

2

SERIE. IMPACTO SOCIOECONÓMICO
DE LOS DESASTRES EN MÉXICO



IMPACTO SOCIOECONÓMICO
DE LOS PRINCIPALES DESASTRES
OCURRIDOS EN LA REPÚBLICA
MEXICANA EN EL AÑO 2000

Daniel Bitrán Bitrán

Martín Jiménez Espinosa
Héctor Eslava Morales
Marco Antonio Salas Salinas
María Teresa Vázquez Conde
Lucía Guadalupe Matías Ramírez
Krishna Susana Camacho Quintana
Lorena Acosta Colsa

COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA

Rosa Icela Rodríguez Velázquez

SECRETARIA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA

Laura Velázquez Alzúa

COORDINADORA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL

Enrique Guevara Ortiz

DIRECTOR GENERAL

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES (CENAPRED)

1ª edición, noviembre 2001

CI/EES-15112001

Versión electrónica, 2021

Ciudad de México

© SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA

Avenida Constituyentes 947, edificio B, planta alta

Colonia Belén de las Flores

Álvaro Obregón, C. P. 01110, Ciudad de México

Teléfono: 55 1103 6000

<https://www.gob.mx/sspc>

© CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

Av. Delfín Madrigal 665,

Col. Pedregal de Santo Domingo,

Coyoacán, C. P. 04360, Ciudad de México

Teléfono: 55 5424 6100

www.gob.mx/cenapred

Comentarios: editor@cenapred.unam.mx

© Autores: Daniel Bitrán Bitrán, Martín Jiménez Espinosa, Héctor Eslava Morales, Marco Antonio Salas Salinas, María Teresa Vázquez Conde, Lucía Guadalupe Matías Ramírez, Krishna Susana Camacho Quintana y Lorena Acosta Colsa.

ISBN: 970-628-592-X

Portada: Demetrio Vázquez Sánchez y Susana González Martínez

Edición: Violeta Ramos Radilla

Responsable de la Publicación: M. en I. Tomás A. Sánchez Pérez

Derechos reservados conforme a la ley

IMPRESO EN MÉXICO. PRINTED IN MEXICO

Distribución Nacional e Internacional: Centro Nacional de Prevención de Desastres
EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO ES EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

**IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LOS PRINCIPALES DESASTRES
OCURRIDOS EN LA REPÚBLICA MEXICANA EN EL AÑO 2000**

AUTORES

Daniel Bitrán Bitrán
Martín Jiménez Espinosa
Héctor Eslava Morales
Marco Antonio Salas Salinas
María Teresa Vázquez Conde
Lucía Guadalupe Matías Ramírez
Krishna Susana Camacho Quintana
Lorena Acosta Colsa

Coordinación de Investigación

**Área de Estudios Económicos y Sociales
Área de Riesgos Hidrometeorológicos**

Noviembre, 2001

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	5
I. FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS	9
1.1. Presentación	9
1.1.2 <i>Evaluación del impacto económico del desastre</i>	10
1.1.2.1 Antecedentes	10
1.1.2.2 Efectos sobre la región	10
1.1.2.3 Recursos solicitados y proporcionados por el FONDEN.....	12
1.1.2.4 Atención de la emergencia.....	12
1.1.2.5 Infraestructura urbana.....	12
1.1.2.6 Sector hidráulico	13
1.1.2.7 Vivienda.....	14
1.1.2.7.1 Reubicación y construcción	15
1.1.2.8 Transporte y comunicaciones.....	17
1.1.3 <i>Daños Hidrometeorológicos</i>	18
1.1.3.1 Introducción	18
1.1.3.2 Zonas visitadas.....	20
1.1.3.2.1 Cerro "La Campana".....	20
1.1.3.2.2 Las Brisas.....	22
1.1.3.2.3 La Estanzuela	23
1.1.3.2.4 Bosques de San Ángel, Valle de San Ángel y Olinalá.....	23
1.1.3.2.5 Pedregal del Valle y Villa del Pedregal	25
Anexo I. Fotográfico	26
Anexo II.....	33
CARACTERÍSTICAS Y EFECTOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES OCURRIDAS EN EL ESTADO DE SONORA ENTRE LOS DÍAS 22 Y 26 DE OCTUBRE DE 2000	37
1.2 Presentación	37
1.2.1 Evaluación del impacto económico del desastre	37
1.2.1.1 Introducción y síntesis	37
1.2.1.2 Recursos solicitados al FONDEN	39
1.2.1.3 Pérdidas en la agricultura.....	39
1.2.1.4 Daños en el sector hidráulico	42
1.2.1.5 Sector transporte y comunicaciones	42
1.2.1.6 Daños en las viviendas	43
1.2.1.7 Efectos sobre la ecología	44
1.2.2 Características hidrometeorológicas.....	44
1.2.2.1 Introducción	44
1.2.2.2 Descripción de las lluvias	45
1.2.2.3 Análisis de los escurrimientos.....	45
1.2.2.4 Daños ocurridos por las lluvias del 21 al 24 de octubre	46
1.2.2.5 Interpretación del fenómeno	47
1.2.2.5.1 Seguimiento del fenómeno.....	47
1.2.2.5.2 Análisis de los escurrimientos.....	50
1.2.2.5.3 Análisis de las precipitaciones.....	51
1.2.3 Conclusiones y recomendaciones.....	53

EFFECTOS DEL HURACÁN KEITH EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS, OCTUBRE DE 2000	54
1.3 Introducción	54
1.3.1 <i>Distribución de la lluvia</i>	55
1.3.1.1 Comportamiento de los ríos	56
1.3.1.2 Observaciones de la visita efectuada a Tamaulipas	58
1.3.2 <i>Conclusiones y recomendaciones</i>	59
Anexo Fotográfico	61
OTROS FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS	71
1.4.1 <i>Huracán Norman</i>	71
1.4.2 <i>Huracán Beryl</i>	72
1.4.3 <i>Huracán Gordon</i>	72
1.4.4 <i>Huracán Carlota</i>	72
1.4.5 <i>Tormenta Tropical Ileana</i>	73
1.4.6 <i>Huracán Lane</i>	73
1.4.7 <i>Tormenta Tropical Miriam</i>	73
1.4.8 <i>Tormenta Tropical Rosa</i>	74
EL CASO DE CHALCO	75
1.5 Introducción	75
1.5.1 Antecedentes	75
1.5.1.2 Precipitaciones extraordinarias y desbordamiento	76
1.5.1.3 Descripción de la falla	76
1.5.1.4 Comportamiento y conservación del Río de la Compañía	76
1.5.1.5 Proyectos de solución definitiva	77
1.5.2 Proyectos de solución definitiva	78
1.5.2.1 Obras de regulación	78
1.5.2.2 Obras de conducción	78
1.5.2.3 Obras complementarias	79
1.5.2.4 Acciones en el año 2001	79
SEQUÍAS	80
1.6 Introducción	80
1.6.1 Descripción del fenómeno	80
ANÁLISIS DE LOS DAÑOS POR TEMPERATURAS BAJAS PRESENTADAS EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA DURANTE EL MES DE DICIEMBRE DE 2000	82
1.7 Introducción	82
1.7.1 Causas y distribución de las muertes	82
1.7.2 Análisis de las temperaturas en Chihuahua	86
1.7.2.1 Días con heladas	86
1.7.2.2 Mapa de anomalías de temperatura mínima para el mes de diciembre	87
1.7.2.3 Mapa de temperaturas mínimas promedio del mes de diciembre	88
1.7.2.4 Temperatura mínima extrema del mes de diciembre	89
1.7.3 Conclusiones	89
II. INCENDIOS FORESTALES	91
III. FENÓMENOS GEOLÓGICOS, EL CASO DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL	93
3.1 <i>Antecedentes</i>	93
3.2 <i>Los episodios de diciembre del 2000 y su impacto en la población local</i>	93
3.3 <i>Atención de la emergencia</i>	96
3.4 <i>Evolución posterior</i>	97
3.5 <i>Conclusiones</i>	98

PRESENTACIÓN

EFECTOS DE LOS DESASTRES OCURRIDOS DURANTE 2000

Este documento recoge el resultado de evaluaciones realizadas en el terreno y en consulta con las autoridades locales por investigadores del CENAPRED. El *Lic. Daniel Bitrán Bitrán* coordinó la integración de estos trabajos en los que se describen, además, los efectos de los fenómenos sobre la población y sus bienes y se analizan las medidas de emergencia llevadas a cabo para atenderla. Para la evaluación se utilizó la metodología desarrollada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (CEPAL) para medir el impacto socioeconómico de los desastres naturales. Contempla no sólo la destrucción o afectación de los acervos (efectos directos), sino también las pérdidas en la producción de bienes y servicios generada por el fenómeno, así como los mayores costos generados por éste en la economía local (efectos indirectos).

Se incluyen desembolsos realizados por el Fondo de Desastres Naturales a raíz de los fenómenos reseñados.

Durante el año 2000 se registraron varios fenómenos naturales que dieron origen a desastres cuyos efectos en la economía nacional ascendieron a alrededor de 2,200 millones de pesos. Afortunadamente, las pérdidas de vidas humanas fueron mínimas, si bien hubo un vasto sector de la población que fue afectado. Vistos en perspectiva, los fenómenos y las pérdidas computadas resultaron inferiores a la tendencia registrada en esta materia. En efecto resultaron inferiores a los promedios que se tuvieron en esta materia en los últimos años. A ello se debió también que los desembolsos del Fondo de Desastres Naturales FONDEN, resultaran inferiores a los montos presupuestados para el año, como se indica más adelante.

Destaca por su importante efecto destructivo en el año 2000 el Huracán "Keith", el cual provocó pérdidas importantes sobre todo en la agricultura, la vivienda y en la infraestructura económica de tres estados de la República.

Por su magnitud, cabe mencionar también las inundaciones en el Valle de Chalco; aunque sin graves consecuencias, pero no por eso menos importantes, fueron las exhalaciones del Volcán Popocatepetl, que mostró síntomas de actividad a principios de septiembre del 2000 y que se fueron agravando hasta el mes de diciembre. Las autoridades de Protección Civil se vieron obligadas a movilizar a comunidades enteras de los poblados de los estados de Morelos y Puebla.

Por su parte, el estado de Sonora fue aquejado por las lluvias torrenciales del mes de octubre causadas por el Frente Frío no. 6, al igual que a Nuevo León afectó el Frente Frío no.4.

A continuación se presenta una tabla que incluye en forma resumida, el impacto económico de los diferentes desastres ocurridos en el año 2000.

Tabla a.- Resumen de los efectos de los desastres naturales ocurridos en el país durante el año 2000 (miles de pesos)

Entidad afectada	Daños indirectos	Daños directos	Total
<i>Huracán Keith</i>			
Sonora	63.936	500	64.436
Nuevo León	115.600	0	115.600
Tamaulipas	117.167	683	117.850
Quintana Roo	39.716	2.767	42.483
Chiapas	25.569	0	25.569
<i>Huracán Norman</i>			
Nayarit	47.775	0	47.775
Colima	16.199	0	16.199
Michoacán	60.869	0	60.869
<i>Huracán Miriam</i>			
Baja California Sur	7.038	205	7.243
<i>Huracán Beryl</i>			
Tamaulipas	0	254	254
<i>Huracán Rosa</i>			
Oaxaca	0	140	140
<i>Otros</i>			
Chiapas 04-01-00	38.153	0	38.153
Coahuila 18-06-00	55.989	0	55.989
Michoacán (Lázaro Cárdenas)	11.671	0	11.671
Chiapas (mayo - septiembre)	55.511	0	55.511
Coahuila 24 y 25 de septiembre	47.536	0	47.536
Durango 24 y 25 de septiembre	7.734	0	7.734
Guerrero (octubre)	10.302	0	10.302
<i>Suministros</i>			
Procuraduría Federal del Consumidor	0	17	17
Tres proveedores	0	12.456	12.456
<i>Equipamiento</i>			
SCT	0	75.000	75.000
CNA	0	109.135	109.135
SEDENA	0	29.011	29.011
SEGOB - INST. GEOFÍSICA	0	24.000	24.000
SEGOB - INST. INGENIERÍA	0	12.000	12.000
CNA	0	179.122	179.122
SEMARNAT - CONABIO	0	5.000	5.000
SEMARNAT - Colima	0	0	0
SEMARNAT - Incendios	0	84.406	84.406
<i>Subtotal Huracanes</i>	<i>720.765</i>	<i>534.737</i>	<i>1.255.502</i>
<i>Sequías</i>	<i>569.532</i>	<i>0</i>	<i>569.532</i>
<i>Heladas</i>	<i>14.606</i>	<i>0</i>	<i>14.606</i>
<i>Chalco (inundaciones)</i>	<i>178.841</i>	<i>1.086</i>	<i>179.927</i>
<i>Incendios forestales</i>	<i>46.729</i>	<i>0</i>	<i>46.729</i>
<i>Volcán Popocatepetl</i>	<i>0</i>	<i>115.800</i>	<i>115.800</i>
Gran Total	1.530.473	651.623	2.182.096

En el año 2000 la asignación de recursos provenientes del FONDEN para la atención de los impactos generados por los desastres naturales se distribuye de la manera siguiente:

**Tabla b.- Recursos aportados por el FONDEN para la atención de desastres naturales, 2000
(miles de pesos)**

	Recursos Federales			Recursos Estatales	Total de Recursos
	FONDEN	PET	Suma		
Incendios forestales	46,729	-	46,729		46,729
Sequía	297,092	-	297,092	272,439	569,531
Lluvias e inundaciones	876,388	15,129	891,517	238,846	1,130,363
Heladas	10,224	-	10,224	4,382	14,606
<i>Suma</i>	<i>1,230,433</i>	<i>15,129</i>	<i>1,245,562</i>	<i>515,667</i>	<i>1,761,229</i>
Fondo revolvente para la atención de emergencias	20,000		20,000		20,000

Fuente: Coordinación General de Protección Civil

Las lluvias e inundaciones durante 2000 generaron los mayores impactos negativos sobre las comunidades afectadas; el FONDEN asignó 891.5 millones de pesos para la atención de la emergencia, monto que representa el 50.6 por ciento del total de los recursos del año.

El segundo fenómeno que tuvo impactos mayores fue la sequía. Esta emergencia la atendió el FONDEN con 297,092 mil pesos; es decir, 16.8 por ciento del total de los recursos.

**Tabla c.- Resumen de autorización de recursos del FONDEN, 2000
(miles de pesos)**

		Porcentaje del total de recursos presupuestados
Presupuesto	4,838,925	
Autorizados por la CIGF de manera definitiva	1,584,644	32.75
Autorizados por la CIGF de manera preliminar	6,524	0.13
Pendientes de autorización	76,940	1.59
Total	1,668,108	34.47

Fuente: Coordinación General de Protección Civil

I. FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS

CARACTERÍSTICAS Y EFECTOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES OCURRIDAS EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN, OCTUBRE DE 2000*

1.1. Presentación

En la primera hora del 30 de septiembre, Keith amenazaba con convertirse en huracán; se acercaba peligrosamente a Quintana Roo, y en las siguientes nueve horas adquirió la categoría de huracán. Se declaró la emergencia. Su presión era en ese momento de 985 hPa. Por la tarde (16:00 hrs.). Ya había alcanzado categoría 2. Debido al aumento en la intensidad de los vientos por la noche ya tenía categoría 3.

En los dos días siguientes se mantuvo muy cerca de las costas de Quintana Roo, su velocidad de desplazamiento fue errática, permaneciendo en estado estacionario por más de 48 hrs. y alcanzando categoría 4. En las primeras horas del día 5, se localizaba a 90 Km. Al noreste de Tuxpan Veracruz, ya como huracán se desplaza a los límites estatales de Veracruz con Tamaulipas, por la tarde se internaba en el poblado de Lomas del Real, Tamaulipas y más tarde disminuía su intensidad a tormenta. Por este super huracán se emitieron un total de 2 avisos, 17 alertas, 15 emergencias y 22 alarmas dando un total de 56 boletines que se realizaron por el área de meteorología.

Tabla 1.1 Solicitud de recursos con cargo al FONDEN

Estado	Dependencia	FONDEN	PET	Suma	Recursos Estatales	Total de Recursos
Tamaulipas (KEITH)	SEDESOL	8,968	1,720	10,688	7,878	18,566
	SAGAR	6,512	-	6,512	2,791	9,302
7-DIC-00	SCT	32,806	-	32,806	21,871	54,677
	CNA	33,655	-	33,655	966	34,621
	SUBTOTAL	81,940	1,720	83,660	33,506	117,167
Quintana Roo (Keith)	SAGAR	6,407	-	6,407	2,746	9,153
	7-DIC-00 SCT	18,337	-	18,337	12,225	30,562
	SUBTOTAL	24,745	-	24,745	14,971	39,716
Chiapas (Keith)	SEDESOL	2,463	224	2,688	3,530	6,218
	7-DIC-00 SAGAR	2,067	-	2,067	886	2,952
	SCT	11,819	-	11,819	4,580	16,399
	SUBTOTAL	16,349	224	16,573	8,996	25,569
Nuevo León (Keith)	SCT	3,659	-	3,659	3,607	7,265
	7-DIC-00 SEDESOL	12,694	363	13,057	38,983	52,040
	CNA	14,543	-	14,543	14,147	28,690
	SUBTOTAL	30,896	363	31,258	56,737	87,995

* Autores: Daniel Bitrán, Área de Estudios Económicos y Sociales, Héctor Eslava y Marco Antonio Salas, Área de Riesgos Hidrometeorológicos.

1.1.2 Evaluación del impacto económico del desastre

1.1.2.1 Antecedentes

Para apreciar las características e impacto económico de este desastre, investigadores del CENAPRED realizaron viajes de reconocimiento al estado. En el primero participaron los ingenieros Héctor Eslava y Marco Antonio Salas quienes llevaron a cabo un recorrido terrestre abarcando sitios correspondientes a las zonas metropolitanas de Monterrey y San Pedro Garza García. En esa ocasión se recabó información sobre las características y magnitud del fenómeno.

Los resultados de esta misión se encuentran contenidos en el Anexo II, el cual forma parte de este documento. La segunda misión de funcionarios del CENAPRED tuvo lugar del 4 al 6 de diciembre y participaron Daniel Bitrán y Marco Antonio Salas. Se obtuvieron datos y apreciaciones sobre el impacto del fenómeno sobre la población, la economía y la infraestructura física de la región afectada. Para ello se entrevistaron con funcionarios de la Secretaría General de Gobierno del Estado, de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Estado, de la CNA, SEDESOL, SEMARNAT y de la SCT, con el presidente de la Cámara de la Construcción, así como con el Secretario de Servicios Públicos del H. Ayuntamiento de Monterrey.

Los funcionarios del CENAPRED tuvieron acceso a un valioso material compilado por las diferentes instituciones visitadas relativo a los efectos del fenómeno meteorológico y contaron con apreciaciones directas en el terreno de los funcionarios entrevistados lo que facilitó enormemente su labor. La mayor parte de las cifras que se presentan derivan de los trabajos realizados por el Comité Sectorial de Evaluación de Daños entregados a la Secretaría de Gobernación y a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para efectos de tramitar los recursos del FONDEN. La evaluación presentada en este documento incluye, además de estos daños, los que sufrió el sector privado no susceptibles de recuperación a través de dicho fondo, como son los que sufrieron las viviendas de estratos medios y altos de la población, así como los vehículos particulares a consecuencia de los deslaves e inundaciones.

Los investigadores del CENAPRED desean dejar constancia del apoyo recibido para la realización de su trabajo de parte del Ing. Oswaldo Flores Gómez Campo, Director de Protección Civil del Estado de Nuevo León.

Para la realización de este informe se contó además con el apoyo técnico del Ing. Miguel Ángel Pacheco, investigador del CENAPRED.

1.1.2.2 Efectos sobre la región

Aunque el estado no cuenta con litorales, ha sido afectado frecuentemente por fenómenos hidrometeorológicos, entre ellos el Huracán Gilberto, la tormenta tropical Gabrielle, la tormenta ocasionada por la interacción de los remanentes del Huracán "Keith", que entró a Nuevo León en su etapa de dispersión y el Frente Frío No. 4 que alcanzó sus valores máximos en los días 6 y 7 del mes de octubre de 2000.

El estado de Nuevo León cuenta con cuatro regiones hidrológicas de las cuales, la más importante por sus riesgos de inundación, es la del Río Bravo-Conchos integrada por las cuencas y subcuencas de los ríos San Juan, Santa Catarina, Pesquería y Pílon, así como de los arroyos Topo Chico y La Talavera que cruzan los principales centros de población del área metropolitana de Monterrey.

Dentro de esta región hidrológica se localizan algunas presas. Los principales asentamientos humanos del estado se ubican en los márgenes de los ríos y arroyos, lo que acentúa la vulnerabilidad de la región.

La tormenta, de acuerdo con datos de la Comisión Nacional del Agua, precipitó en la región una lámina promedio de lluvia de 120 mm, generando deslaves, daños en avenidas, el cierre de vados y calles, inundación en 10 colonias de San Pedro, Guadalupe y Escobedo. Afortunadamente no se registraron pérdidas humanas. Un total de 130 personas fueron rescatadas de las corrientes; más de 5 mil personas fueron evacuadas por un lapso de entre 5 y 10 días. Más de 30 vehículos fueron arrastrados por las corrientes sufriendo daños de medios a severos y 13 mil usuarios afectados por cortes de energía eléctrica. Se registraron, asimismo, múltiples daños en viviendas y en la infraestructura urbana de Monterrey y su zona metropolitana. En esta ocasión no se presentó arrastre de árboles por tratarse de una zona desértica.

Las condiciones topográficas hacen, en efecto, que esta sea una área metropolitana de alto riesgo, susceptible de ser afectada por inundaciones pluviales y fluviales que provocan pavimentos resbaladizos, situación que se ve agravada por insuficiencia y cierto descuido en la operación del drenaje pluvial.

En el transcurso de la madrugada del día 7 de octubre del 2000 se registró una precipitación, que alcanzó la categoría de "intensa", en Monterrey, N. L. Debido a la capa de asfalto de la ciudad, escurrieron hasta 250 m³ por segundo.

En total los daños cuantificados ascienden a 115.6 millones de pesos, de los cuales los de mayor magnitud se registraron en la infraestructura urbana (38.2% del total), seguidos por los daños en la vivienda (30.2%) y en el sector hidráulico que absorbió una cuarta parte del total de pérdidas ocasionadas por el desastre (tabla 1.2).

**Tabla 1.2 Resumen de daños totales
(miles de pesos)**

Sector/Concepto:	Total daños directos e indirectos	Porcentaje del total
SECTORES SOCIALES		
Vivienda	35.0	30.2
Infraestructura urbana	44.2	38.2
Educación	0.0	0.0
Salud	0.0	0.0
INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS		
Agua y saneamiento	29.1	25.2
Energía	0.0	0.0
Transporte y comunicaciones	6.9	6.0
SECTORES PRODUCTIVOS		
Agropecuaria, pesca y forestal	0.0	0.0
Industria, comercio y turismo	0.0	0.0
ATENCIÓN A LA EMERGENCIA	0.4	0.3
TOTAL DE EFECTOS	115.6	100.0

Nota: Las cifras contenidas en esta tabla derivan tanto de las proporcionadas por las delegaciones estatales de los entes federales como de estimaciones realizadas por los autores con base en información recogida en la visita al estado. Vivienda: Incluye un millón de pesos por concepto de daños en vehículos, como puede verse más adelante, en la sección 1.1.2.6

1.1.2.3 Recursos solicitados y proporcionados por el FONDEN

El Gobierno del estado formuló la solicitud de apoyo al FONDEN y la Declaratoria de Desastre a la Secretaría de Gobernación, tuvo lugar el 29 de noviembre, la que a su vez fue sujeta a la autorización de la Comisión Intersecretarial de Gasto y Financiamiento según los montos y desglose que aparecen en las tablas 1.3 y 1.4.

Tabla 1.3 Recursos solicitados por tipo de infraestructura afectada según fuente de financiamiento (miles de pesos)

	Recursos federales	Recursos estatales y municipales	Total
Carreteras	3,480.1	3,453.5	6,933.6
OBRAS			
Hidráulica	14,702.8	14,387.0	29,089.8
Vivienda	3,741.3	3,294.2	7,035.5
infraestructura urbana	8,843.6	35,374.4	44,218.0
TOTAL	30,767.7	56,509.1	87,276.8

Los recursos finalmente aprobados según el destino y fuente de financiamiento se presentan en la Tabla 1.4. Como puede apreciarse los daños de mayor magnitud ocurrieron en la infraestructura urbana y en la infraestructura hidráulica, seguidos de los que ocurrieron en la vivienda y en las carreteras.

Tabla 1.4 Recursos con cargo al FONDEN año 2000 (miles de pesos)

Dependencia	Recursos federales			Recursos estatales	Total recursos
	FONDEN	PET	Suma		
SEC. DE DESARROLLO SOCIAL	12,694	363	13,057	38,983	52,040
SEC. DE COMUNIC. Y TRASP.	3,659	-	3,659	3,607	7,265
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA	14,543	-	14,543	14,147	28,690
Total	30,896	363	31,258	56,737	87,995

1.1.2.4 Atención de la emergencia

La Dirección de Protección Civil del Gobierno del Estado de Nuevo León prestó apoyo a algo más de 5 mil personas por un lapso de entre 5 y 10 días. Para ello se abrieron tres albergues. En el área urbana, el mayor número de damnificados se registró en el municipio Monterrey (2,465 personas), seguido por el de San Pedro. En el área rural se prestó auxilio a unas 1,900 personas de las cuales en el municipio de Aramberri participó con 1,250 correspondiente a 25 comunidades.

Los gastos totales para la atención de la emergencia ascendieron a alrededor de 400 mil pesos. En ellos se incluyen, además de las despensas, agua, cobertores, etc., los gastos por consultas médicas y medicamentos, así como el pago por concepto de vuelos de reconocimiento en helicóptero.

1.1.2.5 Infraestructura urbana

Este fue el rubro que el desastre provocó los daños más cuantiosos. Ellos se reflejaron en deslaves, destrucción de pavimento y azolves en alcantarillas, vados pluviales, calles y avenidas. Se registró este tipo

de daños en ocho municipios (Galeana, General Escobedo, Guadalupe, Montemorelos, Monterrey, San Pedro Garza, Santa Catarina y Santiago) y en varias localidades.

Entre las obras que se previó realizar para reparar estos daños se contempló el desazolve de calles, la reparación de más de 58,000 m² de baches, 32,000 m² por concepto de renivelación de calles; y 45,000 m² de limpieza y reparación de las mismas. El costo previsto para la rehabilitación de estos daños asciende a la cantidad de 44.2 millones de pesos, de los cuales el 20% fue del FONDEN y 80% se financió con recursos de los municipios y del Estado.

En la tabla 1.5 puede apreciarse que el municipio San Pedro Garza García fue el que sufrió los mayores daños (las tres cuartas partes del total), seguidos por el municipio General Escobedo y por el de Monterrey.

Tabla 1.5 Costo de rehabilitación de los daños ocasionados en la Infraestructura urbana (miles de pesos)

Municipio	Federales	Estatad y/o municipales	Total
Galeana	6.0	24.0	30.0
General Escobedo	1,442.4	5,769.6	7,212.0
Guadalupe	21.3	85.1	106.4
Montemorelos	35.9	143.5	179.4
Monterrey	986.5	3,946.2	4,932.7
San Pedro Garza García	6,166.2	24,664.7	30,830.9
Santa Catarina	154.5	618.1	772.6
Santiago	30.8	123.1	153.9
Total	8,843.6	35,374.4	44,217.9

1.1.2.6 Sector hidráulico

La Comisión Nacional del Agua y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Estado de Nuevo León, por conducto de Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, I.P.D., realizaron un diagnóstico y propuesta de acciones para la mitigación de daños a la infraestructura hidráulica.

Se dañaron estaciones de bombeo (tuberías de acero y asbesto, mallas ciclónicas, azolves de pozos abastecedores, caminos de acceso y pozos de abastecimiento). Se dañaron y azolvaron drenajes sanitarios, pozos profundos, pozos de visita; carreteras de acceso, etc. (véase la Tabla 1.6 y en mayor detalle en el Anexo I).

Hubo fuertes desbordamientos causados, entre otros factores por la acumulación de basura en los puentes de los ríos y arroyos. A consecuencia de las intensas lluvias se desfegó la presa La Boca durante un día y medio. Esta había estado creciendo a razón de un millón de metros cúbicos por hora. La presa El Cuchillo recibió en un día 130 millones de metros cúbicos.

Tabla 1.6 Daños en la infraestructura hidráulica y monto de las reparaciones (miles de pesos)

Municipio	Recursos		Total
	Federales	Estatales y/o municipales	
Allende	190.3	126.9	317.3
Anáhuac	6.3	4.2	10.5
Apodaca	291.3	194.2	485.5
General Escobedo	789.2	1,162.8	1,952.0
General Terán	90.0	60.0	150.0
Guadalupe	72.0	48.0	120.0
Linares	64.5	43.0	107.5
Monterrey	8,436.2	7,889.9	16,326.0
Sabinas Hidalgo	12.9	8.6	21.5
San Pedro Garza García	2,497.2	1,664.8	4,162.0
Santa Catarina	2,151.2	3,116.8	5,268.0
Santiago	101.7	67.8	169.4
Total	14,702.8	14,387.0	29,089.7

El total de los daños a reparar superan los 29 millones de pesos los que serán sufragados en partes similares por la Federación y con recursos estatales y municipales. Los mayores daños ocurrieron en los municipios de Monterrey, Santa Catarina y San Pedro Garza García.

1.1.2.7 Vivienda

Los daños que se calcularon en este sector contemplan tres rubros: viviendas populares, programas de reubicación de viviendas situadas en áreas de alto riesgo y afectación de viviendas de estratos medios y altos ubicadas en el Municipio de San Pedro (tabla 1.7); se incluyen daños a vehículos.

