.00	*
2002	43	6,333.86	62.00	-	6,725.60	13,121.46	*
2003	32	622.22	19.80	-	-	1,414.85	8.81
2004	45	307,5	6,4	-	-	44.88	0,6
2005	116	2,307.2	75.3	-	1,462.2	3,808.6	3.8
2006	151	7,464.06	1,732.10	-	15,279.25	24,475,4	24.5
2007	50	273.8	0,2	2,3	342.5	668.7	0.6
2008	172	9,646.0	478.5	-	14,304.0	24,428.50	24.4
2009**	131	10,702.50	1,709.00	-	9,064.00	21,475.50	*

Fuente: Conafor \*Datos no estimados \*\*Datos del 29 de Octubre del 2009 al 26 de Noviembre del 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 (Grafica 24).

**Grafica 28.** Total de daño por Incendios Forestales del 2003 al 2008



Fuente: Cenapred

### *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, Flores, Ferrer, Araujo, & Betancourt, 1997).

Las sequías se forman con lentitud, se expanden con mayor alcance, duran más tiempo y afectan más vidas que ningún otro desastre natural. Las cosechas se pierden, los precios de los alimentos se disparan, el ganado muere de hambre, los mantos freáticos desaparecen, los incendios estallan y el calor cobra vidas humanas. 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, afectando 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, Marín-Cambranis, & Méndez, 2005).

Los daños en el sector agropecuario se dieron principalmente en la infraestructura agrícola y en el sector pecuario, fueron 8 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 5 millones en daños, fue el de Zaragoza (cuadro 6).

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.

**Cuadro 6.** Daños al sector agropecuario en el año 2004

Municipio	Daños (miles de pesos)				Total
	Cercos	Ganado bovino	Ganado caprino	Otros (bombas)	
Zaragoza	3,602	1,708	73	135	5,518
Piedras Negras	770	122	0	195	1,087
Muzquiz	444	216	0	0	660
Juárez	396	47	0	0	443
Sabinas	384	0	0	0	384
San Juan de Sabinas	428	239	0	30	698
Guerrero	166	94	0	60	319
Nava	216	0	0	0	216
<b>Total</b>	<b>6,406</b>	<b>2,425</b>	<b>73</b>	<b>420</b>	<b>9,325</b>

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación

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 10 por ciento 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 azoto a las regiones Carbonífera y Norte principalmente, 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 perdidas millonarias.

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

**Cuadro 7.** Resume 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

Resulta evidente que 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 & Tebaldi, 2004; Schär, y otros, 2004); intensificaría la variabilidad de la producción agrícola (Jones, Lister, Jaggard, & Pidgeon, 2003) y reduciría la producción promedio (Trnka, Dubrovski, & Zalud, 2004).

Incluso pequeñas variaciones en el clima pueden causar enormes costos en países en desarrollo ya que muchos lugares están cerca del limite de la tolerancia de temperatura para actividades como la agricultura (Mendelsohn, Dinar, & Williams., 2006).

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 4 de abril del 2004 ocasionaron que aumentaran el caudal en los afluentes mexicanos y el cauce principal del Río Bravo. El gasto máximo registrado en la estación Piedras Negras se registró el 5 de abril, con valor de 1,140 m<sup>3</sup>/s en la estación Guerrero, aguas debajo de Piedras Negras, el gasto máximo fue de 2,200 m<sup>3</sup>/s. 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.

**Cuadro 8.** Resumen Daños al Sector hidráulico en 2004

Concepto	Daños directos (miles de pesos)	Daños indirectos (miles de pesos)	Total (miles de pesos)
Infraestructura hidráulica CNA	11,188	254	11,442
Infraestructura hidráulica CEAS	4,458	0	4,458

Fuente: Cenapred

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.

Entre algunas de las actividades realizadas por la CONAGUA, sobresale el recorrido sobre el cauce del río Escondido, en donde una gran cantidad de árboles fueron derribados, por lo que fue necesario removerlos con el fin de evitar futuros riesgos, como la falla estructural de puentes en caso de una avenida súbita que arrastre árboles de hasta 50 toneladas y entre 20 y 35 metros de altura, “provocando una posible represa que sometería a esfuerzos extraordinarios a dichas estructuras”.

Para realizar las acciones de limpieza del cauce del río Escondido, se movilizó personal de la CONAGUA, por lo que se utilizaron recursos para viáticos, combustible e insumos para las motosierras. La inversión económica que realizó la dependencia para estas acciones fue de aproximadamente 80 mil pesos, y fue cuantificada como efecto indirecto.

Por último es importante mencionar que el suministro de agua potable se vio afectado por un día, debido a la falta de energía eléctrica, lo que impidió el bombeo del líquido a la zona afectada; de tal modo, se cubrió la demanda mediante algunas pipas.

El tornado ocurrido el 24 de abril del 2007 en el municipio de Piedras Negras no causó afectaciones en la infraestructura hidráulica, sin embargo, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) realizó algunas acciones para apoyar a la población afectada.

Los habitantes de El Sauce y La Palma, en San Pedro pasaron dos meses sin recibir agua potable durante el 2008.

### *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 causo 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 1 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 5 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.

Hubo dos factores que provocaron que no se encontraran en las escuelas los alumnos y el personal docente en el momento en que aconteció el fenómeno: que la inundación se presentó un domingo por la noche y que el periodo vacacional de semana santa ya había comenzado el viernes inmediato anterior.

Ello favoreció, las labores de reconstrucción ya que se tuvo un lapso de aproximadamente 15 días (periodo vacacional) para reparar los inmuebles y solicitar apoyos extras para reponer el mobiliario y el material didáctico. Fue invaluable la ayuda prestada a los alumnos de las escuelas afectadas al dotarlos de los útiles escolares que se habían perdido.

