

# 4

SERIE. IMPACTO SOCIOECONÓMICO  
DE LOS DESASTRES EN MÉXICO



## IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LOS PRINCIPALES DESASTRES OCURRIDOS EN LA REPÚBLICA MEXICANA EN EL AÑO 2002

**Daniel Bitrán Bitrán**

Leobardo Domínguez Morales  
Roberto Durán Hernández  
Óscar Fuentes Mariles  
Norlang García Arróliga  
Martín Jiménez Espinosa  
Óscar López Bátiz  
Lucía G. Matías Ramírez  
Carlos Reyes Salinas  
Marco A. Salas Salinas  
Óscar Zepeda Ramos

COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN  
Área de Estudios Económicos y Sociales  
Subdirección de Riesgos Hidrometeorológicos  
Subdirección de Riesgos Geológicos  
Subdirección de Estructuras y Geotecnia  
Área del Atlas Nacional de Riesgos



**CENAPRED**

**SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN**

**Lic. Santiago Creel Miranda**  
Secretario de Gobernación

**Lic. María del Carmen Segura Rangel**  
Coordinadora General de Protección Civil

**CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES**

**M. en I. Roberto Quaas Weppen**  
Director General

**Dra. Georgina Fernández Villagómez**  
Directora de Investigación

**Ing. Enrique Guevara Ortiz**  
Director de Instrumentación y Cómputo

**M. en I. Tomás Alberto Sánchez Pérez**  
Director de Difusión

**Lic. Gloria Luz Ortiz Espejel**  
Directora de Capacitación

**Lic. Luz María Flores Guerrero**  
Directora de Administración

**Profra. Carmen Pimentel Amador**  
Directora de Servicios Técnicos

1ª edición, noviembre 2003

©SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

Abraham González Núm. 48,  
Col. Juárez, Deleg. Cuauhtémoc,  
C.P. 06699, México, D.F.

©CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

Av. Delfín Madrigal Núm. 665,  
Col. Pedregal de Santo Domingo,  
Deleg. Coyoacán, C.P.04360, México, D.F.

Teléfonos:

(55) 54 24 61 00

(55) 56 06 98 37

Fax: (55) 56 06 16 08

e-mail: [editor@cenapred.unam.mx](mailto:editor@cenapred.unam.mx)

[www.cenapred.unam.mx](http://www.cenapred.unam.mx)

©Autores: Daniel Bitrán Bitrán, Leobardo Domínguez Morales, Roberto Durán Hernández, Óscar Fuentes Mariles, Norlang García Arróliga, Martín Jiménez Espinosa, Óscar López Batíz, Lucía G. Matías Ramírez, Carlos Reyes Salinas, Marco A. Salas Salinas y Óscar Zepeda Ramos

ISBN: 970-628-730-2

Edición: Violeta Ramos Radilla  
Portada: Demetrio Vázquez Sánchez

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 2002**

**Daniel Bitrán Bitrán**

Leobardo Domínguez Morales  
Roberto Durán Hernández  
Óscar Fuentes Mariles  
Norlang García Arróliga  
Martín Jiménez Espinosa  
Óscar López Bátiz  
Lucía G. Matías Ramírez  
Carlos Reyes Salinas  
Marco Antonio Salas Salinas  
Óscar Zepeda Ramos

Dirección de Investigación

Área de Estudios Económicos y Sociales  
Subdirección de Riesgos Hidrometeorológicos  
Subdirección de Riesgos Geológicos  
Subdirección de Estructuras y Geotecnia  
Área del Atlas Nacional de Riesgos

# CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>I RESUMEN DE LOS EFECTOS DE LOS DESASTRES OCURRIDOS DURANTE 2002 .....</b>	<b>7</b>
1.1 RECURSOS DESEMBOLSADOS POR EL FONDEN .....	10
<b>II FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS.....</b>	<b>13</b>
2.1 SEQUÍAS.....	13
2.2 LLUVIAS E INUNDACIONES .....	14
2.2.1 Rompimiento de las presas “Dolores” en San Luis Potosí, y “El Capulín” en Zacatecas en el mes de agosto .....	16
2.2.1.2 Introducción.....	16
2.2.1.3 Generalidades.....	16
2.2.1.4 Antecedentes .....	18
2.2.1.5 Aspectos hidrometeorológicos generales .....	18
2.2.1.6 Presa Dolores en San Luis Potosí, características de la presa y causas de su falla .....	24
2.2.1.7 Características de la presa “El Capulín” y causas de su falla .....	40
2.2.1.8 Conclusiones y recomendaciones.....	56
Bibliografía.....	58
2.2.2 Huracán <i>Isidore</i> sus efectos en Yucatán y Campeche, septiembre de 2002.....	61
2.2.2.1 Presentación .....	61
2.2.2.2 Descripción del fenómeno.....	62
2.2.2.3 Descripción particular del fenómeno: El caso de Yucatán .....	75
2.2.2.4 Descripción particular del fenómeno: El caso de Campeche .....	99
2.2.2.5 Conclusiones y recomendaciones.....	119
Bibliografía.....	123
2.2.3 Huracán <i>Kenna</i> estados de Jalisco y Nayarit, Octubre de 2002.....	124
2.2.3.1 Presentación .....	124
2.2.3.2 Descripción particular del fenómeno .....	125
2.2.3.3 El caso de Puerto Vallarta en el estado de Jalisco .....	130
2.2.3.4 El caso del estado de Nayarit.....	142
2.2.3.5 Conclusiones y recomendaciones.....	157
Bibliografía.....	160
2.3 BAJAS TEMPERATURAS.....	160
<b>III FENÓMENOS GEOLÓGICOS.....</b>	<b>163</b>
<b>IV FENÓMENOS QUÍMICOS, SOCIO-ORGANIZATIVOS Y SANITARIOS.....</b>	<b>165</b>
4.1 FENÓMENOS DE TIPO QUÍMICO.....	165
4.2 FENÓMENOS DE TIPO SOCIO-ORGANIZATIVO.....	167
4.3 FENÓMENOS DE TIPO SANITARIO .....	167
<b>V ANEXO CATÁSTROFES NATURALES EN EL MUNDO EN EL 2002.....</b>	<b>169</b>
5.1 TORMENTAS E INUNDACIONES .....	169
5.2 ERUPCIONES VOLCÁNICAS Y TERREMOTOS .....	171
5.3 FENÓMENOS SOCIO- ORGANIZATIVOS .....	171

## PRESENTACIÓN

Este documento recoge el resultado de evaluaciones de los desastres ocurridos en el año 2002 realizadas en el terreno y en consulta con las autoridades locales por investigadores del CENAPRED. 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 atenderlas. Forma parte de la serie Impacto Socioeconómico de los Desastres publicada por el CENAPRED a partir de 1999. Su integración ha estado a cargo del Área de Estudios Económicos y Sociales del Centro y agrupa, tanto el producto del trabajo de campo llevado a cabo en las regiones afectadas por investigadores de diversas áreas del Centro, como el análisis e información documental recabada en diversas fuentes tanto del sector público como del privado. Especial mención merece la información proporcionada al Centro por la Dirección General de Protección Civil, a través del CENACOM que realiza un seguimiento puntual de los acontecimientos desastrosos.

La metodología empleada en este informe busca medir los efectos directos de los desastres -afectación de acervos- y los efectos indirectos, es decir, la pérdida de producción de bienes y servicios resultantes de la interrupción de las actividades normales de la economía afectada. Para realizar la evaluación del impacto socioeconómico se empleó, hasta donde fue posible, la metodología utilizada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de las Naciones Unidas, la cual tiene amplia aceptación en América Latina y el Caribe; se incluyen como efectos indirectos los costos en que se incurrieron por la atención a la emergencia y aquellos derivados de la interrupción de la producción normal de bienes y del funcionamiento de ciertos servicios, es decir, el lucro cesante de las actividades.

La evaluación se refiere a los daños sufridos en los bienes del sector público –en gran parte amparado por el FONDEN- y los experimentados por los sectores privado y social. Los daños son valorados, en general, a costo de reposición.

Por consiguiente, las pérdidas calculadas en este informe por concepto de los desastres ocurridos en el año 2002, difieren y son mayores que las que se autorizaron para acceder a los recursos del Fondo Nacional de Desastres Naturales (FONDEN) que tiene una cobertura más acotada, según sus reglas de operación.

Cuando se juzgó procedente, las evaluaciones presentadas incluyeron algunas conclusiones y recomendaciones para la mitigación de efectos de futuros fenómenos de naturaleza similar en las áreas afectadas por los desastres reportados.

## I. RESUMEN DE LOS EFECTOS DE LOS DESASTRES OCURRIDOS DURANTE 2002

Durante el año 2002 se registraron varios fenómenos destructivos que dieron origen a desastres cuyo impacto afectó seriamente la economía nacional y en particular de algunos estados de la república, ya que en este año se registraron dos de los fenómenos más destructivos de índole hidrometeorológico de los que se tienen registros. El efecto económico de los desastres ascendió a más de 11 mil millones de pesos, alrededor de 1,200 millones de dólares, cifra que supera en un 70% el monto promedio de daños registrados en los últimos 20 años (700 millones de dólares) y es casi cinco veces mayor a la registrada un año antes. Las pérdidas en vidas ascendieron a 453, y un total de más de 7 millones de personas resultaron afectadas directamente con los fenómenos registrados (véase tabla 1.1).

**Tabla 1.1 Principales fenómenos ocurridos durante 2002**

Fenómeno	Muertos	Población afectada (personas)	Viviendas dañadas	Escuelas	Área de cultivo dañada y/o pastizales (h)	Caminos afectados (km)	Total de daños (millones de pesos)
Hidrometeorológicos	52	5,849,781	139,296	3,467	514,334	2,742	10,544
Sequía	0	52,000	0	0	145,000	0	359
Bajas temperaturas	71	60,371	-	-	750	-	49
Geológicos	2	936	120	3	0	0	2
Químicos total	49	3,528	42	0	9,900	0	189
Sanitarios	11	3,032	0	0	2,100	0	50
Socio-organizativos	268	1,410,330	132	0	0	0	32
<b>Gran total</b>	<b>453</b>	<b>7,379,978</b>	<b>139,590</b>	<b>3,470</b>	<b>672,084</b>	<b>2,742</b>	<b>11,226</b>

Los fenómenos químicos incluyen derrames, fugas e incendios.

Los fenómenos hidrometeorológicos incluyen lluvias y deslaves.

Fuente: Elaboración propia.

En el año 2002 se destacaron dos fenómenos que por su naturaleza y su intensidad provocaron pérdidas de vidas humanas y económicas de trascendencia: los casos de los huracanes *Isidore*, que afectó principalmente los estados de Yucatán y Campeche, y *Kenna* en los estados de Jalisco y Nayarit. En especial en el caso del primero, los sectores que recibieron las mayores afectaciones fueron la vivienda, la agricultura, así como la industria, el comercio y los servicios relacionados con el turismo.

A estos fenómenos se agregan los ocurridos en los estados de San Luis Potosí y Zacatecas, donde se presentó el caso del rompimiento de dos presas que dejaron varios muertos, por la concentración de lluvias atípicas que dejaron graves estragos a las localidades cercanas a las infraestructuras colapsadas y daños diversos. Si bien el impacto socioeconómico de ambos fenómenos fue de mucho menor cuantía en comparación con los huracanes citados, este fenómeno fue especialmente relevante por las particularidades que presentó.

Como se expuso anteriormente, el monto de daños registrados en 2002 superó con creces la tendencia de los efectos de los fenómenos naturales ocurridos en los últimos años salvo en el año 1999 en que se registró un monto de daños incluso ligeramente superior, ya que en aquel año se presentaron dos sismos de mediana intensidad y diversos desastres de tipo hidrometeorológicos, que dejaron un saldo de 400 muertos y pérdidas materiales de más de 11,600 millones de pesos.

En el caso del 2002 la situación fue muy distinta ya que, como se dijo anteriormente, del monto total de pérdidas materiales de 11,226 millones de pesos, un 97.5%, es decir, 10,953 millones se originaron a causa de fenómenos hidrometeorológicos, seguidos pero en mucho menor medida por las pérdidas

ocasionadas por los fenómenos de tipo químicos y geológicos. Para estos últimos casos no se registraron desastres de trascendencia.

En la tabla 1.2 se puede ver un resumen acumulado de los daños y el tipo de fenómenos registrados en los últimos cuatro años.

**Tabla 1.2 Resumen acumulado de los daños 1999-2002  
(En porcentos de total)**

Fenómeno	Año			
	1999	2000	2001	2002
Hidrometeorológicos	74.9	99.3	98.8	97.5
Geológicos	25.1	0.7	1.1	0.0
Químicos, sanitarios y socio-organizativos	-	-	1.1	1.7
Otros	-	-	-	0.8
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 1.2, resulta claro que los fenómenos hidrometeorológicos son los que han generado mayor porcentaje de daños tanto en la economía de las regiones afectadas, como en la vida normal de los pobladores en cada caso. La frecuencia creciente de los desastres de origen hidrometeorológicos que se registran en México concuerda con una tendencia mundial en esta materia y que estaría siendo explicada por el fenómeno general de cambio climático.