El total de daños en la vivienda ascendió a cerca de 34 millones de pesos. Unas 460 viviendas de tipo popular sufrieron daños que variaron entre daños totales y daños menores y fueron atendidas por los programas de la SEDESOL y 300 familias más fueron reubicadas en zonas de mayor seguridad.

Tabla 1.7 Pérdidas por concepto de viviendas y vehículos (miles de pesos)

Concepto	Monto
Reparación y reposición de viviendas populares	3,689.7
Costos por concepto de reubicación de 300 familias	4,295.5
Daños en viviendas de clase media y alta	26,000.0
Total de daños en viviendas a costo de reposición	33,985.2
Daños en vehículos	1,000.0
Total viviendas y vehículos	34,985.2

En conjunto la reparación y reubicación de viviendas tuvo un costo de 7 millones de pesos. Los municipios con mayores daños fueron el de General Zaragoza, Guadalupe y Monterrey (Tabla 1.8).

**Tabla 1.8 Infraestructura de vivienda
(miles de pesos)**

Municipio	Federales	Estatad y/o municipales	Total
Galeana	72.0	48.0	120.0
General Zaragoza	1,668.0	1,912.0	3,580.0
Guadalupe	1,187.7	791.8	1,979.5
Monterrey	813.6	542.4	1,356.0
Total	3,741.3	3,294.2	7,035.5

En la Tabla 1.9 puede apreciarse el costo que tuvieron los programas de reparación y sustitución de viviendas populares. En la reparación de los daños parciales y menores a las viviendas se previó erogar la cantidad de 1.1 millones pesos, de los cuales el 60% fueron recursos del FONDEN y 40% entre el estado y municipio correspondiente, previéndose realizar alrededor de 13,800 jornales por parte de los beneficiados. Los costos de reposición de las viviendas por daños totales se estimaron ligeramente por encima de los 2 millones de pesos.

**Tabla 1.9 Daños en vivienda causados por el huracán Keith, según la Secretaría de Desarrollo Social
Delegación Nuevo León
(miles de pesos)**

Acciones	FONDEN	PET	Total
Viviendas con daños menores	525.0	108.8	633.8
Viviendas con daños parciales	347.8	87.0	434.8
Viviendas con daños totales	1,718.2	306.2	2,024.4
Reubicación y reconstrucción	429.5	76.6	506.1
Indirectos (reparación y reconstrucción 3%)	90.6	0.0	90.6
Indirectos (urbanización 3%)	0.0	0.0	0.0
Total vivienda	90.6	0.0	90.6
Total	3,111.2	578.6	3,689.7

La Secretaría de Desarrollo Humano y del Trabajo del Gobierno del estado de Nuevo León instrumentó las acciones necesarias con base al padrón de beneficiados. En este sentido, entregó a los mismos los apoyos en material de construcción, estímulos económicos y de dotación de tierra, según el caso. Sus acciones fueron coordinadas por las autoridades municipales correspondientes y con apoyo normativo y supervisión de parte de la Dependencia o Entidad Federal que sea competente.

Para la asistencia técnica a los beneficiados, la Secretaría de Desarrollo Humano y del Trabajo convocó a las dependencias, entidades estatales o municipales especializadas en la materia que corresponda, así como también a los colegios de profesionales u otras instituciones privadas afines.

1.1.2.7.1 Reubicación y construcción

Se determinó que 300 familias que habitan en los cauces o márgenes de diversos arroyos y ríos en los municipios de General Zaragoza, Guadalupe y Monterrey de bajos recursos económicos y sin acceso al

seguro privado fueran reubicadas, por el riesgo que representan, tal y como lo demuestran los daños parciales y, totales que sufrieron como consecuencia del fenómeno analizado.

Las acciones que se efectuaron consistieron en dotar preferentemente a los beneficiados de un lote de terreno ubicado en una zona apta para los asentamientos humanos de conformidad con las leyes y reglamentos aplicables, con una superficie mínima que se determine en cada municipio. En su caso, se entregó un paquete para la autoconstrucción de un pie de casa no menor de 22 m² con materiales de construcción y herramienta, además de que se les brindará la asesoría especializada necesaria por parte de la Secretaría de Desarrollo Humano y del Trabajo del Estado de Nuevo León o bien de la dependencia equivalente del municipio correspondiente.

El costo promedio del apoyo fue de algo más de 14,300 pesos que multiplicado por las 300 familias, de las cuales sólo a 80 familias se les proporcionó un pie de casa, dio un importe de 4.3 millones, a los que se agregó un estímulo, equivalente al apoyo económico diario del Programa de Empleo Temporal, hasta por 88 días para cada jefe de familia.

Los terrenos donde se reubicaron a los beneficiados cuentan con los servicios básicos, mismo que fueron cubiertos por el municipio correspondiente con apoyo en los recursos del FONDEN.

La autoconstrucción de pies de casa con motivo de la reubicación de las 80 familias prevé una erogación de un millón de pesos equivalente a 20,840 jornales diarios. Este rubro lo recibirían los beneficiados de los programas de rehabilitación y reubicación.

Los deslaves ocasionaron también daños en viviendas de clase media y alta, en particular en el camino a la población de Olinalá en Monterrey. Según datos obtenidos en el Municipio de San Pedro, unas 15 viviendas recibieron daños graves y otras 50 tuvieron daños de mediana magnitud. Se trata de viviendas de alto costo¹. Una estimación burda sitúa los daños promedios por vivienda, incluyendo el daño en algunos enseres en 400 mil pesos, lo que arrojaría pérdidas totales de 26 millones de pesos (ver Fotografías 1.1, 1.2 y 1.3). Fueron arrastrados por las aguas alrededor de 30 vehículos, estimando las pérdidas en un millón de pesos.

Fotografía 1.1
Deslizamiento de
material



¹ Con un costo estimado promedio de 4 millones de pesos



Fotografía 1.2 Daños en infraestructura urbana



Fotografía 1.3 Daños en vivienda de clase media-alta

1.1.2.8 Transporte y comunicaciones

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Estado de Nuevo León, por conducto del Sistema Estatal de Caminos, realizaron su diagnóstico y propuesta de acciones para la mitigación de daños a la infraestructura carretera, ya que del ciclón Keith provocó daños en carpeta asfáltica, deslaves, hundimientos, etc.

Con motivo de las lluvias se formaron baches, se azolvieron drenajes, se presentaron derrumbes, se socavaron terraplenes, aumentaron los niveles freáticos altos, se dañaron cunetas y muros en diferentes carreteras y caminos, tanto estatales como municipales, en varias localidades de 23 municipios del Estado de Nuevo León.

En síntesis los daños totales en el sector ascendieron a cerca de 7 millones de pesos, de los cuales se destinaron a 11,448 m² de reparación de baches; 3,883 m³ de socavaciones; 300 m de daños en cunetas y muros; así como el retiro de azolve y derrumbes según se detalla en el Anexo II.

**Tabla 1.10 Daños en infraestructura carretera
(miles de pesos)**

Municipio	Federales	Estatad y/o municipales	Total
Anáhuac	248.4	165.6	414.0
Apodaca	16.6	11.0	27.6
Aramberri	9.0	6.0	15.0
Cadereyta	4.8	3.2	8.0
Cerralvo	226.2	150.8	377.0
China	900.0	600.0	1,500.0
Galeana	150.0	350.0	500.0
General Escobedo	208.2	354.8	563.1
General Terán	532.5	355.0	887.6
General Zaragoza	282.0	658.0	940.0
General Zuazua	5.0	3.3	8.3
Linares	312.8	208.5	521.3
Los Aldamas	12.0	8.0	20.0
Los Herreras	6.0	4.0	10.0
Los Ramones	73.0	48.6	121.6
Pesquería	5.8	3.9	9.7
Rayones	37.7	25.1	62.8
Sabinas Hidalgo	281.4	187.6	469.0
Salinas Victoria	8.3	5.5	13.8
San Pedro Garza García	15.0	35.0	50.0
Santa Catarina	78.0	182.0	260.0
Santiago	57.9	81.1	139.0
Vallecillo	9.6	6.4	16.0
Total	3,480.1	3,453.5	6,933.6

1.1.3 Daños Hidrometeorológicos

1.1.3.1 Introducción

En el transcurso de la madrugada del día 7 de octubre del 2000 se registró una precipitación, que alcanzó la categoría de "intensa", en Monterrey, N. L. Esta ocasionó múltiples daños en viviendas, vehículos y avenidas de Monterrey y su zona metropolitana. Esta tormenta fue ocasionada por la interacción de los remanentes del Huracán "Keith" y el Frente Frío No. 4.

La tormenta, de acuerdo con datos de la Comisión Nacional del Agua, precipitó, en la región, una lámina promedio de lluvia de 120 mm, generando deslaves, daños en avenidas, el cierre de vados y calles, inundación en 10 colonias de San Pedro, Guadalupe y Escobedo, más de 1000 personas evacuadas, decenas de autos arrastrados por las corrientes de agua y 13 mil usuarios afectados por cortes de energía eléctrica.

El huracán "Keith" comenzó el día 28 de septiembre, cuando se detectó la Depresión Tropical No. 15, con coordenadas 16.1°N 82.9° W (en el mar Caribe). Su máximo desarrollo fue registrado durante el 1 de octubre, cuando alcanzó la categoría de huracán 4 dentro de la escala de Saffir-Simpson, y finalizó hacia el día 6 de octubre, con coordenadas 23.5° N 100.5° W (cerca de la frontera de los estados de Coahuila y Nuevo León).

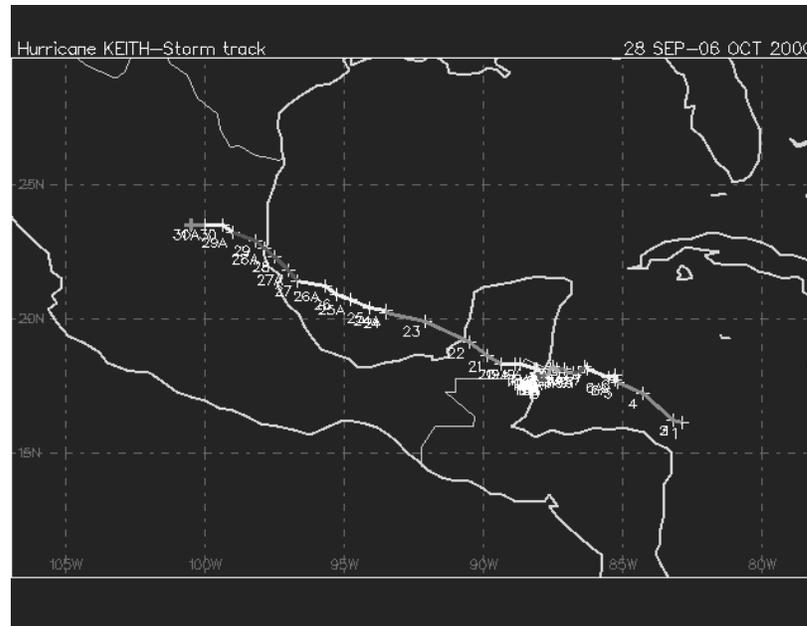


Figura 1.1 Trayectoria histórica del huracán Keith"

Por otra parte, el Frente Frío No. 4 comenzó a afectar al país el mismo día 6 de octubre, presentando una interacción con los remanentes de lo que fue el huracán "Keith".

Debido a lo anterior, el Área de Riesgos Hidrometeorológicos del CENAPRED, en su boletín del día 7 de octubre, alertó algunos municipios de los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila y Durango.

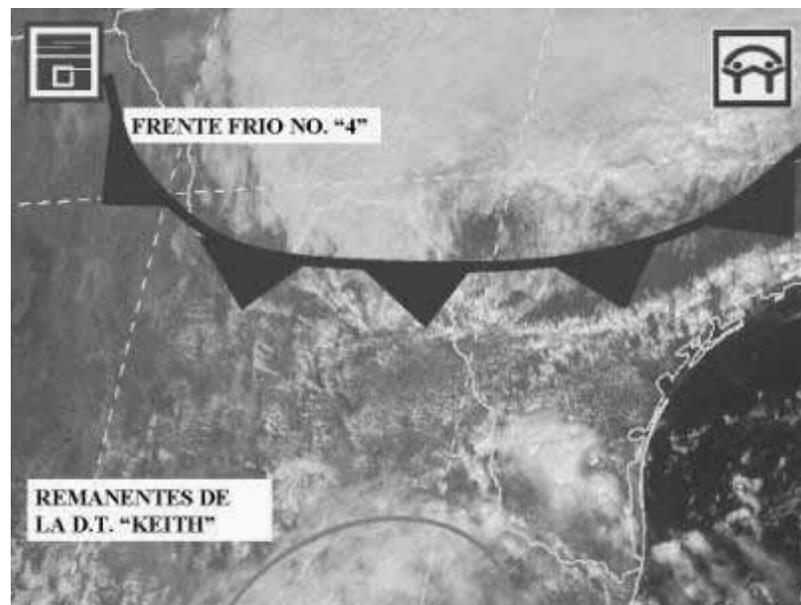
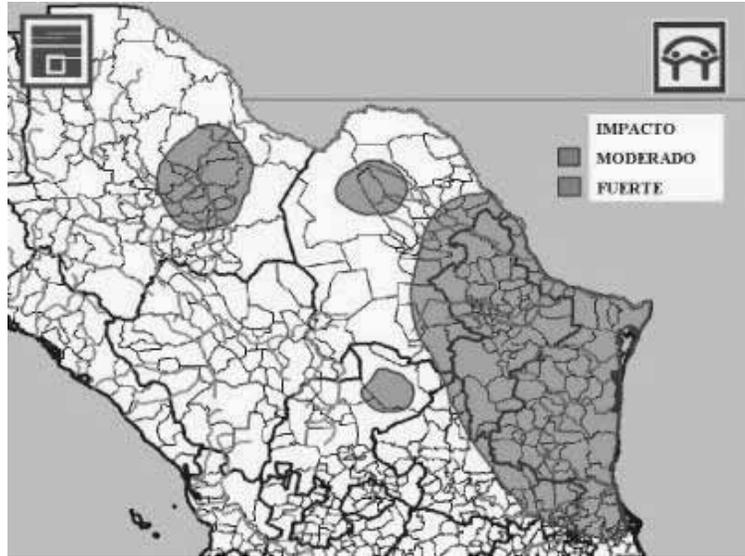


Figura 1.2 Fotografía de satélite que muestra al Frente Frío No. 4

Figura 1.3 Zonas con efecto por lluvias



En la figura 1.2 se muestra la interacción del Frente Frío No. 4 y los remanentes del Huracán "Keith" y en la figura 1.3 se muestran las zonas alertadas por lluvias intensas.

1.1.3.2 Zonas visitadas

Personal de la Dirección Estatal de Protección Civil (D.E.P.C.) del estado de Nuevo León informó que los municipios más dañados durante esta contingencia fueron:

- Monterrey
- San Pedro
- Guadalupe
- Montemorelos
- Aramberri

De acuerdo con personal de la D.E.P.C. y la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.), a partir de que comenzaron a sentirse los efectos de "Keith", el clima se mantuvo, en su mayor parte, nublado y lluvioso. Por ello no fue posible realizar un vuelo en helicóptero para recorrer el mayor número de zonas afectadas dentro de los municipios mencionados. Por tanto sólo se llevó a cabo un recorrido terrestre abarcando sitios correspondientes a las zonas metropolitanas de Monterrey y San Pedro Garza García. Los sitios visitados fueron:

- Cerro de las Campanas (Monterrey)
- Las Brisas (Monterrey)
- La Estanzuela (Monterrey)
- Bosques de San Ángel, Valle de San Ángel y Olinalá (San Pedro)
- Bosques del Valle (San Pedro)

1.1.3.2.1 Cerro "La Campana"

Se ubica al sur del municipio de Monterrey, entre el extremo sur-este de la "Loma Larga" y el cerro "La Campana", en la colonia del mismo nombre (figura 1.4).

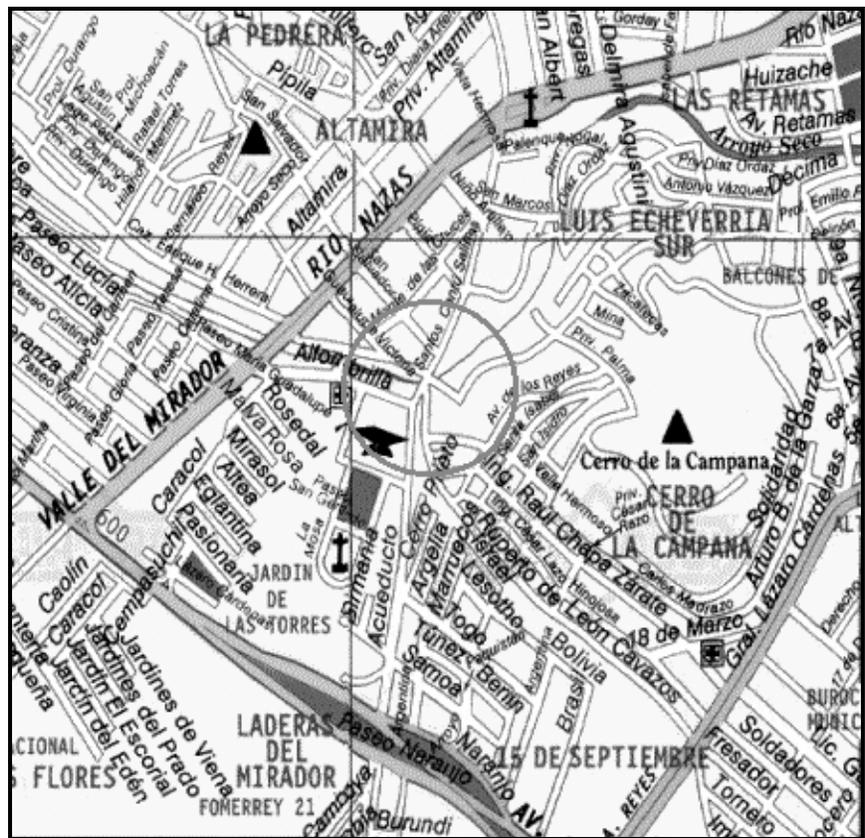
El sitio de conflicto se ubica en la confluencia de dos arroyos, El Seco (Fotografías A.1 y A.2) y un pequeño afluente que capta las aportaciones de la zona sur del cerro "La Campana" (fotografía A.3). Los mayores daños fueron ubicados en la margen derecha del afluente.

A continuación se da una explicación a lo anterior:

El área tributaria del afluente es aproximadamente de 4.5 km², mientras que la del arroyo El Seco alcanza los 16 km². Debido a ello, el escurrimiento generado en este último puede llegar a ser 3.5 veces mayor que el del primero. En tales condiciones, cuando el caudal es importante en ambos arroyos, seguramente el Seco no permite que el afluente descargue libremente y se forme un pequeño remanso por lo que las viviendas del lado derecho son las más afectadas.

Adicionalmente, la descarga del afluente se ve afectada debido a que se une de manera casi perpendicular a El Seco.

Figura 1.4 Croquis de la zona inundada en la colonia "Cerro La Campana"



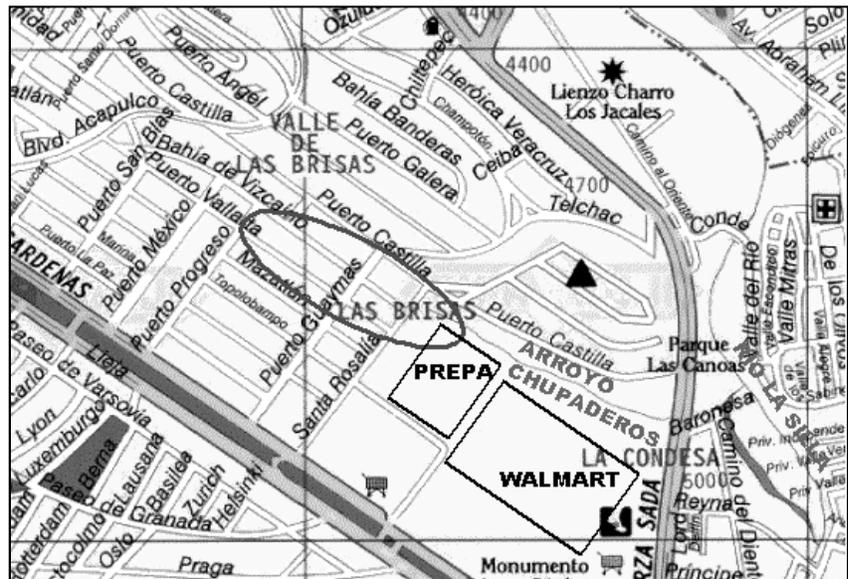
Para disminuir los efectos negativos, se propuso: 1) No conectar la descarga del afluente con la de El Seco en el sitio actual (debajo de la calle) y encauzarlo hasta la salida, después del puente, para que cada uno descargue por separado. 2) Inmediatamente aguas arriba de la confluencia, construir un espolón que desvíe un poco el escurrimiento que trae el arroyo El Seco para darle oportunidad al afluente de descargar "más libremente su caudal". La selección de una u otra, dependerá de un estudio detallado.

1.1.3.2.2 Las Brisas

Se ubica al sur del municipio de Monterrey, aguas arriba de la confluencia del arroyo "Chupaderos" y el río de "La Silla", sobre el primero (figura 1.5). En este sitio, el cambio en la infraestructura y la deficiencia en la capacidad de conducción fueron los motivos del problema.

La corriente que conduce los escurrimientos de la zona presenta una reducción en su sección transversal, de una sección rectangular (fotografías A.5 y A.6) a dos alcantarillas de sección cuadrada (fotografía A.7) cuya capacidad de conducción es de un 50 y un 75% respecto de la que tiene la canalización aguas arriba.

Figura 1.5 Área afectada por las inundaciones en la colonia "Las Brisas"



Vecinos del lugar indicaron que durante el evento del día 7 de octubre, el agua escurría sobre la calle "Vizcaíno" (debido a que las alcantarillas no tenía la capacidad suficiente) y arrastró vehículos que terminaron al final de la calle (fotografía A.8), formando un tapón que impidió un escurrimiento eficiente. Aunado a ello, algunas construcciones en la margen derecha de la corriente (Walmart y Preparatoria) elevaron el nivel de la calle, por lo que los escurrimientos que antes descargaban cruzando los terrenos de las mencionadas instalaciones, ahora son enviados (por la misma configuración urbana) sobre la calle Santa Rosalía hacia la calle Vizcaíno para incorporarse a la corriente. Esto último trajo como consecuencia un segundo tapón (esta vez de agua) que dificultaba la descarga de los volúmenes que escurrían sobre la calle Vizcaíno.

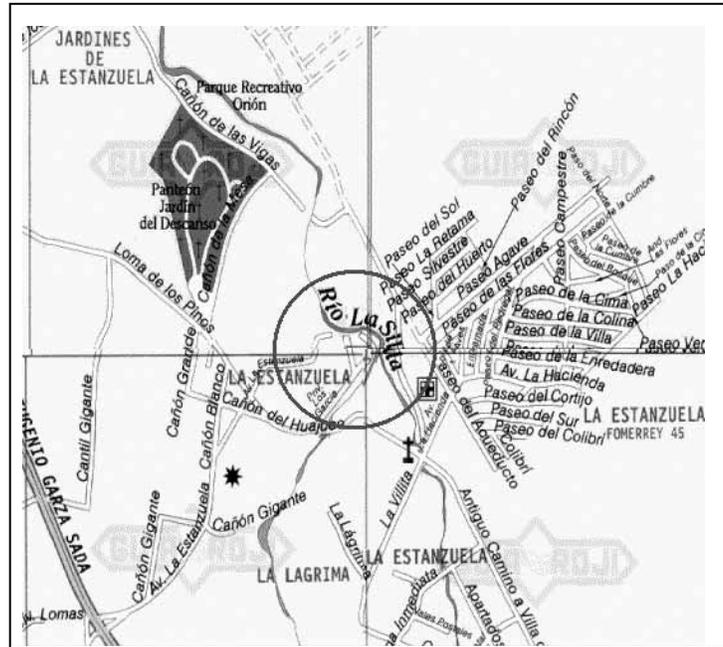
Para disminuir dichas consecuencias se propuso: 1) Limpiar la alcantarilla que corre por la calle "Vizcaíno" para aumentar su capacidad hidráulica o incluso, ampliar la sección hidráulica. 2) Construir un colector pluvial sobre la calle Topolobampo, para cruzar posteriormente por el estacionamiento del Walmart y descargar al río La Silla a la altura del parque "Las Canoas". Este colector interceptará las aguas pluviales de las colonias del lado sur de la Av. Lázaro Cárdenas (Colonias Las Torres y Lomas del Paseo), así como también los escurrimientos de las laderas que se ubican al sur de éstas.

1.1.3.2.3 La Estanzuela

Se ubica al sur del municipio de Monterrey, aguas arriba de la confluencia entre el arroyo "La Virgen" y el río "La Silla" (figura 1.6).

En este sitio se ubican alrededor de 25 viviendas en condiciones precarias, resultaron afectadas por los grandes escurrimientos en la parte alta de esta cuenca.

Figura 1.6 Ubicación del área problemática en la colonia La Estanzuela



La problemática que estas viviendas enfrentan, adicional a los materiales con los que están construidas, es que se ubican en el intradós de un pequeño meandro que desaparece cuando el nivel del agua crece.

Para disminuir los efectos negativos sobre la comunidad se sugirió: Reubicar las familias que viven en esta zona, dado que siempre que se presente una precipitación de magnitud similar, ésta sufrirá efectos semejantes a los registrados en esta ocasión.

1.1.3.2.4 Bosques de San Ángel, Valle de San Ángel y Olinalá

Se ubica al sur del municipio de San Pedro Garza García, sobre la ladera norte de la Sierra Madre Oriental (figura 1.7).

Estas colonias se ubican en terrenos con fuerte pendiente, cuyo suelo está formado por rocas de origen sedimentario (calizas) y material producto del intemperismo de éstas, además de contar con una capa vegetal escasa.

En esta exclusiva zona residencial se presentaron deslaves que dañaron los principales accesos y arrastraron piedras y lodo hacia el interior de algunas residencias. Cabe mencionar que ciertas calles de estas colonias encauzaron los escurrimientos a las entradas de las residencias, debido al trazo de éstas.

Sobre la Av. San Ángel, principal acceso de esta zona residencial, hubo un derrumbe que la dejó prácticamente incomunicada, ya que tres de sus cuatro carriles sufrieron daños. La avenida, en la zona dañada, fue diseñada y construida sobre la cañada "La Hoya", sin contemplar alcantarilla alguna. Aunado a esto, el relleno que se utilizó para su construcción se deslavó provocando dicho derrumbe (fotografías A9 y A10).

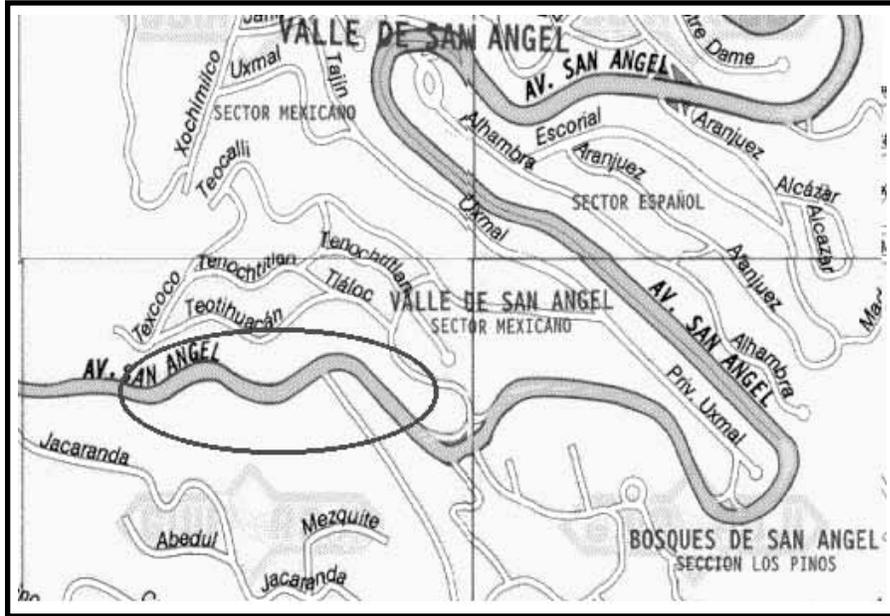


Figura 1.7 Ubicación del derrumbe que dejó semi-incomunicada la exclusiva zona residencial

Un peligro inminente es el corte vertical sobre la Av. San Ángel a la altura de "Valle de San Ángel", dado que éste presenta fracturas verticales y está en un proceso de falla por volteo (Fotografías A11 y A12), que de presentarse dañará la avenida e inmediatamente provocará grandes daños a las residencias que se encuentran cuesta abajo (Col. Valle de San Ángel).

Para mitigar los efectos negativos sobre la comunidad, se propuso:

1. Regular el crecimiento de las colonias sobre las laderas, ya que al construir nuevas residencias se tienen que hacer cortes que provocan su inestabilidad, además de cambiar el comportamiento hidrológico de los escurrimientos, lo cual se presenta también por la construcción de nuevos accesos.
2. Llevar a cabo una reforestación intensa en las laderas que no tienen construcciones.
3. Construir bocas de tormentas sobre algunas de las calles de las colonias para captar y desviar los escurrimientos, evitando la inundación de las residencias y posibles deslaves.
4. Identificar las principales cañadas y estudiar la posibilidad de construir pequeñas presas de gaviones para retener el material pétreo que arrastran las corrientes de agua.
5. Reconstruir el tramo de la avenida que se derrumbó, considerando la existencia de una alcantarilla.
6. Derribar, en forma controlada, el corte vertical en proceso de falla por volteo. Esta actividad puede ser en forma manual o recurrir a una explosión controlada, cubriendo con una malla la zona a detonar para controlar los caídos, producto de la explosión.