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.

A consecuencia del tornado, fue necesaria la suspensión de labores en los 24 planteles afectados, siendo las dos escuelas más afectadas, las que permanecieron más tiempo sin actividades, una semana en total. 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 enciclomedias, 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.).

**Cuadro 9.** Resumen de daños en el sector educativo  
(Miles de pesos)

<b>Plantel y/o Concepto</b>	<b>Daños Directos</b>	<b>Daños Indirectos</b>	<b>Total de daños</b>
Escuela Primaria Centenario	5,033.6	795.8	5,829.4
Jardín de niños Rosaura Zapata	163.9	0.0	163.9
Otros planteles que no entraron a FONDEN	1,961.8	0.0	1,961.8
Aulas móviles (arrendamiento)	0.0	989.2	989.2
Reposición de aire acondicionado para planteles	71.9	0.0	71.9
Traslado de personal y equipo de limpieza	0.0	750.0	750.0
<b>Total</b>	<b>7,231.2</b>	<b>2,535.0</b>	<b>9,766.2</b>

Fuente: CENAPRED, con información de la Secretaría de Educación Pública del estado de Coahuila.

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, como se observa en el cuadro 6.

Cabe mencionar que, se derrumbo un plantel educativo como consecuencia de los vientos fuertes y la granizada ocurrida en abril del 2008 en San Juan de Sabinas.

El nivel educativo también puede decaer durante los cambios climáticos que modifican las condiciones de salud e ingresos. El acudir a la escuela será menos accesible, especialmente para las niñas, conforme los ingresos, el comercio y las oportunidades de empleo sean afectados por el cambio climático. Como consecuencia los niños necesitarán ayudar mas con las tareas domesticas o ser contratados en empleos remunerados dejando menos tiempo para la acudir a la escuela. Adicionalmente las condiciones de salud tendrán efectos sobre las habilidades de aprendizaje, la asistencia a las instituciones educativas y el abastecimiento de maestros.

### *Sector 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, 2008). 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 4 personas fallecidas.

En el año 2003, fueron tres los estados afectados por este fenómeno: Sonora, Chihuahua y Coahuila. 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 este año 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.

En el estado de Coahuila 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 de personas fallecidas importante. Derivado de las lluvias torrenciales e inundaciones ocurridas el 4 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.

ANTECEDENTES

**Cuadro 10.** Costos totales del Sector salud por evento meteorológico de abril de 2004.

Concepto	Cantidad	Monto (Miles de pesos)
<b><i>Daños indirectos</i></b>		
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
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
<b>Subtotal</b>		<b>2681.2</b>
<b><i>Daños Directos</i></b>		
Unidad móvil con daño total	1	1,700
<b>Subtotal</b>		<b>1,700</b>
<b>Gran total</b>		<b>4,381.2</b>

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.

2006 un total de 8 muertos a causa de fenómenos hidrometeorológico y 7 de las defunciones fueron por bajas temperaturas.

En 2007 murieron 15 personas a causa de las bajas temperaturas; 3 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 8 mil personas. Para cumplir con dicho objetivo, se conformaron 30 brigadas médicas, 5 brigadas de campo, se utilizaron 3 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 3 muertes asociadas directamente al tornado, así como 250 lesionados, 15 hospitalizados y 9 personas que requirieron intervención quirúrgica. Además en las acciones de atención médica se otorgaron un total de 2,497 consultas.

**Cuadro 11.** Población afectada a consecuencia del tornado registrado en Piedras negras.

<b>Población afectada</b>	<b>Número de personas</b>
Población expuesta	8,000
Muertos	3
Lesionados	250
Hospitalizados	15
Intervenidos quirúrgicamente	9

Fuente: Secretaría de Salud del estado de Coahuila.

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 10 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.

De acuerdo al anterior, es evidente 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).

### *Sector socioeconómico.*

Las precipitaciones registradas durante los días 4 y 5 abril de 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 7 °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, Marín-Cambranis, & Méndez, 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.

El monto de pérdidas que sufrieron los sectores productivos, se calculó en 13 millones de pesos y representaron un 16.6% del total de daños siendo el comercio y la industria los más afectados; resultando 31 comercios e industrias con daños a consecuencia del fenómeno, entre éstas sobresale una industria de "laminados de barro", la cual presentó daños por aproximadamente 10 millones de pesos. Además de dos empresas del ramo manufacturero.

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, 9 establecimientos que brindaban algún tipo de servicio y las tres industrias antes mencionadas.

El 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 costos de eventos climáticos extremos, como las tormentas, las inundaciones, las sequías y las olas de calor, se incrementaran rápidamente con las altas temperaturas, potencialmente contrarrestando algunos de los tempranos beneficios del cambio climático. Los costos del clima extremo por si solo, podrían alcanzar el 0.5 – 1% del PIB mundial para mediados del siglo, y continuaran aumentando conforme el planeta se caliente (Stern, 2006).

La experiencia de desastres meteorológicos en muchas partes del mundo demuestra que la mayoría de los eventos extremos pueden tener efectos económicos duraderos, especialmente cuando suceden en una economía debilitada por desastres meteorológicos previos u otros impactos, o si suceden en una economía a la que se le dificulte recuperarse rápidamente (Hallegatte & Hourcade, 2006). Por lo tanto es muy importante considerar los impactos económicos de las variaciones climáticas en torno a las principales tendencias en el cambio climático (Stern, 2006).