En la tabla 1.3 se presenta un resumen del total de daños por tipo de los principales desastres ocurridos en el año 2002, de los cuales se integra un estudio particular de cada uno de ellos en este libro, los cuales suman más de 10,320 millones de pesos. De estos el 76% correspondió a daños en la destrucción de acervos, mientras que el restante 24% correspondió a daños indirectos y/o pérdidas en la producción de bienes y servicios.

**Tabla 1.3 Daños directos e indirectos 2002. Principales fenómenos**

Sector / Concepto	Daños Directos	Daños Indirectos	Total
Huracán <i>Kenna</i>	1,005.12	239.72	1,244.83
Huracán <i>Isidore</i>	6,638.56	2,239.00	8,877.55
Desbordamiento de Presas	162.47	35.18	197.66
<b>Gran Total</b>	<b>7,806.15</b>	<b>2,513.90</b>	<b>10,320.04</b>

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, en la tabla 1.4 se presenta un resumen de los principales desastres por tipo de fenómeno que más impacto tuvieron en nuestro país durante el año 2002 y rubros de afectación. Estos arrojaron un monto total de pérdidas que fue del orden de los 10,897 millones de pesos, cabe aclarar que esta es sólo la suma de los más trascendentes.

Tabla 1.4 Principales desastres ocurridos en 2002 según grandes categorías

Fenómeno	Localización	Muertos	Población afectada (personas) 1/	Viviendas dañadas	Escuelas	Área de cultivo dañada y/o pastizales (h)	Caminos afectados (km)	Total de daños (millones de pesos)
<b>Fenómenos Hidrometeorológicos</b>								
Huracán <i>Isidore</i>	Yucatán	3	1,380,000	83,500	2,631	164,100	813	6,535.0
Huracán <i>Isidore</i>	Campeche	1	309,532	6,181	454	102,578	378	2,342.0
Huracán <i>Kenna</i>	Jalisco	-	151,452	97	1	-	-	329.5
Huracán <i>Kenna</i>	Nayarit	2	374,500	33,347	375	203,434	741	915.2
Lluvias torrenciales	Nuevo León	-	3,500,000	-	-	-	-	50.0
	Durango	-	20,000	4,000	-	8,000	-	10.0
	Chiapas	-	800	171	-	-	-	8.6
Rompimiento de presas	Zacatecas	3	50,000	590	3	13,000	810	188.4
Rompimiento de presas	San Luis Potosí	9	2,250	1,388	-	145	-	9.2
Inundaciones	Sinaloa	-	-	-	-	20,000	-	69.2
Bajas Temperaturas	Zacatecas	-	2,000	4,000	-	-	-	40.3
Sequía/1	Zacatecas y Veracruz	-	-	-	-	-	-	220.0
Subtotal		18	5,790,534	133,274	3,464	511,257	2,742	10,717
<b>Fenómenos Geológicos</b>								
Sismo de pequeña intensidad	Guerrero	-	600	120	-	-	-	1.5
Subtotal		0	600	120	0	0	0	1.5
<b>Fenómenos Químicos</b>								
Incendio de Azufre	Michoacán	-	13	-	-	-	-	2.0
Incendio por pólvora		30	47	-	-	-	-	10.0
Incendio de Bosque	San Luis Potosí	-	-	-	-	1,088	-	88.1
Incendio de Bosque	Chihuahua	-	-	-	-	1,000	-	41.0
Derrame de un conducto de PEMEX	Veracruz	-	5	-	-	-	-	5.8
Subtotal		30	65	0	0	2,088	0	146.9
<b>Fenómenos Sanitarios</b>								
Suspensión de servicios eléctricos	Guerrero	-	-	-	-	-	-	12.0
Accidentes Aéreos	Baja California, México, Durango, Sinaloa	13	-	-	-	-	-	6.5
Accidentes Automovilísticos	Varios Estados	216	731	-	-	-	-	12.7
Subtotal		229	731	0	0	0	0	31.2
<b>Gran Total</b>		<b>277</b>	<b>5,791,930</b>	<b>133,394</b>	<b>3,464</b>	<b>513,345</b>	<b>2,742</b>	<b>10,897</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 1.1 RECURSOS DESEMBOLSADOS POR EL FONDEN

En correspondencia con la magnitud de los desastres registrados durante el año 2000, el Fondo de Desastres Naturales destinó 2,917 millones de pesos a atender los efectos de los mismos. Puede apreciarse que esta cifra global cubrió algo menos que el 30% de los daños totales por concepto del conjunto de desastres cuyos efectos aparecen valorados en este informe.

Los recursos del fondo referidos fueron asignados a veinte entidades federativas entre las cuales cuatro de ellas – Yucatán, Nayarit, Campeche y Chihuahua – absorbieron el 82 por ciento. El primero de estos estados que fue azotado por el huracán *Isidore*, del cual se da cuenta detallada en este informe, recibió más de 1,500 millones de pesos, seguido por Campeche, afectado también por el mismo fenómeno al que se canalizaron 317 millones. En tanto que el huracán *Kenna* hizo que el estado de Nayarit, con especial incidencia en la franja costera de dicho estado, demandará y recibiera algo más que 340 millones de pesos. Los montos otorgados al estado de Chihuahua –221.9 millones de pesos – estuvieron asociados a la grave sequía que azotó a este estado durante el año (véase tabla 1.5).

**Tabla 1.5 Fondo de desastres naturales: gasto federal asignado por entidad federativa <sup>1/</sup>**  
(Millones de pesos)

Concepto	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002 <sup>2/</sup>
Total <sup>3/</sup>	861.0	2520.0	3266.5	6968.8	1591.2	693.8	2917.0
Aguascalientes		5.5	5.7	6.5	15.6	5.3	3.3
Baja California	4.5	11.9	81.8	0.1	3.6		
Baja California Sur	12.5	20.0	95.7	3.0	4.7		
Campeche			1.4	0.1			317.5
Coahuila	39.8	12.6	31.1	8.1	93.0		
Colima		7.9	n.s.	50.3	11.8		1.6
Chiapas		51.8	1923.0	353.1	40.0	82.3	83.3
Chihuahua	182.3	8.4	30.3	69.4	79.6	141.6	221.9
Distrito Federal			0.1	0.1			
Durango	72.6	32.0	48.9	54.0	27.3		25.9
Guanajuato		39.0	74.6	0.1	47.8	44.4	
Guerrero	5.1	1111.3	120.5	8.0	9.6	26.2	29.1
Hidalgo		13.6	24.5	507.4			
Jalisco	1.6	30.5	11.3	33.4	8.6		20.7
México			65.7	21.3	160.6		
Michoacán		39.5	12.0	58.7	71.1	3.1	
Morelos				57.4	4.5		
Nayarit			4.9	2.7	36.9		343.7
Nuevo León	38.0	6.1	16.8	28.6	62.0		64.9
Oaxaca		924.2	39.4	1129.9			32.7
Puebla		21.9	29.6	1716.8	6.9		33.4
Querétaro		23.1	4.7	6.3	9.1	2.9	
Quintana Roo				10.6	28.1	74.3	25.1
San Luis Potosí	1.8	54.0	24.5	14.3	6.5	23.7	41.7
Sinaloa	86.5		142.8	51.2	21.4		11.5
Sonora	26.3	14.0	116.0	32.8	22.4	25.1	
Tabasco			4.5	1009.3	91.5		
Tamaulipas	146.8	17.5	30.6	37.3	81.9		51.0
Tlaxcala		24.3	10.0	10.9	3.3		23.4
Veracruz	5.0	5.5	18.5	1590.3	180.8	16.8	39.3
Yucatán				0.1			1510.4
Zacatecas	2.0	45.6	31.0	37.2	24.9	66.6	36.4
Otros recursos <sup>4/</sup>	236.2		266.8	59.1	437.7	181.5	

<sup>1/</sup> Se refiere a los recursos, en términos nominales, que la Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento recomendó a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público autorizara a diversas dependencias y entidades de la Administración Pública Federal.

<sup>2/</sup> Cifras de la Secretaría de Gobernación publicadas en el periódico Reforma del 31 de Agosto de 2003.

<sup>3/</sup> Los saldos de los niveles agregados pueden no coincidir con la suma de sus componentes como resultado del redondeo de las cifras.

<sup>4/</sup> Se refiere a los recursos ejercidos para la atención de emergencias en regiones que agrupan a varias entidades federativas durante el período 1996 a 1999 y en el caso de 2000 para la adquisición de equipo especializado para la prevención, detección y atención de desastres naturales. Para 2001, se destinaron recursos a la renovación del Fondo Revolvente para Adquisición de Suministros de Auxilio en Situaciones de Emergencia y de Desastre, así como para la adquisición de equipo especializado para la atención de desastres naturales. En 2002, se adquirió equipo especializado para la detección de desastres naturales.

n.s. No significativo

Fuente: Secretaría Técnica de la Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento.

A lo largo del año 2002, fenómenos como lluvias, inundaciones, así como huracanes e inclusive problemas de sequía, causaron graves estragos en diversos estados de la República Mexicana, lo que originó que se solicitaran recursos a cargo del FONDEN, para la mitigación de los efectos de los desastres que se presentaron durante el año. Lo anterior se realizó por medio de 21 declaratorias de desastre natural y 14 declaratorias de emergencia<sup>1</sup>.

**Tabla 1.6 Fondo de Desastres Naturales: gasto federal asignado por rubro de atención <sup>1/</sup>  
1996-2002 (millones de pesos)**

Concepto	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002 <sup>2/</sup>
Total <sup>3/</sup>	861.0	2520.0	3266.5	6968.8	1591.2	693.8	704.8
Cobertura a infraestructura pública	416.0	1553.7	1907.8	4716.7	917.2	355.4	497.7
Carretera y de transporte	33.0	571.0	983.7	2447.0	133.0	184.3	191.3
Salud	-	-	4.6	14.6	-	-	-
Educativa	-	116.7	128.6	373.6	2.7	5.7	12.0
Eléctrica	-	-	12.8	650.9	-	-	-
Hidráulica	383.0	866.0	707.2	1228.5	769.7	165.4	294.4
Pesquera	-	-	-	2.1	11.7	-	-
Urbana	-	-	70.9	-	-	-	-
Cobertura a damnificados	445.0	959.8	1100.7	1691.2	209.6	176.9	176.4
Cobertura a áreas naturales	-	-	258.1	54.7	46.7	-	3.1
Cobertura al patrimonio arqueológico, artístico e histórico	-	-	-	503.0	-	-	26.0
Constitución de fideicomisos públicos estatales	-	-	-	3.2	-	-	-
Otros <sup>4/</sup>	-	6.5	-	-	417.7	161.5	1.6

1/ Se refiere a los recursos, en términos nominales, que la Comisión Intersecretarial de gasto Financiamiento recomendó a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público autorizara a diversas dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, distribuidos por rubro de atención.

2/ Cifras al mes de julio.

3/ Los saldos de los niveles agregados pueden no coincidir con la suma de sus componentes como resultado del redondeo de las cifras.

4/ La cifra de 1997 se refiere a recursos asignados al Fondo Nacional de Fomento al Turismo para infraestructura turística. De 2000 a 2002 para adquisición de equipo especializado para la atención de desastres naturales y para adquisición de suministros de auxilio en situaciones de emergencia y desastre.

Fuente: Secretaría Técnica de la Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento

En la tabla 1.7 se puede observar el gasto federal asignado al Fondo de Desastres Naturales por rubro de atención de los últimos siete años. En él es visible que los niveles de gastos asignados han sido variables a lo largo de los años alcanzando su nivel máximo en el año 1999 con más de 6,900 millones de pesos. A partir de ese año (1999) el gasto asignado al FONDEN sigue una tendencia totalmente decreciente hasta alcanzar para el 2002 la cifra de poco menos de tres mil millones de pesos. Dicha cifra se puede observar en el cuadro referente al gasto del FONDEN por entidad federativa el cual contiene las cifras actualizadas para el año 2002.

Para atender los desastres ocurridos en el año 2002 debieron utilizarse, además de los recursos presupuestales del año, una parte de los fondos acumulados en un fideicomiso constituido por los excedentes del fondo que habían sido autorizados en el presupuesto, particularmente en el año 2000 y 2001, y que no fueron utilizados.

<sup>1</sup> Fuente: Segundo Informe de Gobierno 2002. Vicente Fox Quezada.

Las cifras corresponden al período de Septiembre de 2001 a Junio de 2002.

El rubro de atención que recibió las mayores proporciones del gasto asignados al FONDEN fue la cobertura a la infraestructura pública con un 70.6%, es decir 497.7 millones de pesos. De esta infraestructura la de comunicaciones y transportes, así como la hidráulica, las cuales, en la mayoría de los casos ante fenómenos de tipo sísmico y hasta hidrometeorológicos resultan los más afectados en cuanto al valor de la recuperación de la infraestructura. Mientras que la cobertura a los damnificados ocupa un 25% del total de gastos asignados.

Por otro lado, a nivel de gasto federal asignado por dependencia, tres de ellas concentran más del 93% de los recursos asignados, estos son los casos de la Comisión Nacional del Agua (CNA), de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y de la Secretaría de Desarrollo Social. Lo anterior es el resultado de que sistemas hidráulicos de diversos tipos, las vías de comunicación y las viviendas son por mucho tres de los sectores más afectados en los distintos tipos de fenómenos naturales que inciden en nuestro país.