1.1.3.2.5 Pedregal del Valle y Villa del Pedregal

Se ubica al sur del municipio de San Pedro Garza García, sobre la ladera norte de la Sierra Madre Oriental (figura 1.8).

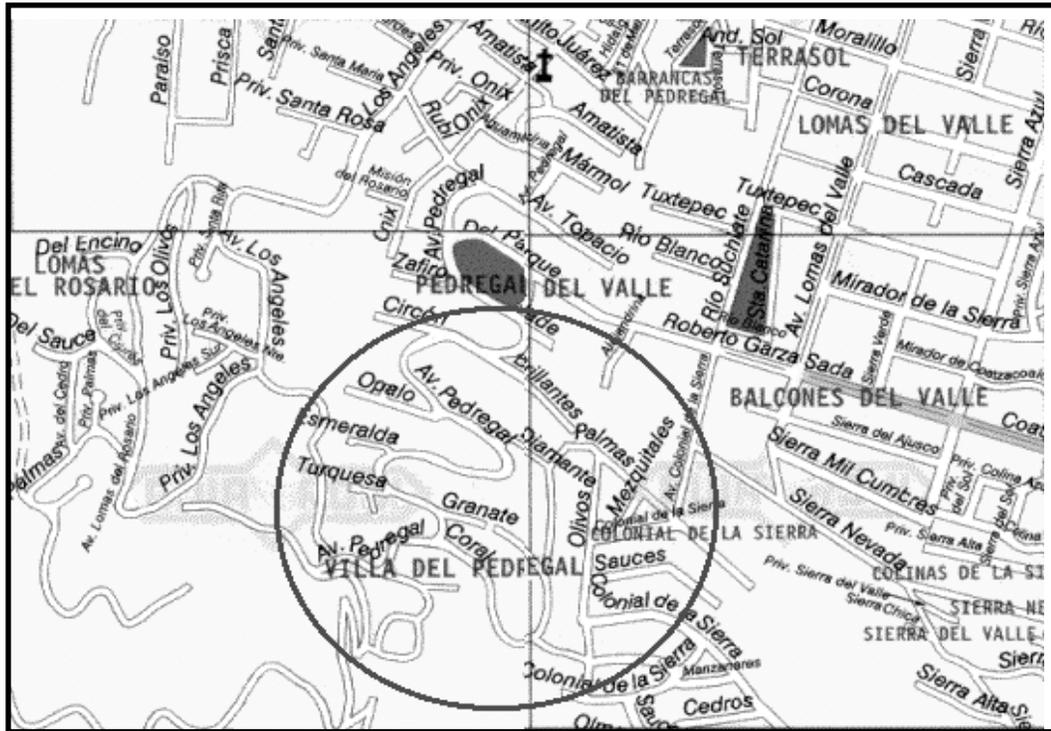


Figura 1.8 Zona afectada por los deslaves

Estas colonias, como las anteriores, se ubican en terrenos con fuerte pendiente, cuyo suelo está formado por rocas de origen sedimentario (calizas) y material producto del intemperismo de éstas, además de contar con una capa vegetal escasa y estar totalmente urbanizadas.

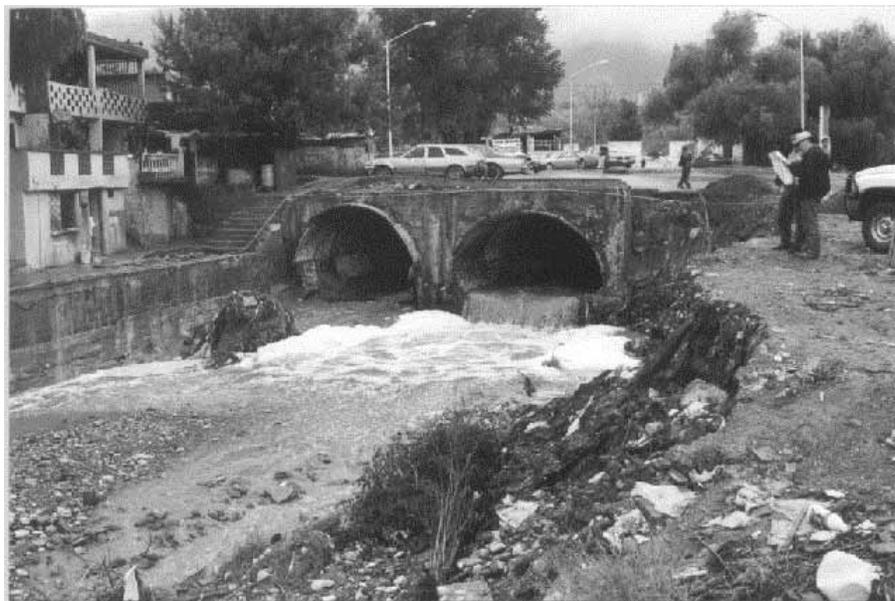
En esta zona se presentaron deslaves que afectaron a un gran número de residencias. Cabe mencionar que el material fue arrastrado de la parte alta de ladera (que no se encuentra urbanizada) donde se ubican estas colonias.

Para disminuir tales efectos se propuso llevar a cabo las siguientes acciones: 1) Regular el crecimiento de las colonias sobre las laderas, ya que al construir nuevas residencias se tienen que hacer cortes que provocan su inestabilidad, además de cambiar el comportamiento hidrológico de los escurrimientos, lo cual se presenta también por la construcción de nuevos accesos. 2) Delimitar la zona urbana con un muro de contención para evitar que lleguen los deslaves que se generan en la parte alta de la ladera. 3) Identificar las principales cañadas y estudiar la posibilidad de construir pequeñas presas de gaviones para retener el material pétreo que arrastran las corrientes de agua. 4) Llevar a cabo una reforestación intensa en la parte alta de la ladera.

Anexo I. Fotográfico



A.1 Alcantarillas a la entrada de la confluencia del arroyo El Seco, a la altura del cerro La Campana.



A.2 Alcantarillas a la salida de la confluencia del arroyo El Seco, a la altura del cerro La Campana.



A.3 Alcantarilla para el afluente del arroyo El Seco.



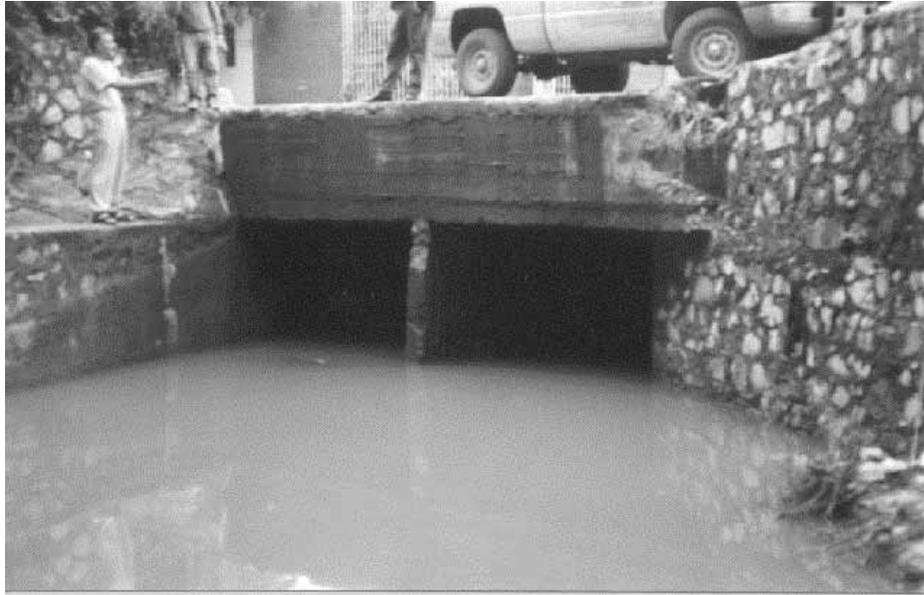
A.4 Casas con riesgo de inundación, ubicadas en la margen derecha del afluente del arroyo El Seco.



A.5 Reducción de la sección transversal de arroyo Chupaderos, aguas arriba de la zona afectada en la colonia Las Brisas.



A.6 Entrada de la alcantarilla que pasa por debajo de la calle Vizcaíno, nótese la reducción de la sección transversal.



A.7 Salida de la alcantarilla que pasa por debajo de la calle Vizcaíno.



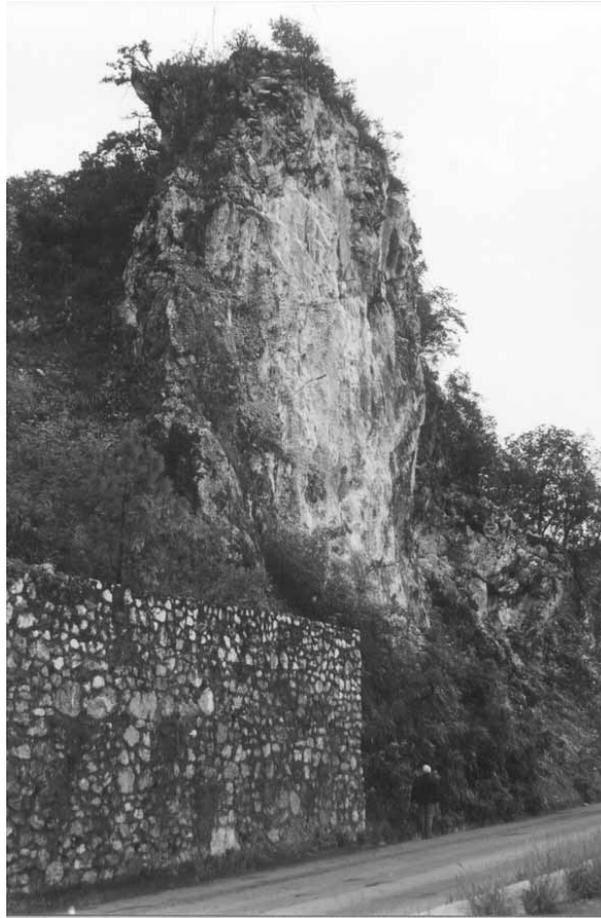
A.8 En esta imagen se observa el nivel alcanzado por el agua en la esquina de Santa Rosalía y Vizcaíno.



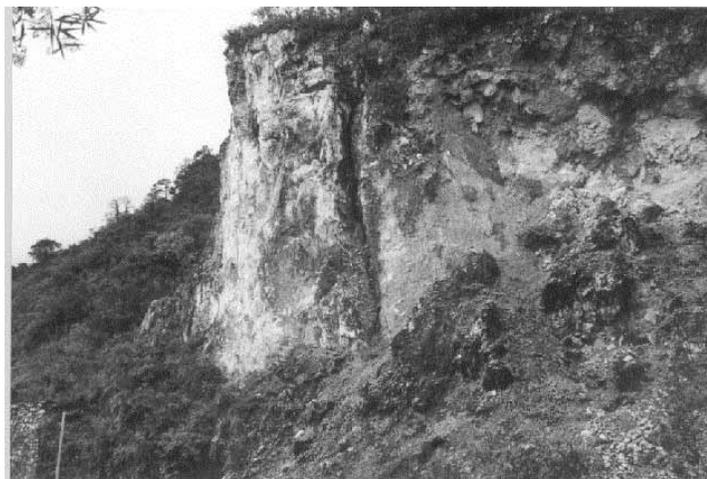
A.9 *Vista, cuesta abajo, del derrumbe de la Av. San Ángel.*



A.10 *Otra vista de la falla del talud de la Av. San Ángel.*



A.11 Macizo rocoso que amenaza con desprenderse y bloquear la entrada a la zona de San Ángel.



A.12 Corte vertical con facturas longitudinales en proceso de falla por volteo, ubicado a un costado de la Av. San Ángel.



A.13 *El macizo rocoso donde está el corte anterior, presenta desgaste debido a un proceso de intemperismo.*



A.14 *Viviendas ubicadas ladera abajo del sitio donde está la roca por desprenderse. Estas serían las casas potencialmente afectadas.*

Anexo II.

**Diagnóstico y propuesta de acciones del gobierno del Estado de Nuevo León,
para la mitigación de los daños provocados por el Huracán Keith,
los días 5, 6 y 7 de octubre de 2000**

Municipio	Localidad	Diagnóstico de daños	Restauración	Financiamiento		Total
				Federal	Estatad y/o Municipal	
Allende	Canal de Conducción el Colmillo	Destrucción de talud en 3 secciones de 35 M.L. aprox.	Reposición de Sección con block	12,600	8,400	21,000
Allende	Canal de Conducción el Colmillo	Azolve	Desazolve de 6 Kms.	43,200	28,800	72,000
Allende	Obra de Toma Presa el Colmillo	Azolve	Desazolve y limpieza	9,000	6,000	15,000
Allende	Pozo Diego López	Malla ciclónica destrida, tanque hidroneumático derrumbado, piezas de la descarga dañadas	Desmontaje y mantenimiento de equipo de bombeo	39,477	26,318	65,795
Allende	Pozo río Ramos 2	Malla ciclónica destruida	Desmontaje y mantenimiento de equipo de bombeo	39,477	26,318	65,795
Allende	Pozo Los Puentes	Pozo azolvado	Desmontaje y mantenimiento de equipo de bombeo	14,295	9,530	23,825
Allende	Pozo Los Guzmán	Malla ciclónica destruida	Retiro y reposición de malla	32,295	21,530	53,825
			TOTAL MUNICIPIO	190,344	126,896	317,240
Anáhuac	Cab. Mpal.	Motor de 40 hp. dañado	Reparación y embobinado de motor	6,300	4,200	10,500
			TOTAL MUNICIPIO	6,300	4,200	10,500
Apodaca	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de asbesto	Reposición por tubería de acero	64,800	43,200	108,000
Apodaca	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de asbesto	Reposición por tubería de acero	54,000	36,000	90,000
Apodaca	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de asbesto	Reposición por tubería de acero	108,000	72,000	180,000
Apodaca	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de asbesto	Reposición por tubería de acero	24,000	16,000	40,000
Apodaca	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de estru-pack	Reposición por tubería de acero	40,500	27,000	67,500
			TOTAL MUNICIPIO	291,300	194,200	485,500
Escobedo	Col. Loma Bonita	Rotura y azolve de tubería	Reposición de tubería de drenaje	25,200	16,800	42,000
			TOTAL MUNICIPIO	25,200	16,800	42,000
Gral. Terán	Col. Citricultores	Erosión de material y falla de carpeta	Sondeo de laterales y reposición de carpeta	90,000	60,000	150,000
			TOTAL MUNICIPIO	90,000	60,000	150,000
Guadalupe		Exposición de tubería por hundimiento	Reposición de pavimento	36,000	24,000	60,000
Guadalupe	Río la Silla	Destrucción de 12 pozos de visita	Construcción de 12 pozos de visita	36,000	24,000	60,000
			TOTAL MUNICIPIO	72,000	48,000	120,000
Linares	Calle Modesto Galván	Colector dañado	Rehabilitación de línea general	25,200	16,800	42,000
Linares	Cab. Mpal.	Erosión de terreno y exposición de tubería	Protección de tubería	39,300	26,200	65,500
			TOTAL MUNICIPIO	64,500	43,000	107,500

Continúa.....

Municipio	Localidad	Diagnóstico de daños	Restauración	Financiamiento		Total
				Federal	Estatal y/o Municipal	
Monterrey	Cab. Mpal	Afectación de tubería de asbesto.	Reposición de tubería de acero	13,500	9,000	22,500
Monterrey	Cab. Mpal	Afectación de tubería de asbesto.	Reposición de tubería de acero	18,000	12,000	30,000
Monterrey	Cab. Mpal	Afectación de tubería de asbesto.	Reposición de tubería de acero	48,600	32,400	81,000
Monterrey	Cab. Mpal	Afectación de tubería de asbesto	Reposición de tubería de acero	30,000	20,000	50,000
Monterrey	Cab. Mpal	Afectación de tubería de asbesto	Reposición de tubería de acero	108,000	72,000	180,000
Monterrey	Cab. Mpal	Afectación de tubería de asbesto	Reposición de tubería de acero	4,800,000	3,200,000	8,000,000
Monterrey	Cab. Mpal	Afectación de tubería de asbesto	Reposición de tubería de acero	18,000	12,000	30,000
Monterrey	Río La Silla y av. las Fuentes	Rotura y azolve de tubería	Reposición de tubería de drenaje	8,640	5,760	14,400
Monterrey	Arroyo Chupadero con Sta. Rosalía	Rotura y azolve de tubería	Reposición de tubería de drenaje	4,800	3,200	8,000
Monterrey	Arroyo Seco con Junco de la Vega	Rotura y azolve de tubería	Reposición de tubería de drenaje	56,700	37,800	94,500
Monterrey	Arroyo Seco con San Marcos	Rotura y azolve de tubería	Reposición de tubería de drenaje	88,200	58,800	147,000
Monterrey	Arroyo Seco con Garza Sada	Rotura y azolve de tubería	Reposición de tubería de drenaje	30,780	20,520	51,300
Monterrey	Acued. Linares de -Mty	Daños al acceso en brecha	Conformación de caminos	72,000	48,000	120,000
Monterrey	Acued. Linares de -Mty	Tramo de línea descubierto	Acostillado y relleno compactado	72,000	48,000	120,000
Monterrey	Acued. Linares de -Mty	Deslave de taludes	Conformación de taludes	78,000	52,000	130,000
Monterrey	Estación pb-2	Contaminación por humedad	Reparación de estructuras	54,000	36,000	90,000
Monterrey	Estación Elizondo	Erosión del terreno y derrumbe de malla	Conformación del terreno y reposición de malla	36,000	24,000	60,000
Monterrey	Estación de bombeo Altamira	Daños de acceso	Reparación de acceso	120,000	80,000	200,000
Monterrey	Estación de bombeo la silla y penal	Daños en interruptores	Reposición de equipo	60,000	40,000	100,000
			TOTAL MUNICIPIO	5,717,220	3,811,480	9,528,700
Sabinas Hgo.	Pozo Charco del Lobo	Destrucción de relleno	Reposición de relleno	12,900	8,600	21,500
			TOTAL MUNICIPIO	12,900	8,600	21,500
San Pedro	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de asbesto	Reposición por tubería de acero	300,000	200,000	500,000
San Pedro	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de asbesto	Reposición por tubería de acero	810,000	540,000	1,350,000
San Pedro	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de asbesto	Reposición por tubería de acero	14,400	9,600	24,000
San Pedro	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de asbesto	Reposición por tubería de acero	75,000	50,000	125,000
San Pedro	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de asbesto	Reposición por tubería de acero	48,000	32,000	80,000
San Pedro	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de asbesto	Reposición por tubería de acero	36,000	24,000	60,000
San Pedro	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de asbesto	Reposición por tubería de acero	30,000	20,000	50,000
San Pedro	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de asbesto	Reposición por tubería de acero	60,000	40,000	100,000

Continúa.....

Municipio	Localidad	Diagnóstico de daños	Restauración	Financiamiento		Total
				Federal	Estatad y/o Municipal	
San Pedro	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de asbesto	Reposición por tubería de acero	486,000	324 ,000	810,000
San Pedro	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de asbesto	Reposición por tubería de acero	30,000	20,000	50,000
San Pedro	Cab. Mpal.	Rotura y azolve de tubería	Reposición por tubería de acero	34,800	23, 200	58,000
San Pedro	Bombeo Valle 8	Acumulamiento de escombros	Retiro de escombros y reposición de malla	15,000	10,000	25,000
San Pedro	Bombeo Valle 9	Daño en camino de acceso	Conformación de camino	30,000	20,000	50,000
San Pedro	Bombeo Valle 10	Daño en camino de acceso	Conformación de camino	48,000	32,000	80,000
San Pedro	Sistema Buenos Aires	Derrumbe de talud	Reparación y conformación de talud	480,000	320,000	800,000
			TOTAL MUNICIPIO	2,497,200	1,664,800	4,162,000
Sta Catarina	Parshall huasteca	Daño en compuertas	Reparación de compuerta	24,000	16,000	40,000
Sta. Catarina	Cab. Mpal.	Afectación de tubería de asbesto	Reposición de tubería de asbesto	108,000	72,000	180,000
			TOTAL MUNICIPIO	132,000	88,000	220,000
Santiago	Pozo las cristalinas	Dstrucción de caseta	Reposición de caseta	38,295	25,530	63,825
Santiago	Pozo el huajuquito II	Malla ciclónica destruida	Reposición de malla	28,095	18,730	46,825
Santiago	Pozo el faisán	Malla ciclónica destruida	Reposición de malla	35,277	23,518	58,795
			TOTAL MUNICIPIO	101,667	67,778	169,445
			Total hidráulica (infra. estatal)	9,200,631	6,133,754	15,334,385
Escobedo	Av. las Torres y río pesquería	Daños por lluvias	Vado	60,000	90,000	150,000
Escobedo	Río pesquería col. Nuevo Escobedo	Daños por lluvias	Losa lavadero	24,000	36,000	60,000
Escobedo	Camino Real y Río pesquería	Daños por lluvias	Vado	100,000	150,000	250,000
Escobedo	Col. Colinas del topo	Daños por lluvias	Canal pluvial	180,000	270,000	450,000
Escobedo	Varias	Azolve de canales	Desazolve de canales	400,000	600,000	1,000,000
			TOTAL MUNICIPIO	764,000	1,146,000	1,910,000
Monterrey	Varias	Azolves	Restitución de canales y desazolves	2,718,953	4,078,429	6,797,382
			TOTAL MUNICIPIO	2,718,953	4,078,429	6,797,382
Sta. Catarina	Cab. Mpal.	Azolve de alcantarillas	Limpieza de alcantarillas	19,200	28,800	48,000
Sta. Catarina	Arroyo el Obispo	Azolve	Limpieza del arroyo	2,000,000	3,000,000	5,000,000
			TOTAL MUNICIPIO	2,019,200	3,028,800	5,048,000

Continúa.....

Municipio	Localidad	Diagnóstico de daños	Restauración	Financiamiento		Total
				Federal	Estatad y/o Municipal	
			TOTAL (Infraestructura hidráulica municipal)	5,502,153	8,253,229	13,755,382
			(Infraestructura hidráulica estatal + municipal)			
			TOTAL (Infraestructura hidráulica estatal)	9,200,631	6,133,754	15,334,385
			TOTAL (Infraestructura hidráulica municipal)	5,502,153	8,253,229	13,755,382
			TOTAL	14,702,784	14,386,983	29,089,767

CARACTERÍSTICAS Y EFECTOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES OCURRIDAS EN EL ESTADO DE SONORA ENTRE LOS DÍAS 22 Y 26 DE OCTUBRE DE 2000*

1.2 Presentación

Para apreciar las características e impacto económico de este desastre investigadores del CENAPRED realizaron dos viajes de reconocimiento al Estado. En el primero participaron el Ing. Martín Jiménez y el Ing. Marco Antonio Salas, quienes sobrevolaron el área afectada conjuntamente con autoridades de Protección Civil del Estado y funcionarios de la Comisión Nacional del Agua. En esa ocasión se recabaron informaciones sobre las características y magnitud del fenómeno

En el segundo, realizado los días 27 y 28 de noviembre, por Daniel Bitrán y el Ing. M. Antonio Salas, se obtuvieron datos y apreciaciones sobre el impacto del fenómeno en la población, la economía y la infraestructura física de la región afectada. Para ello se entrevistó a funcionarios de la SEDESOL, SEMARNAT, Secretaría Estatal de Fomento Agropecuario, Delegación estatal de la SAGAR y de la SCT y con el presidente de la Cámara de la Construcción.

Los investigadores del CENAPRED desean dejar constancia del apoyo recibido para la realización de su trabajo de parte de la Unidad Estatal de Protección Civil del estado de Sonora.

1.2.1 Evaluación del impacto económico del desastre

1.2.1.1 Introducción y síntesis

Durante los días 21 y 22 de octubre el Frente Frío No. 6 causó lluvias en promedio de 20 a 40 milímetros, con puntuales de hasta 124 mm. En consecuencia, se generaron avenidas extraordinarias e inundaciones en el río Sonora y en sus afluentes San Miguel y Zanjón. De acuerdo con las Reglas de Operación del FONDEN, a petición del Gobernador del estado de Sonora, la Secretaría de Gobernación emitió el 15 de noviembre la Declaratoria de Desastre “provocada por las lluvias atípicas e impredecibles, así como por inundaciones los días 21 y 22 de octubre de 2000 en diversos municipios del estado de Sonora”. Dicha Declaratoria apareció publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de noviembre.

Con base a las notificaciones técnicas del CENAPRED, la SEGOB autorizó el desembolso de 500 mil pesos con cargo al Fondo Revolvente para la atención de la emergencia.

Las lluvias torrenciales que ocurrieron durante el lapso indicado, en algunos municipios como, Baviácora, Aconchi, San Miguel de H, Ures; y Rayón, que superaron ampliamente los parámetros históricos. Se estima que el fenómeno afectó aproximadamente una quinta parte del territorio del Estado y al 10 por ciento de la población. Afortunadamente, no hubo pérdidas humanas y prácticamente no hubo personas que debieran refugiarse en albergues.

El fenómeno ocurrió después que el Estado había experimentado alrededor de 6 años de intensa sequía, por lo que se estima que en alguna medida, la humedad del suelo, la recarga de acuíferos y el nivel de agua alcanzado por las presas que sirven al Estado, traerá repercusiones favorables en las próximas cosechas. Por otro lado, se estima también que constituye un factor positivo en el abastecimiento de agua potable en la ciudad capital.

* Daniel Bitrán, Área de Estudios Económicos y Sociales. Martín Jiménez y Marco Antonio Salas, Área de Riesgos Hidrometeorológicos

Tabla 1.11 Relación de municipios afectados por las lluvias extraordinarias y tipo de daños

Concepto	Sector
Alconchi	Agropecuario, caminos, viviendas
Alamos	Viviendas, caminos
Altar	Carretera, caminos
Arizpe	Agropecuario, carreteras
Atil	Agropecuario, caminos
Bacoachi	Agropecuario, viviendas
Banamichi	Agropecuario
Baviacora	Agropecuario, caminos, viviendas
Benjamin Hill	Viviendas
Caborca	Viviendas, carreteras
Carbo	Agropecuario, caminos, viviendas
Cucurpe	Agropecuario, caminos
Guaymas	Viviendas
Hermosillo	Agropecuario, caminos
Huepac	Agropecuario, viviendas
Hutabampo	Viviendas
Magdalena	Viviendas, carreteras
Nogales	Vivienda, agua potable
Apodepe	Agropecuario, caminos, viviendas
Pitiquito	Carreteras, viviendas
Rayon	Agropecuario, caminos, viviendas
San Felipe De Jesus	Agropecuario
San Miguel De Horcasitas	Agropecuario, caminos
Santa Ana	Viviendas
Santa Cruz	Agropecuario, caminos
Trincheras	Agropecuario, carretera, viviendas
Tubutama	Viviendas
Ures	Agropecuario, caminos

Fuente: SAGAR, Fomento Agrícola, Fomento Ganadero, CNA, SCT, Junta Local de Caminos, presidentes municipales.

Las lluvias e inundaciones registradas en 1994, superaron en gravedad a las referidas en la presente sección, ya que causaron daños de consideración en la agricultura, en los distritos de riego, caminos de salida, cercos, etc., en viviendas y en algunas carreteras y puentes. Asimismo se inundaron algunos pozos por lo que a un mes de ocurrido el desastre en algunos municipios la población era abastecida mediante pipas.

En total los daños cuantificados ascendieron a casi 64 millones de pesos, de los cuales en la agricultura representaron el 47.5 por ciento, en el sector hidráulico absorbieron un 29.2 por ciento del total, seguidos por los que experimentó el sector transporte y comunicaciones (15.2%). Los daños en la vivienda fueron de menor importancia relativa, ya que sólo representaron el 7.4% del total de efectos causados por el fenómeno.

**Tabla 1.12 Resumen de daños totales
(miles de pesos)**

Sector/Concepto:	Total daños directos e indirectos	Porcentaje del total
SECTORES SOCIALES		
Vivienda	4,711	7
Infraestructura urbana	-	
Educación	-	
Salud	-	
INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS		
Agua y saneamiento	18,654	29
Energía	-	
Transporte y comunicaciones	9,696	15
SECTORES PRODUCTIVOS		
Agropecuario, pesca y forestal	30 375	48
<i>Agricultura</i>		
<i>Ganadería</i>		
<i>Forestal</i>		
<i>Pesca</i>		
Industria, comercio y turismo	-	
<i>Industria</i>		
<i>Comercio</i>		
<i>Turismo</i>		
ATENCIÓN A LA EMERGENCIA	500	0.7
TOTAL DE EFECTOS	63,936	100.0

Nota: Las cifras contenidas en esta tabla derivan tanto de las proporcionadas por las delegaciones estatales de los entes federales como de estimaciones realizadas por los autores con base en información recogida en la visita al estado.

1.2.1.2 Recursos solicitados al FONDEN

El Gobierno del Estado formuló la solicitud de apoyo al FONDEN el 30 de octubre y la Declaratoria de Desastre por la Secretaría de Gobernación tuvo lugar el 29 de noviembre. La Declaratoria fue sujeta a la autorización de la Comisión Intersecretarial de Gasto y Financiamiento según los montos y desglose que aparece en la tabla 1.13.