Los fuertes vientos ocurridos en julio del 2009 causaron perdidas 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 el sector eléctrico se presentaron varios daños en la infraestructura, 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, dicho programa contiene lineamientos específicos en los cuales se tiene estipulado qué división apoyará la zona afectada y la disponibilidad de recursos humanos y materiales. Para cuantificar los daños, primero se realiza un sobrevuelo en helicóptero por la zona afectada y después se hace un recorrido terrestre. En esta ocasión, la división de Piedras Negras solicitó el apoyo de las divisiones de Sabinas, Monclova, Torreón y Saltillo para resarcir los daños lo antes posible.

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, entre troncónicas y de doble circuito; 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 2 kilómetros vías férreas, 4 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. Este daño fue evaluado en aproximadamente 5 millones de pesos, aunque cabe decir que el puente resistió los embates del agua, ya que estructuralmente el puente no sufrió daños de consideración.

Asimismo, debido a los daños provocados por el fenómeno se interrumpió el tránsito por un periodo de 4 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 5 traveses de un puente.

El servicio de ferrocarril en la Línea “R” se suspendió del 4 al 12 de abril, sin embargo durante la interrupción del tráfico, el servicio ferroviario se canalizó por la Línea “B”, en el tramo Monterrey – Nuevo Laredo, por lo que la interrupción no representó un daño significativo.

Los daños en la infraestructura ferroviaria ascendieron a 13.4 millones de pesos, de los cuales 1.5 corresponden a materiales de vía y puentes, mano de obra y equipo de FERROMEX, 10.7 millones corresponden a materiales adicionales, servicio de terceros y contratistas que apoyaron a la empresa a reconstruir la infraestructura y restablecer el servicio, por último 1.2 millones de pesos fueron utilizados para otros gastos de operación.

**Cuadro 12.** 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
<b>Total</b>		<b>38,150</b>

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

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.

## *Conclusiones*

Como se ha mencionado en el presente informe, 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; además de que existen mayores evidencias que establecen que la frecuencia y gravedad de algunos de sus impactos están en aumento, especialmente aquellos que se ven influenciados por el sistema climático mundial (PNUMA, 2009).

Según las previsiones, la actual tendencia hacia el calentamiento provocará algunas extinciones. Por ejemplo, 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 cambios observados en los climas regionales han afectado a muchos sistemas biológicos y físicos, y existen indicios preliminares que sugieren que los sistemas sociales y económicos también se han visto afectados. Los recientes cambios regionales en el clima, sobre todo los aumentos de temperatura, han afectado ya a los sistemas hidrológicos, así como a los ecosistemas terrestre y marítimo en muchas partes del mundo. Como consecuencia lógica y muestra de vulnerabilidad, se incrementan los costos socioeconómicos relacionados con los daños ocasionados por fenómenos meteorológicos y variaciones regionales del clima, como claramente prueban los fenómenos climáticos ocurridos (PNUMA y SEMARNAT, 2006). Además, es importante entender que la modificación de los patrones climáticos provoca desertificación y pérdida de los recursos del suelo y el agua.

De acuerdo al análisis histórico de eventos meteorológicos en Coahuila, la última década muestra modificaciones en los patrones de frecuencia, duración e intensidad de los mismos; por ejemplo las nevadas han aumentado en frecuencia, las olas de calor en duración mientras que las sequías han aumentado en intensidad.

Las evidencias demuestran que la relación entre el cambio climático y los incrementos en el número de días más calurosos, la reducción en el número de días más fríos y la

reducción en el número de días con heladas en latitudes medias, es constante (Solomon, y otros, 2007). Dichos cambios también se han observado en la región durante el periodo de estudio que comprende el presente documento y posiblemente se acentuarán en un futuro próximo.

Es particularmente importante disponer del volumen suficiente de datos necesarios para abordar la cuestión de los cambios en los fenómenos extremos (IPCC, 2001). Los mismos no pueden ser considerados de manera individual o aislada, puesto que hay relaciones intrínsecas entre varios de ellos, o bien, hay relaciones, tanto temporales como espaciales entre los fenómenos climáticos.

El impacto de estos fenómenos afecta principalmente a las infraestructuras y a los servicios derivados. Sin embargo, cuantificar estos daños es una tarea plagada de incertidumbre, además los fenómenos climáticos, por su naturaleza son difíciles de predecir lo que que dificulta la realización de planes de inversión. Ello tendrá un impacto no sólo sobre la definición del carácter y alcance de obras de caminos, transportes o de uso de suelo, sino también en temas vinculados a la energía, inclusive a las fuentes renovables de energía, cuyos estudios de variabilidad y disponibilidad pueden verse afectados. El incluir metodologías para calcular los costos potenciales es crucial para poder articular políticas públicas. (PNUMA y SEMARNAT, 2006).

Ante tal escenario, surge la necesidad de promover mecanismos de prevención ante desastres y de adaptación de largo plazo ante el cambio climático, para reducir la exposición a riesgos, particularmente por eventos meteorológicos extremos, a la población Coahuilense.

Además, la información acerca de las tragedias meteorológicas en el Estado y su evaluación resultan de gran utilidad para conocer e identificar las posibles causas de los eventos, las áreas de oportunidad en cuanto a prevención y atención de emergencias, así como para el establecimiento de medidas que frenen la contribución antropogénica directa o indirecta a las modificaciones del clima.

Recientes desarrollos científicos y tecnológicos permiten obtener modelos más precisos del cambio climático y sus impactos. Al mismo tiempo, investigar en el pasado y estudiar

los cambios históricos en el clima puede ayudarnos a entender mejor el presente y a predecir mejor el futuro (UNEP, 2009).