**Tabla 1.7 Gasto Federal asignado por dependencia con cargo al FONDEN 1996-2002**

Concepto	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002 <sup>2/</sup>
Total <sup>3/</sup>	861.0	2520.0	3266.5	6968.8	1591.2	693.8	704.8
SEGOB		7.2	19.7	13.2	56.0	20.0	1.6
SEDENA				8.6	29.0	29.2	
SEDESOL	215.1	484.3	197.8	908.0	74.6	12.8	170.8
SEMARNAT	3.1		258.1	66.2	136.1	84.4	3.1
SAGARPA	214.3	344.1	445.1	354.2	108.1	144.2	5.7
SCT	33.0	570.0	909.2	2447.0	219.7	184.3	191.2
SEP		116.7	128.6	876.6	2.7	5.7	12.0
SSA				181.6	6.5		
CNA	395.5	921.3	1080.3	1310.3	958.4	213.2	294.4
CFE			12.8	650.9			
IMSS			32.7	71.0			
ISSSTE			7.2				
FONATUR		21.5					26.0
Gobiernos de las entidades federativas <sup>4/</sup>		50.0	81.7				

1/ Se refiere a los recursos que la Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento recomendó a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público autorizar a diversas dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, y directamente a gobiernos

2/ Cifras al mes de julio

3/ Los saldos de los niveles agregados pueden no coincidir con la suma de sus componentes como resultado del redondeo de las cifras.

4/ Se refiere a los recursos ejercidos por los estados de Oaxaca en 1997 y de Baja California en 1998.

Fuente: Secretaría Técnica de la Comisión Intersecretarial de Gasto Financiamiento.

## II FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS

Como se dijo anteriormente durante el año 2002, los fenómenos hidrometeorológicos fueron los que tuvieron mayor incidencia dentro del territorio nacional en cuanto al número y sus efectos destructivos, y la consecuente afectación de las economías nacional y regional. Así mismo, estos fenómenos fueron los que produjeron un mayor número de decesos (52), sólo por debajo de los fenómenos de tipo socio-organizativos con 268 y bajas temperaturas con 64.

A diferencia del resto de los fenómenos Hidrometeorológicos, la sequía no puede ser prevista con antelación, sus efectos son devastadores, ya que una vez que la superficie del suelo esta libre de vegetación, la atmósfera recibe una mayor cantidad de calor, favoreciendo la presencia de nubes tipo *cumulus* continentales sobre las marítimas, propiciando menores precipitaciones.<sup>2</sup>

### 2.1 SEQUÍAS

La sequía es un fenómeno que causa estragos en las actividades económicas, en especial las referidas a las del sector primario como es la agricultura y la ganadería. En este tipo de fenómeno las consecuencias pueden ser prolongadas desde meses hasta años por sus efectos en las condiciones de la tierra que no permite el desarrollo de la producción agrícola ni ganadera.

En el 2002, el fenómeno de la sequía tuvo incidencias importantes en el territorio nacional ya que estos superaron en un 41% las pérdidas registradas por este concepto en el 2001 que ascendieron a 254 millones muy por debajo de las registradas en el 2002 que fueron de 359 millones de pesos. Los estados más afectados fueron Sonora, Sinaloa, Tlaxcala, Veracruz y San Luis Potosí entre otros. El nivel más crítico llegó en los meses de abril, mayo y junio ocasionando la pérdida de 11,600 cabezas de ganado aproximadamente, así como la afectación de 145,000 hectáreas de cultivos.

El FONDEN destinó recursos para apoyar los efectos de las sequías por 370 millones de pesos, los montos fueron de particular importancia en los estados de Chihuahua, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa, Tlaxcala, Veracruz.



**Figura 2.1 Estados que presentaron sequías durante el año 2002**

<sup>2</sup> CENAPRED, Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México, CENAPRED, México, 2001.

En la tabla 2.1 se pueden observar los principales fenómenos de sequía que fueron registrados en el año 2002.

**Tabla 2.1 Principales estados afectados por el fenómeno de sequía en el año 2002**

Localización	Área de cultivo dañada y/o pastizales (h)	Número de cabezas de ganado perdidas	Total de daños (millones de pesos)
Sonora	80,000	-	32
Veracruz	-	1,000	110.0
Tlaxcala	-	-	20.0
Coahuila	-	4,000	5.5
Zacatecas	-	6,000	100.0
Tamaulipas	-	400	1.8
Puebla	-	-	12.7
San Luis Potosí	-	-	12.0
Sinaloa	65,000	190	65.0

Fuente: Elaboración propia.

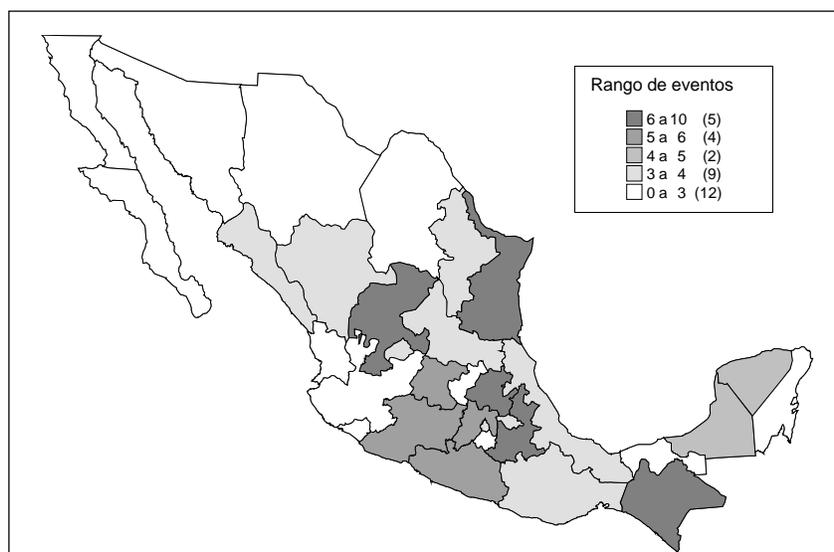
Otros estados afectados por este fenómeno fueron Sonora, Tlaxcala, Coahuila, Tamaulipas, Puebla y San Luis Potosí. En Puebla fueron declarados zona de desastre diez municipios el 5 de junio. En Coahuila murió el 3% del ganado de la entidad. En Sonora, con el fin de contrarrestar los efectos causados por la sequía, se puso en marcha un programa emergente de empleo temporal, el cuál proporcionó un millón de jornales.

## 2.2 LLUVIAS E INUNDACIONES

Los desastres hidrometeorológicos más recurrentes son los que producen las intensas lluvias generadas, en muchos casos, por ciclones que comúnmente se reflejan en inundaciones, provocado diversos fenómenos como son desbordamientos de ríos, presas colapsadas, y deslaves de terrenos, entre otros. A lo largo del año 2002 se tiene registrados más de 120 fenómenos de este tipo en todo el territorio nacional que causaron pérdidas en diversos sectores económicos y de infraestructura pública y privada.

Los fenómenos relativos a las lluvias e inundaciones causaron un 93.9% del total de pérdidas por desastres de todo tipo registradas en el año 2002 (10,544 millones), causando 52 decesos, poco más de 5.8 millones de personas que presentaron alguna afectación directa por el fenómeno. Así mismo, más de 139 mil viviendas resultaron con algún tipo de daño a causa de las lluvias, mientras que 3,467 escuelas de distintos niveles presentaron los mismos estragos. Por último, en cuanto a la infraestructura pública en lo que respecta a las vías de comunicación, fueron afectados extensos tramos carreteros en diversos estados, (2,742 kilómetros). Mientras que en el sector productivo, en especial el de la agricultura, fueron dañadas un total de más de 514 mil hectáreas de diversos tipos de cultivo.

Como se puede observar en la figura 2.2, los estados que presentaron mayores incidencias de lluvias e inundaciones fueron las entidades de Chiapas, Puebla, Zacatecas, Hidalgo y Tamaulipas entre otros. Sin embargo, Yucatán y Campeche presentaron ocurrencias de entre 4 a 5 fenómenos que fueron destructivos por lo que concentraron alrededor del 84.5% del total de pérdidas registradas, a causa del huracán *Isidore*.



**Figura 2.2 Distribución de las Lluvias ocurridas en el año 2002**

En la tabla 2.2 se pueden observar los principales fenómenos que se registraron en el año 2002, que por su impacto socioeconómico y por sus características resultaron ser los de mayor impacto en el territorio nacional.

**Tabla 2.2 Principales lluvias e inundaciones ocurridas durante el año 2002**

Localización	Fenómeno	Muertos	Población Afectada	Viviendas dañadas	Escuelas	Área de cultivo dañada y/o pastizales (h)	Caminos afectados (km)	Total de daños (millones de pesos)
Sinaloa	Lluvias torrenciales	-	-	-	-	20,000	-	69.2
Tlaxcala	Lluvias torrenciales	-	115	60	-	-	-	11.7
Nuevo León	Lluvias torrenciales	-	3,500,000	-	-	-	-	50.0
San Luis Potosí	Rompimiento de la presa la "Ventilla"	9	2,250	1,388	-	145	-	9.2
Zacatecas	Rompimiento de la presa "El Capulín"	3	50,000	590	3	13,000	810	188.4
Durango	Lluvias torrenciales	-	10,000	2,000	-	-	-	10.0
Yucatán	Huracán <i>Isidore</i>	3	1,380,000	83,500	2,631	164,100	813	6,535
Campeche	Efectos del Huracán <i>Isidore</i>	1	309,532	6,181	454	102,578	378	2,342
Nayarit	Efectos del Huracán <i>Kenna</i>	2	374,500	33,347	375	203,434	741	915.2
Jalisco	Efectos del Huracán <i>Kenna</i>	-	151,452	97	1	-	-	329.5
<b>Totales</b>		<b>18</b>	<b>5,777,849</b>	<b>127,163</b>	<b>3,464</b>	<b>503,257</b>	<b>2,742</b>	<b>10,460</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 2.2, el total de daños causados por este tipo de fenómeno ascendió a 10,460 millones de pesos.

En el año 2002 se presentaron tres fenómenos que por sus efectos destructivos, así como por su naturaleza, fueron los de mayor trascendencia. Dos de ellos fueron los huracanes *Isidore* y *Kenna*. En el primer caso, durante el mes de septiembre se vieron afectados los estados de Yucatán y Campeche donde los daños fueron los de mayor cuantía (8,877 millones de pesos), mientras que Nayarit y Jalisco, recibieron los embates de *Kenna* en el mes de octubre, con daños ligeramente superiores a los 1,244 millones de pesos.

Así mismo, el colapso de dos presas que se presentaron en el mes de agosto en los estados de San Luis Potosí y Zacatecas a causa de lluvias atípicas, fue de trascendencia por las características del fenómeno ya que, si bien el impacto socioeconómico del desastre no fue tan cuantioso en comparación con otros, causó la pérdida de vidas humanas y creó la necesidad de mantener un control más estricto en cuanto al número y a las condiciones de la infraestructura hidráulica a cargo de la Comisión Nacional del Agua (CNA).

## **2.2.1 Rompimiento de las presas “Dolores” en San Luis Potosí, y “El Capulín” en Zacatecas en el mes de agosto**

### **2.2.1.2 Introducción**

Los días 14 y 15 de agosto del presente año se produjeron lluvias importantes en los estados de San Luis Potosí y Zacatecas, que provocaron la falla de las presas “Dolores” (La Ventilla) en Villa de Reyes, San Luis Potosí, y “El Capulín” en Villa García, Zacatecas. Se trata de presas cuyas cortinas fueron construidas hace más de 100 años, a base de bloques de mampostería con contrafuertes en un caso (presa “Dolores”, La Ventilla), y con un terraplén de apoyo en el otro (presa “El Capulín”). Las fallas de estas presas ocasionaron varias muertes en ambos estados de la República, así como cuantiosos daños en la agricultura, ganadería, vivienda y servicios municipales.

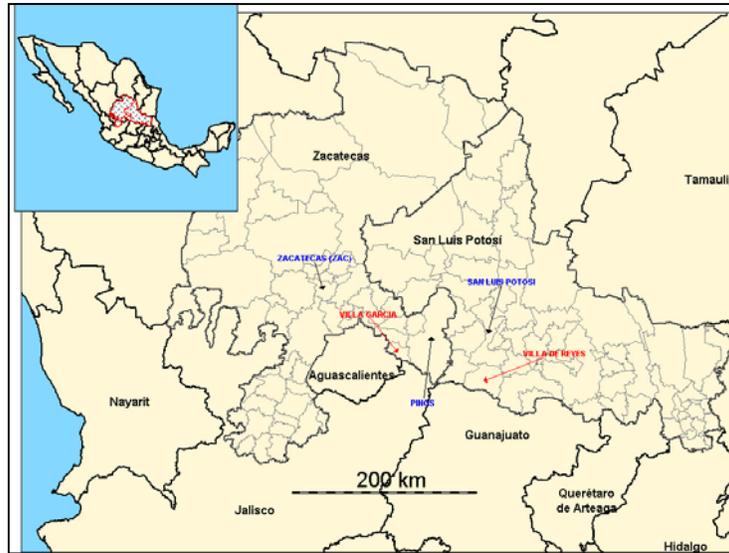
Tanto en el estado de San Luis Potosí, como en el de Zacatecas, se tuvieron daños en comunidades y municipios ubicados aguas abajo de las presas analizadas; siendo los más afectados los municipios de Villa de Reyes, en San Luis Potosí, y Villa García, en Zacatecas. Se sabe también que hubo daños materiales en otras poblaciones de Zacatecas y de San Luis Potosí, los cuales, si bien no fueron provocados por las fallas de las presas, sí se debieron a las lluvias torrenciales de esos días.