**Tabla 1.13 Recursos con cargo al FONDEN año 2000
(miles de pesos)**

Dependencia	Recursos federales			Recursos estatales	Total recursos
	FONDEN	PET	Suma		
SEDESOL	2,492	335	2,827	1,884	4,711
SAGAR	3,807		3,807	1,632	5,438
SCT	7,795		7,795	1,901	9,696
CNA	11,125		7,795	7,529	18,654
Total	25,218	335	25,553	12,946	38,499

1.2.1.3 Pérdidas en la agricultura

Según datos proporcionados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Delegación Estatal en Sonora, las avalanchas y el desbordamiento de los ríos Sonora y San Miguel provocadas por las lluvias torrenciales invadieron tierras, tiraron cercos, y afectaron la infraestructura de pozos y canales de tierra y de concreto, así como caminos de acceso.

Se calcula que 1,250 hectáreas resultaron afectadas total o parcialmente. Del número total de hectáreas afectadas, las dos terceras partes están localizadas en el Distrito de Desarrollo Rural de Ures. Los principales cultivos dañados o totalmente destruidos en esta zona fueron de hortalizas, maíz, caña de azúcar, cacahuete y forrajes.

**Tabla 1.14 Resumen de daños a cultivos e infraestructura
(miles de pesos)**

Distritos de Desarrollo Rural	Tipo de daños y monto			
	Hectáreas	A cultivos	A infraestructura	Total
Hermosillo	435	7,129.0	11,111.5	18,240.5
Ures	815	4,453.5	7,188.8	11,642.3
Magdalena			492.5	492.5
Total	1,250	11,582.5	18,792.8	30,375.3

Incluye la suma de 322.5 mil pesos por concepto de rehabilitación de 430 kms. de caminos de acceso a pequeñas fincas rurales.

Los municipios que más daños sufrieron en agricultura fueron los de Baviácora, Aconchi, San Miguel de H. y Ures. Según tipo de daño, los mayores ocurrieron en los canales de tierra y también en los revestidos, seguidos por los que tuvieron lugar en los bordos y pozos.

Por tipo de cultivo, las pérdidas más importantes fueron resentidas por productos como el cacahuete, chile, caña y maíz. En todos estos casos las cosechas estaban a punto de ser levantadas cuando ocurrió el siniestro.

**Tabla 1.15 Daños en infraestructura en los márgenes de los ríos “Sonora” y “San Miguel”
(miles de pesos)**

Municipio	Infraestructura hidroagrícola	Protección áreas productivas	Importe
Arizpe	597.0		597.00
Huepac	53.5	21.00	74.50
San Felipe De Jesús	12.0		12.00
Aconchi	1,457.0	13.50	1,470.50
Baviacora	2,591.5		2,591.50
Ures	939.0	217.00	1,156.00
Cucurpe		90.00	90.00
Opodepe	155.20		155.20
Rayón	931.14	12.00	943.14
Carbo		100.00	100.00
San Miguel de H.	885.20	805.00	1,690.20
Hermosillo	171.00	159.50	330.50
Total	7,792.54	1,418.00	9,210.54

Tabla 1.16 Daños de infraestructura hidroagrícola en los márgenes de los ríos “Sonora” y “San Miguel” por municipio (miles de pesos)

Municipio	Pozo	Toma Rústica	Canales tierra	Canales revestidos	Bordos	Estructuras	Sistemas Riego	Total
Baviacora	0.00	93.50	1,848.00	625.00	0.00	25.00	0.00	2 591.50
Aconchi	5.00	44.00	1,308.00	25.00	13.50	75.00	0.00	1,470.50
Ures	0.00	52.00	650.00	107.00	217.00	130.00	0.00	1,156.00
Huepac	0.00	5.50	48.00	0.00	21.00	0.00	0.00	74.50
San Felipe De Jesus	0.00	0.00	0.00	12.00	0.00	0.00		12.00
Rayon	50.00	38.50	666.64	96.00	12.00	0.00	80.00	943.14
Opodepe	25.00	66.00	52.20	12.00	0.00	0.00	0.00	155.20
Arizpe	0.00	132.00	465.00	0.000	0.00	0.00	0.00	597.00
Carbo	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00
San Miguel De H.	158.00	80.00	525.00	122.20	805.00	0.00	0.00	1,690.20
Hermosillo	146.00	0.00	25.00	0.00	159.50	0.00	0.00	330.50
Cucurpe	0.00	0.00	0.00	0.00	90.00	0.00	0.00	90.00
Total	384.00	511.50	5,587.84	999.20	1,418.00	230.00	80.00	9,210.54

Tabla 1.17 Evaluación de los municipios afectados por tipo de producto (miles de pesos)

Municipio	Ures		Rayon		Opodepe		Baviacora	
	daños parciales Has.	Monto total	daños parciales Has.	Monto total	daños parciales Has.	Monto total	daños parciales Has.	Monto total
Caña	15.00	590.00						
Cacahuate	47.00	190.00	20.00	69.00			53.50	237.50
Maiz	26.00	64.80	30.00	140.00	1.50	4.50	32.00	60.00
Ajo	15.00	63.00					4.00	26.50
Alfalfa	25.50	52.80	10.00	35.00			16.50	26.00
Cebada			3.50	10.50			1.50	1.80
Sorgo	2.00	4.00			11.00	26.50		
Sandía			14.00	200.00				
Pepino					2.00	30.00	1.00	9.00
Calabaza					1.00	15.00	4.40	40.00
Chile							51.00	633.00
Frijol							5.50	12.20
Papa							0.50	7.00
Cebolla							4.0	45.00
Total	130.50	964.60	77.50	454.50	15.50	76.00	175.90	1,099.00

Tabla 1.17- (continuación) - Evaluación de los municipios afectados por tipo de producto (miles de pesos)

Municipio	Aconchi		San Felipe		Huepac		Banamichi		Arizpe	
	daños parciales Has.	Monto total								
Cacahuate	102.00	458.00	3.00	42.00	10.00	50.00				
Maiz	46.00	104.00			18.05	53.00				
Ajo			1.00	9.00					30.00	210.00
Alfalfa	3.00	5.50	5.50	33.00	26.05	38.00	2.00	4.00	10.00	18.00
Cebada			.50	1.00	15.50	17.60				
Sorgo					31.50	52.00				
Pepino					1.00	9.00				
Calabaza					6.00	60.00				
Chile	8.50	46.50	1.00	18.00	7.00	97.00			10.00	115.00
Frijol					3.00	12.00	0.50	2.00	20.00	80.00
Papa									20.00	250.00
Cebolla					1.00	13.00				
Avena			2.50	4.50						
Rye			3.50	6.30	18.05	53.00				
Grasse										
Cilantro					5.00	6.00				
Total	162.50	614.00	17.00	113.80	143.50	452.60	2.50	6.00	90.00	673.00
destrucción de cercos (Km)	33.00	51.00	39.00	60.80	32.00	50.00	13.00	20.00	15.00	25.00

1.2.1.4 Daños en el sector hidráulico

Los principales daños se concentran en cauces concesionados a productores. También se inundaron algunos pozos para agua potable por lo que hubo de abastecer a una parte de la población con pipas. Esta situación fue remediada en un lapso de una semana.

Las lluvias torrenciales elevaron el nivel de la presa El Molinito, con lo que se acumuló agua para el verano y no tendrá que recurrirse a los pozos para el suministro de agua a Hermosillo.

En la presa de riego Cuauhtémoc hubo daños por azolves. La Comisión Nacional del Agua canalizó un monto de 18,654,000 pesos (monto compuesto por recursos federales y estatales) para la mitigación de los daños.

1.2.1.5 Sector transporte y comunicaciones

Las lluvias torrenciales y deslizamientos causaron daños en la infraestructura carretera. Descontando los daños en los caminos de acceso y saca a las pequeñas fincas (contemplados en la sección 1.2.1.3); la Secretaría de Comunicaciones y Transporte en conjunto con la Junta de Caminos del Estado de Sonora calculó en 4.8 millones de pesos las reparaciones en la red carretera estatal. A ello habría que agregar obras de bacheo, desazolve, reparación de vados, entre otras por un monto de 2 millones de pesos. En conjunto los desembolsos correspondientes a la reparación de los daños causados por el fenómeno meteorológico ascendieron a 6.8 millones de pesos, según se detalla en la tabla 1.18.

Tabla 1.18 Relación de trabajos efectuados por daños de las lluvias en el estado de Sonora (miles de pesos)

Camino	Acciones generales		Federal	Estatad	Total
		Trabajo realizado			
Red carretera Valle del mayo		Bacheo de caja asfáltica	112	75	187
Red carretera Costa de hilo		Bacheo de caja asfáltica	138	92	230
Carretera Magdalena Cucurpe		Bacheo asfáltico y retiro de derrumbes	117	78	196
Carretera Magdalena Tubutama		Retiro de derrumbes	13	9	22
Carretera Arizpe Cananea		Desazolve de 4 vados	5	3	8
Carretera Mazocahui Arizpe		Desazolve de un vado	2	1	3
Carretera Caborca-El desemboque		Reparación de un vado y bacheo de caja asfáltica	136	90	226
E.C. Santana-Caborca-Trincheras		Reparación de obra de drenaje y terracerías	302	201	503
Pesqueira-E. C. Fed. N. 15		Reconstrucción de vado y 750 m de carretera	2,056	1,371	3,426
Otros		Revestimiento y rastreo		398	398
		Retiro de derrumbes desazolve de vados		108	108
		Bacheo de caja asfáltica		1,452	1,452
		Reparación de vado		10	10
		Desazolve de obra de drenaje		10	10
Total			2,881	3,899	6,780

El total de recursos asignados por el FONDEN ascendió a 9,696,000 pesos, de los cuales 1,901,000 fueron recursos estatales. Los daños de mayor magnitud fueron los que ocurrieron en la carretera Federal No.15, cercanos a la localidad de Pesqueira. La reparación de un vado y de 750 metros de carretera ascendió a 3.4 millones de pesos.

1.2.1.6 Daños en las viviendas

Por las características de las regiones afectadas y el tipo de vivienda que predomina en ellas, los daños fueron relativamente reducidos. De acuerdo con información proporcionada por la Delegación en el estado de Sonora de la SEDESOL, un total de 464 viviendas resultaron afectadas por las inundaciones, de las cuales 57 fueron totalmente destruidas y 71 resultaron con daños mayores. Los municipios más afectados fueron los de Arizpe, Odepepe y Hermosillo. Los daños totales en vivienda ascendieron a 2.7 millones de pesos.

Todas las solicitudes formuladas a este respecto fueron atendidas por la Unidad Estatal de Protección Civil, en estrecha coordinación con las Unidades Municipales. La SEDESOL efectuó desembolsos con cargo al FONDEN por 4,711 millones de pesos, en los que se incluyen 335 mil pesos del PET (Programa de Empleo Temporal).

Cabe agregar que el Programa de Construcción de Viviendas de la SEDESOL contempló la edificación de 2,350 viviendas en el estado para el año 2000.

**Tabla 1.19 Viviendas afectadas por las lluvias extraordinarias del 21 y 22 de octubre de 2000
(miles de pesos)**

Municipio	Nivel de daños (unidades)			Total	Nivel de daños			Total
	Daño total	Daño mayor	Daño leve		Daño total	Daño mayor	Daño leve	
Acochi		48		48		384		480
Atil			5	5			10	20
Arizpe	50			50	600			700
Baviacora			40	40			80	160
Benjamin Hill			40	40				80
Carbo			30	30			60	120
Guaymas (Ejido Lázaro Cardenas)			35	35				70
Hermosillo			76	76			152	304
Imuris		21		21		168		210
Opodepe			110	110			220	440
Rayon								
Santa Ana	7			7	84			98
Trincheras		2		2		16		20
Total	57	71	336	464	684	568	522	2702

valores en pesos por cada vivienda, según nivel de daños: daño total: \$12,000; daño mayor: \$ 8,000; daño leve: \$ 2,000

1.2.1.7 Efectos sobre la ecología

En algunas regiones las avalanchas hicieron que desapareciera, al menos por un tiempo, la capa vegetal. Sin embargo, hubo efectos positivos derivados del aumento en la humedad de los suelos, que favoreció a la actividad ganadera. Las lluvias afectaron a 3 presas en las que había producción pesquera que será necesario repoblar

1.2.2 Características hidrometeorológicas

1.2.2.1 Introducción

Como consecuencia de las precipitaciones originadas por el Frente Frío No. 6 (figuras 1.9 y 1.10) que se registraron durante los últimos días del mes de octubre, principalmente sobre la sierra del Estado, se presentaron escurrimientos de consideración en la cuenca del río Sonora y en menor escala, en la del río Altar, generando problemas por inundaciones en las planicies de inundación de la corriente principal (río Sonora), así como en las secundarias (río San Miguel y arroyo El Zanjón).

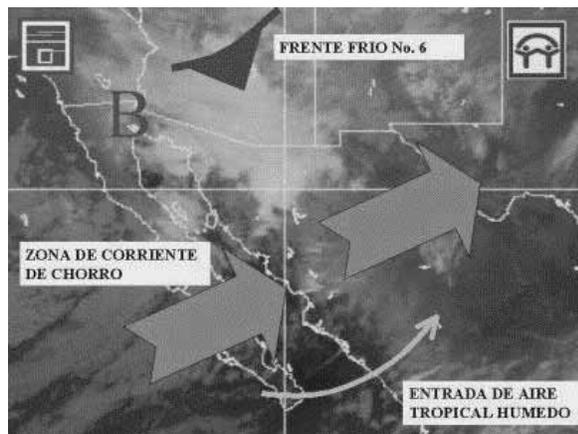


Figura 1.9 Imagen de satélite del Frente Frío No. 6.

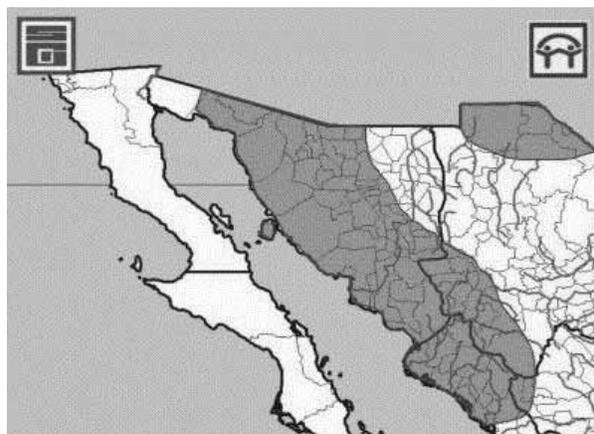
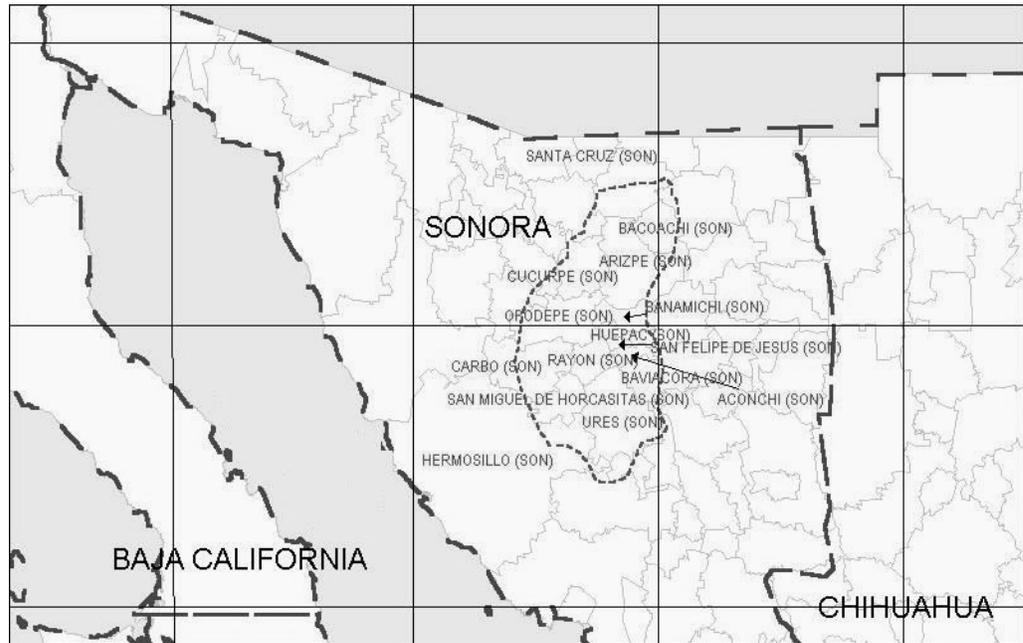


Figura 1.10 Municipios con mayor precipitación debida al Frente Frío No. 6.

Figura 1.11
Localización
de la cuenca
del río Sonora.



1.2.2.2 Descripción de las lluvias

La ciudad de Hermosillo se encuentra ubicada a la salida de la cuenca del río Sonora, el cual tiene un área de 28,885 km², con una precipitación anual promedio de 337.4 mm y una pendiente general que va desde la sierra, en el extremo norte, hasta una zona muy plana en el suroeste de la subregión (CNA, 1998).

En la región del Río Sonora, la temperatura media anual muestra marcadas variaciones ya que mientras en la parte alta se tienen temperaturas de 17° C, en la porción costera el valor medio es de 21.8° C. La evaporación media anual es de 2,283 mm, con máximos de 2,878 mm a la altura de Hermosillo y mínimos de 2,101 mm en las partes altas.

De acuerdo con los registros de precipitación máxima en 24 h, proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.), el día domingo 22 se registraron 83.9 mm en la estación El Cajón, 51.8 mm cerca de la presa Abelardo L. Rodríguez y 45.3 mm en el observatorio de Hermosillo. Para el día 23 la estación Rayón registró 124 mm, cerca de la presa Abelardo L. Rodríguez 84.5 mm y las estaciones Bacanuchi y El Cajón con 71.3 y 71 mm, respectivamente.

1.2.2.3 Análisis de los escurrimientos

Los escurrimientos reportados por la estación El Orégano para el Río Sonora, en el periodo 1941-1993, muestran un promedio anual de 112.4 millones de m³. Las fluctuaciones van desde 16.5 hasta 270.6 millones de m³ al año. En general, los escurrimientos del río son muy variables y dispersos, ya que se presentan años secos muy severos y años húmedos bastante abundantes.

Con la información anterior, se infiere que el día que se precipitó la mayor cantidad de agua sobre la cuenca en cuestión fue el día lunes 23 de octubre, mientras que la estación El Orégano registró el máximo

de la crecida el día 24 a las 14:30 h (alrededor de 36 h después, similar al tiempo de concentración de la cuenca del río Sonora).

1.2.2.4. Daños ocurridos por las lluvias del 21 al 24 de octubre

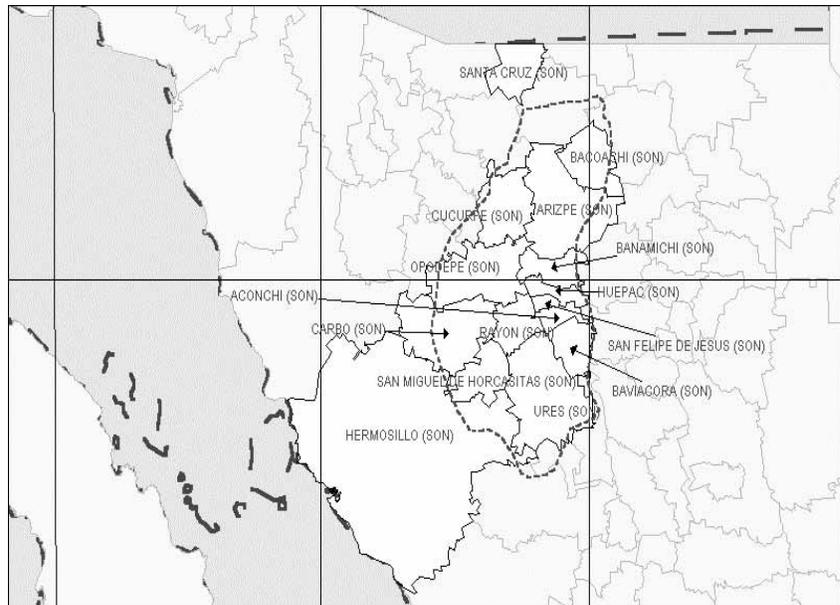
Los daños ocurridos afectaron principalmente las zonas de cultivo y a viviendas asentadas en las márgenes de los cauces.

De acuerdo con las autoridades de Protección Civil, debido a las lluvias intensas que se estaban presentando en la parte alta de la cuenca del río Sonora, se alertó a la población de la ocurrencia de una creciente y que ésta tardaría entre 35 ó 40 h en llegar hasta la parte baja de la cuenca.

La Dirección Estatal de Protección Civil (DEPC) informó que los municipios más dañados en la pasada contingencia fueron:

- Aconchi
- Arizpe
- Bacoachi
- Banámichi
- Baviácora
- Cucurpe
- Carbó
- Hermosillo
- Huépac
- Opodepe
- Querobabi
- Rayón
- San Felipe de Jesús
- San Miguel de Horcasitas
- Santa Cruz
- Ures

Figura 1.12
Superposición de la
cuenca hidrológica y los
municipios afectados
por las intensas lluvias
registradas los días 22 y
23 de octubre de 2000.



Como puede verse resultaron afectados los municipios dentro de la cuenca hidrológica del río Sonora. Sólo aquellos de la parte alta (Cananea, Imuris y Frontera) no sufrieron daños debido a que los efectos del escurrimiento fueron mínimos en esa zona. A lo largo del recorrido por las corrientes principales se observó que hubo desbordamiento por la escasa capacidad de conducción de las corrientes.

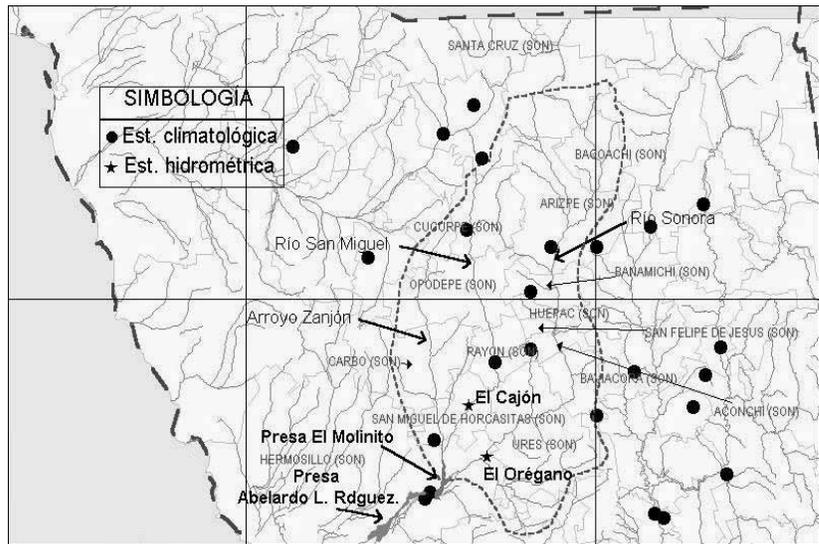
1.2.2.5 Interpretación del fenómeno

En la cuenca se cuenta con dos estaciones hidrométricas: El Orégano, en el río Sonora y El Cajón, sobre el San Miguel. De acuerdo con los registros de ambas, se observa que la crecida llegó antes (durante el transcurso del día 22) a la estación El Cajón, por lo que se deduce que la respuesta de la cuenca sobre este afluente es más rápida que en el Sonora, donde el caudal comenzó a incrementarse hasta el día 24.

1.2.2.5.1 Seguimiento del fenómeno

Con la información proporcionada por la Comisión Nacional del Agua, se realizó un análisis de las precipitaciones registradas entre los días 21 y 24. Las estaciones usadas en el estudio se muestran en la figura 1.13. A partir de ellas se obtienen las figuras 1.14, 1.15, 1.16 y 1.17, que presentan la evolución del patrón de lluvias dentro de la misma zona.

Figura 1.13 Cuenca del río Sonora y estaciones de medición de lluvia y caudal



De acuerdo con datos proporcionados por la Gerencia Estatal de la CNA en Sonora, la evolución de la tormenta puede resumirse con la secuencia que se muestra a continuación.

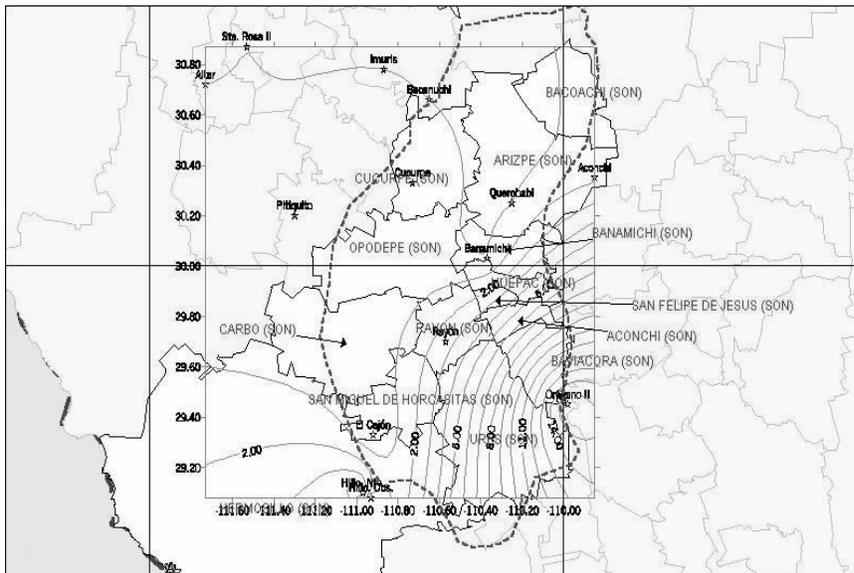


Figura 1.14 Isoyetas del día 21, de acuerdo con datos proporcionados por C.N.A.

La figura 1.14 muestra las isoyetas correspondientes al día 21 de octubre, en ella los datos pluviométricos muestran una pequeña lluvia en la parte alta de la cuenca, localizada hacia el oeste, en la cuenca de la presa El Molinito (figura 1.13).

El día 22 la precipitación se generalizó en toda la cuenca, presentando dos núcleos convectivos (figura 1.15). El primero sobre el municipio de *Arizpe*, en el que la estación Querobabi registró 65 mm. El segundo núcleo se ubicó entre la frontera de Hermosillo y Carbó, donde la estación El Cajón registró 83.9 mm.

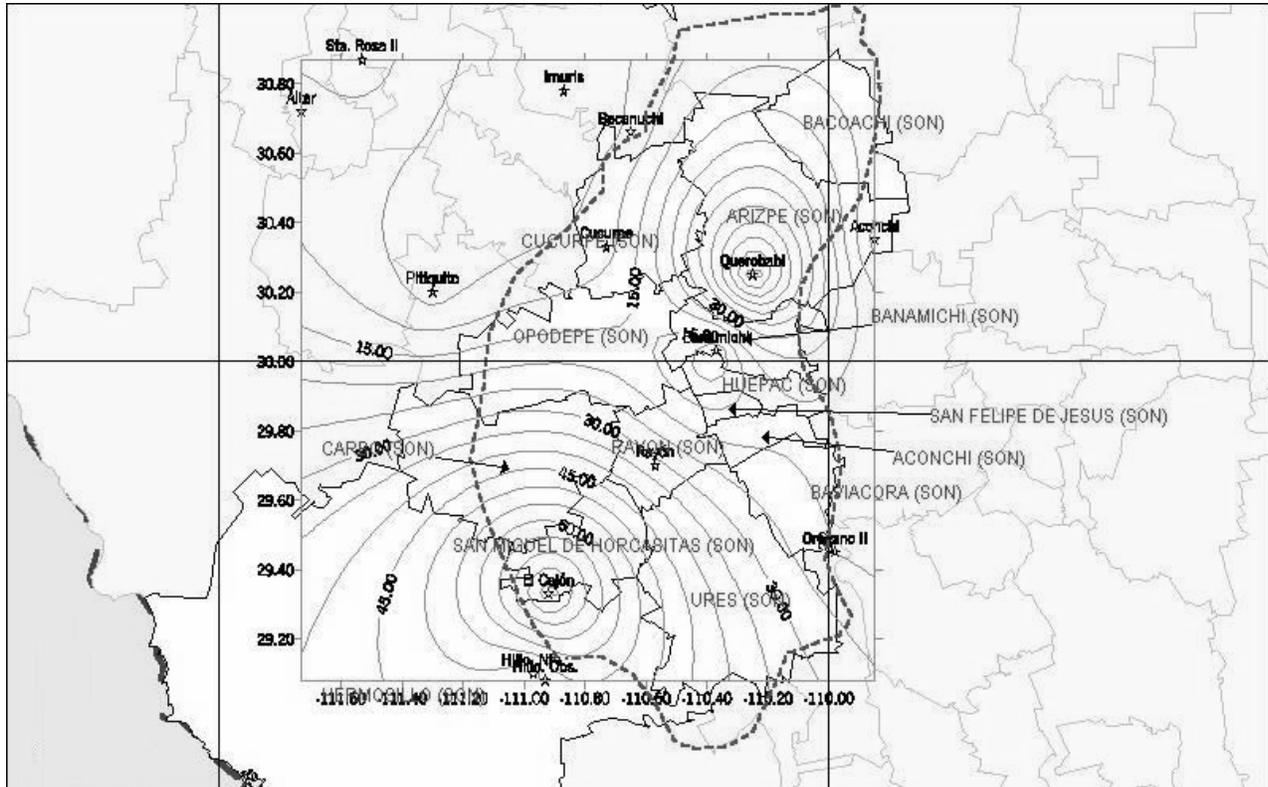


Figura 1.15 Isoyetas del día 22, de acuerdo con datos proporcionados por C.N.A.

De acuerdo con la configuración anterior, es claro que mientras en la parte baja de la cuenca el río *San Miguel* desalojaba la mayor parte de los escurrimientos, el río Sonora comenzaba a captar los escurrimientos de la parte alta. Lo anterior justifica que aunque para el día 24 los caudales del río Sonora eran bajos, sobre el San Miguel ya se habían registrado un par de picos e incluso el gasto que escurría por el río era alrededor de los 150 m³/s.