A menos que se establezcan estrategias y se tomen medidas lo más pronto posible para estabilizar y luego reducir las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, estos cambios causarán un daño generalizado a los ecosistemas, los recursos naturales, la población humana y sus frágiles actividades económicas. Dichos daños podrían acabar con la prosperidad en los países desarrollados y amenazar el sustento básico de los seres humanos en los países en desarrollo, como el nuestro.

4. ANEXO I

<b>EVENTO</b>	<b>FECHA</b>	<b>LUGAR</b>	<b>TIPO DE FUENTE</b>	<b>CITA</b>
Granizada	22-abr-06	Arteaga	Oficial	(D.O.F., 2006)
Granizada	24-abr-06	Candela	Oficial	(CENAPRED, 2009)
Granizada	10-may-06	Candela	Oficial	(Rodríguez-Boone, Ayuntamiento de Candela, Coahuila, 2007)
Granizada	19-ago-07	Saltillo	No oficial	(El Mañana, 2007)
Granizada	23-abr-08	Sabinas y San Juan de Sabinas	No oficial	(El Mañana, 2008)
Granizada	27-abr-08	Viesca, Morelos y Torreón	Oficial	(Gobierno del Estado de Coahuila, 2008; Ayuntamiento de Torreón, Coahuila, 2008)
Granizada	15-may-08	Piedras Negras	No oficial	(Jímenez, 2009) (Noticieros Televisa, 2008)
Granizada	25-mar-09	Morelos	Oficial	(Fernández-Valverde, 2009) (Protección Civil, 2009)
Granizada	25-may-09	Saltillo.Monclova, San Buenaventura, Castaños y Frontera	Oficial	(Hernández-Valverde, 2009)

ANTECEDENTES

<b>EVENTO</b>	<b>FECHA</b>	<b>LUGAR</b>	<b>TIPO DE FUENTE</b>	<b>CITA</b>
Helada	dic-00	Ciudad Acuña	Oficial	(Matías-Ramírez, Fuentes-Mariles, & García-Jímenez, 2001)
Helada	dic-00	Monclova Piedras Negras	Oficial	(Matías-Ramírez, Fuentes-Mariles, & García-Jímenez, 2001)
Helada	ene-01	Monclova	Oficial	(Matías-Ramírez, Fuentes-Mariles, & García-Jímenez, 2001)
Helada	feb-01	Monclova	Oficial	(Matías-Ramírez, Fuentes-Mariles, & García-Jímenez, 2001)
Helada/Nevada	18-dic-01	Varios municipios	Oficial	(CENAPRED, 2009)
Helada	17-dic-03	Ocampo y Cuatrociénegas	No oficial	(Vazquez-Vazquez, 2003)
Helada	30-mar-03	Arteaga	Oficial	(D.O.F., 2003)
Helada/Nevada	16-ene-07	Piedras Negras Sabinas Monclova y Acuña	Oficial	(Ramos, 2007)
Helada	13-ago-07		No oficial	(Vanguardia, 2007)
Helada	14-ene-08	Saltillo Piedras Negras	No oficial	(Narváez-Robles, 2008)
Helada	7-abr-08	Matamoros y Viesca	No oficial	(Cisneros, 2008)
Helada	21-sep-08	Arteaga	No oficial	(Alfaro-Borjón, 2008)
Helada	22-dic-08	Saltillo	No oficial	(Notimex, Ramos,

ANTECEDENTES

EVENTO	FECHA	LUGAR	TIPO DE FUENTE	CITA
				& Villalpando, Heladas en Coahuila, Chihuahua y Nuevo León, 2008)
Helada	7-nov-09	Melchor Muzquiz	No oficial	(Delgado, 2009)
Helada	13-dic-09	Acuña	No oficial	(Hernández-Cruz, 2009)
Huracán/Inundación	20-jun-00	Coahuila	Oficial	(La Prensa de San Diego, 2000)
Huracán	15-ago-00	Coahuila	Oficial	(CONAGUA, 2007) (CONAGUA, 2006)
Huracán	6-oct-00	Sureste de Coahuila	Oficial	(SEDENA, 2004)
Huracán	26-sep-01		No oficial	(El Universal, 2001)
Huracán	15-ago-03		Oficial	(CNA, 2003)
Huracán	21-jul-05	Saltillo y Matamoros	Oficial	(Hernández-Unzón & Bravo, 2005)
Huracán	20-jul-08		Oficial	(IFRCRCS, 2008) (CONAGUA, 2008)
Huracán	3-sep-09	Saltillo	No oficial	(El Universal, 2009)
Lluvias Torrenciales/Inundación	24-sep-00	Torreón, Francisco I. Madero, San	Oficial	(D.O.F., 2000)

ANTECEDENTES

EVENTO	FECHA	LUGAR	TIPO DE FUENTE	CITA
		Pedro, Matamoros, Viesca y Piedras Negras		
Lluvias Torrenciales	9-sep-01	Piedras Negras,	Oficial	(CENAPRED, 2009)
Lluvias Torrenciales	5-abr-04	Piedras Negras, San Juan de Sabinas, Nueva Rosita, Acuña, Jiménez y Zaragoza.	Oficial	(PROFECO, 2004)
Lluvias Torrenciales/Inun dación	7-abr-04	Piedras Negras, Zaragoza y San Juan de Sabinas	Oficial	(Reyes, 2007) (Protección Civil, 2009)
Lluvias Torrenciales	17-sep-04	Matamoros	No oficial	(Milenio, 2009)
Lluvias Torrenciales	26-abr-06	Candela	Oficial	(Rodríguez- Boone, Ayuntamiento de Candela, 2006)
Lluvias Torrenciales/Inun dación	17-ago-06	Parras de la Fuente	Oficial	(Reyes, 2007) (Protección Civil, 2009)
Lluvias Torrenciales/Inun dación	8-may-07	Acuña y Monclova	No oficial	(Noticieros Televisa, 2007)
Lluvias Torrenciales/Inun dación	28-jun-07	Ramos Arizpe	No oficial	(La Jornada, 2007)
Lluvias Torrenciales/Inun dación	21-jul-07	Piedras Negras	No oficial	(Reforma, 2007)