Los municipios con mayores daños del estado de Zacatecas fueron: Jerez de García Salinas, Villa Nueva y Fresnillo, además de los daños ocurridos en el municipio de Villa García por el rompimiento de la presa “El Capulín”. Por su parte, las comunidades más afectadas en San Luis Potosí fueron La ventilla, Alberto Carrera Torres, Guadiana y Las Rusias, ubicadas aguas abajo de la presa “Dolores”; en menor proporción resultaron afectadas las localidades de Bledos y Villa de Arriaga, ubicadas fuera del área afectada por el rompimiento de la presa, a 18 y 50 km, respectivamente, al oeste del municipio de Villa de Reyes.

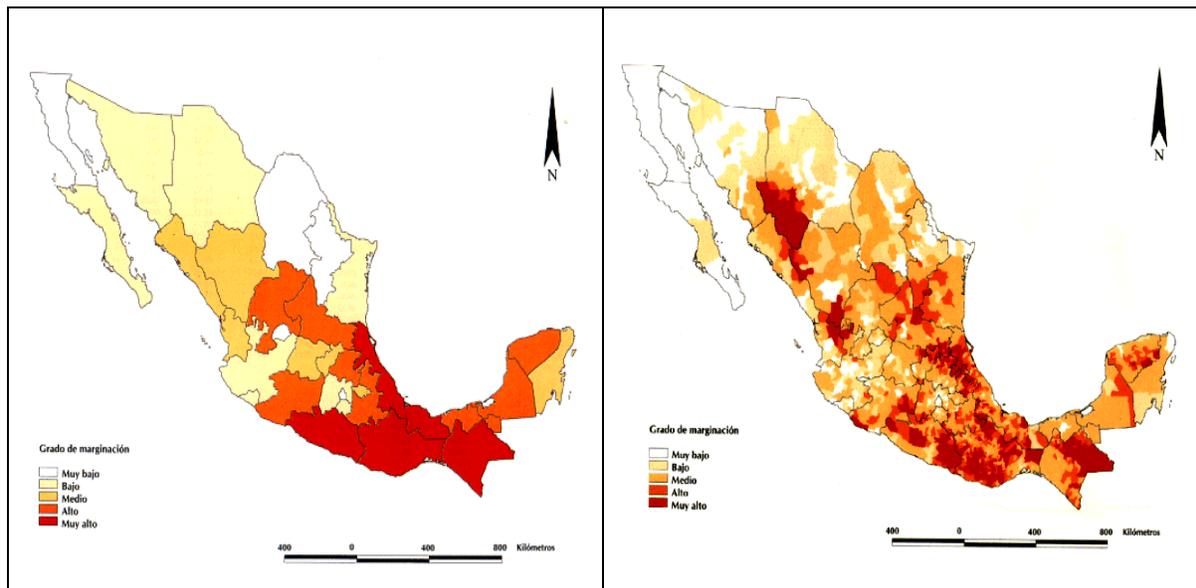
En la figura 2.3 se muestran los municipios afectados por el rompimiento de las presas. En San Luis Potosí el municipio que resultó más afectado fue el de Villa de Reyes, ubicado aproximadamente a unos 50 km al sur de la capital. Tiene una población aproximada de 40,602 habitantes; mientras que en Zacatecas resultó afectado Villa García, 100 km al sureste de Zacatecas, con 14,443 habitantes (censo 2000, INEGI). Los dos estados están considerados como de alta marginación respecto del resto del país, mientras que ambos municipios se consideran con una grado de marginación medio respecto también del resto del país (ver figura 2.4).

### **2.2.1.3 Generalidades**

Se entiende como presa de almacenamiento a toda obra de ingeniería, diseñada y construida en cauces de ríos o arroyos, capaz de mantener y almacenar agua para una gran variedad de usos, tales como: riego agrícola, agua para abrevadero, abastecimiento municipal e industrial, generación de energía eléctrica, actividades recreativas o pesqueras, etc. Las presas varían en altura y la longitud de su corona puede alcanzar centenas de metros o kilómetros. Su embalse puede contener desde cientos de metros cúbicos de almacenamiento hasta varios millones. Las cortinas que forman las presas se construyen generalmente con materiales térreos, enrocamientos, mampostería, concreto o con materiales mixtos.



**Figura 2.3 Estados y municipios afectados**



**Figura 2.4 Índice de marginación en los estados y municipios afectados**

Las presas de mampostería se construyen con bloques de piedra, ladrillo o concreto unidos con mortero. La mayoría de las presas de mampostería son estructuras antiguas consideradas como presas de gravedad, o mixtas, con contrafuertes y/o terraplenes de apoyo, en el lado aguas abajo de la cortina. En términos generales, las presas cuentan en su estructura principal, o cortina, con obras de excedencia que, eventualmente, liberan grandes cantidades de agua cuando el embalse alcanza o rebasa su máxima capacidad de almacenamiento por avenidas extraordinarias, garantizando de esta manera la seguridad estructural de la presa.

Las presas pueden tener más de un vertedor para descargar el agua por encima o a los lados de la cortina; por lo que resulta indispensable que estas obras estén libres de cualquier obstáculo y en buenas condiciones durante la vida útil de las presas, con el fin de utilizarlas para desalojar los gastos de avenidas durante crecientes importantes o cuando haya necesidad de verter el agua del embalse.

### 2.2.1.4 Antecedentes

De acuerdo con la información proporcionada por la Comisión Nacional del Agua, las presas “Dolores” (La Ventilla) en San Luis Potosí y “El Capulín” en Zacatecas, fueron construidas hace más de 100 años. Se trata de presas cuyas cortinas fueron fabricadas a base de mampostería con contrafuertes en un caso, presa “Dolores”, y con un terraplén de apoyo en el lado aguas abajo de la cortina en la presa “El Capulín”. En ambos casos, las cortinas de las presas tenían deficiencias de operación y defectos estructurales, ya que antes de su falla se encontraban muy azolvadas y con filtraciones en algunas zonas del cuerpo de las cortinas.

Por otra parte, se tiene conocimiento de que existía un crecimiento incontrolado de vegetación aguas abajo de las cortinas, y de que las obras de excedencias se encontraban clausuradas, o cerradas intencionalmente, para elevar el nivel de almacenamiento de las presas. Aspectos que, al no ser corregidos, pusieron en riesgo la seguridad de las presas. A estos hechos desfavorables se suman las sobreelevaciones que se realizaron sucesivamente en la cortina de la presa “Dolores”, sin criterios ingenieriles, para aumentar su capacidad de almacenamiento y regulación de avenidas, que se vio reducida por la gran acumulación de azolves en el vaso de la presa.

Aquí cabe señalar que de acuerdo con los lineamientos de la seguridad de presas, citados en los estatutos del Programa Nacional de Seguridad de Presas (CNA, 2002), éstas pueden fallar por alguna de las siguientes causas:

- Falla por desbordamiento (erosión externa)
- Falla de la cimentación
- Falla por filtraciones (erosión interna o tubificación en los suelos)
- Falla por insuficiencia de las obras de excedencia

### 2.2.1.5 Aspectos hidrometeorológicos generales

#### Precipitación

Durante los días 14 a 16 de agosto de 2002 se presentó una línea de convergencia en la zona centro del país, así como una baja presión intermitente en el centro y norte del país (figura 2.5). Adicionalmente, el sur y sureste del país se vieron afectados por el paso de ondas tropicales. Lo anterior produjo lluvias en la costa del Pacífico, y en el centro y norte de México (figura 2.6).

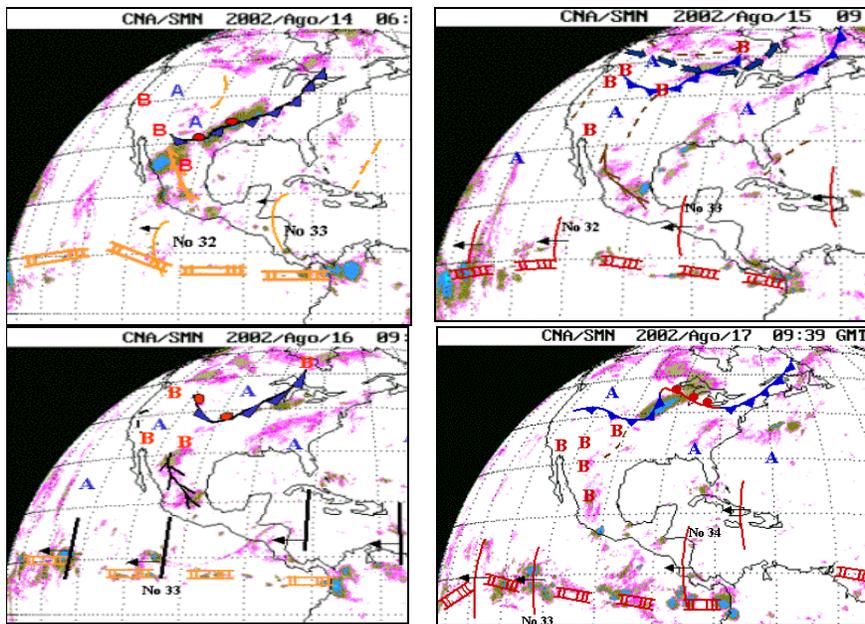


Figura 2.5 Sistemas meteorológicos del 14 al 17 de agosto

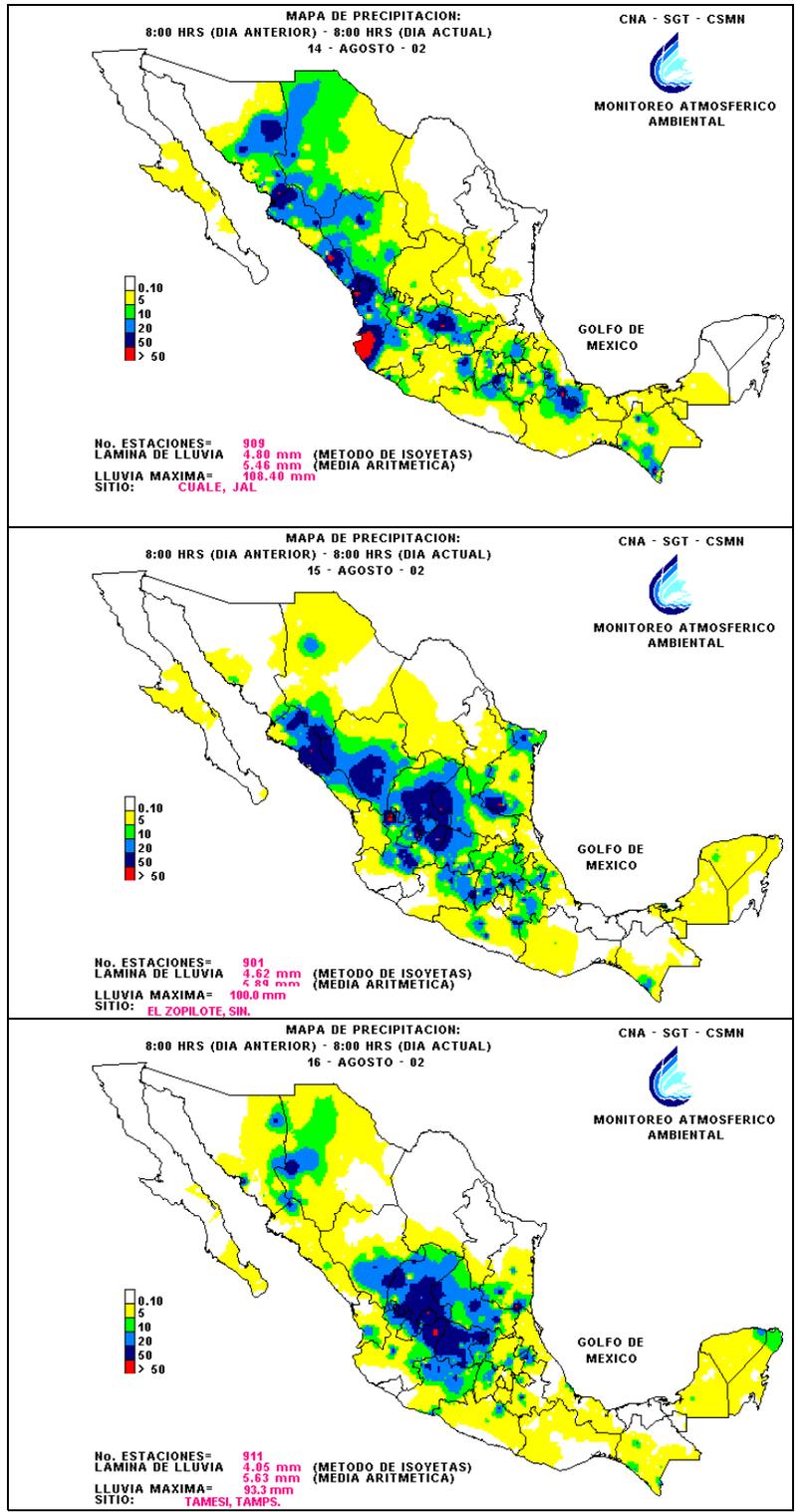
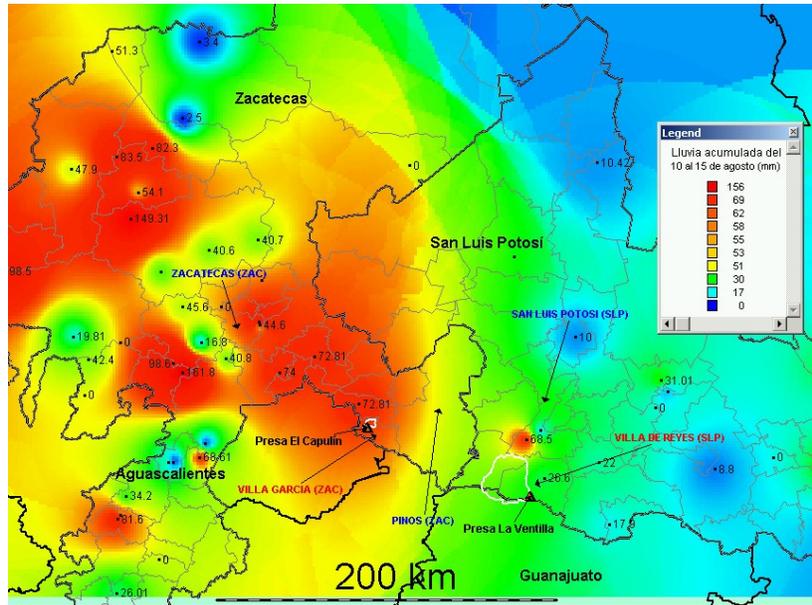