Para el día 23 la tormenta se intensificó, presentándose los registros de precipitación máxima y aunque durante su evolución la tormenta se movió hacia el norte, mantenía una configuración similar a la del día anterior, esto es, había dos núcleos de tormenta. En esta ocasión el primero se ubicó sobre Imuris (figura 1.16), donde la estación Bacanuchi registró 71.30 mm, aunque dicha estación pertenece a la cuenca vecina, el campo de lluvia sobre la cuenca del Sonora alcanzó los 60 mm. El segundo núcleo se localizó sobre el Municipio Rayón, donde la estación del mismo nombre registró 124.0 mm.

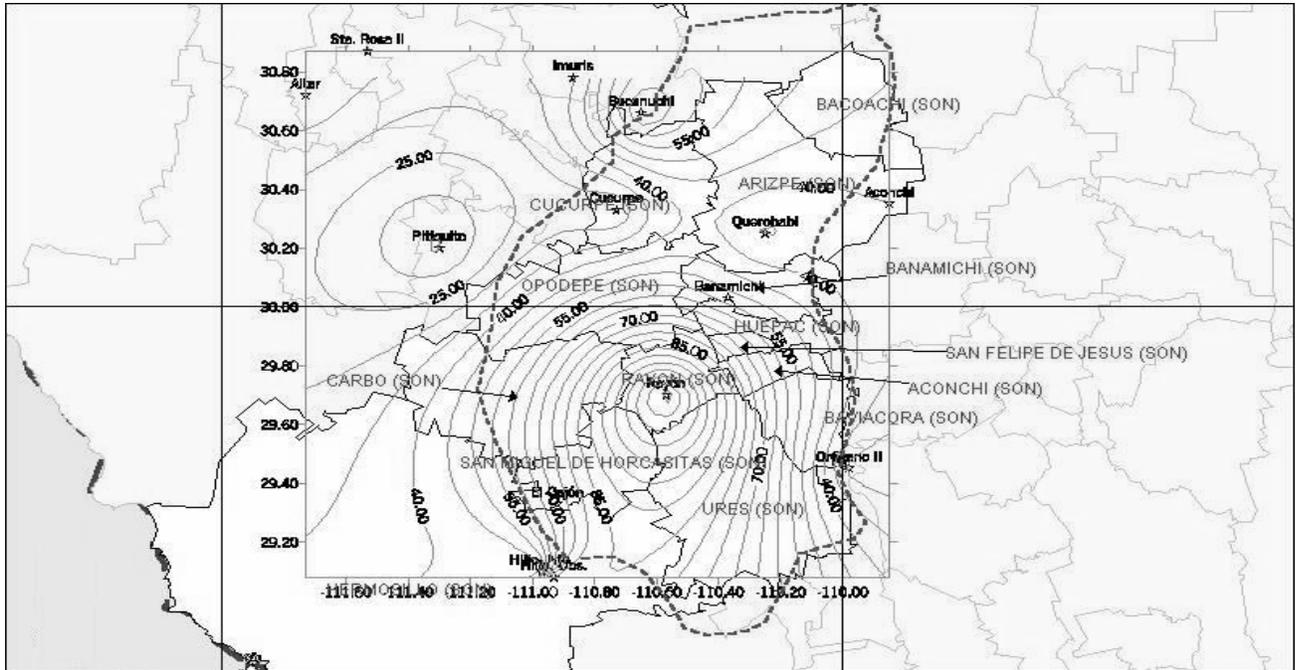


Figura 1.16 Isoyetas del día 23, de acuerdo con datos proporcionados por C.N.A.

Finalmente, para el día 24 la tormenta se había desintegrado y sólo quedaban algunos pequeños remanentes de la misma que originaron registros mínimos de precipitación, sobre todo en la parte oeste de la cuenca.

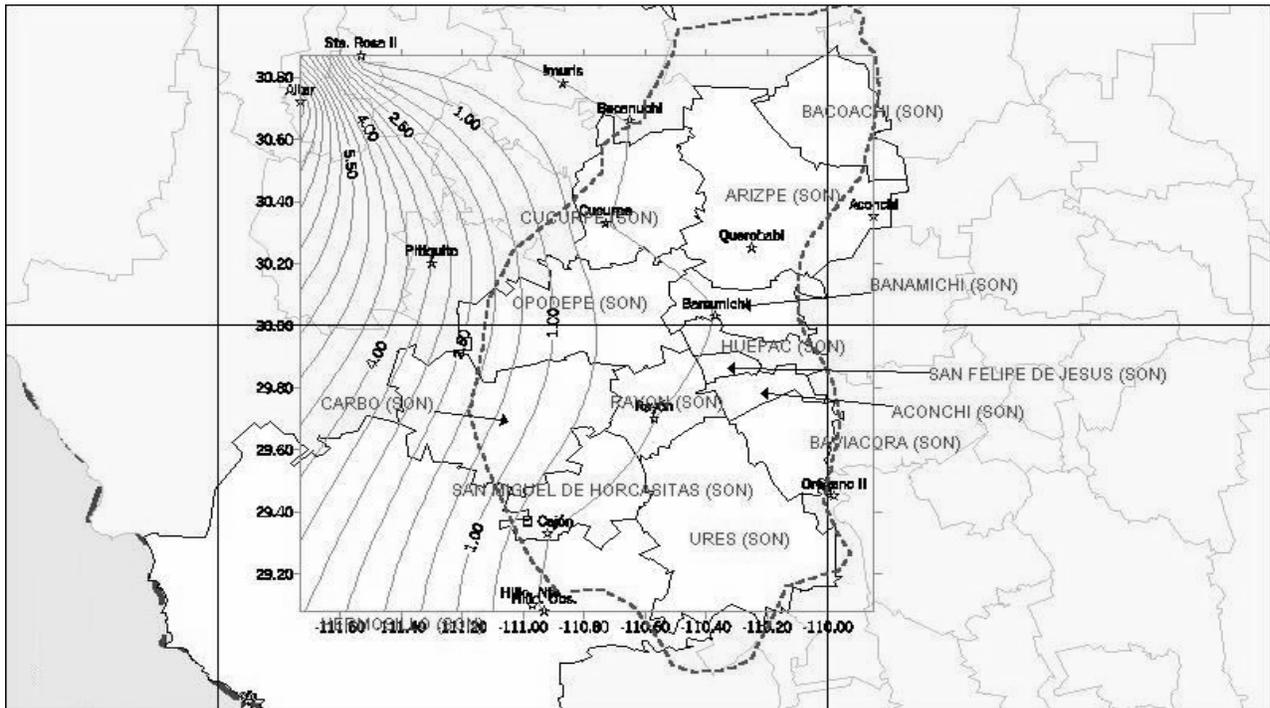


Figura 1.17 Isoyetas del día 24, de acuerdo con datos proporcionados por C.N.A.

1.2.2.5.2 Análisis de los escurrimientos

De acuerdo con la figura 1.13, donde se muestran las estaciones hidrométricas así como las climatológicas, lo más sencillo es trabajar con los escurrimientos puesto que sólo son dos estaciones hidrométricas y están ubicadas casi a la salida de la cuenca, aforando las dos principales corrientes de la cuenca (los ríos Sonora y San Miguel). Las estaciones por analizar son: El Orégano, con 50 años de registro y El Cajón, con 21 años.

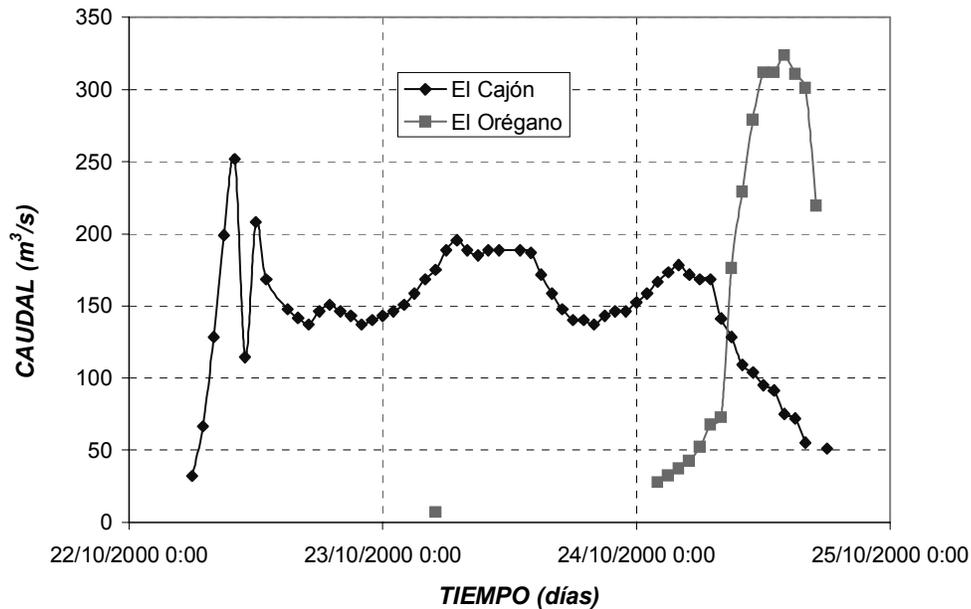


Figura 1.18 Aforos en las hidrométricas del río Sonora

La figura 1.18 presenta el seguimiento de los caudales registrados tanto en la hidrométrica El Orégano como en El Cajón. En el primer caso es claro el efecto de la crecida, aunque sólo se cuente con datos durante ese intervalo; en el caso de la hidrométrica El Cajón, al inicio se observan variaciones extrañas y posteriormente no es claro el paso de la avenida.

Para estimar el periodo de retorno (T_r) de los escurrimientos registrados en las dos estaciones se procedió a ajustar funciones de distribución de probabilidad (fdp) a las muestras de gastos. Posteriormente se extrapolaron algunos valores con T_r grande. El resultado del mejor ajuste se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 1.20 Resumen de los ajustes a los registros históricos, m³/s, de las estaciones hidrométricas.

Tr	ESTACIÓN	
	El Cajón (DG)	El Orégano (G2p)
10,000	876	2,110
5,000	830	2,081
2,000	769	2,004
1,000	724	1,917
500	677	1,804
200	616	1,624
100	569	1,472
50	521	1,311
20	454	1,086
10	396	907
5	289	716
2	100	427
Q máx	252	324
Tr ajuste	4.7	1.5

Las letras entre paréntesis indican la Función de Distribución de Probabilidad que mejor se ajustó al registro histórico. DG – Doble Gumbel; G2p – Gamma con dos parámetros.

Como puede verse, el resultado indica que el caudal registrado en la hidrométrica El Cajón corresponde a un periodo de retorno aproximado de 5 años, mientras que en la estación El Orégano se tuvo una crecida con 1.5 años de periodo de retorno. En este sentido, las crecientes registradas son frecuentes; sin embargo, esta afirmación contrasta con los daños registrados.

Este primer resultado muestra que el análisis de los escurrimientos no es el enfoque adecuado para tratar el problema, por lo que se procedió a analizar las lluvias, ya que esta variable presenta menos incertidumbre respecto al escurrimiento, que depende de la regulación del cauce.

1.2.2.5.3 Análisis de las precipitaciones

Las estaciones climatológicas significativas en la cuenca, de conformidad con información proporcionada con la Gerencia Estatal de C.N.A., son las siguientes:

Gerencia (15)	El Orégano (19)
Bacanuchi (19)	Querobabi (19)
Banamichi (22)	Rayón (14)
El Cajón (14)	

Los números entre paréntesis indican el número de años que forman el registro histórico de la estación.

Después de extraer los registros históricos de cada una de las estaciones mencionadas se procedió a ajustar fdp a las muestras de precipitaciones, semejante al realizado con los caudales. Posteriormente se extrapolaron algunos valores con Tr grande, el resultado que se muestra en la tabla 1.21 se debe interpretar de la manera siguiente.

La primera serie de renglones muestra los valores de precipitación extrapolados en cada estación, para los periodos de retorno indicados en la primera columna. La segunda serie indica el valor de lluvia acumulada registrado durante los días 22 y 23 y, finalmente, en el último renglón se define el periodo de retorno para el mayor valor registrado durante la tormenta.

Tabla 1.2.3.2 Resumen de los ajustes a los registros históricos, mm, de las estaciones climatológicas.

Tr	E S T A C I Ó N							
	Gerencia (GUM)	(DG)	Bacanuchi (DG)	Banamichi (DG)	El Cajón (DG)	El Orégano (DG)	Querobabi (DG)	Rayón (DG)
10,000	130	124	888	128	205	207	132	167
5,000	124	119	810	123	194	195	126	159
2,000	115	111	711	117	180	179	118	147
1,000	109	105	637	112	170	166	112	139
500	102	99	562	107	159	154	106	131
200	93	92	463	100	145	138	98	120
100	87	86	388	95	134	125	92	113
50	80	80	311	90	123	113	86	105
20	72	72	205	84	109	96	78	94
10	65	66	114	78	97	82	71	86
5	58	59	57	72	85	67	64	78
2	47	47	45	50	61	48	47	61
Día 22		51.8	6	5	83.9	20	65	N.R.
Día 23		84.5	71.3	52	71	28.2	34	124
Tr ajuste		87.5	6	2.3	3.3	1.1	1.3	309

Las letras entre paréntesis indican la Función de Distribución de Probabilidad que mejor se ajustó al registro histórico. *GUM* - Gumbel; *DG* - Doble Gumbel. En la estación Gerencia, aunque el mejor ajuste se obtiene con la función Gumbel, para una mayor consistencia en las extrapolaciones se usa también la función Doble Gumbel (como en el resto de las estaciones); sin embargo, los resultados muestran valores similares. N.R. significa que la estación no registró ningún valor.

De acuerdo con los resultados obtenidos el evento registrado el día 23 de octubre tuvo un periodo de retorno de 309 años. Aún después de obtener el valor antes mencionado, existen algunos puntos cuya reflexión es interesante:

Para tratar de disminuir el error de las extrapolaciones debido a que los registros históricos son cortos, el mayor de ellos cuenta con 22 años y en promedio se cuenta con 17 años, se llevó a cabo una regionalización que consiste en juntar los datos de lluvia de las estaciones dividiendo cada uno de ellos entre la precipitación media de su correspondiente registro. De esta manera se obtiene una nueva serie con 104 datos, correspondientes a igual número de años.

Al observar los resultados de las extrapolaciones se observa que los valores correspondientes a la estación Bacanuchi son mayores a los del resto de las estaciones. Debido a que el comportamiento en las extrapolaciones no es semejante al del resto, se deduce que puede haber algún problema en la estación, por lo que en el análisis de regionalización se omitirá este registro.

El valor registrado en Rayón (124 mm) representa en cualquiera otra estación (excepto en Bacanuchi) un periodo de retorno mayor de 50 años, lo que conlleva a que efectivamente la lluvia registrada el día 23 de octubre debe considerarse extraordinaria.

1.2.3 Conclusiones y recomendaciones

La precipitación del día 23 fue un evento extraordinario con un periodo de retorno de 275 años, según el análisis regional de las lluvias.

Por otra parte, del análisis de escurrimientos no es posible concluir respecto al periodo de retorno del evento registrado. Esto se debe a que al desbordarse los ríos los aforos en las estaciones hidrométricas no contemplan esos volúmenes que se han separado del flujo de la corriente. Por tanto, sólo se sabe que los periodos de retorno obtenidos son menores a los reales pero no en qué magnitud.

Adicionalmente al estudio realizado, la información referente a la hidrométrica *El Cajón* muestra problemas en el registro de aforos (al inicio de la gráfica se tiene una variación tanto del nivel como del caudal muy raras; nunca se refleja el efecto de la crecida, como en la otra estación) por lo que sus registros deben ser utilizados con cautela.

Desde el punto de vista de la Protección Civil una primera solución que permitiría conocer con antelación los efectos de alguna posible inundación sería una red de monitoreo tanto de lluvia como de escurrimiento. Esta red puede comenzar a funcionar con algunas adecuaciones a las estaciones climatológicas existentes y, tal vez para el caso de los escurrimientos, construir alguna adicional.

El complemento a esa primera solución tiene que ver con la seguridad de los habitantes de la zona, para lo cual se deben encaminar esfuerzos en dos direcciones: la más sencilla se refiere a reubicar algunas pequeñas comunidades, alejadas de la corriente. La otra atañe a comunidades o zonas cuya reubicación es demasiado complicada y en este caso, sería necesario llevar a cabo un estudio detallado de la zona para adecuar a ella obras de protección.

Finalmente, la ampliación de los registros de lluvia sería una herramienta muy útil en términos de prevención.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Comisión Nacional del Agua, "Datos Hidráulicos de las regiones del país", Subdirección General de Planeación, Gerencia de Planeación Hidráulica, Junio 1998.

EFFECTOS DEL HURACÁN KEITH EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS, OCTUBRE DE 2000*

1.3 Introducción

El huracán Keith se presentó en el periodo 28 de septiembre - 6 de octubre. Dicho fenómeno se originó en el mar Caribe como la Depresión Tropical núm. 15 en el Océano Atlántico y que evolucionó hasta la categoría de huracán con intensidad 4, el día 1 de octubre. En su trayectoria a través del sur de la península de Yucatán tuvo un descenso en su intensidad, convirtiéndose nuevamente en depresión tropical. Sin embargo, al salir hacia el Golfo de México, su intensidad se incrementó, llegando a huracán categoría 1 el día 5 de octubre. Este día entró a tierra al sur de Tamaulipas, produciendo fuertes precipitaciones y vientos.

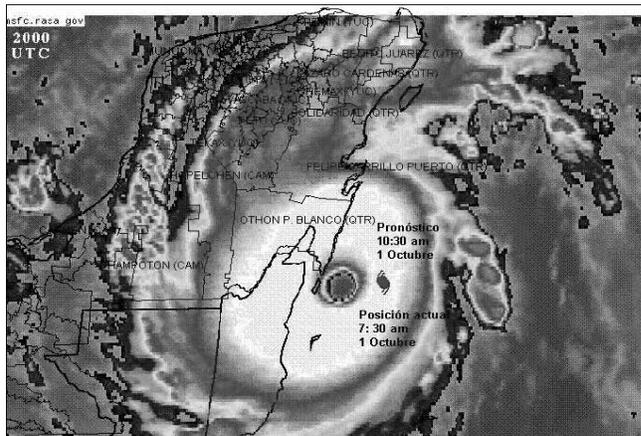


Figura 1.19 Huracán "Keith" categoría 4, 1/oct/2000

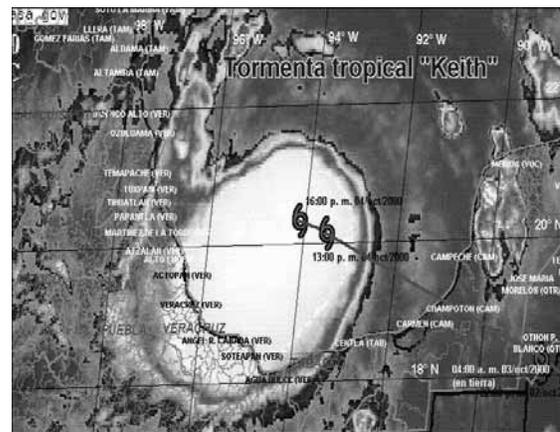


Figura 1.20 Tormenta tropical "Keith", 4/oct/2000

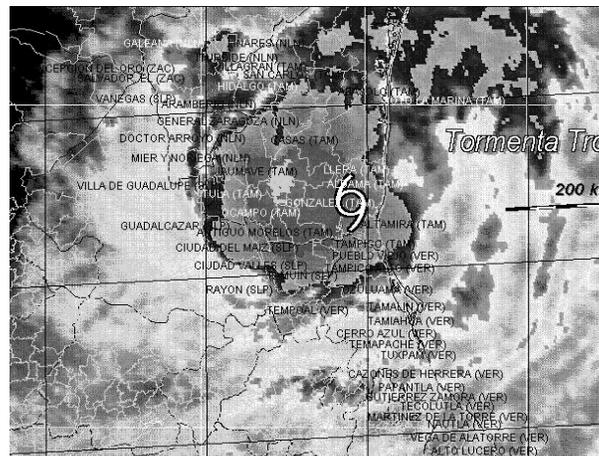


Figura 1.21 Huracán "Keith" categoría 1, 5/oct/2000

* Martín Jiménez Espinosa y María Teresa Vázquez Conde. Área de Riesgos Hidrometeorológicos

Al entrar a tierra, el huracán Keith comenzó a debilitarse. Su trayectoria se vio frenada por el Frente Frío No. 4, lo que impidió que continuara hacia el noroeste, hacia el estado de Nuevo León. Únicamente los remanentes del huracán llegaron a este estado.

1.3.1 Distribución de la lluvia

El huracán entró a tierra por la población de Lomas del Real, en la costa sur de Tamaulipas (figuras 1.22 y 1.23), entre los municipios de Altamira y Aldama. Los efectos más notables fueron la lluvia y el viento principalmente sobre la cuenca del río Guayalejo, que descarga al sistema lagunar cercano a la ciudad de Tampico, donde también vierte sus aguas el río Pánuco.

De acuerdo con la distribución de la lluvia acumulada (tabla 1.22), la máxima acumulación se presentó a la izquierda de la trayectoria del huracán, afectando principalmente a los municipios de Gómez Farías, Ocampo, Xicotencatl y El Mante, en el estado de Tamaulipas. Cabe señalar que el huracán Keith se manifestó hasta el día 6 de octubre, después de esta fecha la lluvia fue producto de la interacción de los remanentes del huracán con el Frente Frío No. 4. En la tabla 1.22 se presenta la precipitación registrada en varias estaciones representativas de la cuenca del río Guayalejo. En ella se observa que la estación “Sabinas” acumuló una lámina de lluvia de 468.5 mm entre el 5 y 9 de octubre, siendo la precipitación media anual en el estado de 772.9 mm. Esto quiere decir que en 5 días llovió poco más de la mitad de lo que se precipita normalmente al año.

Figura 1.22
Traectoria del
Huracán “Keith”

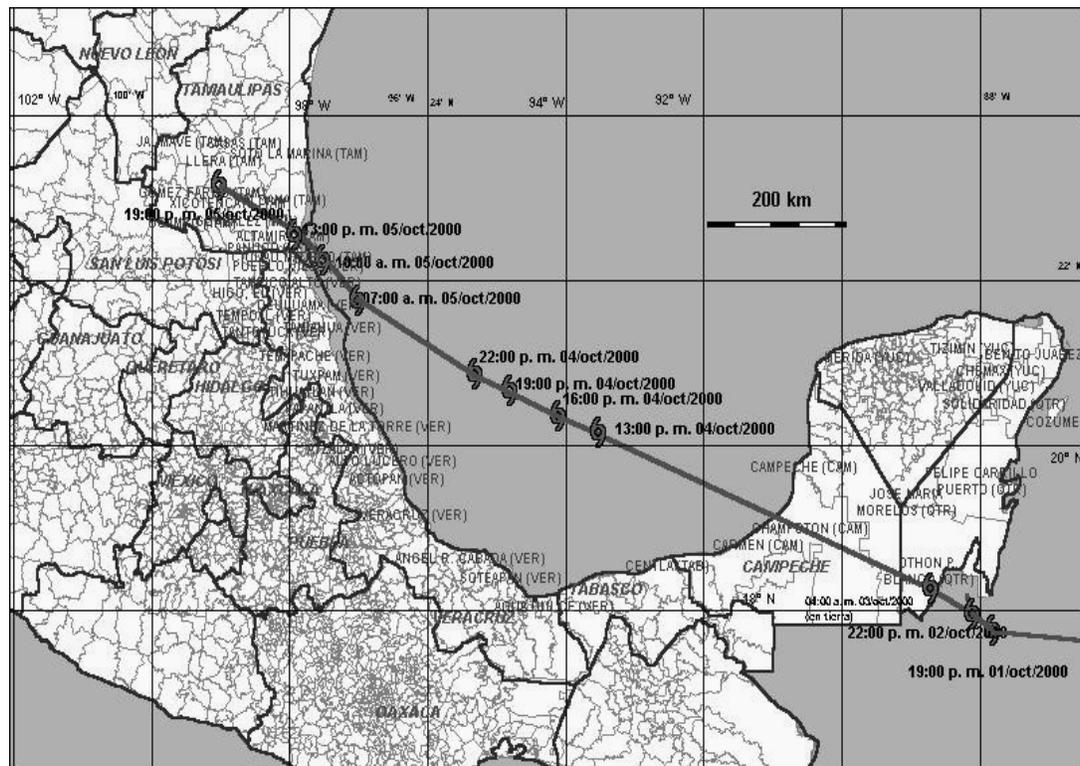
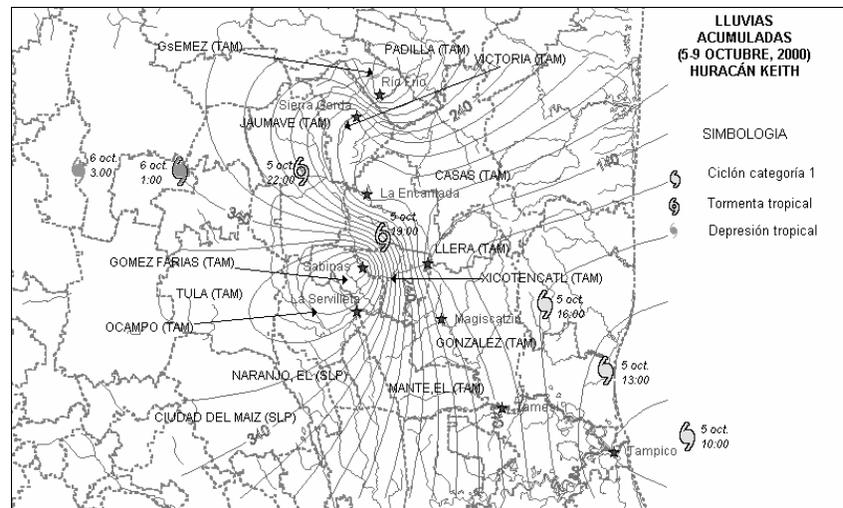


Tabla 1.22 Lluvias registradas en el mes de octubre

Estación	Municipio	Lluvia máxima, mm	Fecha	Acumulado del 5 al 9 de octubre, mm
La Encantada	Llera	143.90	6 oct.	155.70
San Gabriel	Xicotencatl	77.20	6 oct.	139.30
Sabinas	Gómez Farías	366.50	6 oct.	468.50
La Servilleta	El Mante	211.50	6 oct.	387.30
Río Frío	El Mante	202.00	6 oct.	363.30
Magiscatzin	Magiscatzin	129.10	6 oct.	164.70
Tamesi	González	70.00	6 oct.	135.00
Tampico	Tampico	34.00	6 oct.	57.50
Sierra Gorda	Victoria	129.60	6 oct.	191.00

En lo que respecta a las lluvias diarias máximas registradas en el período (figura 1.23) el pico de la tormenta se localizó entre los municipios de Gómez Farías y Xicotencatl, con una precipitación máxima de 366.5 mm en 24 horas registrada en la estación Sabinas. Esta precipitación es la máxima registrada en todo el registro histórico de la estación, que data desde 1966, por lo que se considera un período de retorno de 35 años, aunque es probable que sea mucho mayor, ya que no se recuerda una tormenta similar en el pasado.

**Figura 1.23 Lluvias máximas diarias**

1.3.1.1 Comportamiento de los ríos

La configuración del sistema de ríos de la zona se muestra en la figura 1.24. Se observa que la cuenca del río Guayalejo vierte sus aguas al sistema lagunar donde también confluye el río Pánuco. Un afluente importante del Guayalejo es el río Sabinas cuyos escurrimientos generados por el huracán Keith y el frente frío fueron extraordinarios. Existe además una presa en el arroyo de la Animas, afluente del río Guayalejo, denominada Estudiante Ramiro Caballero o “Las Ánimas”, ubicada a pocos kilómetros de la confluencia del río Guayalejo al río Tamesi.

Como se puede observar en la figura 1.25, la lluvia se concentró en la parte baja de la cuenca del río Sabinas, afluente del río Guayalejo, lo que produjo una avenida importante. Provocó que el nivel del agua medida en la estación hidrométrica "Río Sabinas" subiera de 1.46 m a 12.41 m el día 6 de octubre (10.95 m de diferencia), siendo el mayor histórico en todo su registro. Con menor intensidad, pero distribuida de una manera más uniforme, fue la lluvia de la cuenca del río Guayalejo. Produjo una avenida importante que pudo regularse en su propio cauce y en la planicie de inundación. Sin embargo, incrementó el nivel del agua en la estación Magiscatzin de 9.79 hasta 33.40 m (23.61 m de diferencia), quedando cerca del nivel máximo histórico que es de 35.61 m provocado por lluvias de tipo convectivo en el año de 1976.