ANTECEDENTES

EVENTO	FECHA	LUGAR	TIPO DE FUENTE	CITA
Lluvias Torrenciales/Inundación	26-sep-08	Fco. I Madero, Matamoros, San Pedro de las Colonias	Oficial	(FONDEN, 2008)
Lluvias Torrenciales/Inundación	3-oct-08	Fco. I Madero, Matamoros y San Pedro de las Colonias	Oficial	(FONDEN, 2008)
Lluvias Torrenciales/Inundación	12-oct-08	Torreón	Oficial	(Ayuntamiento de Torreón, 2008)
Lluvias Torrenciales	25-may-09	Monclova y Frontera	No oficial	(Radio Trece, 2009)
Lluvias Torrenciales/Inundación	26-may-09	Saltillo	No oficial	(Vanguardia, 2008)
Lluvias Torrenciales/Inundación	19-sep-09	Torreón y Matamoros	No oficial	(Proa-Villarreal, 2009)
Nevada/Helada	18-dic-01	Varios municipios	Oficial	(CENAPRED, 2009)
Nevada	dic-04	Saltillo Parras y Morelos	Oficial	(Sistema Nacional de Protección Civil, 2004)
Nevada	8-dic-06	Ocampo, Ramos Arizpe, Sierra Mojada	Oficial	(D.O.F., 2006)
Nevada	17-ene-07	Ocampo Sierra Mojada y Saltillo	No oficial	(Ramos, 2007)
Nevada	4-dic-09	Coahuila	No oficial	(Notimex, 2009)
Ola de calor	12-may-03	Coahuila	Oficial	(Sistema Nacional de Protección Civil, 2003)

ANTECEDENTES

EVENTO	FECHA	LUGAR	TIPO DE FUENTE	CITA
Ola de calor	7-jun-05	Francisco I. Madero, San Pedro, Parras de la Fuente, Torreón, Matamoros y Viesca	Oficial	(SECTUR, 2005)
Ola de calor	18-jun-06	Francisco I. Madero, San Pedro, Parras de la Fuente, Torreón, Matamoros y Viesca	No oficial	(Pérez-Canedo, 2006)
Ola de calor	27-jul-06	Piedras Negras	No oficial	(Notimex, 2006)
Ola de calor	7-may-09	Saltillo	No oficial	(Vanguardia, 2009)
Ola de calor	15-jun-09	Torreón	No oficial	(Barrientos, 2009)
Ola de calor	28-jun-09	Coahuila	No oficial	(Notimex, 2009)
Ola de calor	3-jul-09	Piedras Negras	No oficial	(E-migrantes, 2009)
Ola de calor	28-jul-09	Torreón	No oficial	(El Imparcial, 2009)
Ola de calor	16-ago-09	Coahuila	No oficial	(Cuellar, 2009)
Ola de calor	8-oct-09	Torreón	No oficial	(Notimex, Temperaturas extremas se presentarán en mayor parte del País, 2009)
Sequía	17-abr-00		Oficial	(Sistema

ANTECEDENTES

EVENTO	FECHA	LUGAR	TIPO DE FUENTE	CITA
Sequía	jun-03		Oficial	Meteorológico Nacional, 2009)
Sequía	jul-03		Oficial	
Sequía	sep-03		Oficial	
Sequía	abr-05		Oficial	
Sequía	jun-05		Oficial	
Sequía	jul-05		Oficial	
Sequía	ago-05		Oficial	
Sequía	sep-05		Oficial	
Sequía	oct-05		Oficial	
Sequía	dic-05		Oficial	
Sequía	ene-06		Oficial	
Sequía	feb-06		Oficial	
Sequía	mar-06		Oficial	
Sequía	abr-06		Oficial	
Sequía	may-06		Oficial	
Sequía	jun-06		Oficial	
Sequía	jul-06		Oficial	
Sequía	ago-06		Oficial	
Sequía	sep-06		Oficial	
Sequía	oct-06		Oficial	
Sequía	nov-06		Oficial	
Sequía	dic-06		Oficial	
Sequía	ene-07		Oficial	
Sequía	feb-07		Oficial	
Sequía	mar-07		Oficial	
Sequía	abr-07		Oficial	
Sequía	may-07		Oficial	
Sequía	jun-07		Oficial	
Sequía	sep-07		Oficial	
Sequía	oct-07		Oficial	
Sequía	nov-07		Oficial	
Sequía	dic-07		Oficial	
Sequía	ene-08		Oficial	
Sequía	feb-08		Oficial	