Figura 2.6 Lluvia en el país del 14 al 16 de agosto

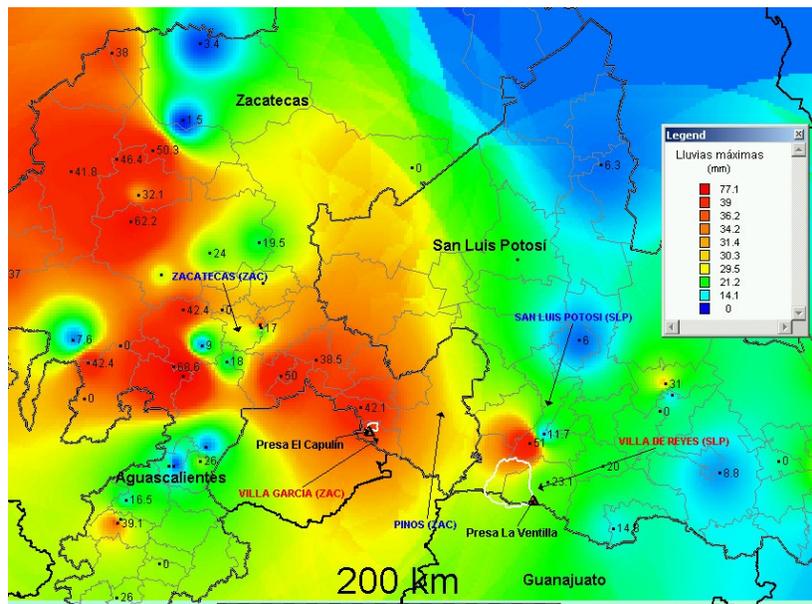
Las lluvias de los días 14 y 15 ocurrieron al mismo tiempo que se produjo la falla en las presas analizadas, esto es, el día 15 de agosto. Es posible entonces que haya sido la lluvia uno de los detonadores que originaron ese evento. A continuación se presentan las lluvias acumuladas del 10 al 15 de agosto, para la zona analizada.



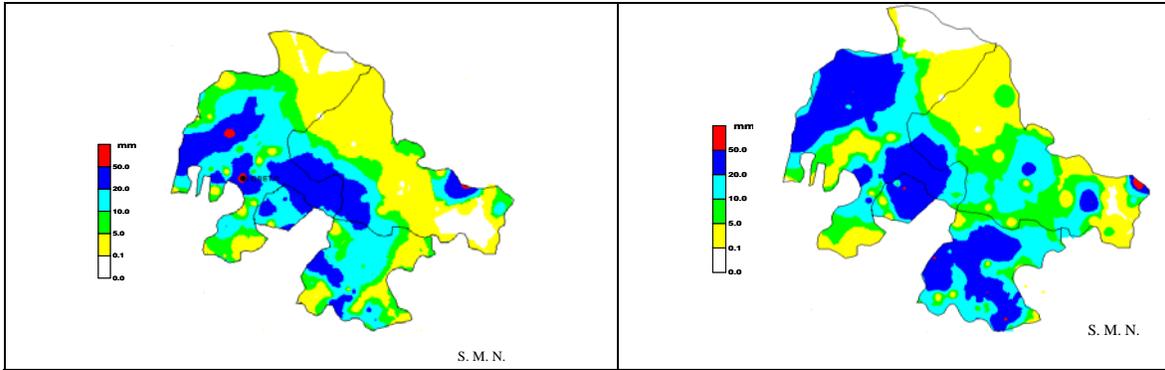
**Figura 2.7 Lluvia acumulada del 10 al 15 de agosto de 2002 (en mm)**

Se observa en la figura 2.7 que la lluvia acumulada del día 10 al 15 de agosto más importante, se dio en el estado de Zacatecas, llegando a tener un valor de hasta 162 mm; sin embargo, en las áreas de cuenca de las presas no se produjeron lluvias importantes, siendo la máxima acumulada de alrededor de 70 mm en “El Capulín” (Zacatecas), y de 68 mm en “La Ventilla” (San Luis Potosí).

En el caso de las lluvias máximas con duración de 24 h (figura 2.8) se observa una distribución semejante a la de la figura anterior. En las cuencas de las presas se presentaron lluvias de hasta 40 mm cerca de “El Capulín” y de “La Ventilla”.

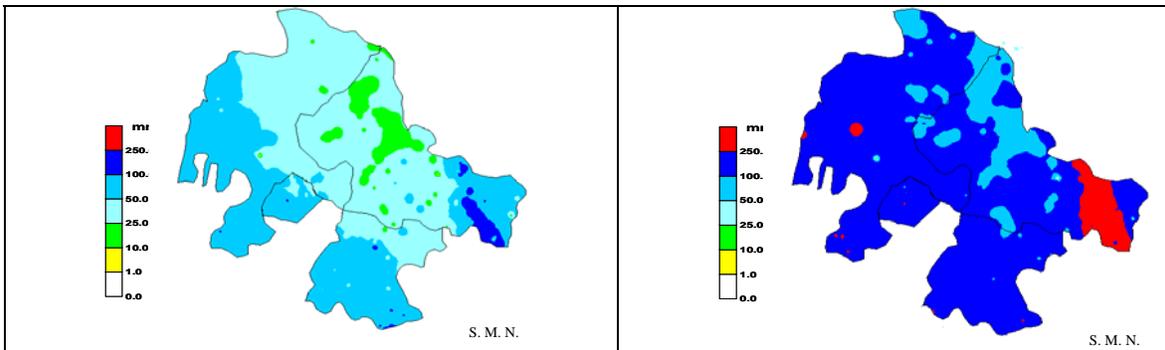


**Figura 2.8 Lluvia máxima en el período del 10 al 15 de agosto de 2002 (en mm)**



**Figura 2.9a** Precipitación del 14 de agosto de 2002 en los estados de Aguascalientes, Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas (SMN)

**Figura 2.9b** Precipitación del 15 de agosto de 2002 en los estados de Aguascalientes, Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas (SMN)



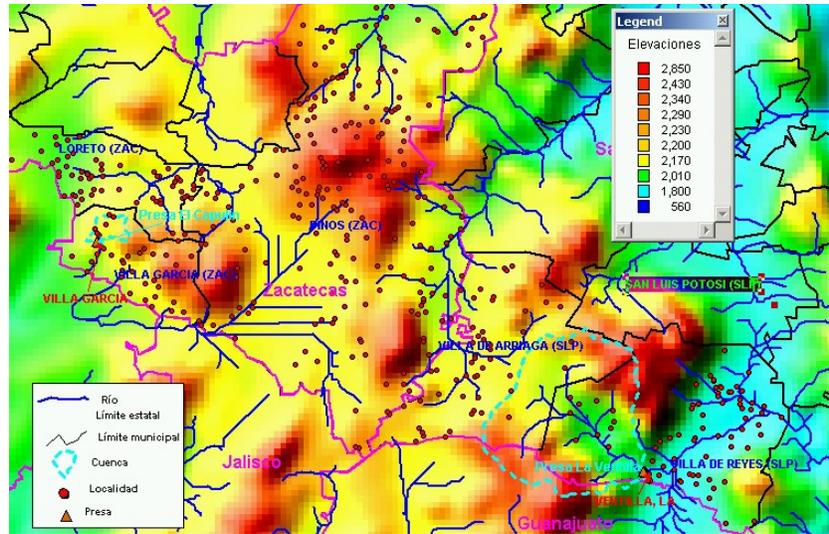
**Figura 2.9c** Climatología: media de agosto, del 1° al 15, período 1941-2001, en los estados de Aguascalientes, Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas (SMN)

**Figura 2.9d** Climatología: media más desviación estándar, del 1° al 15 de agosto, en los estados de Aguascalientes, Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas (SMN)

En la figura 2.9 (proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional) se observa que las lluvias acumuladas los días 14 y 15 de agosto son un poco mayores que las lluvias que normalmente ocurren los primeros 15 días de agosto, estimadas del registro histórico de las estaciones de los estados de Zacatecas, San Luis Potosí y Aguascalientes; sin embargo, comparada con la misma media de la lluvia más una desviación estándar (figura 2.9d) se observa que las lluvias producidas durante ambos días quedan contenidas dentro de este intervalo.

### **Hidrología**

Las cuencas de las presas analizadas no pertenecen a la misma región hidrológica. La Ventilla tiene un área de 637.8 km<sup>2</sup> (cuenca intermedia a grande, CNA, 2002) y vierte sus aguas al río Santiago, en el Pacífico, mientras que El Capulín, con un área aproximada de 23.96 km<sup>2</sup> (cuenca muy pequeña), lo hace hacia la cuenca del río Pánuco, en el golfo de México, es decir, ambas se encuentran en el parteaguas que separa las vertientes del golfo de México y del océano Pacífico.

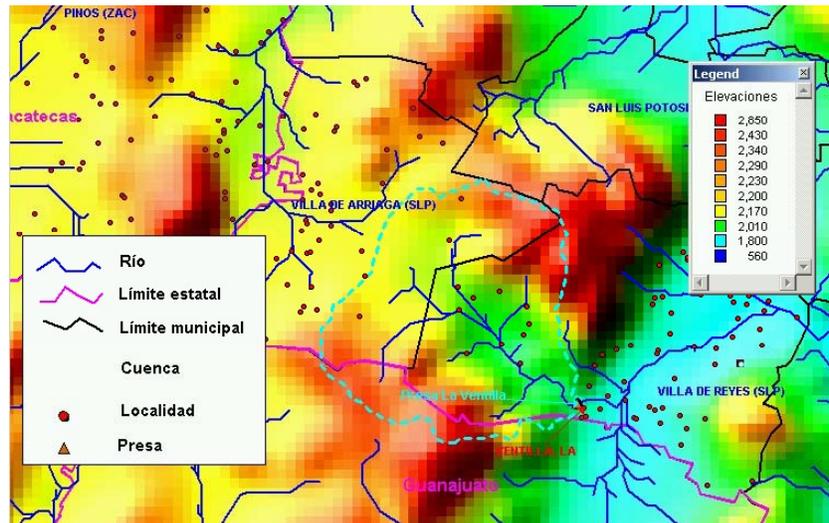


**Figura 2.10 Topografía e hidrografía de las cuencas de las presas**

En la figura 2.10 se muestra la red de drenaje natural de la zona de estudio. Se observa que la red de la cuenca de la presa La Ventilla está mejor definida y es más amplia que la de la presa de El Capulín.

**Presa “Dolores” (La Ventilla)**

La cuenca de la presa “Dolores”, conocida en la zona como La Ventilla, se muestra en la figura 2.11. Se observa que, inmediatamente aguas abajo de la presa, está ubicada la localidad de La Ventilla, con 1,718 habitantes (datos hasta 1995). La cortina de mampostería fue desbordada debido a la falta de capacidad de almacenamiento del vaso por un azolvamiento excesivo, aproximadamente el 100% de su capacidad. El área de cuenca de esta presa es de aproximadamente 638 km<sup>2</sup>; su corona presenta una elevación máxima de aproximadamente 1,884 m. s. n. m. y el desplante de la misma está a 1,870 m. s. n. m.