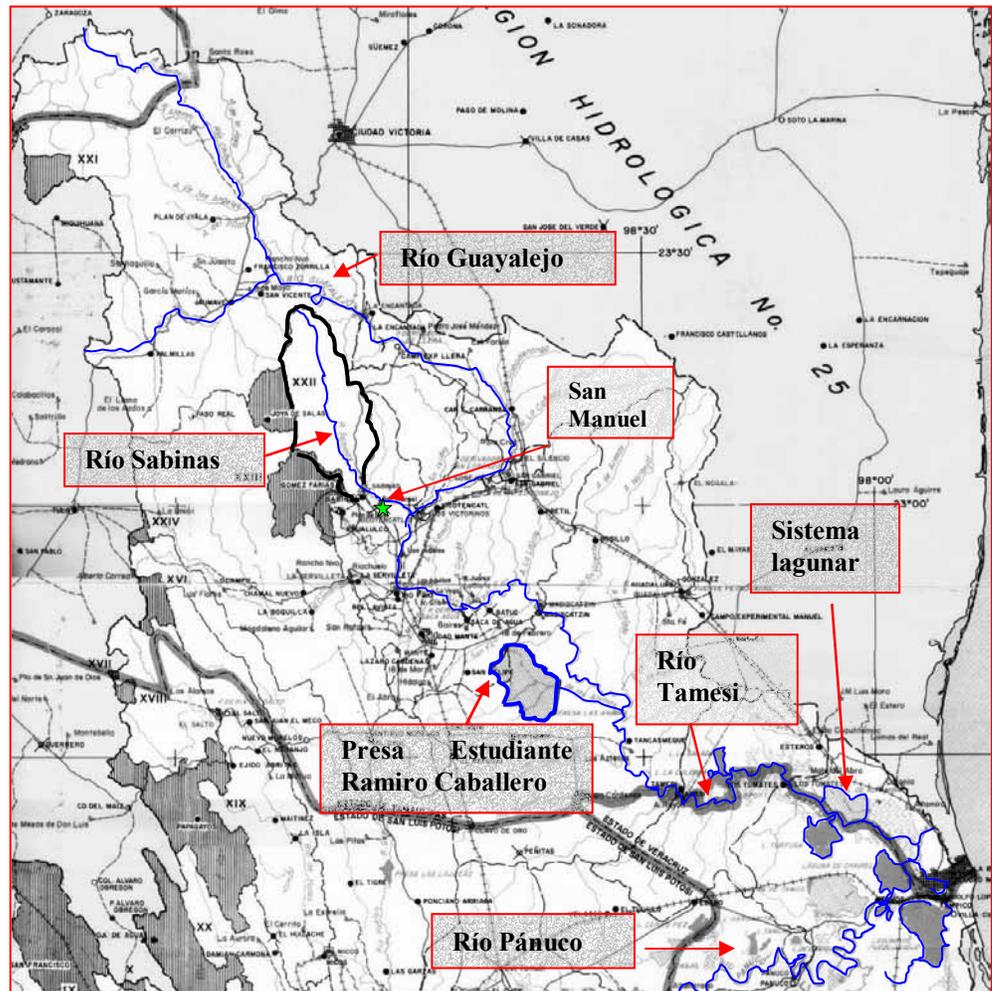


Figura 1.24 Cuenca del río Guayalejo

La presa "Las Ánimas" recibió un escurrimiento de 64.8 millones de metros cúbicos desde el día 5 hasta el 17 de octubre, lo que ocasionó que su capacidad de almacenamiento se ubicara en 544.4 millones m^3 ; es decir, la presa contenía el 81% de la capacidad total (672.1 millones m^3). Además, la presa sufrió daños en la cara aguas arriba de la cortina por lo que se le extraerán 45.1 m^3 para bajar el nivel del agua en el embalse y pueda ser reparada. Estas cifras indican que el volumen de agua que ingresó a la presa no fue significativo comparado con la capacidad de regulación de la presa; sin embargo, contribuyó al llenado casi total de ésta y al control de la avenida en el río Tamesí, lo que permitió que el sistema lagunar recibiera un porcentaje relativamente menor de la aportación del río Guayalejo.

de los techos de sus casas. Los habitantes de San Manuel comentan que ni en 1976 (año de la creciente más importante hasta antes de la que se reseña), experimentaron una creciente tan grande del río Sabinas.

Otros daños observados en el recorrido aéreo y por tierra, fueron daños en tramos y destrucción de puentes, acumulación de troncos y ramas en las pilas de puentes y acueductos e inundación de cultivos (fotografías A.15 a A.20).

1.3.2 Conclusiones y recomendaciones

- La lluvia que se registró del 5 al 9 de octubre en la estación Sabinas, y en las zonas aledañas, fue extraordinaria, ya que supera los registros históricos que se tienen para el periodo de 1966 a 1983. Se estima que el periodo de retorno es superior a los 35 años ya que no se recuerda una avenida de tal magnitud en la zona de Xicoténcatl desde que se comenzaron a medir las precipitaciones. Para poder calcular con menor incertidumbre el periodo de retorno, es necesario contar con un mayor número de datos históricos de precipitación, los cuales ya fueron solicitados a las oficinas estatales de la Comisión Nacional del Agua. Por otro lado, no se debe descartar la posibilidad de que se presente una lluvia semejante en un tiempo menor al periodo de retorno estimado.
- La cuenca del río Sabinas es de alto riesgo ante lluvias intensas, no importando su origen, por lo que la población asentada en las márgenes de dicho río debe ser reubicada en zonas altas o con menor riesgo, de acuerdo con un estudio que debe llevarse a cabo para identificar las zonas más seguras.
- El municipio de Xicoténcatl cuenta con un gran número de rancherías y pequeñas poblaciones. La población de San Manuel fue una de las más afectadas por la creciente del río Sabinas, donde el nivel del agua alcanzó más de 1.5 metros dentro de las viviendas. La construcción de éstas es de bajareque predominantemente y hay algunas construidas con cemento (fotografías A.25, A.26 y A.27). La población se encuentra localizada prácticamente a la orilla de río Sabinas. Se recomienda su reubicación a 1 km o 2 km al nor-noreste de su posición actual para así disminuir la dimensión de la inundación dentro de las casas. La razón de esta recomendación es debido a que la cota topográfica de 100 m.s.n.m., que es superior al nivel de terreno de San Manuel, se encuentra cercanamente al N-NE a una distancia de 2.5 km-3 km. También se recomienda, una vez llevada a cabo la reubicación, elevar las casas de 50 cm a 1 m de altura con el mismo material de bajareque como se indica en el croquis 1. La sugerencia de elevar las casas, aunado a la reubicación, es con el fin de evitar la reubicación de la población a una distancia mayor del río Sabinas dado que la planicie de inundación es muy extensa (2.5 Km.- 3 Km.).

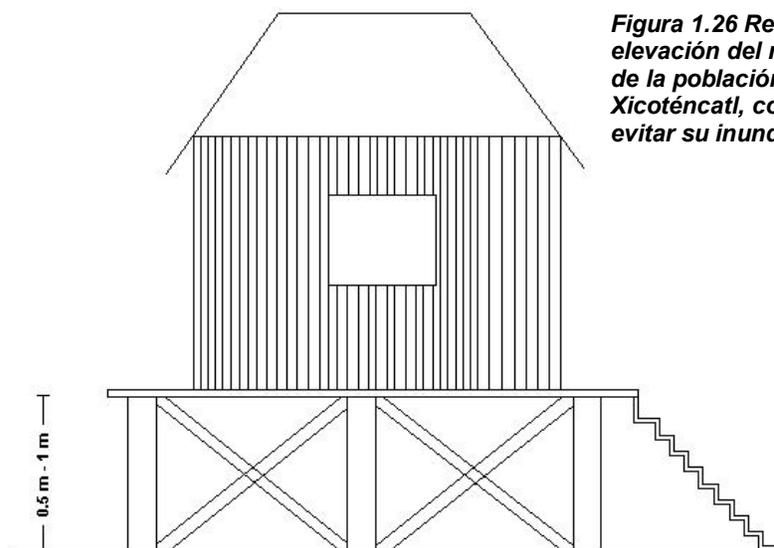


Figura 1.26 Recomendación para la elevación del nivel del piso en casas de la población San Manuel, Xicoténcatl, con la finalidad de evitar su inundación.

- Establecer un sistema de alerta hidrometeorológica para las localidades de esta cuenca en virtud de que los escurrimientos generados en ella llegan más rápido a la salida de ésta, que en la del río Guayalejo. De igual manera es conveniente instrumentar el río Guayalejo para medir niveles de agua, antes de que cruce la cabecera municipal de Xicoténcatl para advertir de crecientes al municipio, ya que hay un destacado número de rancherías y pequeñas poblaciones que están expuestas a los desbordamientos de los ríos.
- Sería conveniente revisar las pilas en puentes y acueductos para saber si su diseño es el adecuado para soportar los impactos por ramas y troncos.
- En esta ocasión, las descargas considerables de la cuenca del río Guayalejo hacia el sistema lagunar se dieron sin problemas, ya que el río Pánuco no aportó un escurrimiento importante. También influyó positivamente que la lluvia del huracán se descargó a lo largo del río Guayalejo y Sabinas desde su cuenca baja hasta la alta y no en sentido opuesto (desde las montañas hasta la costa), situación que hubiera propiciado una mayor acumulación de escurrimientos. Sin embargo, no hay que descartar la posibilidad de que en otro evento extraordinario, el Pánuco lleve un gran caudal y que el Guayalejo no pueda descargar libremente hacia el sistema lagunar. Si se diera el caso, las consecuencias podrían ser más graves que las vividas este año. Además, la avenida se dio durante el día, lo que favoreció las acciones de rescate de Protección Civil.
- Protección Civil actuó rápidamente ante este evento de gran magnitud, y los municipios y dependencias de gobierno pudieron reparar y limpiar los caminos, facilitando la ayuda necesaria a la población y pudiendo controlar la emergencia.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. Tofic Salum Fares, Director Estatal de Protección Civil del Estado de Tamaulipas, y a todo su personal, por su magnífico apoyo prestado para realizar la visita. También se le agradece el material proporcionado (fotografías A.20 y A.24). Por último, se reconoce la valiosa información sobre lluvias y escurrimientos proporcionada por la Gerencia Regional del Golfo Norte.

Anexo Fotográfico

A.15 Vista aérea del poblado de San Manuel. Fue uno de los poblados afectados por la creciente del río Sabinas. Se recomienda reubicar a sus habitantes a una zona más segura y hacerle una adecuación a las viviendas



A.16 Vista aérea de un acueducto cercano a San Manuel. Se observa la acumulación de ramas y troncos en las pilas que lo sostienen. El nivel de agua seguramente sobrepasó los 4 m, y el ancho del cauce fue cinco veces su tamaño actual.



A.17 Puente en el río Guayalejo. Vista hacia aguas abajo en la margen derecha. Se observan las marcas del nivel de agua que la creciente dejó a su paso (aproximadamente 8 m, de altura)



A.18 Ramas y troncos acumulados en las pilas del puente que cruza el río Guayalejo



A.19 Puente sobre el río Guayalejo



A.20 Cultivos inundados a la orilla del río Sabinas, cercanos a la población de San Manuel



A.21 Puente sobre el río Sabinas



A.22 Vista aguas abajo del río Sabinas. Se observa que aún hay árboles dentro del cauce del río. En el momento de la visita, el río contaba con un nivel de 3 a 4 m, y durante la máxima creciente, el río se elevó a 12.41 m, superando la marca de 1976 (10.76 m)



A.23 Puente que cruza el río Sabinas y une a la población de San Manuel con la carretera principal que llega a la cabecera municipal de Xicoténcatl.



A.24 Depósito de lodo en una de las viviendas de San Manuel.



A.25 Daños dentro de las casas de la población San Manuel. El nivel del agua subió a más de 1.5 m, y cubrió con lodo la mayoría de las pertenencias de los habitantes



A.26 Daños provocados en el interior de una vivienda en San Manuel, Xicoténcatl debido a la creciente del río Sabinas



A.27 Depósito de lodo en las casas debido a la creciente del río Sabinas en la población de San Manuel



A.28 Daños producidos en el interior de una vivienda en San Manuel



A.29 Marca del nivel de agua que dejó la creciente del río Sabinas en San Manuel. La casa donde se tomó la foto está elevada 50 cm aproximadamente del nivel del terreno



A.30 Tipo de material que se usa para la construcción de casas en San Manuel



A.31 Huellas del desbordamiento del río Guayalejo. Se aprecia que su ancho creció aproximadamente nueve veces su tamaño normal.



A.32 Desbordamiento del río Guayalejo en su cuenca intermedia



A.33 Montañas achatadas en la cuenca intermedia del río Guayalejo

OTROS FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS

Las siguientes líneas describen las características generales y el comportamiento de los fenómenos Hidrometeorológicos en el año 2000. Asimismo se presentan tablas resumen con los daños ocasionados y los recursos canalizados para mitigar el daño.

1.4.1 Huracán Norman

El día 19 la perturbación tropical, desarrollada al sur de Zihuatanejo, Gro., se intensificó dando origen a la depresión tropical No. 16-E de la temporada a tan sólo 170 km. al sureste de Lázaro Cárdenas, Michoacán. Sosteniendo vientos de 55 km/h y rachas de 75 km/h, desplazándose al norte a una velocidad de 4 km/h con una presión de 1006 hPa., emitiéndose el primer boletín de alerta.

El día 21 (01:00 hrs.) la depresión tropical "Norman" se interna en tierra sobre Tecomán, Col., con vientos de 55Km/h y rachas de 75km/h; desplazándose paralelamente a las costas de Jalisco, sobre el mar a 90 km al nor-noreste de Cabo Corrientes, con una presión de 1004 hPa con dirección al norte y una velocidad de 18 km/h, presentando nublados, densos valores acumulables de lluvia por arriba de los 100 milímetros en 24 horas.

Por la tarde del día 22 (16:00 hrs.) comenzó a entrar en etapa de disipación, después de provocar un escenario de lluvias torrenciales a su paso desde el estado de Michoacán hasta Nayarit. Los remanentes nubosos se localizaban en las Sierras de Sinaloa y Durango.

Fueron emitidas 2 alertas y 19 emergencias dando un total de 21 emisiones por parte de la Subdirección de Meteorología.

**Tabla 1.23 Efectos del Huracán Norman
(miles de pesos)**

Estado	Dependencia	FONDEN	PET	Suma	Recursos estatales	Total de recursos
Colima (Norman) 7-dic-00	SCT	8,665	-	8,665	4,354	13,019
	CNA	3,180	-	3,180	-	3,180
	SUBTOTAL	11,845	-	11,845	4,354	16,199
Nayarit (Norman)	SEDESOL	576	-	687	448	1,135
	SAGAR	8,104	-	8,104	3,473	11,577
	SCT	13,105	-	13,105	5,945	19,050
	CNA	15,136	-	15,136	877	16,013
	SUBTOTAL	36,921	111	37,032	10,743	47,775
Michoacán (Norman)	SCT	6,174	-	6,174	4,116	10,290
	SAGAR	8,442	-	8,442	3,618	12,060
	CNA	38,306	-	38,306	212	38,518
	SUBTOTAL	52,922	-	52,922	7,946	60,869

1.4.2 Huracán Beryl

La tormenta tropical Beryl, tocó tierra aproximadamente a las 02:00 hrs. del 15 de agosto. Beryl afectó al poblado de El Carrizo, Tamaulipas, encontrándose en tierra a 50 km; al nor-noroeste de la Pesca y 55 km al sur de la Carbonera, Tamaulipas. Sostuvo vientos de 75 km/h presentó desplazamiento al oeste a una velocidad de 13 km/h continua moviéndose sobre tierra y disminuyendo gradualmente su intensidad durante las 24 horas.

Para las 10:30 hrs. del día 15 de Agosto fue monitoreado en la etapa de alerta, Beryl se movía en los límites estatales de Tamaulipas y Nuevo León con dirección al oeste-noroeste.

**Tabla 1.24 Fondo Revolvente
(miles de pesos)***

Emergencias que no Provocaron un Desastre Natural	Notificación al CENAPRED	Monto Pagado	Total
Tamaulipas (Beryl) 17-ago-00	2	49.9	49.9

1.4.3 Huracán Gordon

El día 14 de septiembre se formó la depresión tropical 14-E en el Mar Caribe, ésta fue desarrollada a partir de un sistema de baja presión y la onda tropical No. 37, por su cercanía se tuvo que realizar su primera emisión como emergencia.

Se localizó sobre tierra en el poblado de Francisco I. Madero, presentaba vientos de 45 km/h y rachas de 65 km/h. Se desplazó al noreste a 18 km/h y registró una presión de 1 008 hPa en la Península de Yucatán generó vientos con rachas fuertes y oleaje moderado.

El día 16 de septiembre comenzó a retirarse gradualmente de la Península de Yucatán y se dirigió al noreste. Su emisión, a partir de este momento, fue de alerta ya que cubría una amplia zona nubosa entre Quintana Roo, Cuba, La Florida, EUA e incrementaba su intensidad y dimensión. Con este comportamiento a las 22:00 hrs. se había convertido en huracán.

Finalmente se dieron 5 avisos, 4 alertas y 16 emergencias dando como resultado 25 reportes por la subdirección de Meteorología.

1.4.4 Huracán Carlota

El 18 de Junio se declaró a la tormenta tropical Carlotta. Se mantuvo frente a las costas de Pacífico sur, con una velocidad y dirección de desplazamiento. Debido a ello tuvo su mayor acercamiento el día 19 a las 10:00 hrs. a tan sólo 200 Km. al sur-suroeste de Puerto Ángel, Oax., con vientos de 90 km/h y rachas de 110 km/h. Debido a su evolución se intensificó a huracán (19:00 hrs.) y se dirigió al oeste, disminuyendo las posibilidades de que tocara tierra. Carlotta continuó en paralelo a las Costas del Pacífico, pero sus bandas desprendidas, afectaban Oaxaca y Chiapas.

Su intensidad fue mayor y alcanzó la categoría 2 Safirr-Simsomp, pero su velocidad e intensidad siguió aumentando, con lo que obtuvo categoría 4 (20:00 hrs.) vientos de 215 km/h y rachas de 260 km/h. Considerándose a partir de ese momento como extremadamente peligroso.

El día 24 Carlotta paso a ser una tormenta tropical y en las siguientes 24 horas se convirtió en depresión y así entrar en una etapa de disipación. La subdirección de meteorología emitió 43 alertas durante su periodo de duración; nunca impactó sobre tierra.

**Tabla 1.25 Efectos del Huracán Carlotta
(miles de pesos)**

Estado	Dependencia	FONDEN	PET	Suma	Recursos Estatales	Total de Recursos
	SEDESOL	-	-	-	-	-
Chiapas (may-sept)	SAGAR	7,449	-	7,449	3,193	10,642
	SEP	-	-	-	-	-
	SCT	38,091	-	38,091	6,777	44,868
	CNA	-	-	-	-	-
	SUBTOTAL	45,541	-	45,541	9,970	55,511

1.4.5 Tormenta Tropical Ileana

El día 13 de agosto por la tarde se emite el aviso No. 1 de la depresión tropical núm. 11-E del Océano Pacífico, a 185 km al sur de Manzanillo, Col. Para las 22:30 h. alcanzó la categoría de tormenta tropical, motivo por el cual se emitió el segundo boletín como alerta ya que se encontraba sobre el mar a una distancia de 135 km al sur-suroeste del mismo sitio.

Por la mañana del día 14 se emitió la emergencia cuando se desplaza al noroeste a 20 km/h y se localizaba a 210 km. al sureste de Sn. José del Cabo, BCS. con vientos máximos de 100 km/h además de registrar una presión de 992 hPa el día 16 por la tarde comenzó a debilitarse a la categoría de depresión tropical, a partir de ese momento su debilitación fue total.

Durante la tormenta se emitieron 2 avisos, 17 alertas y 6 emergencias, siendo un total de 25 boletines emitidos por la Subdirección de Meteorología. NO impacto en tierra.

1.4.6 Huracán Lane

El 05 de septiembre se formó la depresión tropical No. 14-E a una distancia de 340 km. al sur-suroeste de Manzanillo, Col., motivo por el cual se emitió el primer aviso. El día 8 a las 22:00 hrs. ya era un huracán, localizándose a una distancia de 555 km al oeste-sureste de Manzanillo, Col. con vientos de 120 km/h y rachas de 150 km/h manteniendo una presión de 987 hPa.

A partir de las 16:00 hrs. del día 11 se degradó a tormenta tropical y se encontraba a una distancia sobre el mar de 665 km al suroeste de Punta Eugenia BCS con vientos de 110 km/h y rachas de 140 km/h registrando una presión de 980 hPa. La subdirección de Meteorología dependiente de la SEGOB, emitió 2 avisos, 36 alertas, dando un total de 38 boletines de este sistema.

1.4.7 Tormenta Tropical Miriam

El día 10 de septiembre se generó una perturbación tropical en el Océano Pacífico, la cual dio origen a la depresión tropical 15-E. En la madrugada del día 16 se acercó a la península de Baja California amenazando con intensificarse rápidamente. A las 10:00 hrs. ya era una tormenta tropical y hasta entonces recibiría el nombre de "Miriam", a partir de ese momento se declaró la emergencia para la Baja California.

El día 17 (01:00 hrs.) Miriam se localizaba a 150 km. al sur-sureste de San. José del Cabo, B.C.S y sus desprendimientos se localizaban frente a la costa; presentó un aceleramiento en las próximas seis horas. Para las 07:00 hrs. se localizaba en tierra a 15 km. al sureste de Todos Santos, B.C.S.

Se emitió el último boletín de este sistema como aviso en virtud de que perdió total organización y se disipó rápidamente. Se emitieron un aviso, seis alertas y 10 emergencias por la Subdirección de Meteorología.

Tabla 1.26 Recursos destinados para la mitigación de los efectos de la Tormenta Tropical Miriam (miles de pesos)*

Estado	Dependencia	FONDEN	PET	Suma	Recursos Estatales	Total de Recursos
Baja California Sur						
(Miriam)7-dic-00	SCT	4,659	-	4,659	2,380	7,038

1.4.8 Tormenta Tropical Rosa

El día 5 de noviembre, aunque se encontraba muy lejos de las costas nacionales ya presentaba algunos desprendimientos nubosos frente a las costas de Chiapas y Oaxaca, a su paso por el mar se presentó una temperatura superficial de 28 grados centígrados.

Después de que permaneció en estado estacionario, su movimiento comenzó a ser hacia el noreste y comenzó a tener mayor posibilidad de impacto en costas de Oaxaca y Chiapas, con una velocidad de vientos de 90 km/h y rachas de 110 km/h. A partir de este momento su nubosidad se compactó y cubrió un radio de 150 km; para las 09:00 hrs. se declara en emergencia Oaxaca en virtud de acercarse 30 km. cercano a la costa, comienza a delimitarse los municipios que afectaría.

Por la noche (21:00 hrs.) "Rosa" se debilitó ligeramente pero amenazó con impactar; en las siguientes seis horas se encontraba a 50 km. al sureste de Puerto Ángel, pero en las siguientes tres horas (00:00 hrs.) se ubicaba sobre costas de Oaxaca.

Tabla 1.27 Emergencias que no provocaron desastres naturales (miles de pesos)

Estado	Inicio de la Emergencia	Fondo Revolvente		Total
	No. Notif CENAPRED	Monto Pagado	Fecha	
Oaxaca (Rosa) 10-nov-00	24	254.2	29/11/00	254.2

EL CASO DE CHALCO

1.5 Introducción

Debido a las lluvias registradas el día 31 de mayo, el bordo izquierdo del Río de la Compañía se erosionó, provocando que rompiera aguas abajo del cruce con la autopista e inundando 80 ha de las colonias vecinas en los municipios de Valle de Chalco, Chalco e Ixtapaluca.

Ante la emergencia, la CNA evaluó los daños y se avocó a iniciar los trabajos de rehabilitación, en coordinación con las autoridades Municipales y Estatales, Protección Civil y la Secretaría de la Defensa Nacional.

Tabla 1.28 Fondo Revolvente

Emergencias que Provocaron un Desastre Natural						
Estado	No. Notif. CENAPRED	Monto			Fecha	Total
Estado de México (CHalco) 2-jun-00	1	1,086.00			29/08/00	1,086.00
Estado	Dependencia	FONDEN	PET	Suma	Recursos Estatales	Total de Recursos
Estado de México (Chalco)	SEDESOL	8,480	4,183	12,663	10,118	22,781
21-ago-00	SCT	2,802	-	2,802	962	3,764
	SEP	2,713	-	2,713	2,967	5,679
	SSA	6,450	-	6,450	-	6,450
	CNA	137,565	-	137,565	-	137,565
	CNA-CAEM	2,603	-	2,603	-	2,603
	SUBTOTAL	160,611	4,183	164,794	14,047	178,841

1.5.1 Antecedentes

El río de la Compañía inicia al pie del Volcán Ixtácuahuatl, baja hacia la planicie con dirección predominante hacia el norponiente hasta el exlago de Texcoco; se conforma con varios afluentes, como los ríos San Rafael, Santo Domingo y San Francisco. En la parte baja, a partir de la carretera a Chalco, se le conoce también como río Miraflores; cruza la autopista México-Puebla y más adelante la carretera federal México-Puebla. En su parte baja, cruza por el lecho del antiguo lago de Xochimilco-Chalco, sometido a hundimiento y agrietamiento. Por último, después de la carretera federal continúa su escurrimiento hacia el exvaso del Texcoco. En su trayectoria cruza los municipios de Chalco, Ixtapaluca y Valle de Chalco.

El terreno de la antigua zona lacustre de Xochimilco-Chalco sufre hundimientos regionales que modifican la topografía y la pendiente del sistema de drenaje natural del Valle. Además, asociado a estos asentamientos –que en ocasiones han llegado a ser mayores de 40 cm por año- el terreno superficial se agrieta en las cercanías de los cerros o zonas de mayor dureza.

Por su origen, no es posible prever la posición, magnitud y fecha de aparición de las grietas, aunque aparecen con mas frecuencia al inicio de la temporada de lluvias. Este fenómeno tiene una ocurrencia súbita e inesperada.

1.5.1.2 Precipitaciones extraordinarias y desbordamiento

En la estación climatológica Chalco, Edo. de México, que es la más cercana al sitio del desbordamiento, se registraron lluvias de 40.5, 3.2 y 29.2 mm los días 29, 30 y 31 de mayo, respectivamente. Las lluvias máximas históricas registradas para esos días eran 10.5, 20.8 y 25.6 mm en diferentes años cada día, durante el periodo 1961 -1994. Los valores medios de lluvia para los días 29, 30 y 31 de mayo son 2.2, 2.6 y 2.6 mm respectivamente y sus desviaciones estándar para esas fechas 3.2, 5.6 y 5.6 mm. De ello se concluye que las lluvias registradas los días 29 y 31 de mayo son nuevos máximos históricos y resultan atípicas e impredecibles. Las lluvias en la parte alta de la cuenca, deben haber sido todavía mayores a las registradas en la estación y provocaron una avenida de 40.2 m³/s en la confluencia de los ríos San Francisco y San Rafael, que sumados a las aportaciones de las plantas de bombeo del drenaje urbano de los municipios mencionados, sobrepasaron la capacidad del canal, favoreciendo su ruptura.

La presencia de algún agrietamiento no detectado durante las inspecciones rutinarias, ya sea porque fue enmascarado por el propio terreno, o porque se generó súbitamente en esos días, ocasionó que al aumentar el nivel en el río debido a las lluvias del día 31 de mayo, el bordo izquierdo se erosionara y rompiera aguas abajo del cruce con la autopista, lo cual provocó la inundación de 80 ha de las colonias vecinas en los municipios de Valle de Chalco, Chalco e Ixtapaluca.

Ante la emergencia, la CNA evaluó los daños y se avocó a iniciar los trabajos de rehabilitación, en coordinación con las autoridades Municipales y Estatales, Protección Civil y la Secretaría de la Defensa Nacional.

1.5.1.3 Descripción de la falla

El desbordamiento del río produjo la erosión del bordo en una longitud de 15 m, además de daños en los taludes interiores del canal en unos 700 m y socavación de la plantilla del canal con profundidades máximas de unos siete metros. La inundación producida, además de afectar a la población ocasionó la interrupción del tránsito en la autopista México-Puebla y la imposibilidad de desalojar de inmediato el agua de la inundación, ya que el drenaje se realiza precisamente a través del río de la Compañía.

La CNA emprendió las siguientes acciones de urgencia: construcción de una represa dentro del cauce para poner en operación el tramo hacia aguas abajo de la ruptura; reparación del bordo dañado mediante la colocación de costales rellenos de arena limosa. Todo ello con las complicaciones propias del caso debido a la lluvia constante, al escurrimiento de las aguas de la cuenca alta de los ríos San Francisco y San Rafael y del agua residual producida en la zona urbana de Chalco que provocó, en el sitio la ruptura, la presencia de un flujo permanente de azolve y aguas residuales, así como la dificultad de acceso a maquinaria y personal al sitio de la ruptura. Una vez controlada la mayor parte del flujo, se procedió a revisar la reparación de emergencia, iniciando el bombeo de la zona anegada del Valle de Chalco, con lo que se comprobó que la zona del bordo afectada era mayor a la inicialmente detectada. En la reparación, se han aplicado diversos medios de contención como son drenaje, inyectado para impermeabilizar la zona reparada con costales, colocación de tubos metálicos, membrana impermeable, tablestaca y diversos materiales térreos para estabilización del bordo.

1.5.1.4 Comportamiento y conservación del Río de la Compañía

La Comisión Nacional del Agua ha registrado la aparición de grietas en los bordos del río de la Compañía y procedido a sellarlas. También han ocurrido agrietamientos en el terreno natural, debido a la acelerada urbanización de esa zona en los últimos años. Los hundimientos y agrietamientos parecen haberse acentuado, por lo que las soluciones que habían dado resultados satisfactorios anteriormente, paulatinamente resultan menos efectivas, por lo cual se ha iniciado el análisis de otras opciones.

La CNA, a través de su Gerencia Regional en el Valle de México, tiene un programa anual permanente de supervisión y mantenimiento de los ríos a su cargo; con el fin de tener un funcionamiento hidráulico adecuado y evitar en lo posible, la ocurrencia de desbordamientos. Para el caso particular del río de la Compañía, ha sido permanente la asignación anual de recursos para conservación y mantenimiento.

La disminución de la capacidad hidráulica del río es propiciada por la alta compresibilidad de los suelos en que apoyan los terraplenes del encauzamiento, ya que estos se van incrustando lentamente en el suelo blando. Esto obliga a sobreelevarlos para mantener el área hidráulica necesaria para que fluya adecuadamente el agua.