ANTECEDENTES

<b>EVENTO</b>	<b>FECHA</b>	<b>LUGAR</b>	<b>TIPO DE FUENTE</b>	<b>CITA</b>
Sequía	mar-08		Oficial	
Sequía	abr-08		Oficial	
Sequía	may-08		Oficial	
Sequía	jun-08		Oficial	
Sequía	jul-08		Oficial	
Sequía	ago-08		Oficial	
Sequía	sep-08		Oficial	
Sequía	oct-08		Oficial	
Sequía	nov-08		Oficial	
Sequía	dic-08		Oficial	
Sequía	ene-09		Oficial	
Sequía	feb-09		Oficial	
Sequía	mar-09		Oficial	
Sequía	abr-09		Oficial	
Sequía	may-09		Oficial	
Sequía	jun-09		Oficial	
Sequía	jul-09		Oficial	
Sequía	ago-09		Oficial	
Sequía	sep-09		Oficial	
Sequía	oct-09		Oficial	
Tornado	24-abr-07	Piedras Negras	Oficial	(FONDEN, 2007) (Hernández Unzón, 2007)
Tornado	2-oct-09	San Alberto	No oficial	(López-Garza, 2009)
Vientos Fuertes	22-oct-07	Torreón	No oficial	
Vientos Fuertes	03-mar-08	Torreón	No oficial	
Vientos Fuertes	18-mar-08	Saltillo, Ramos Arizpe y Acuña	No oficial	(Valdés, 2008)
Vientos Fuertes	19-mar-08	General Cepeda	No oficial	(Casas & Notimex, 2008)
Vientos Fuertes	10-dic-08	Torreón	No oficial	

---

---

ANTECEDENTES

<b>EVENTO</b>	<b>FECHA</b>	<b>LUGAR</b>	<b>TIPO DE FUENTE</b>	<b>CITA</b>
Vientos Fuertes	12-abr-09	Saltillo	No oficial	
Vientos fuertes	10-jun-09	Torreón	Oficial	
Vientos Fuertes	30-jul-09	San Buenaventura	No oficial	(Garza, 2009)

## 5. BIBLIOGRAFÍA

Alfaro-Borjón, M. (09 de Octubre de 2008). Heladas tempranas dañan cultivos de maíz y frijol. *Noticias el Sol de la Laguna* .

Ayuntamiento de Torreón. (14 de Octubre de 2008). *Ayuntamiento de Torreón*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2009, de Atiende Ayuntamiento Contingencia por las Lluvias:

[http://www.torreon.gob.mx/prensa/noticia.php?not\\_id=1781&csocial=7e55e877e80e08bc73be9a46a8c8d5c7](http://www.torreon.gob.mx/prensa/noticia.php?not_id=1781&csocial=7e55e877e80e08bc73be9a46a8c8d5c7)

Ayuntamiento de Torreón, Coahuila. (28 de Abril de 2008). *Ayuntamiento de Torreón, Coahuila*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2009, de [http://www.torreon.gob.mx/prensa/noticia.php?not\\_id=1569&csocial=20e2689e39cc460bba7a09ebbe8686fa](http://www.torreon.gob.mx/prensa/noticia.php?not_id=1569&csocial=20e2689e39cc460bba7a09ebbe8686fa)

Barrientos, C. (15 de Junio de 2009). Piden precauciones ante ola de calor. *El Siglo de Torreón* .

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.

Casas, D., & Notimex. (19 de Marzo de 2008). Fuertes ráfagas de viento azotaron Nuevo León, Zacatecas, Veracruz, Coahuila y Aguas Calientes. *La Crónica de Hoy* .

CENAPRED. (2009). *Sistema Integral de Información Sobre Riesgo de Desastres*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2009, de <http://atl.cenapred.unam.mx/metadateexplorer/index.html>

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.

Cisneros, J. D. (08 de Abril de 2008). Se siniestra melón por helada tardía. *Vanguardia* .

CNA. (2008). *Cambio Climático y Fenómenos Extremos.Tribuna del Agua*. México: Comisión Nacional del Agua. Gobierno Federal. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CNA. (1989). *Resumen de los Fenómenos Hidrometeorológicos más Importantes Ocurredos durante 1988*. México: Comisión Nacional del Agua. Dirección General de Administración y Control de Sistemas Hidrológicos.

CNA. (14 de Agosto de 2003). *Sistema Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2009, de <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo2003/atlantico/erika/erika.html>

CONAFOR. (2008). *Incendios Forestales. Guía práctica para comunicadores*. Zapopan, Jal.: Comisión Nacional Forestal. Segunda edición.

CONAGUA. (2007). *CONAGUA. Subdirección General Técnica, Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2009, de "Huracanes por orden de intensidad decreciente": [www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/TM\\_HURACANES.xls](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/TM_HURACANES.xls)

CONAGUA. (2008). *El huracán Dolly impactará tierra la madrugada de este miércoles en las costas de tamaulipas*. México, D.F.: Coordinación de Comunicación de la Comisión Nacional del Agua.

CONAGUA. (2006). *Sistema Meteorológico Nacional*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2009, de <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/historia/historia70-06.pdf>

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.

Cuellar, M. (24 de Agosto de 2009). *Meteorología Extrema*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2009, de Al menos 16 muertos por ola de calor: <http://meteorologiaextrema.blogspot.com/2009/08/al-menos-16-muertos-por-ola-de-calor.html>

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 Arteaga*. México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18/05/2000.

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 Desastre Natural, con motivo de las lluvias torrenciales que se presentaron el día 4 de abril de 2004, que provocaron daños severos no previsibles, en diversos municipios del Estado de Coahuila* . México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 08/04/2004.

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. (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 Zaragoza y Sabinas del Estado de Coahuila* . México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19/05/2004.

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. (2000). *Declaratoria de Emergencia para efectos de las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), por las fuertes lluvias ocurridas en el Estado de Coahuila y sus efectos en diversos municipios de dicha entidad* . México D.F.: Secretaría de Gobernación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29/09/2000.

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.

Delgado, E. (07 de Noviembre de 2009). Primeras heladas dañan forraje. *Zócalo Saltillo*.