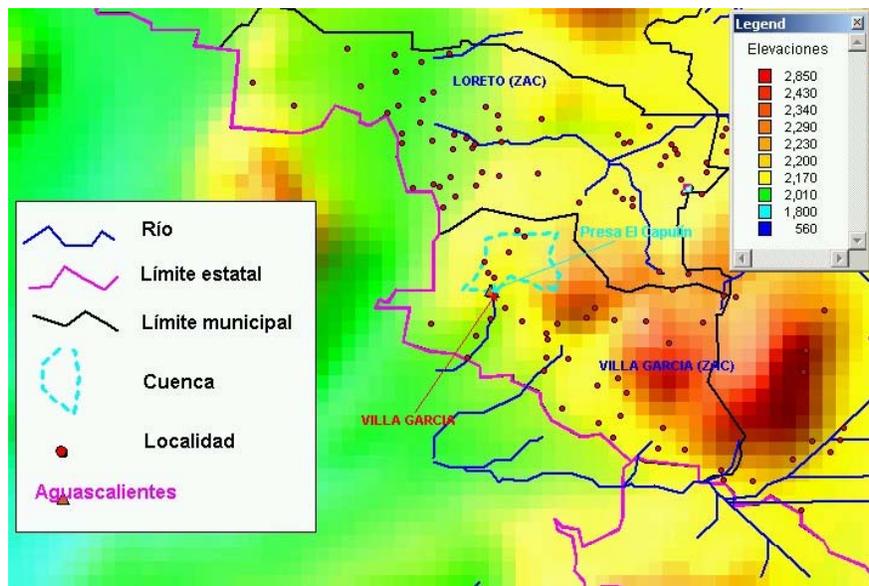
**Figura 2.11 Área de cuenca de la presa “La Ventilla” (obtenida a través del modelo de elevación digital de la zona, escala 1:250,000**

Si se estiman una lluvia máxima promedio en la cuenca de 28 mm, y un factor de reducción de 0.4 para pasar de una lluvia de duración de 24 horas a otra de una hora (Mendoza, 2001), entonces se tendría una intensidad de lluvia de 11 mm/h. Otra hipótesis es que el coeficiente de escurrimiento de esa zona fuera de

0.6, entonces el gasto máximo probable que pudo entrar al vaso (calculado a través de la fórmula racional) es de  $1,170 \text{ m}^3/\text{s}$ . Estos datos nos permitirían, en un estudio hidrológico más detallado, estimar la avenida que entró al vaso, es decir, el volumen de escurrimiento generado por la tormenta y ver si era posible que la presa desalojara dicho volumen por su vertedor sin ocasionar problemas aguas abajo.

### **Presa “El Capulín”**

La cuenca de la presa “El Capulín” se muestra en la siguiente figura. Tenía una capacidad de almacenamiento original de 1.4 millones de metros cúbicos. Se observa que inmediatamente aguas abajo de la presa está ubicada la cabecera municipal de Villa García, con 4,882 habitantes (datos hasta 1995). La cortina de mampostería de ésta fue también desbordada, al igual que en el caso anterior, por la falta de capacidad de almacenamiento del vaso por asolvamiento excesivo, aproximadamente 71% de su capacidad, (Ramírez, 2002) y a que el vertedor estaba obstruido. El área de cuenca de esta presa es de aproximadamente  $24 \text{ km}^2$ . Su corona presenta una elevación máxima a la elevación de 2,152 m. s. n. m. y un desplante a la cota de 2,140 m. s. n. m.



**Figura 2.12 Área de cuenca de la presa “El Capulín” (obtenida a través del modelo de elevación digital de la zona, escala 1:250,000**

Si se estiman una lluvia máxima promedio en la cuenca de 36 mm, y un factor de reducción de 0.4 para pasar de una lluvia de duración de 24 horas a otra de una hora (Mendoza, 2001), entonces se tendría una intensidad de 14 mm/h. Otra hipótesis es que el coeficiente de escurrimiento de esa zona fuera de 0.5, entonces el gasto máximo probable que pudo entrar al vaso es de  $47 \text{ m}^3/\text{s}$  (calculado a través de la fórmula racional). Este gasto es 25 veces menor que el ocurrido en la presa de “La Ventilla” (que es aproximadamente el mismo orden de diferencia entre las áreas de cuenca).

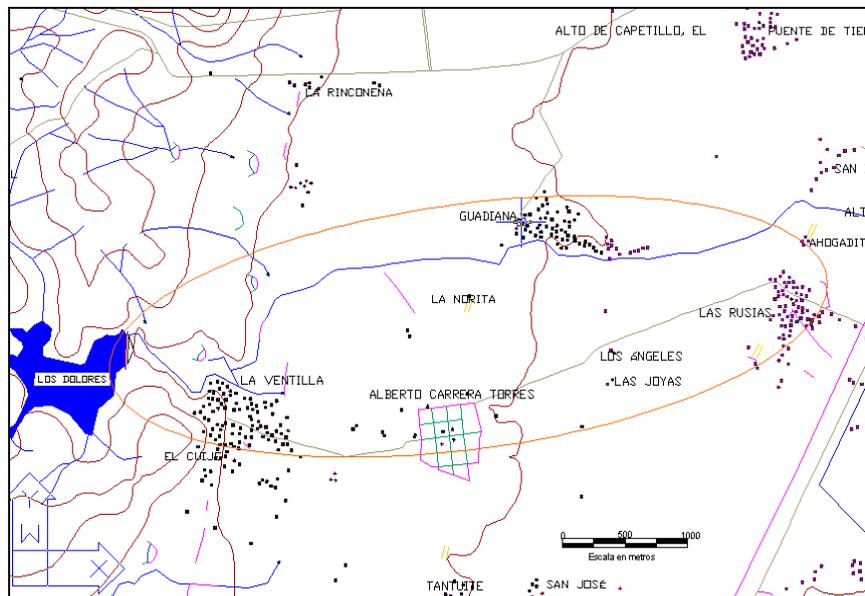
Durante el recorrido por esta presa se tuvo conocimiento de un bordo aguas arriba de la cortina fallada, por lo que se procedió a visitarla, pudiendo observar un vertedor, cuyo ancho se estima en 11 m, aproximadamente. Se pudo ver un tirante de agua de 1.5 m (figura 2.13), por lo que, considerando que este vertedor trabajó como uno de cresta libre se puede estimar un gasto máximo de  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ . Este gasto es comparable con el obtenido anteriormente. Nuevamente con estos datos, y con un estudio hidrológico más detallado, se podría estimar la avenida que entró al vaso, es decir, el volumen de escurrimiento generado por la tormenta y ver si era posible que la presa desalojara dicho volumen por su vertedor sin ocasionar problemas aguas abajo.



**Figura 2.13 Vista del vertedor del bordo ubicado aguas arriba de la presa El Capulín**

**2.2.1.6 Presa Dolores en San Luis Potosí, características de la presa y causas de su falla**

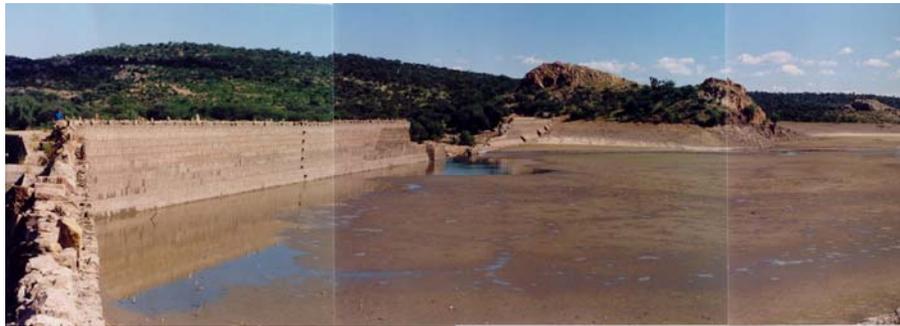
La presa “Dolores” se encuentra ubicada a escasos 900 m, río arriba, de la comunidad “La Ventilla” municipio de Villa de Reyes, San Luis Potosí; a una altura aproximada de 1870 m. s. n. m., (figura 2.14). Se trata de una presa cuya cortina original fue construida a finales del siglo XIX mediante muros de mampostería y contrafuertes en el cuerpo de la cortina (figura 2.15), aprovechando la abundancia de rocas volcánicas de la región. De acuerdo con información proporcionada por la Comisión Nacional del Agua, y verificada en el sitio durante la visita técnica realizada, la corona de la cortina fue sobreelevada en por lo menos tres ocasiones sobre la corona original; ello fue motivado principalmente por la reducción de la capacidad de almacenamiento de la presa debido a los azolves acumulados en su embalse (figura 2.16).



**Figura 2.14 Localización de la presa “Dolores” aguas arriba de La Ventilla**

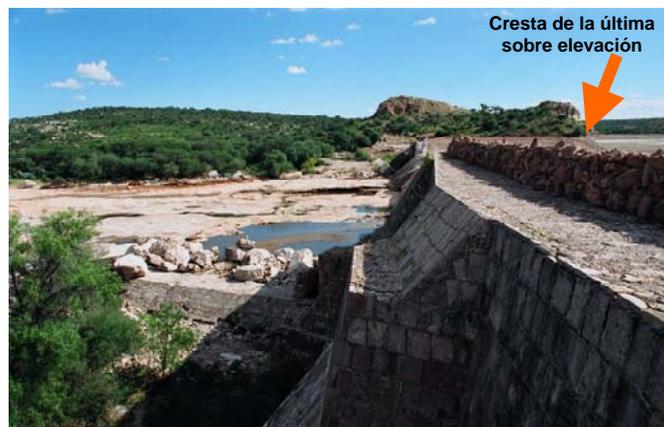


**Figura 2.15 Vista aérea de la presa y su cortina de mampostería**

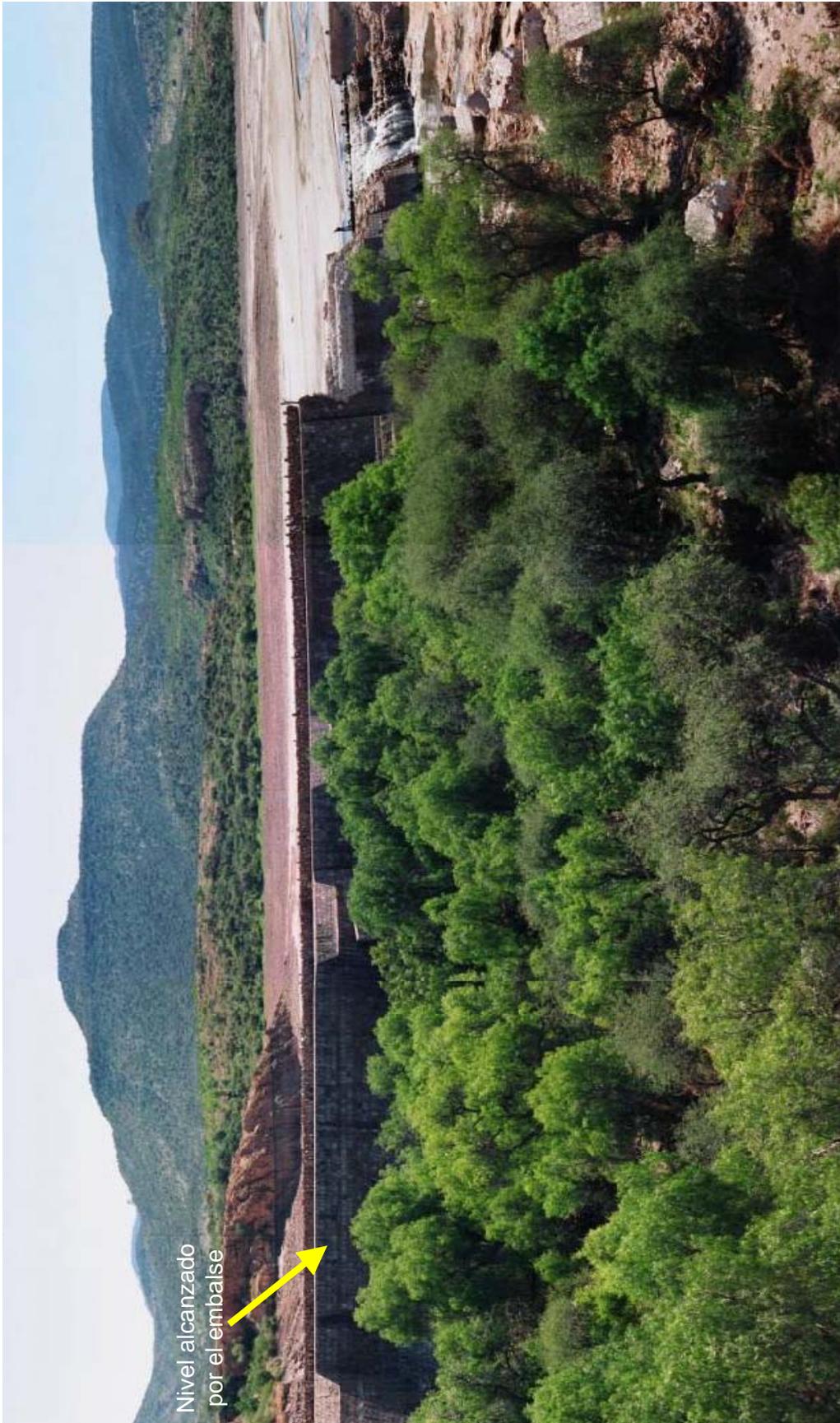


**Figura 2.16 Los azolves acumulados en el vaso de la presa cubren casi en su totalidad a la cortina original cuya altura era de 6.5 m, aproximadamente**

De acuerdo con las mediciones realizadas en el lugar, se determinó que la sobre elevación total de la corona fue de aproximadamente 6.7 metros de altura, que sumada a la altura original de la cortina (6.5 m) dan un total de 13.2 m. Cabe aclarar que estas dimensiones no incluyen la pequeña cresta de unos 80 centímetros de altura, ubicada sobre la corona de la cortina (figura 2.17); cuya presencia contribuía a elevar el nivel del embalse. Durante la inspección realizada en los alrededores de la presa, se pudo medir con equipo portátil que el nivel del agua en el embalse alcanzó un nivel de 45 centímetros por encima de la cresta (figura 2.18), generando una mayor carga hidráulica sobre la cortina durante el tiempo que el agua se estuvo vertiendo sobre la corona. Este aspecto fue corroborado por los habitantes del lugar, quienes manifestaron que los derrames sobre la corona iniciaron aproximadamente a las 01:00 horas del día 15 de agosto.