En el periodo 1998 - 2000, la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México realizó diversas acciones de conservación y mantenimiento del río de la Compañía, principalmente el desazolve y rectificación del encauzamiento, tratamiento de filtraciones, sellado de grietas, sobreelevación de bordos, limpia y deshierbe de taludes, protección de taludes contra erosión en la descarga de cárcamos, sellado de juntas de muros de concreto y los trabajos de supervisión de las obras correspondientes. La inversión fue de \$6,382,687.95 y \$8,858,374.12 en 1998 y 1999, respectivamente. Para 2000, se formalizó un contrato para desazolvar el cauce el día 2 de mayo, con importe de \$2,057,022.77, cuya terminación estaba programada para agosto, y la empresa iniciaría los trabajos a finales de mayo, para lo cual trasladó maquinaria a la zona el día 30 de ese mes.

Debido a la constante inversión de recursos para conservar esta conducción, la Gerencia Regional de la CNA celebró el 15 de mayo un convenio con el Instituto de Ingeniería de la UNAM para realizar los estudios tendientes a definir las obras y acciones necesarias para solucionar el problema del funcionamiento del río, el cual finalizará en el mes de octubre próximo.

1.5.1.5 Proyectos de solución definitiva

Debido a los hundimientos, el tramo del río entre el cerro de Tlapacoya (El Elefante) y la carretera federal a Puebla pierden constantemente pendiente topográfica en su plantilla, lo cual reduce su capacidad de conducción. Como solución definitiva a este problema, el Instituto de Ingeniería de la UNAM ha iniciado un estudio en el punto 2, mediante el cual se definirán diversas alternativas de solución.

En el estudio se analizarán: la construcción de presas, de lagunas de regulación, rectificación de la plantilla del río, sobreelevación de bordos y/o colocación de muros de contención, colectores marginales, plantas de bombeo, entubamiento, túnel, etc. Cada alternativa (o combinación de ellas), será evaluada desde los puntos de vista técnico y económico, por lo que el análisis de la factibilidad técnica de cada una, asociada a los respectivos costos de construcción, operación y mantenimiento, permitirá la toma de decisiones sobre las obras a realizar.

Con base en lo anterior se propondrá la realización de los proyectos definitivos en el año 2001, para iniciar la construcción de las obras a finales de ese mismo año, de contar con los recursos financieros necesarios. La ejecución de las obras requerirá de varios años.

1.5.2 Proyectos de solución definitiva

En efecto, la Gerencia Regional de la CNA realizó un convenio con el Instituto de Ingeniería de la UNAM para realizar los estudios tendientes a definir las obras y acciones necesarias para solucionar el problema del funcionamiento del río, el cual finalizó a finales del año 2000.

El estudio concluye que se requieren acciones de regulación, conducción y obras complementarias, las cuales se describen enseguida.

1.5.2.1 Obras de regulación

Dadas las características de las subcuencas del río San Francisco, se planteó la regulación en cada una de ellas mediante una presa para control de avenidas, buscando el sitio lo más aguas abajo posible, sin afectar poblaciones existentes ni otros usos de suelo importantes. De igual manera se identificaron sitios en los arroyos torrenciales de la cuenca del río San Rafael. Con un total de siete presas se logra una regulación en gasto del 55%, lo cual ayuda de manera importante a mejorar las condiciones de escurrimiento en el canal.

Para contribuir aún más a la regulación de los escurrimientos que llegan a la parte baja, se plantea la construcción de una laguna, denominada Gasera, situada justo en la confluencia de los dos ríos formadores, con lo cual la regulación máxima alcanzada es del 85% del gasto total producido en las partes altas para un periodo de retorno de 100 años.

A la regulación lograda con las presas se le denomina Regulación Parcial y a la que se tiene adicionando la laguna, se le llama Regulación Máxima.

Es de vital importancia destacar que con estas acciones de regulación (siete presas y una laguna) se logrará un importante reducción en los escurrimientos que llegan aguas abajo al río de la Compañía y por lo tanto se reducen en forma sustancial los riesgos de inundación en la parte baja de la cuenca.

Las siete presas para control de avenidas son:

Cuenca del río San Francisco:

Chihuahua 2
Texcahuey
Jícaras
Olivar
Zoquiapan

Cuenca del río San Rafael:

Santo Domingo
Xaltocan

Se plantea también, con el objeto de regular aún más los escurrimientos que llegan a la parte baja, la construcción de una laguna situada justo en la confluencia de los ríos San Francisco y San Rafael.

1.5.2.2 Obras de conducción

Túnel.- Se propone la construcción de un túnel que resolvería el problema de la conducción a cielo abierto del agua. La construcción de este túnel deberá ligarse a las obras del Túnel del Dren General del Valle, del túnel Río de los Remedios y de la Laguna de Regulación y Planta de Bombeo de Casa Colorada, que forman parte del Drenaje General del Valle de México.

1.5.2.3 Obras complementarias

Colectores sanitarios.- Se contempla construir estos colectores por ambas márgenes del canal actual con el fin de conducir todas las aguas residuales que se generan en la cuenca.

Colector Cuauhtémoc.- Se plantea la construcción de un colector pluvial sobre el lado norte de la carretera federal México-Puebla, en la zona de Ixtapaluca, para captar los escurrimientos que se generan en el cerro El Pino y que actualmente provocan inundaciones en la carretera mencionada y también en las colonias ubicadas sobre la margen derecha del canal, saturando los cárcamos de bombeo existentes. Este colector descargaría al canal de la Compañía aguas abajo del cruce con la carretera en cuestión.

1.5.2.4 Acciones en el año 2001

En el presente año se encuentra ya a punto de concluir los proyectos ejecutivos de dos de las presas de control de avenidas: Zoquiapan y Sto. Domingo, así como el correspondiente a la laguna situada justo en la confluencia de los ríos San Francisco y San Rafael, los cuales podría construirse en este mismo año. Con estas obras se tendría ya resuelta una parte del problema de regulación de avenidas, tanto del río San Francisco como del río San Rafael. En los próximos años se seguirá trabajando en los proyectos ejecutivos de la obras definidas así como en su construcción.

Cabe aclarar que para poder construir las obras de regulación (presas y laguna) es necesario que los terrenos se liberen y queden disponibles y poder así cumplir con la propuesta de acciones que dan solución a la problemática del río de la Compañía.

SEQUÍAS

1.6 Introducción

Actualmente las sequías son consideradas como desastres naturales debido a las repercusiones económicas y ambientales que tienen sobre las regiones afectadas. En este sentido, México se cuenta como uno de los países que son severamente dañados por este fenómeno.

Durante 2000 las principales entidades que resintieron los efectos de las sequías son Aguascalientes, Guanajuato y Coahuila. En la tabla 1.29 se presentan los estados y el monto al que ascendieron los daños.

**Tabla 1.29 Resumen de daños totales por concepto de sequías
(miles de pesos)**

Estado	Fondo Revolvente
Sonora	56,080
Durango	45,000
Aguascalientes	25,112
Chihuahua	120,000
Nuevo León	51,825
San Luis Potosí	16,289
Sinaloa	53,441
Zacatecas	42,278
Coahuila	62,000
Guanajuato	73,994
Querétaro	10,860
Jalisco	-
Tamaulipas	-
Recursos no autorizados por la CIGF	
Querétaro	3,333
Michoacán	9,320
Guanajuato	-
Total	569,532

1.6.1 Descripción del fenómeno

La sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un periodo de tiempo es menor que el promedio y cuando esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas².

Cuando en una región la precipitación acumulada en un cierto lapso es significativamente menor a la promedio, se presenta una sequía. Si este tiempo es de varios meses se afectan las actividades principales de los habitantes de ese lugar. Desafortunadamente este fenómeno que cada vez se presenta con mayor

² García Jiménez, F. y Fuentes Mariles A., (1999), "Análisis de sequías en México", En: Cuadernos de Investigación No. 46. Centro Nacional de Prevención de Desastres, México.

frecuencia no sólo en México sino en todo el mundo, causa grandes pérdidas económicas por la escasa actividad agrícola o la muerte del ganado.

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.

Los periodos naturales de poca lluvia y la creciente competencia por los pocos suministros de agua reflejan que la vulnerabilidad ante las sequías crece. Una sequía puede afectar a grandes extensiones de terreno y durar meses incluso años.

Los estados del territorio nacional donde se presentan con mayor frecuencia las sequías están al norte. Sin embargo, en orden de severidad de sus efectos desfavorables están: Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Baja California, Sonora, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Tlaxcala.

Siendo por todo lo anterior que México se cuenta como uno más de los países que son afectados por este fenómeno meteorológico que debido a sus consecuencias actualmente es considerado como DESASTRE.

Tabla 1.30 Sequías

Estado	Acuerdo Definitivo	Depende	FONDEN	Recursos Estatales	Total de Recursos
Sonora	15-may-00	CNA	22,430	33,650	56,080
Durango	15-may-00	CNA	18,000	27,000	45,000
Aguascalientes	1-jun-00	CNA	2,600	3,900	6,500
		SAGAR	13,028	5,584	18,612
Chihuahua	1-jun-00	CNA	72,000	48,000	120,000
Nuevo León	1-jun-00	CNA	31,095	20,730	51,825
San Luis Potosí	1-jun-00	CNA	6,516	9,773	16,289
Sinaloa	1-jun-00	CNA	21,376	32,065	53,441
Zacatecas	1-jun-00	CNA	21,833	20,446	42,278
Coahuila	1-jun-00	CNA	24,800	37,200	62,000
Guanajuato	1-jun-00	CNA	5,280	7,920	13,200
		SAGAR	42,556	18,238	60,794
Querétaro	1-jun-00	CNA	5,280	3,520	8,800
		SAGAR	1,442	618	2,060
Jalisco	-	CNA	-	-	-
Michoacán	-	CNA	-	-	-
Tamaulipas	-	CNA	-	-	-
INF. HIDROAGRIC.		CNA			
			Recursos no Autorizados por la CIGF		
Querétaro	7-dic-00	SAGAR	2,333	1,000	3,333
Michoacán	-	SAGAR	6,524	2,796	9,320
Guanajuato	-	SAGAR	-	-	-
T O T A L			297,092	272,439	569,531

ANÁLISIS DE LOS DAÑOS POR TEMPERATURAS BAJAS PRESENTADAS EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA DURANTE EL MES DE DICIEMBRE DE 2000*

1.7 Introducción

Con motivo de las bajas temperaturas que se registraron en el estado de Chihuahua y al número de muertes que se produjeron; se estudió la distribución espacial y temporal de los fallecimientos y sus causas. Adicionalmente se analizaron las temperaturas mínimas del mes de diciembre y se compararon con el registro histórico de varias estaciones, por medio de las anomalías de temperatura mínima y de sus valores extremos, con el objeto de determinar si los eventos presentados fueron extraordinarios.

Tabla 1.31 Resumen de daños totales por concepto de heladas (miles de pesos)

Estado	Daños Indirectos (Fondo Revolvente)
Puebla	9,829
Tlaxcala	4,777
TOTAL	14,606

1.7.1 Causas y distribución de las muertes

Según el informe de la Unidad Estatal de Protección Civil, la distribución espacial de las pérdidas de vidas humanas en el estado de Chihuahua se presentaron de la siguiente forma (figura 1.27).

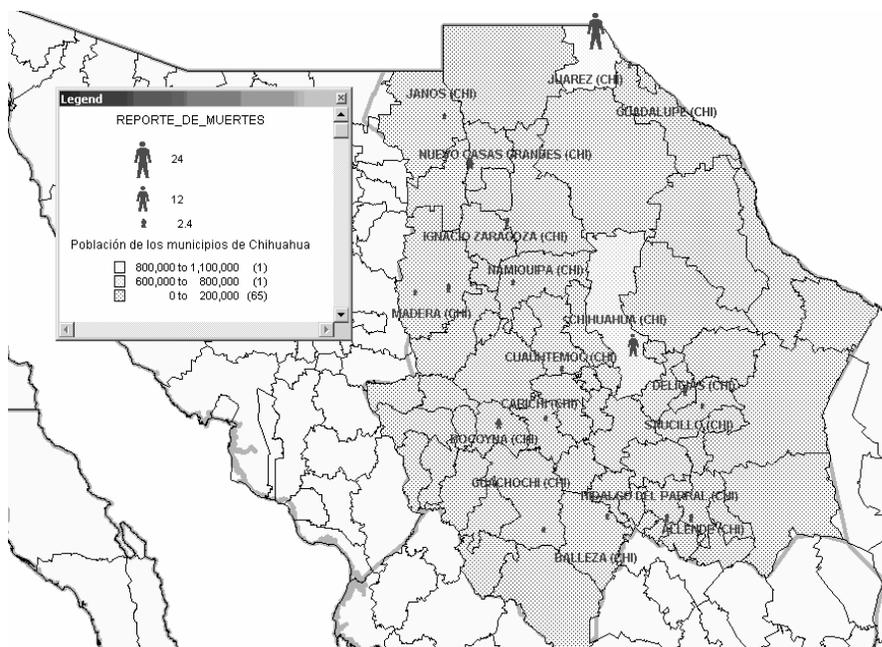


Figura 1.27 Distribución de las muertes en el estado de Chihuahua durante el invierno 2000-2001

*Martín Jiménez Espinosa, Lucía Guadalupe Matías Ramírez, Krishna Susana Camacho Quintana. Área de Riesgos Hidrometeorológicos

Con los datos de la figura 1.27, se observa que el número de muertes fue proporcional a la población total de los municipios, es decir, que los daños estuvieron influenciados en gran medida por la situación social y económica de cada uno de los municipios.

Las principales causas de muerte, según lo reportado por la Unidad Estatal de Protección Civil, fueron intoxicación por monóxido de carbono y por gas butano, hipotermia y quemaduras. Durante el mes de noviembre se presentó el mayor número de fallecimientos, como se puede apreciar en la figura 1.28, tanto por intoxicación y quemaduras, como por frío. La intoxicación por monóxido de carbono ocurrió en todos los casos en los hogares. En el caso de la hipotermia, ésta afectó de manera especial al sexo masculino, esencialmente a los indigentes, debido a que la mayoría de las personas fueron encontradas en la vía pública.

La inhalación de gas butano fue otra de las causas de muerte al no contar con un sistema de ventilación adecuado para eliminar los gases de combustión de los calentadores. Se registraron nueve decesos, todos en personas mayores de 35 años, donde la población afectada fue de manera general del sexo masculino. Con respecto a las quemaduras, sólo ocurrieron cuatro casos, todos en personas de sexo masculino, dos infantes y dos adultos, principalmente en las viviendas.

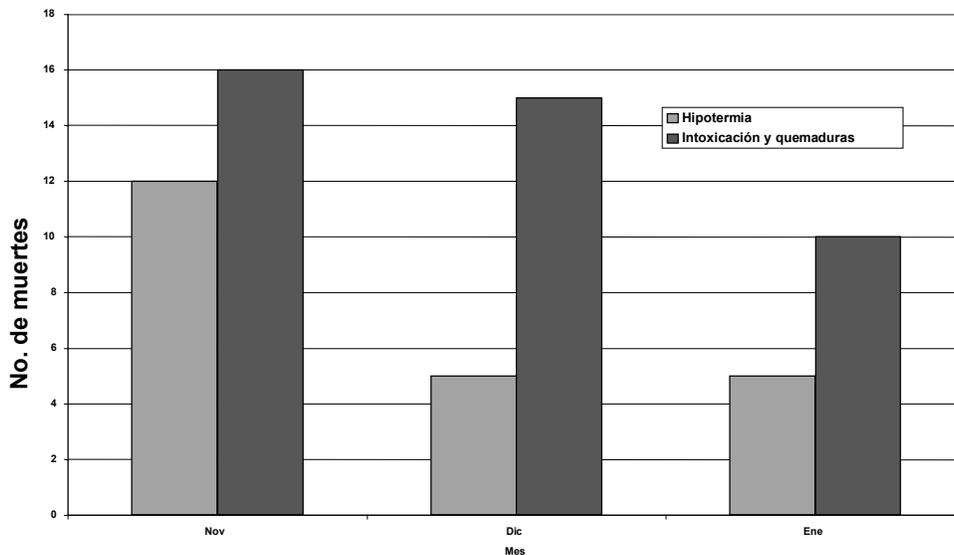


Figura 1.28 Distribución mensual de las muertes

En cuanto a la distribución de las muertes causadas por hipotermia, se observa en la figura 1.29 que éstas se presentaron de acuerdo con las zonas de mayor frío.

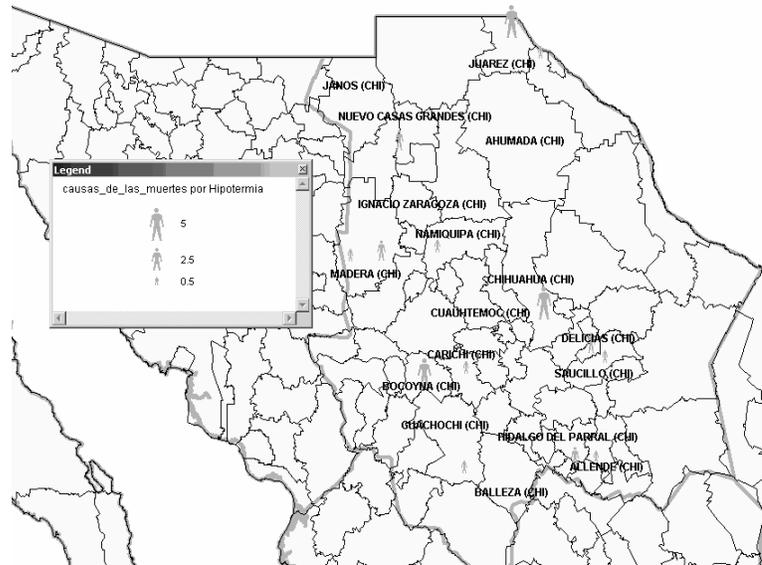


Figura 1.29 Distribución espacial de los fallecimientos por hipotermia

La distribución de las muertes por intoxicación por gas butano o monóxido de carbono y quemaduras (figura 1.30), se concentró en los municipios de Juárez y en menor medida, en Chihuahua, que son los municipios con mayor número de habitantes en el estado, así se observó la influencia, más que del frío intenso, de la pobreza y falta de información.

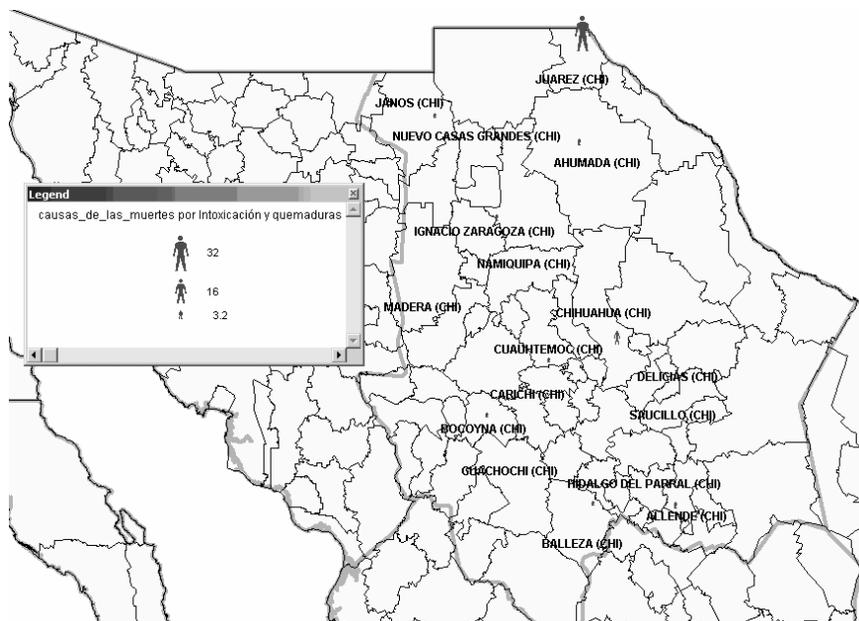
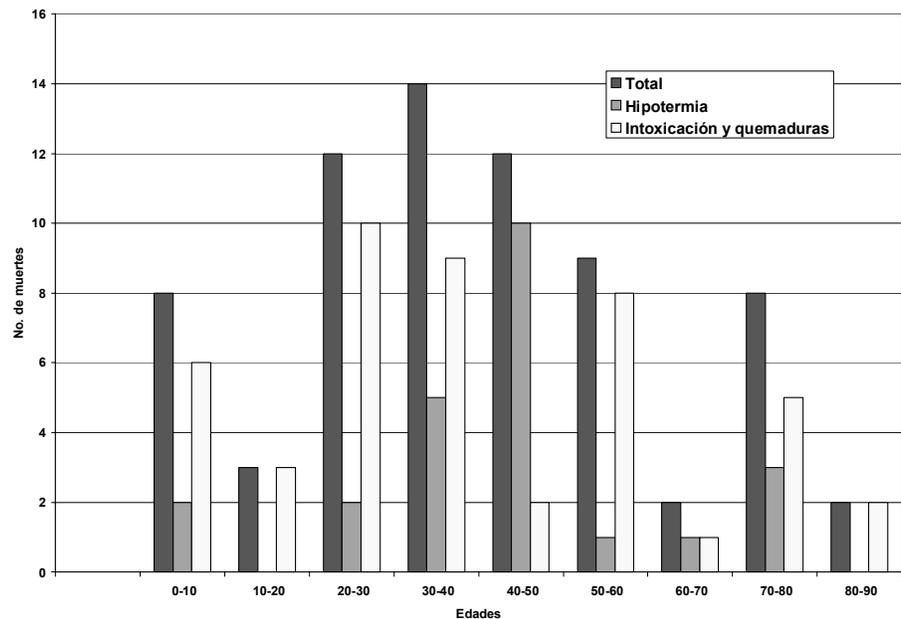


Figura 1.30 Distribución de víctimas por intoxicación y quemaduras

La edad de las personas fallecidas (figura 1.31) es un factor decisivo en los casos de muerte por hipotermia. En este sentido, las víctimas con mayor frecuencia estuvieron entre 40 y 50 años de edad, mientras que en el caso de la intoxicación y quemaduras afectó a niños, adultos y personas mayores, principalmente entre los 0 a 10, 20 a 30, y 70 a 80 años.

Figura 1.31
Distribución por
edades de las personas
fallecidas



El impacto social del frío intenso dependió no sólo de la amenaza natural, sino de la vulnerabilidad de la sociedad expuesta a la amenaza. Por ejemplo, la población del municipio de Juárez es una de las más vulnerables debido a la situación social y económica que predomina en el municipio, ya que son personas que tienen que salir a trabajar a la frontera con Estados Unidos o se emplean en las maquiladoras de la zona. Dado lo anterior, la población es de escasos recursos y no vive en condiciones adecuadas para resistir el frío de cada temporada invernal. Aunado a esto, en los hogares habita un gran número de personas, o bien, que las casas son de cartón o no cuentan con una ventilación adecuada. Otros ejemplos de municipios vulnerables fueron Chihuahua y Bocoyna, y los menos afectados fueron Janos, Buenaventura, V. Allende, V. Zaragoza, Parral, Balleza, Guachochi, Delicias, Namiquipa y Saucillo.

1.7.2 Análisis de las temperaturas en Chihuahua

1.7.2.1 Días con heladas

De los datos de algunas estaciones climatológicas del estado de Chihuahua, para el mes de diciembre, se observó que en la estación de Ciudad Juárez durante todo el mes estuvo bajo los efectos de una helada prolongada, que ocurre cuando la temperatura mínima diaria es menor a los 2° C, que puede representar una temperatura que afecta al cuerpo humano y provocar problemas de hipotermia. Le siguieron las estaciones de Creel, Guerrero, Jiménez P. A. González y Temósachic. Se puede considerar que en estos sitios los efectos por frío fueron más agudos.

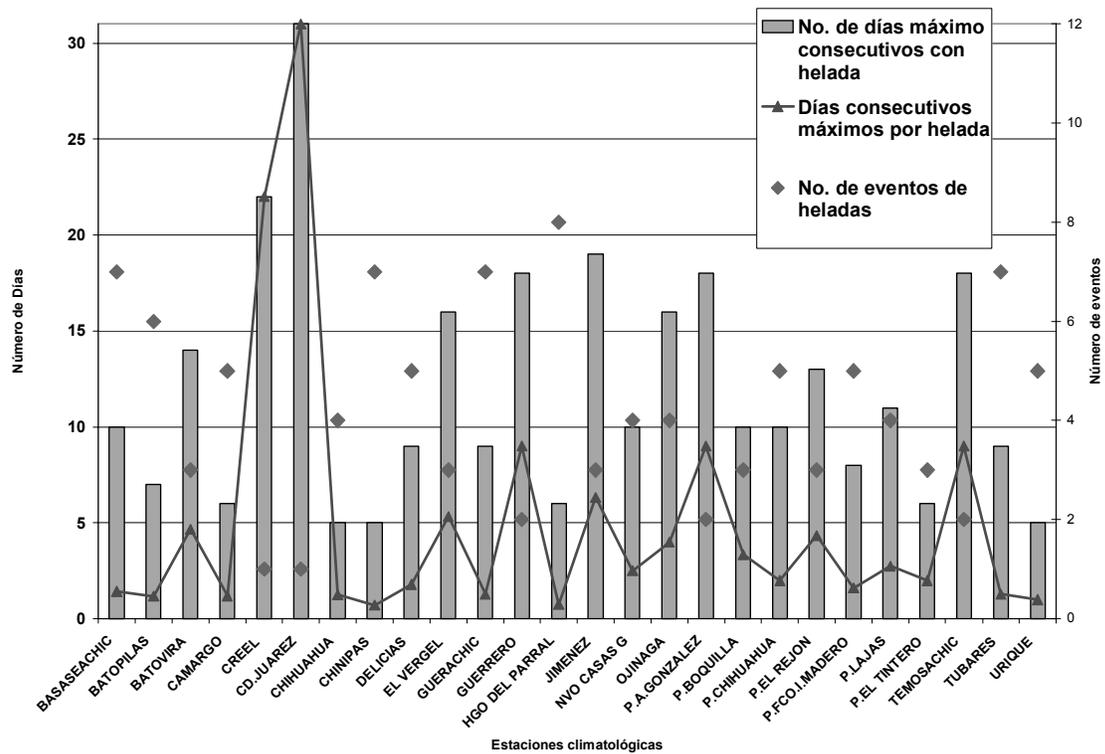


Figura 1.32 Número de eventos de heladas en diversas estaciones del estado de Chihuahua durante el mes de diciembre, así como el número de días máximo consecutivo con una temperatura menor o igual a los 2° C

En promedio las estaciones indican 12 días con heladas, es decir, un poco menos de la mitad del mes se presentaron temperaturas menores o iguales a 2° C. Después de pasar el Frente Frío No.17, ocurrieron tres decesos (20 de diciembre), principalmente del sexo femenino y menores de 25 años, todos ellos en ciudad Juárez (-1° C), a pesar de que en Temósachic se registró una temperatura mínima de -10° C. De lo anterior se deduce que en la temporada invernal, la población de Temósachic estuvo consciente de los descensos tan abruptos de la temperatura y se protegió para las inclemencias, y por tal motivo no se registró ningún deceso, además de que los habitantes son principalmente tarahumaras y están acostumbrados a los cambios de temperatura, sin olvidar que en esta temporada ellos abandonan sus hogares para ocupar refugios.

1.7.2.2 Mapa de anomalías de temperatura mínima para el mes de diciembre

Para la elaboración del mapa de anomalías de temperatura mínima para el mes de diciembre se utilizaron los datos de 25 estaciones, las cuales cubrieron gran parte del estado. Posteriormente se buscó el valor normal para un periodo de 30 años como mínimo, para lo cual se tomó el dato de las normales climatológicas del periodo más reciente (1951-1980), y en otros casos se recurrió al periodo de 1941-1970. Una vez obtenido el valor normal fue necesario el dato diario de temperatura mínima del mes de diciembre, para obtener una diferencia del valor diario de diciembre del 2000 con el dato del periodo normal. En el mapa se observa que sólo una parte del estado estuvo en una situación fuera de lo normal y presenta valores negativos, así pues el municipio que mostró una mayor anomalía fue Chinipas (-5°C).

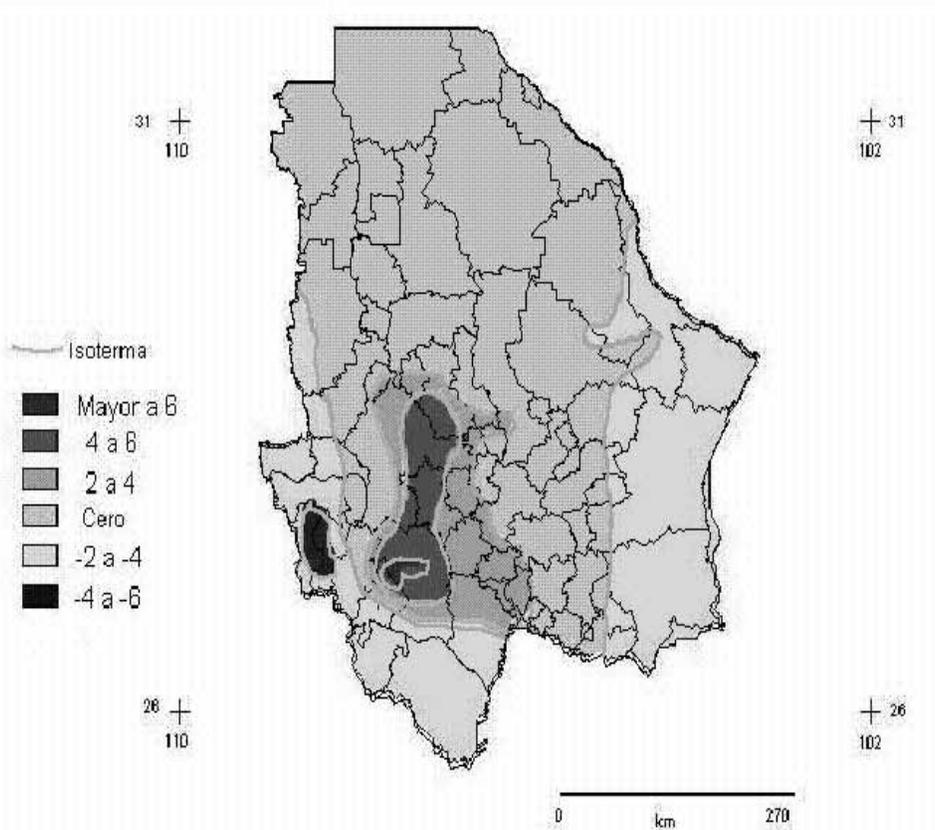


Figura 1.33 Mapa de anomalía de la temperatura mínima en Guachochi, Chínipas, Bavícora, Bachiniva, Ciudad Delicias, Camargo, Jiménez, Ojinaga, Chihuahua, Meoqui, Batopilas, Guachochi, Madera y Buenaventura, el valor de anomalía fue negativo y se interpreta como que el valor de temperatura mínima del mes de diciembre del 2000 fue menor al promedio de 30 años. Esta área anómala está en estrecha relación con las Sierras de Tarahumara, Surotato, las cumbres de Gato y los valles intermontanos de éstas.