DOF. (2000). México, D.F.: Diario Oficial de la Federación. Poder Ejecutivo. Secretaría de Gobernación. Tomo DLXV.

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>.

El Imparcial. (28 de Julio de 2009). *El Imparcial*. Recuperado el 04 de Diciembre de 2009, de Torreón busca prevenir golpes de calor: <http://www.elimparcial.com/EdicionEnLinea/Notas/Nacional/28072009/392003.aspx>

El Mañana. (19 de Septiembre de 2007). Granizada y lluvia arrasa con casas en Saltillo. *Nacional/Estados*, págs. N-A03.

El Mañana. (25 de Abril de 2008). Tormenta devasta al norte de Coahuila. *Nacional/Seguridad*, págs. N-A03.

El Universal. (25 de Septiembre de 2001). Generara "Juliette" luvias en Colima, Guerrero, Jalisco y Michoacán. *El Universal*.

El Universal. (3 de Septiembre de 2009). *Hora Cero*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2009, de <http://www.horacero.com.mx/noticia/index.asp?id=NHCVL19309>

E-migrantes. (3 de Julio de 2009). *E-migrantes*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2009, de [http://www.e-migrantes.gob.mx/wb2/eMex/eMex\\_2f4e4\\_not733\\_alertan\\_a\\_la\\_](http://www.e-migrantes.gob.mx/wb2/eMex/eMex_2f4e4_not733_alertan_a_la_)

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.
- Fernández-Valverde, H. (25 de Marzo de 2009). Granizada en Coahuila daña vehículos, casas, cableado eléctrico. *El Universal* .
- FONDEN. (2008). *Boletín de atención de emergencias*. México, D.F.: Secretaría de Gobernación. Fondo Nacional de Desastres.
- FONDEN. (2007). *Recursos autorizados en 2007*. México D.F.: Secretaría de Gobernación. Fondo Nacional de Desastres Naturales.
- Garza, J. R. (31 de Julio de 2009). Deja ventarrón daños y caos en Monclova; 120 familias afectadas. *Zócalo de Saltillo* .
- Gobierno del Estado de Coahuila. (29 de Abril de 2008). *Gobierno del Estado de Coahuila*. Recuperado el 05 de Diciembre de 2009, de <http://www.coahuila.gob.mx/index.php/noticiashistorial/noticia/3144>
- 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.
- Hernández Unzón, A. (2007). *Nota Informativa Especial sobre el tornado en Piedras Negras*. México, D.F.: Comisión Nacional del Agua.
- Hernández- Unzón, A., & Bravo, C. (2005). *Resumen del Huracan "Emily" del Océano Atlántico. Julio 11-20, 2005*. Comisión Nacional del Agua. Subgerencia de Pronóstico Meteorológico: Ing. Alberto Hernández Unzón y M.G. Cirilo Bravo.
- Hernández-Cruz, J. (13 de Diciembre de 2009). Ganado bovino se salva de heladas. *Zócalo Saltillo* .
- Hernández-Valverde, H. (26 de Mayo de 2009). Tormenta con granizo azota Monclova y Zona Centro de Coahuila. *El Universal* .
- IFRCRCS. (2008). *Mexico: Hurricane Dolly*. Texas: International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies.
- INE y SEMARNAT. (2004). *Cambio climático: Una visión desde México*. Mexico, D.F.: Instituto Nacional de Ecología. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

International Monetary Fund . (2003). *'Fund assistance for countries facing exogenous shocks'*. Washington, DC: Prepared by the Policy Development and Review Department (In consultation with the Area, Finance, and Fiscal Affairs Departments).

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 impactosocioeconómico 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.

Jímenez, J. L. (28 de Junio de 2009). *Cátastrofes: Las inundaciones en Piedras Negras (1890-2009)*. *Zócalo, Saltillo* .

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.

La Jornada. (30 de Junio de 2007). *Tormentas en N.L. y Coahuila dejan cinco muertos, inundaciones y daños en 150 casas*. *La Jornada* .

La Prensa de San Diego. (23 de Junio de 2000). *La Prensa de San Diego*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2009, de <http://laprensa-sandiego.org/archieve/june23/alerta.htm>

- López-Garza, A. (3 de Octubre de 2009). Tornado azota a San Alberto. *Zócalo de Saltillo* .
- Matías-Ramírez, L. G., Fuentes-Mariles, O. A., & García-Jímenez, F. (2001). *Heladas*. México,D.F.: Secretaría de Gobernación y Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- 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.
- Milenio. (19 de Septiembre de 2009). *Milenio Online*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2009, de <http://impreso.milenio.com/node/8643413>
- Munich Re Group. (2007). *Topics Geo Natural catastrophes 2006 Analyses, assessments, positions*. München Germany.
- 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.
- Narváez-Robles, J. (15 de Enero de 2008). Causa el frente frío número 21 heladas en tres entidades. *La Jornada* , pág. 12.
- Noticieros Televisa. (08 de Mayo de 2007). *Esmas*. Recuperado el 12 de nOVIEMBRE de 2009, de <http://www.esmas.com/noticierostelevisa/mexico/625357.html>
- Noticieros Televisa. (15 de Mayo de 2008). *Esmas*. Recuperado el 05 de Diciembre de 2009, de <http://www.esmas.com/noticierostelevisa/mexico/732931.html>
- Notimex. (27 de Julio de 2006). Alerta por ola de calor en el noreste del país. *El Siglo de Torreón* .
- Notimex. (04 de Diciembre de 2009). Persiste alto potencial de nevadas en Coahuila y Chihuahua. *El Porvenir* .
- Notimex. (28 de Junio de 2009). Reportan Primera muerte por calor en Coahuila. *El Universal* .
- Notimex. (8 de Octubre de 2009). Temperaturas extremas se presentarán en mayor parte del País. *El Universal* .
- Notimex, Ramos, L., & Villalpando, R. (23 de Diciembre de 2008). Heladas en Coahuila, Chihuahua y Nuevo León. *La Jornada* .