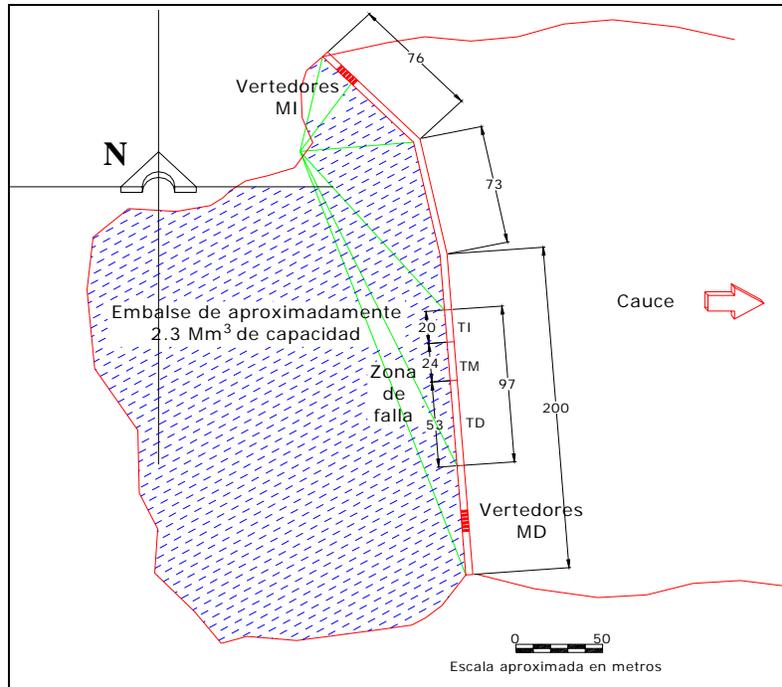


**Figura 2.17 Cresta que remataba la sobre elevación de la cortina**



**Fig. 2.18 Nivel alcanzado por el embalse durante su desbordamiento sobre la corona de la presa**

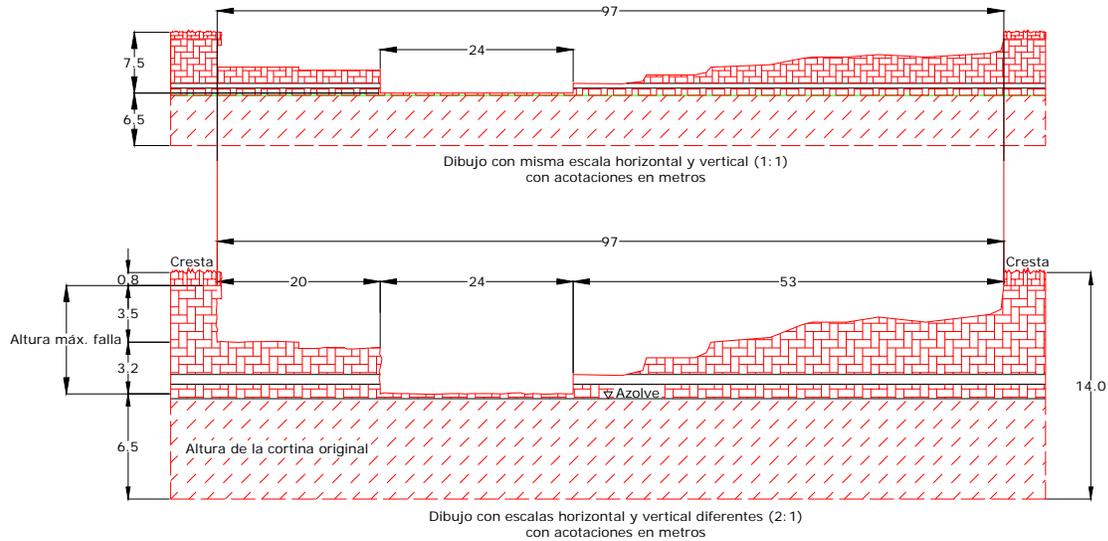
En la figura 2.19 se puede observar un esquema que muestra la proyección en planta de la cortina y sus dimensiones determinadas en el sitio con distanciómetro, brújula e inclinómetro portátiles. La longitud de la cortina es de aproximadamente 350 metros de largo por 14.0 metros de alto, incluyendo la altura de la cresta ubicada sobre la corona de la cortina. El colapso parcial de la presa dejó una abertura de doble escotadura (figura 2.20), cuyas dimensiones aproximadas fueron determinadas en el sitio con ayuda de un flexómetro y equipo portátil. Atendiendo al contorno que dejó la ruptura de la cortina (figuras 2.20 y 2.21) se determinaron tres secciones de falla con las siguientes dimensiones: la falla del tercio izquierdo (TI) tiene una forma rectangular de 20 m de longitud por 3.5 de alto, similar a la del tercio medio cuyas dimensiones fueron de 23 m de longitud por 6.7 m de alto. Las dimensiones del tercio derecho (TD), con un contorno más irregular, fueron de 53 m de largo por una altura media de 3 m, aproximadamente (figura 2.21).



**Figura 2.19 Proyección en planta a lo largo del eje principal de la cortina**



**Figura 2.20 Abertura de doble escotadura dejada por falla de la cortina**



**Figura 2.21 Esquema de la abertura que dejó la falla de la cortina**

Originalmente la capacidad de almacenamiento de la presa era del orden de dos millones seiscientos mil metros cúbicos ( $2.6 \text{ Mm}^3$ ), pero debido a los azolves acumulados en el embalse la altura hidráulica de la cortina se vio reducida casi en un 100%. Ello motivó las sobreelevaciones de la corona creando una junta débil en el contacto de la cortina original con las sobreelevaciones posteriores. Se tiene conocimiento de que antes de la falla de la presa existían filtraciones entre las juntas de los bloques que formaban la sobreelevación de la corona, y de que existía un crecimiento excesivo de vegetación en el paramento aguas abajo de la cortina. Así mismo, se constató en el sitio que los vertedores en ambos lados de la cortina se encontraban sellados con mampostería y agujas o compuertas de madera (figura 2.22), impidiendo el flujo del agua que se pudiera acumular durante avenidas extraordinarias; como sucedió durante las intensas lluvias del 14 y 15 de agosto pasados. No se conocen las fechas en que se realizaron las sobreelevaciones de la corona y la clausura de los vertedores.

En un estudio realizado por la Comisión Nacional del Agua (mayo del año 2000) se determinó que, tras las sobreelevaciones realizadas en la corona de la cortina, el volumen de almacenamiento de la presa era de aproximadamente  $2.3 \text{ mm}^3$ ; que aunado a la sobreelevación del nivel del embalse durante el desbordamiento, dieron como resultado un volumen total de  $2.5 \text{ mm}^3$  de agua, aproximadamente, el cual fluyó hacia aguas abajo de la presa durante la falla de la cortina.



**Figura 2.22 Vista de los vertedores clausurados con mampostería y compuertas de madera para elevar el nivel del embalse**

A partir de los datos obtenidos durante la inspección de la presa se concluye que la falla de la cortina fue favorecida por el estado físico que ésta guardaba antes y durante las lluvias del 14 y 15 de agosto; y por el efecto de la sobreelevación del embalse debido al sello de los vertedores. Una explicación del mecanismo de falla que sufrió la cortina, y que en términos generales coincide con el reporte emitido por el Consultivo Técnico de la Comisión Nacional del Agua (Ref. 3), es el siguiente: **debido al desbordamiento que sufrió la presa durante la avenida extraordinaria, y la consecuente sobreelevación del embalse, se generaron subpresiones en las juntas horizontales de la mampostería, así como empujes en las juntas verticales, los cuales dieron como resultado un estado de esfuerzos internos desfavorable que, aunado al empuje hidrostático sobre la cortina, desestabilizaron la mampostería utilizada para la sobreelevación de la corona.**

Se presume que a estos hechos contribuyeron también las posibles fisuras que existían en la cortina antes de su falla, ya que durante la inspección de la presa se observaron raíces entre los planos de falla expuestos por el colapso de la cortina, figura 2.23. La existencia de raíces entre las juntas de la mampostería sólo se explica por la presencia de huecos que, aún cuando fueran muy pequeños, sirvieron como vía para la generación de subpresiones, además de los empujes que generaban las propias raíces por el crecimiento de la vegetación.



**Figura 2.23 Vista de la sección transversal de la cortina después de la falla**

### ***Impacto socioeconómico del desastre***

Como se dijo anteriormente, el rompimiento de la presa “Dolores” en la localidad de La Ventilla en el municipio de Villa de Reyes en San Luis Potosí, a causa de las lluvias torrenciales registradas en la madrugada del 15 de agosto del año 2000, trajo como consecuencia la irreparable pérdida de vidas humanas, y daños a la economía de las localidades afectadas.

### ***Población afectada***

Las poblaciones más afectadas por el desbordamiento de la presa fueron las comunidades Alberto Carrera Torres, Guadiana, Las Rusias y La Ventilla, ubicadas aguas abajo de la presa Dolores, fig. 2.14. En la comunidad de La Ventilla nueve personas perdieron la vida y otras dos, hasta el momento de la visita se encontraban desaparecidas. Los daños en esta comunidad se debieron principalmente a que había casas ubicadas en el cauce del río y otras muy cerca de sus riveras; además de ser la comunidad más próxima a la cortina de la presa fig. 2.24.

Aquí cabe comentar que la falla de la presa provocó una ola que se extendió por todo el ancho del cauce (de aproximadamente 200 m) hasta los límites de La Ventilla, alcanzando entre 3 y 4 metros de altura, de acuerdo con los rastros observados en los árboles que se mantuvieron en pie dentro del cauce. Ello provocó que las casas que se encontraban en las riveras del cauce fueran totalmente destruidas por la ola, arrastrando todo lo que se encontraba a su paso, fig. 2.25.

Por su parte, las comunidades Alberto Carrera Torres, Guadiana y Las Rusias sufrieron sólo daños materiales por la inundación de casas y de los terrenos de cultivo, así como por la caída de bardas y pérdida de ganado menor. En la Figura 2.26 se muestra una vista del nivel que alcanzó el agua en algunas zonas de la comunidad de Guadiana. Según los informes de la Unidad Estatal de Protección Civil de San Luis Potosí, el nivel de agua en las otras comunidades fue similar o menor al presentado en la fig. 2.26.

Si bien todos los casos de inundaciones que se presentaron en el estado de San Luis Potosí no fueron provocados por la falla de la presa, sí se debieron a la ocurrencia de las lluvias torrenciales de esos días; tal es el caso de las poblaciones de Bledos y Villa de Arriaga, ubicadas a 18 y 50 km, respectivamente, al oeste del municipio de Villa de Reyes, fuera del área afectada por el rompimiento de la presa.

En el caso particular de la comunidad Alberto Carrera Torres, varias casas sufrieron daños materiales por la propagación de una grieta que atravesó tierras de cultivo y casas habitación, figs. 2.27 y 2.28. Cabe mencionar que este fenómeno se ha presentado en otras poblaciones de San Luis Potosí (Ref. 4); por lo que es un factor que deberá tomarse en cuenta para la delimitación de zonas de riesgo por agrietamientos del terreno. Este aspecto ya ha sido abordado por la Unidad Estatal de Protección Civil de San Luis Potosí y por el CENAPRED, en los casos reportados el año pasado en los municipios de Villa de Arista y Moctezuma, San Luis Potosí, (Ref. 4).

Se estima que el total de la población que sufrió daños en sus pertenencias ascendió a 1,535 personas, mientras las que sufrieron algún tipo de afectación fue mayor: 2,250. Lo anterior requirió que se instalaran ocho albergues que suministraron servicios de alimentación, ropa y asistencia médica para un total de 1,091 personas en el momento de mayor afluencia. Sin embargo, la permanencia media en los albergues fue de sólo dos días.