Los valores de anomalías negativas que oscilan entre 0 y -1°C abarcan los municipios de Buenaventura, Madera, Temósachic, Chihuahua, Bachiniva, Julimes, Delicias, Camargo, Juárez, Galeana, Aldama y Gómez Farias.

1.7.2.3 Mapa de temperaturas mínimas promedio del mes de diciembre

El comportamiento de la temperatura mínima durante el mes de diciembre del 2000 en Chihuahua fue de la siguiente forma. Los descensos abruptos de temperatura abarcaron desde el municipio de Madera hacia el sur hasta las cumbres de Gato y a la sierra de San José. Guachochi presentó un valor menor de -8°C y corresponde al sistema fisiográfico de la sierra de Tarahumara, mientras que, hacia el suroeste del estado, la temperatura se incrementa hasta 8°C . Se observa una estrecha relación de continentalidad y su proximidad con la llanura costera del Golfo de California. Al mismo tiempo que en el este, noreste y sureste de Chihuahua sólo se observaron valores de entre 0 y 2°C , esto indica que gran parte del estado se encuentra bajo la influencia de temperaturas bajas debido a los fenómenos sinópticos de invierno, principalmente los frentes fríos y las masas de aire frío que se ubican detrás de ellos.

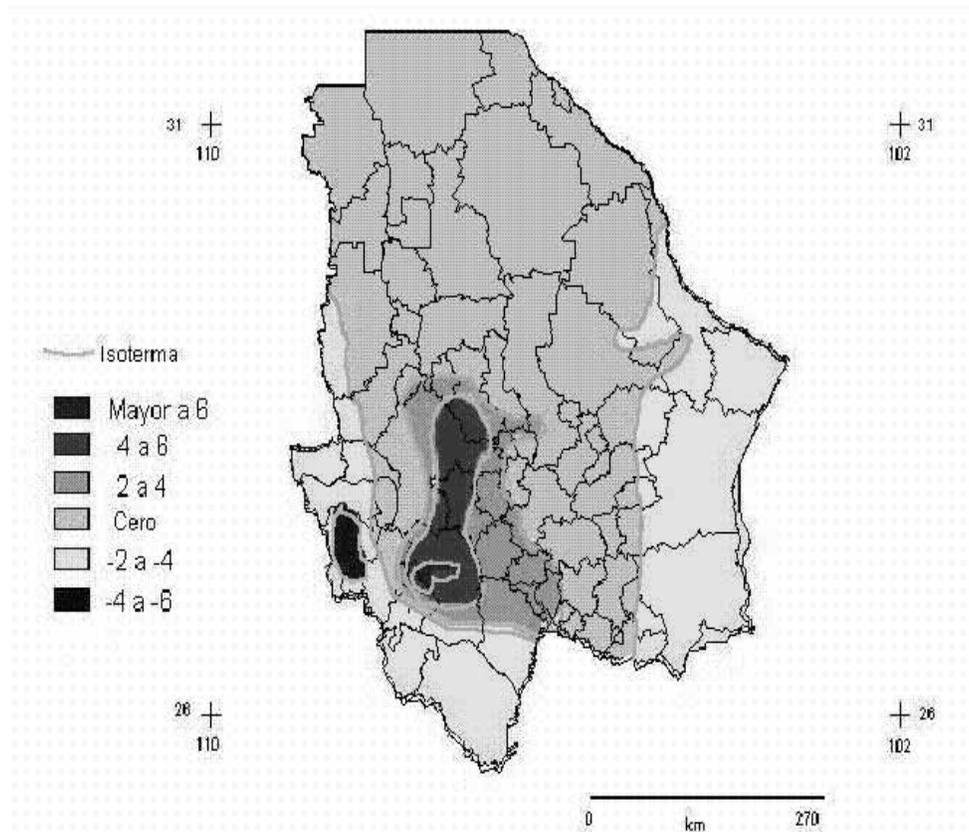


Figura 1.34 Mapa de temperatura mínima promedio del mes de diciembre del 2000

1.7.2.4. Temperatura mínima extrema del mes de diciembre

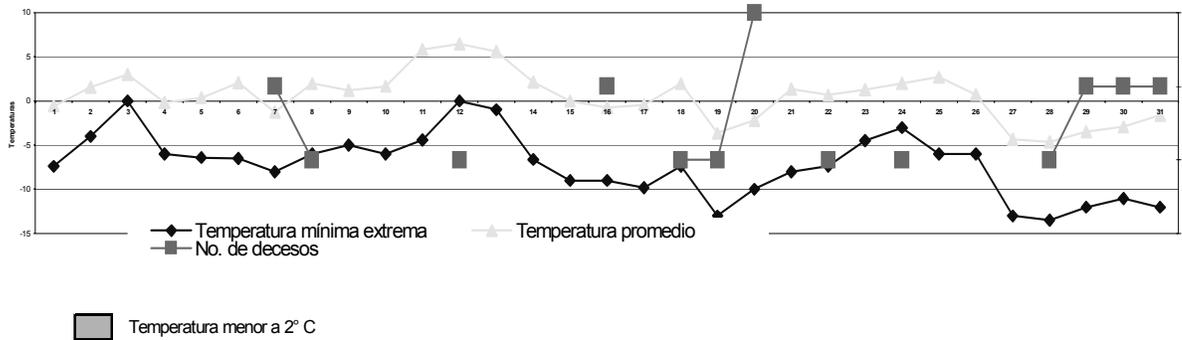
De las 25 estaciones estudiadas se obtuvieron los valores extremos de temperatura mínima durante el mes de diciembre. La figura 1.35 indica un marcado descenso de temperatura sobre la Sierra Madre Occidental, principalmente en la Sierra Tarahumara, donde los valores llegaron hasta -13°C en el municipio de Temósachic. Así pues, gran parte del Estado estuvo influenciado por temperaturas bajo cero grados. Mientras que en el extremo suroeste del estado se encontró un área con temperaturas entre los 4 y 6°C , ésta comprendió las ciudades de Urique, Batopilas, Guerachic y Guadalupe y Calvo (ver tabla en la siguiente página).

1.7.3 Conclusiones

1. El número de decesos en los municipios del estado de Chihuahua fue proporcional a la población total de los municipios, es decir, que los daños estuvieron influenciados en gran medida por la situación social de cada uno de los municipios.
2. El impacto social por frío intenso depende no sólo de la amenaza natural, sino de la vulnerabilidad de la sociedad expuesta al peligro. Por ejemplo, la población del municipio de Juárez es una de las más vulnerables debido a la situación socioeconómica que predomina en el municipio. Aunado a lo anterior está el hecho de que durante todo el mes de diciembre se presentaron temperaturas mínimas que producen heladas y daños importantes a la población, especialmente por la intoxicación de monóxido de carbono y gas butano.
3. Durante el mes de diciembre se manifestaron anomalías negativas de las temperaturas mínimas de -4 a -6°C en los municipios de Chinipas, Guadalupe y Calvo, y Urique, en los que ocurrió un sólo deceso, es decir, el 5% del total de fallecimientos en ese mes.
4. En el mes de noviembre se produjo un mayor número de muertes asociadas a frío intenso, por lo que posiblemente se tuvo un inicio de invierno con temperaturas mínimas extremas, el cual se recomienda analizar.
5. Es importante llevar a cabo una campaña para dar a conocer recomendaciones a la población sobre cómo protegerse del frío intenso en el hogar, sin poner en riesgo la vida de sus ocupantes. Ésta deberá darse justo antes del inicio de la temporada de invierno a finales de octubre y principios de noviembre. Es necesario insistir en el cuidado extremo de los calentadores, principalmente en aquellas zonas donde su uso se ha extendido. Dicha campaña es preferible que se incorpore en las escuelas para sensibilizar a los niños y niñas.
6. Para evitar los fallecimientos por hipotermia es necesario establecer refugios en las ciudades para los indigentes, así como un plan para evitar que pernocten en la vía pública.

Tabla 1.32 Temperaturas mínimas de algunas estaciones durante el mes de diciembre de 2000 y resumen de muertes ocurridas

	Días																															
Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Camargo					3	3	1	1				6	5	4	4			1	-3	-3							5	-2	-3	-3		
Cd. Juárez				0	1	2	-1	1				0	2	1					-1	-4	-1						-5	-3	-3	-2		
Chihuahua	2,5	5,4	5	0,6	0,4	1,8	0	2,6	9,4	4,6	9,8	9,2	8,2	1,6	2	2	-1,5	5,6	-5,6	0	1,3	-0,6	2	3,6	7	2,9	-3,7	-4,1	-3,2	-3,5	-3,1	
Chinipas						7,5		6				6		5				4	3	3	4	4	4	4	4	4	3,5	1,8	3	2	12	
Delicias		5	6	1	1	2	0	1	4	4	4	7	7	2	3		-1,5	0	-6	-6	0	-1	-1	2	4	4	-4	-5	-5	-4	-3	
Guerrero	0	0	-1	-2	-1,5	-4	-4,5			-2		3	4	-5,5	-4,5			-5	-7	-8	-5,5	-4,5	-2	-2	-3,5	-3	-7	-7,5	-7	-6	-6,5	
Hidalgo del Parral	3,2	8	2,9	1,5	0	5,5	-1,2	5	4,3	5,4	8,3	0	7	1	4	5,7	-1	8	-6	1,5	6	1	3	3,8	7,5	1,3	-3,1	-4,2	-4,2	-0,4	2	
Jiménez	3		5	0	-2	-2	-3	-2	-1	2		3	-1	-1	-1			-3	-7	-3	0	-1	0	-1	2	0	-3	-7	-7	-6	-2	
Nvo Casas Grandes	1,6	5	3	-0,4	0,6	0,6	-2	1,2	1,2	2,2	4,7	6	11	-1,6	-2	-1	-1,2	0,2	-6,8	-4,6	-1	-0,2	1	3,6	1,2	-1,4	-8,4	-5,8	-3,8	-5	-2	
Ojinaga				4	4	3	0	1				3	0	3	3			0	-4	-3			1					-3	-4	0		
Pr. Abraham Gonzalez		-2	0		-2	-1,5	-4	-4,5	-1	-2	-2	3	4	-5,5	-4,5	-6	-7	-5	-6	-8	-5,5	-4,5	-2	-2			-3	-7	-7,5	-7	-6	-6,5
Pr. El rejón		2	5	-0,5	-0,5	0	0,5	1			9	9	7,5	1	1			5	-8	-8	0	-2										
Pr. El tintero		2	2	1	1	2	3	5	3	9	10	8	9	3	3	2	0	3	-4	-3	2	3	5	6	6	6	-2	-6	-5	-4	-1	-1
Pr. Fco I Madero					2,5	3,5	2	1			8	10		5			1	1,5	-2	-2	-1	-1	3	1	2	6	-2	-2	-1	-2	0	
Pr. La Boquilla					1	1	-1	0			4	10		2			0	1	-4	2	2,5	0	0	1	0	0,5	-3	-3	-2	-4	-1	
Pr. Las Lajas		-1	4	2	0	1	2	2	4	5	6	9	9	2	1	1	1	2	-6	-6	0	1	1	2	4	2	-5	-5	-5	-4	-3	
Temósachic	-7,4	0	0	-6	-6,4	-6,5	-8	-6	-5	-6	-4,4	4	6	-6,6	-9	-9	-9,8	-7,4	-13	-10	-8	-7,4	-4,5	-3	-6	-6	-13	-12	-12	-11	-12	
Urique						9,5	9				9		9,5					8	6	7	8	8	7	9	7	7	8,8	5	5	6	6	
Frente frío	FF.13	FF.13	FF.14	FF.14	FF.14	FF.14	FF.14	NO	FFF.16	FF.16	NO	FFF.16	FF.16	NO	NO	NO	NO	FFF.11	NO	NO	NO	FFF.14	NO	NO	FFF.2	FF.2	FF.2	FF.2	NO	NO	FFF.22	
Duración FF	2			3			2				2					4				1			3	1	2		3		1	2	1	
Temperatura mínima extrema	-7,4	-4	0	-6	-6,4	-6,5	-8	-6	-5	-6	-4,4	0	-1	-6,6	-9	-9	-9,8	-7,4	-13	-10	-8	-7,4	-4,5	-3	-6	-6	-13	-14	-12	-11	-12	
Temperatura promedio	-0,6	1,6	3,0	-0,2	0,4	2,1	-1,2	2,0	1,2	1,7	5,8	6,5	5,6	2,1	0,0	-0,8	-0,4	2,0	-3,6	-2,2	1,3	0,7	1,3	2,0	2,7	0,7	-4,3	-4,6	-3,5	-2,9	-1,6	
No. de decesos							2	1				1				2		1	1	3		1		1			1	2	2	2	2	



II. INCENDIOS FORESTALES

2.1 Introducción

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. La aparición de incendios forestales es producto de diversos factores; sin embargo, la manifestación de éstos generalmente obedece a un patrón determinado. Con frecuencia las áreas de más alta posibilidad de incendio se encuentran próximas a caminos, carreteras o poblados, así como en áreas de fuertes pendientes, zonas de pastoreo, lugares de recreo, áreas en aprovechamiento maderable, etc. En el año 2000 se registraron 8,560 incendios que afectaron a 234, 839 hectáreas¹.

Tabla 2.1 Resumen de los daños causados por incendios forestales

Estado	Daños Indirectos (Fondo Revolvente)
Chihuahua	7,614
Durango	6,601
Guerrero	9,565
Jalisco	8,567
Morelos	4,475
Zacatecas	3,019
Quintana Roo	3,311
Baja California	3,557
TOTAL	46,729

A continuación se presenta un cuadro con las regiones que fueron declaradas zonas de desastre por el FONDEN debido a incendios forestales.

**Tabla 2.2 Fondo Revolvente, Incendios Forestales
(miles de pesos)**

Estado	Acuerdo Definitivo	Dependencia	Total de Recursos
Chihuahua	15-may-00	SEMARNAT	7,614
Durango	7-jun-00	SEMARNAT	6,601
Guerrero	7-jun-00	SEMARNAT	9,565
Jalisco	7-jun-00	SEMARNAT	8,567
Morelos	7-jun-00	SEMARNAT	4,475
Zacatecas	7-jun-00	SEMARNAT	3,019
Quintana Roo	11-sep-00	SEMARNAT	3,311
Baja California	29-sep-00	SEMARNAT	3,577
TOTAL			46,729

¹ Fuente: www.semarnat.gob.mx

III. FENÓMENOS GEOLÓGICOS

EL CASO DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL*

3.1 Antecedentes

Después de un periodo de relativa calma, desde el crecimiento de un domo (el más pequeño desde 1996), en febrero del año 2000, el Volcán Popocatépetl mostró síntomas de actividad a principios de septiembre, lo que marcó el inicio de un nuevo episodio que produjo el domo de lava más grande desde 1994¹ y anomalías intensas de la radiación térmica en el cráter, (observadas a través de imágenes del satélite GOES de la HIGP de la Universidad de Hawai).

Un vuelo sobre el cráter, el día 15 de septiembre, permitió la confirmación visual de un pequeño domo, que crecía lentamente en el fondo del cráter del Volcán. La actividad variable de exhalaciones de bajo nivel y de tremor, continuó todo septiembre. Durante octubre, una actividad mayor en las exhalaciones, produjo columnas de ceniza de entre 5 y 6 kilómetros sobre el cráter y provocó ligera caída de ceniza en los pueblos vecinos al Volcán. La explosividad de esas exhalaciones se incrementó el 16 de octubre, cuando pequeños fragmentos incandescentes fueron lanzados del cráter en la parte más alta del flanco Este del Volcán.

Un marcado incremento en el nivel de actividad interna se detectó el 1 de noviembre, al presentarse un enjambre de sismos volcano-tectónicos, que comenzó con un sismo de magnitud 3.1, localizado en el sector sureste del Volcán. Más sismos con magnitudes en el rango de 2.2 a 3.0 continuaron el 3 de noviembre, causando un incremento en el nivel de alertamiento. Esta actividad interna, no fue reflejada por eventos externos excepcionales.

3.2 Los episodios de diciembre del 2000 y su impacto en la población local

A finales del mes de noviembre continuó una actividad baja, pero el 2 de diciembre, se incrementó de nuevo, con una moderada, pero larga exhalación y una emisión de ceniza que duró cerca de 90 minutos. La actividad del Volcán de nuevo se incrementó el día 12 de diciembre, con un gran número de exhalaciones (hasta 200 por día); muchas de ellas con emisiones de ceniza que alcanzaban entre los 5 y 6 km de altura sobre el Volcán. Por la noche fue posible observar incandescencia en el cráter y la emisión de algunos fragmentos.

**Actividad del Volcán Popocatépetl
el 19 diciembre de 2000**



* Documento Proporcionado por el Área de Riesgos Volcánicos.

1 La principales características de esta nueva actividad fueron las siguientes:

- ✓ tremor armónico en la coda de las señales de exhalaciones.
- ✓ sismos tectono-volcánicos, debajo del cráter, seguidos por exhalaciones con duraciones de hasta 30 minutos.
- ✓ incremento en el tamaño de la fumarola de las exhalaciones y
- ✓ presencia de tremor armónico en la coda de las exhalaciones.

Una actividad similar, pero con exhalaciones de mayor duración fue observada durante los días 13, 14 y 15, lo que produjo ligeras lluvias de ceniza en algunos poblados cercanos al Volcán. El día 15 de diciembre, se detectaron desde temprano más episodios de tremor armónico de gran amplitud y baja frecuencia con duraciones de algunos minutos.

Ese mismo día, a las 14:04 hrs., el tremor armónico de baja frecuencia creció sostenidamente con amplitudes en el nivel de saturación de los instrumentos en todas las estaciones de monitoreo, incluyendo las más lejanas. Estas señales fueron de tal magnitud que las sintieron poblaciones a distancias de 12 a 14 km a la redonda, y fueron registradas por estaciones de la Red Sismológica a distancias de 150 km del Volcán. Este episodio de tremor armónico de baja frecuencia duró, con ese nivel de intensidad, cerca de 10 horas y guardó relación con la extrusión de magma a una tasa muy alta.

Una dramática caída en el nivel de actividad, ocurrió al comienzo de la mañana del 16 de diciembre. La cual fue seguida, 16 horas después, por una nueva señal de tremor armónico de baja frecuencia y con una amplitud creciente. De nuevo esta señal alcanzó niveles de saturación en todas las estaciones de monitoreo sísmico y duró cerca de 9.5 horas. Las amplitudes de estas señales fueron tan grandes, que dañaron plumillas de los registradores sísmicos.

Por primera vez desde que se instalaron los inclinómetros se detectaron las señales de tremor. Los episodios de gran oscilación fueron contemporáneos con los de tremor. La amplitud de las oscilaciones de los inclinómetros estuvo en el rango de los 100 microradianes, alcanzando de pico a pico de 200 microradianes.



**Actividad del Volcán
Popocatepetl el 14 diciembre
de 2000**

**Actividad del Volcán
Popocatepetl el 18 diciembre
de 2000**



La zona de riesgo del Volcán comprende los estados de Puebla, Morelos y México principalmente. Las comunidades afectadas se distribuyen de la siguiente manera:

Entidad Federativa	Número de Comunidades
Puebla	
Ozolco, Santiago Xalitzintla, Santa Catalina Cuilotepec, La Magdalena, Yauncuitalpan, San Pedro Benito Juárez, San Juan Ocoatepec, Col Agrícola Ocoatepec, Santa Catarina Tepanapa, San Martín, San Nicolás de los Ranchos, San Pedro Yancuitalpan, San Pedro Atlixco, San Baltasar Atlimeyaya, Guadalupe Huexocoapan, Santa María Tochmilco, Santa Cruz Cuatomatlán, San Miguel Tecoanipan	18
Morelos	
Hueyapan, Oxcealipeç, Tlamimilulpan	3
México	
Paso de Cortés, Popopark, Ozumba, Atlautla, Ecatzingo	5

Para entonces (15 y 16 de diciembre), la magnitud de las señales monitoreadas y la tasa tan alta de producción de lava que formó el domo más grande observado en el episodio actual de actividad del Volcán Popocatepetl, motivó a las autoridades de Protección Civil a constituirse en un comité de seguridad y a declarar un incremento en el nivel de alertamiento y la definición de radio de seguridad de 13 km. Este radio fue sugerido para incluir al menos a varias de las poblaciones más vulnerables, como Santiago Xalitzintla y San Pedro Benito Juárez.

Santiago Xalitzintla está ubicado en una barranca que es uno de los principales drenajes de flanco Norte del Popocatepetl. San Pedro Benito Juárez se encuentra en una zona de fractura del flanco Sur-este, en donde se localizan muchos de los sismos volcano-tectónicos más grandes. También fue observada con una red geodética localizada en esa falla un incremento en la deformación. San Pedro Benito Juárez es una población no muy bien comunicada que se encuentra cerca de la rotura del labio del cráter conocida como “el chimuelo”, que se cree que se colapsó el 24 de febrero de 1664 durante una erupción similar a la presente.

Los episodios de tranquilidad y de tremor armónico de baja frecuencia y gran amplitud, aparecieron de manera en que podían ser interpretados con un modelo de carga y descarga (modelo de tiempo predictivo de Shimazaki y Nagata, 1980). De esta forma el inicio del siguiente episodio importante de actividad (que fue el último, como se demostró después) del día 18 de diciembre, fue pronosticado con un día de anticipación.

El volumen total de lava fresca acumulada en el interior del cráter del Volcán Popocatepetl, para el día 18 de diciembre, se estimó entre 15 y 19 millones de metros cúbicos. Este valor excede al de todos los volúmenes combinados de los domos anteriores. De hecho, el crecimiento vertical estimado para el domo fue tal que otras 20 o 30 horas de tremor con la tasa de crecimiento mencionada hubiera causado que la parte superior del domo alcanzara el nivel más bajo del borde del cráter, incrementando la probabilidad de un escenario que involucrara un desbordamiento del domo.

Como lo anticipó el modelo predictivo, después de un periodo de tres días de relativa calma, el 18 de diciembre por la tarde y el día siguiente, comenzó una nueva erupción. Aunque con una relativa baja explosividad pero de duración larga, esta lanzó grandes cantidades de fragmentos incandescentes en los flancos del Volcán, en tres diferentes episodios.

Se estima que los fragmentos lanzados alcanzaron distancias máximas de entre 5 y 6 km del cráter. Algunas imágenes de estas erupciones fueron muy realzadas por algunos medios de comunicación quienes para ese entonces, habían instalado cámaras especiales alrededor del Volcán y transmitieron imágenes en tiempo real.

3.3 Atención de la emergencia

La evacuación preventiva de los habitantes de las comunidades cercanas al Volcán, comenzó por la noche del 15 de diciembre y continuó temprano el día 16. La decisión de qué poblados deberían ser evacuados fue tomada por las autoridades de los Estados y municipios afectados. Esto causó que algunas poblaciones, fuera del radio de seguridad de 13 km, también fueran evacuadas por la decisión de los alcaldes. Cerca de 41, 000 personas abandonaron el área. Más o menos la mitad de ellos fueron movilizados por las autoridades de Protección Civil. De esta mitad, cerca de 14,000 aceptaron ser transportados a albergues, en donde se quedaron por hasta 10 días. Los otros pobladores se fueron con parientes o con amigos.

En total, se calcula que fueron evacuadas 21 mil personas de las 41 mil que residen en la zona de riesgo, es decir, el 51.2% de la población permaneció en sus viviendas a pesar de las constantes advertencias de las autoridades estatales y municipales. Las 21 mil personas evacuadas fueron transportados a albergues, en donde se quedaron hasta por 10 días. Los otros pobladores se alojaron en casas de parientes o amigos. Para la evacuación de las personas, el gobierno federal estableció 28 rutas, de las cuales 14 pertenecen a México, 5 a Morelos y 9 a Puebla.

Durante el tiempo de permanencia en la fase de alerta, se llevó a cabo un operativo con el fin de brindar ayuda a la población cuyas comunidades se ubican a una distancia de entre 12 y 15 km del cráter del Volcán. En este operativo participaron las siguientes instituciones: Secretaría de Desarrollo Social; Secretaría de Salud; Secretaría de Comunicaciones y Transporte; Secretaría de la Defensa Nacional; Secretaría de Gobernación; Secretaría de Educación Pública; Secretaría de Seguridad Pública; Secretaría del Medio Ambiente; CENAPRED; Protección Civil; Comisión Nacional del Agua; Comisión Federal de Electricidad; DIF y la Cruz Roja.

Asimismo, participaron 2,410 efectivos del Ejército apoyados por la Policía Federal Preventiva. En la zona de mayor riesgo permanecieron 1,800 elementos, manteniéndose en alerta la 25 Región Militar y los destacamentos de los estados en riesgo. Por otro lado, fueron requeridos 1,800 autobuses para transportar a las personas evacuadas a los albergues.

Se establecieron 1,232 albergues de los cuales 475 se ubicaron en Puebla, 420 en Morelos, 188 en el Estado de México, 121 en el Distrito Federal y 28 en Tlaxcala.

El FONDEN aportó recursos que se destinaron principalmente a la movilización de brigadas, dotación de alimentos y distribución de tapabocas entre la población que se encontraba en los albergues.

Tabla 3.1 Resumen de los desembolsos para atender la fase de emergencia del Volcán Popocatepetl (millones de pesos)

Estado	Indirectos (Fondo Revolvente)
Puebla	12.3
Morelos	3.5
TOTAL	15.8

3.4 Evolución posterior

Después del 19 de diciembre, la actividad bajó considerablemente y el siguiente periodo de actividad esperado para el día 23, sobre la base del modelo, no ocurrió indicando que la tasa de suministro de magma había cambiado. Lo que se piensa fue la primera explosión de destrucción del domo, ocurrió el 24 de diciembre, lanzando fragmentos incandescentes a distancias de 2.5 km del Volcán y produciendo una columna de ceniza de aproximadamente 5 km sobre el cráter. Cuando la naturaleza y tamaño del episodio quedaron bien establecidos, al igual que los límites de la actividad futura esperada, se recomendó la reducción del radio de seguridad a 12 km. Como no hay pueblos localizados dentro de este radio la gente pudo regresar a sus casas.

El 22 de enero del 2001, a las 14:58 hrs. se presentó un sismo volcano-tectónico de magnitud 2.8 localizado al este del cráter. A las 15:15 hrs. inició una exhalación de vapor de agua que alcanzó 1 km de altura. Luego a las 16:15 hrs. comenzó una exhalación grande de ceniza. A las 16:23 hrs. se incrementó la explosividad de esta emisión lanzando fragmentos y generando flujos de ceniza (piroclásticos) que descendieron por varias horas de las cañadas del Volcán hasta distancias estimadas de 4 a 6 km y flujos de lodo que descendieron hasta aproximadamente 14 km, quedando a 2 km de la población de Santiago Xalitzintla. En este lugar los flujos de lodo acarrearón bloques de hasta 0.5 m. de diámetro y una ancho total del flujo de unos 7 metros. A las 16:40 la emisión de ceniza había alcanzado una altura de 8 km sobre el nivel del cráter. Debido al poco viento, la columna de ceniza se elevó verticalmente, para luego precipitarse en las cercanías del Volcán. Se reportó caída de ceniza en Santiago Xalitzintla.

3.5 Conclusiones

La evaluación de estos eventos nos permite llegar a las siguientes conclusiones.

1. Esta fue la más grande erupción en términos de liberación de energía, registrada instrumentalmente en el Popocatepetl.
2. Afortunadamente la erupción tuvo una explosividad relativamente baja, al menos hasta ahora.
3. Las decisiones fueron tomadas en una colaboración estrecha entre autoridades e investigadores.
4. La respuesta general del público, ante el manejo de la crisis fue buena, y la credibilidad hacia las autoridades e investigadores, es ahora mejor.
5. La actividad del Volcán no ha regresado a niveles como los anteriores a diciembre de 1994.

Bibliografía

Shimazaki and Nagata (1980) Time-predictable recurrence model for large earthquakes. *Geophys Res Lett* 7: 279-282.

TÍTULOS PUBLICADOS DE LA SERIE

- 1.- Características del Impacto Socioeconómico de los Principales Desastres Ocurridos en México en el Período 1980-99.
- 2.- Impacto Socioeconómico de los Principales Desastres Ocurridos en la República Mexicana en el año 2000.



SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

**Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana
Coordinación Nacional de Protección Civil
Centro Nacional de Prevención de Desastres**

Av. Delfín Madrigal núm. 665,
Col. Pedregal de Santo Domingo,
Alc. Coyoacán, Ciudad de México C.P. 04360

www.gob.mx/cenapred