Overseas Development Institute . (2005). *Aftershocks: Natural Disaster Risk and Economic Development Policy*. London: ODI.

Pérez-Canedo, F. (18 de Junio de 2006). Ola de calor se quedará en la región. *El Siglo de Torreón* .

PNUD. (1994). Aspectos económicos del desastre. *Programa de Entrenamiento para el Manejo de Desastres de las Naciones Unidas* , 61.

PNUMA. (2009). *PNUMA Anuario 2009. Avances y progresos científicos en nuestro cambiante medio ambiente*. Nairobi, Kenya: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

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.

Proa-Villarreal, E. (19 de Septiembre de 2009). Lluvias causan inundaciones en Coahuila. *El Universal* .

PROFECO. (2004). *Continúa PROFECO con sus acciones del programa reacción inmediata en el Estado de Coahuila*. México, D.F.: Procuraduría Federal del Consumidor.

Protección Civil. (2009). *Informe de Eventos Meteorológicos en el Estado de Coahuila*. Saltillo.

Radio Trece. (27 de Mayo de 2009). *Radio Trece*. Recuperado el 08 de Noviembre de 2009, de <http://www.radiotrece.com.mx/2009/05/27/danos-por-25-millones-de-pesos-deja-tromba-en-coahuila/>

Ramos, L. (17 de Enero de 2007). Sufre Coahuila hasta seis grados bajo cero. *El Siglo de Torreón* .

Reforma. (21 de Julio de 2007). *Noticias del Agua*. Recuperado el 07 de Diciembre de 2009, de <http://noticiasdelagua.blogspot.com/2007/07/azotan-lluvias-coahuila-y-texas.html>

Reyes, J. (12 de Septiembre de 2007). Accidentes graves en Coahuila han sido el domingo. *Vanguardia* .

Rodríguez-Boone, A. (26 de Abril de 2006). *Ayuntamiento de Candela*. Recuperado el 03 de Diciembre de 2009, de [http://www.candelacoahuila.gob.mx/noticias/abril/26\\_abril.html](http://www.candelacoahuila.gob.mx/noticias/abril/26_abril.html)

Rodríguez-Boone, A. (10 de Mayo de 2007). *Ayuntamiento de Candela, Coahuila*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2009, de Candela: Administración 2006-2009: [http://www.candelacoahuila.gob.mx/noticias/mayo/12\\_mayo.html](http://www.candelacoahuila.gob.mx/noticias/mayo/12_mayo.html)

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.

SECTUR. (26 de Abril de 2005). *Secretaría de Turismo*. Recuperado el 07 de Diciembre de 2009, de <http://74.125.47.132/search?q=cache:19o6McdX-y0J:www.sectur.gob.mx/work/sites/sectur/resources/LocalContent/13380/2/ABRIL/Resumen26.Abril.05.doc+R+E+S+U+M+E+N+I+N+F+O+R+M+A+T+I+V+O.+DIRECCI%C3%93N+GENERAL+DE+COMUNICACI%C3%93N+SOCIAL.+SECRETARIA+DE+TURISMO>

SEDENA. (2004). *Secretaría de la Defensa Nacional*. Recuperado el 06 de Diciembre de 2009, de Principales eventos en los que ha participado la Secretaría de la Defensa Nacional aplicando el Plan DN-III-E, en territorio nacional dentro de los últimos 10 años: <http://www.sedena.gob.mx/leytrans/petic/2004/jul/07072004g.html>

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.

Sistema Meteorológico Nacional. (Octubre de 2009). *Comisión Nacional del Agua*. Recuperado el 05 de Diciembre de 2009, de <http://smn.cna.gob.mx>

Sistema Nacional de Protección Civil. (17 de Mayo de 2003). *Secretaría de Gobernación*. Recuperado el 06 de Noviembre de 2009, de <http://www.proteccioncivil.gob.mx/Portal/PtMain.php?nldHeader=2&nldPanel=179&nldFooter=22>

Sistema Nacional de Protección Civil. (31 de Diciembre de 2004). *Secretaría de Gobernación*. Recuperado el 03 de Diciembre de 2009, de <http://www.proteccioncivil.gob.mx/Portal/PtMain.php?nldHeader=2&nldPanel=94&nldFooter=22>

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.

- 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.
- UNEP. (2009). *Climate Change Science Compendium 2009*. New York: United Nations Environment Programm. Catherine P. McMullen.
- UNEP. (2008). *UNEP 2008 Annual Report*. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- 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 Intenacional 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.
- Valdés, J. F. (19 de Marzo de 2008). Provoca fuerte viento accidente. *Vanguardia* .
- Vanguardia. (07 de Mayo de 2009). Alerta por ola de calor. *Vanguardia* .
- Vanguardia. (13 de Agosto de 2007). Disminuye 30% cosecha de manzana en Coahuila por heladas tardías. *Vanguardia* .
- Vanguardia. (27 de Mayo de 2008). *Grupo Contexto*. Recuperado el 09 de Noviembre de 2009, de <http://www.grupocontexto.com/?c=118&a=8372>
- Vazquez-Vazquez, P. (19 de Diciembre de 2003). Provoca el Frío Seis Muertes en Coahuila. *El Siglo de Torreón* .
- 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.