*Fig. 2.24 Vista panorámica de la presa “Dolores” y la prolongación del cauce en las inmediaciones de La Ventilla*



**Fig. 2.25 Casas y vehículos fueron totalmente arrastrados por la ola generada durante el colapso de la presa**



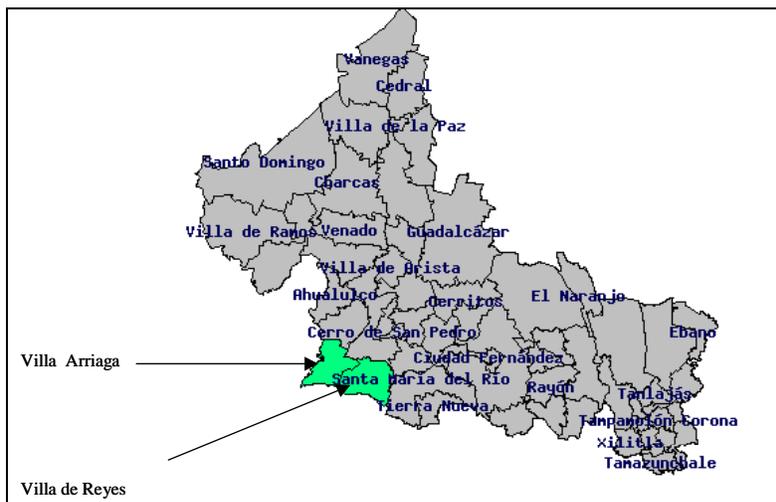
**Fig. 2.26 La propagación de la ola generada durante el colapso de la presa provocó inundaciones en algunas comunidades ubicadas aguas abajo**



**Fig. 2.27 La propagación de la grieta dañó algunas casas habitación**



**Fig. 2.28 Propagación de la grieta en los terrenos de cultivo**



**Figura 2.29 Municipio de Villa de Reyes, San Luis Potosí, afectado por el rompimiento de la presa "Dolores"**

### **Características socioeconómicas de la región afectada**

La región afectada se encuentra limitada al norte por el municipio de San Luis Potosí, y al Sur con el estado de Guanajuato, al Este por los municipios de Santa María del Río y Zaragoza, y al Oeste por el municipio de Villa de Arriaga.

El municipio de Villa de Reyes se encuentra ubicado en un importante eje comercial. De este sitio se tiene una distancia similar a las ciudades de Monterrey, Guadalajara y Distrito Federal. En un radio de 250 kilómetros de distancia de la ciudad de Villa de Reyes se encuentran 76 ciudades de 20 mil y más habitantes, cuya población se estima en ocho millones de consumidores potenciales.

El municipio de Villa de Reyes cuenta con una población aproximada de 40,602 habitantes, distribuidos en más de 130 localidades. Su crecimiento promedio fue de 1.7% promedio anual durante el período de 1990-2000. Según el Consejo Nacional de Población, se tiene en promedio un índice de marginación alto.

Su actividad económica se sustenta en la ganadería y la agricultura. En cuanto a la última, las tierras laborables del municipio se dedican principalmente a la producción de ajo, alfalfa, avena, chile, fríjol, jitomate, maíz y sorgo. En frutales se cosecha durazno, granada, higos, limón, manzana y membrillo. La actividad ganadera es variada ya que se tiene la presencia de avicultura, y ganado bovino, caprino, ovino y porcino.

Por otro lado la actividad industrial es muy precaria dentro del municipio, limitándose a la transformación de bienes primarios y de primera necesidad.

**Tabla 2.3 Indicadores socioeconómicos de la región**

Municipio	Población total	Pob. de 15 años y más	Pob. de 15 años y más alfabeta (%)	Viviendas partic. con servicios			% de Pob. ocup menos de 2 SM	Grado de Marginación	Posición de acuerdo al grado de marginación*
				Energía eléctrica (%)	Agua entubada (%)	Drenaje (%)			
Villa de Reyes	40,602	23,948	86.3	89.5	74.3	35.9	71.4	Alto	38*

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda. Tabulado básicos. San Luis Potosí. INEGI 2000.

\*De 58 municipios que integran a San Luis Potosí

Como se mencionó anteriormente, con una población de 40,602 habitantes, el municipio de Villa de Reyes es uno de los 10 más poblados, de los 58 que integran el estado, y de los de mayor crecimiento poblacional; sin embargo, esta dinámica demográfica no ha estado sustentada con incremento en el bienestar de la población, ya que presenta un índice de marginación alto.

Este índice se refleja en la dotación de servicios básicos, como el caso de la electricidad, indicador en el que, tanto el estado como el municipio, presentan severas deficiencias, ya que el promedio de viviendas con este servicio es de 89%, porcentaje análogo al que se registra en el municipio de Villa de Reyes. Sólo el 74.3% de las viviendas de este municipio dispone de agua potable, mientras que en el caso del drenaje, apenas el 35.9% de las viviendas cuenta con la infraestructura correspondiente (véase la tabla 2.3).

Así, la condición socioeconómica del municipio donde se presentó el desastre de acuerdo con el índice de marginación es alto, aunque en el conjunto de los estados se puede decir que se encuentra ubicado entre los municipios de desarrollo medio, en comparación con otros que presentan una marginación más acentuada en el estado.

### **Descripción de los daños totales: apreciación de conjunto**

Las pérdidas económicas totales que generó el rompimiento de la presa “Dolores” en el municipio de Villa de Reyes en San Luis Potosí, se estiman en poco más de 9 millones de pesos, de los cuales el 52% corresponden a daños directos (destrucción de acervos) y el restante 48% a daños indirectos (pérdidas de producción) (véase la tabla 2.4). El monto de estos daños es, sin embargo, una cifra poco significativa respecto al Producto Interno Bruto del estado.

Los sectores que sufrieron pérdidas, en orden de importancia, son: la agricultura, la ganadería, y la vivienda. Sin embargo, el costo de reconstrucción de la obra afectada ocupa un porcentaje importante en la cuantificación de los daños. En materia agrícola, las pérdidas ascendieron a 1.7 millones de pesos, las que fueron estimadas multiplicando la superficie que resultó severamente afectada por los rendimientos y valores de producción que se esperaban cosechar. En la ganadería se contabilizaron las pérdidas sufridas en las existencias ganaderas multiplicadas por el valor medio de las especies.

Con respecto a la vivienda, los daños fueron variados, desde pérdidas totales hasta afectaciones leves y parciales, las cuales se evaluaron fijándose un valor para cada uno de los casos. En este sector los daños sumaron 1 millón 451 mil pesos. Finalmente, salvo los ejemplos mencionados, así como el costo de reconstrucción de la obra afectada con un costo aproximado de 3.2 millones de pesos, los daños en los restantes sectores no fueron significativos.

**Tabla 2.4 Resumen de daños totales**

Muertos	Población Damnificada	Población Afectada
9	1,535	2,250

(Miles de pesos)

Sector / Concepto	Daños Directos	Daños Indirectos	Total	Porcentaje del total
Agricultura	1,621.81	93.0	1,714.8	19.4
Ganadería	1,233.5	0	1,233.5	14.0
Comunicaciones y transportes	500	0	500.0	5.7
Vivienda	1,451.6	0	1,451.6	16.4
Costo de la emergencia	0	730.20	730.2	8.3
Obras de reconstrucción	0	3,600.0	3,200.0	36.2
<b>Total general de daños</b>	<b>4,806.9</b>	<b>4,423.2</b>	<b>9,230.1</b>	<b>100.0</b>

Nota: Las cifras contenidas en este cuadro recogen tanto datos proporcionados por las entidades oficiales como cálculos propios realizados por los autores con base en diversas informaciones recabadas en el estado.

Por otra parte, los costos de la emergencia ascendieron a poco más de 730 mil pesos. Las aportaciones provinieron de distintas fuentes, aunque una mayor proporción correspondió a instituciones que atendieron la emergencia en las primeras horas como son: SEDENA, Cruz Roja, Protección Civil (tabla 2.5).

**Tabla 2.5 Gastos Indirectos por la Emergencia**

Ayuda	Costos Unitarios*	Monto Estimado
2250 Cobijas	100	225,000
2250 Colchonetas	100	225,000
2000 Despensas	46	92,000
350 Botellones de agua	19	6,650
450 Botes de leche maternal	40	18,000
1500 Albergados	35*	52,500
Gastos médicos adicionales	-	111,071
<b>Suma</b>		<b>730,221</b>

\*/ Se consideró un gasto de 35 pesos por persona albergada.

Fuente: Dirección Estatal de Protección Civil en San Luis Potosí

### a) Sector agropecuario

Las pérdidas totales en este sector ascienden a más de 2 millones 946 mil pesos, de los cuales poco más del 58% corresponden a afectaciones en diversos cultivos agrícolas y de infraestructura anexa a la actividad, mientras que el restante 42% pertenece a pérdidas en existencias ganaderas de diversa índole.

La superficie agropecuaria afectada se ubicó en siete localidades, de entre las cuales las más afectadas resultaron ser Carrera Torres, Las Rusias y Guadiana.

El total de hectáreas agrícolas que recibieron los estragos más significativos del fenómeno fueron 144.5 hectáreas, en las cuales, las afectaciones fueron en diversas proporciones. Los cultivos que recibieron los mayores daños, que en su mayoría son de alfalfa y maíz, guardan una importancia significativa a la economía de la región derivado de que son insumos necesarios para su importante actividad ganadera.

#### Subsector Agrícola

Uno de los sectores económicos que sufrieron daños más severos fue el de la agricultura, donde aproximadamente 144.5 hectáreas fueron afectadas, de entre las cuales un 36% corresponden a maíz, seguido por un 30% de cultivos de alfalfa, un 12% de frijol, un 11% a hectáreas combinadas de maíz-frijol, y solamente un 10% a cultivos de chile. De esta relación de daños, las localidades que presentaron mayores afectaciones son los casos de Guadiana, Las Rusias y Carrera de Torres, ubicadas en el municipio de Villa de Reyes (véase tabla 2.6).

Aunado a lo anterior, hubo también diversas pérdidas en cultivos perennes, que fueron arrasados por la corriente de agua. En este tipo de siembras las afectaciones se produjeron en árboles frutales y plántulas de maguey, principalmente.

**Tabla 2.6 Afectaciones por tipo de cultivo**

Cultivo	Superficie sembrada	Superficie severamente afectada	Rendimiento (ton/ha)	Producción perdida (ton)	Precio Medio Rural (\$/ton)	Valor (miles de pesos)
Alfalfa	72.8	43.51	2	87.02	1300	113,126
Maíz-Frijol	21.5	16.4	1.8	29.52	1400	41,328
Maíz	78.8	52.65	4.2	221.13	1500	331,695
Chile	17	14.45	14	202.3	3397	687,213
Frijol	20	17.525	1.5	26.2875	10500	276,019
Otros daños directos/1						172,425
<b>Suma</b>	210	144.5	-	-	<i>Subtotal</i>	1,621,806
Daños indirectos						
42 árboles de durazno					250	10,500
70 árboles de guayaba					250	17,500
60 árboles de nogal					250	15,000
10,000 plántulas de maguey					5	50,000
					<i>Subtotal</i>	93,000
					<b>Total</b>	<b>1,714,806</b>

Nota: Las cifras contenidas en esta tabla corresponden a una estimación del CENAPRED con base en las estadísticas del Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

1/ Daño a infraestructura y existencias de productos agrícolas.

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Delegación Estatal en San Luis Potosí.

Las afectaciones se registraron también en infraestructura y en existencia de granos que habían sido cosechados previamente. Se calcula que 2.25 toneladas de frijol en bodega se perdieron, lo cual significó una pérdida calculada en 23,625 pesos, además de 800 metros de cerco perimetral que se estima en 9,600 pesos.

La pérdida de infraestructura de canales de riego con un costo aproximado de 139,200, así como un bordo y otro dañado en un 50%, la cual eleva la cifra de daños a alrededor de 1 millón 714 mil pesos, donde un 94.5% corresponde a daños directos mientras que el restantes 5.5% a daños indirectos.

### **Subsector Ganadero**

Una de las actividades económicas que más sobresalen en el municipio de Villa de Reyes en San Luis Potosí, es la ganadería, situación que se refleja en la importancia que tiene el cultivo de alfalfa en la región.

Las afectaciones en este subsector consistieron fundamentalmente en la pérdida de cabezas de ganado de distinta índole, mientras que la infraestructura no registró mayor daño. La pérdida de dicho ganado se debió a la creciente del río que arrastró al mismo.

Uno de los mayores daños en este subsector, se registró en la localidad de Las Rusias, donde el agua arrasó una granja de aves, la cual, sumando las existencias de dicha granja, más el total de existencias en otras localidades, condujo a una pérdida total de 33,280 aves, donde se calcula una pérdida monetaria de más de 783,444 pesos.

En la tabla 2.7 se pueden observar el total de daños ocasionados por pérdidas en la ganadería las cuales ascienden a 1 millón 233 mil pesos.

**Tabla 2.7 Afectaciones en la Ganadería por tipo de Ganado**

<b>Tipo de Ganado</b>	<b>Bovino</b>	<b>Porcino</b>	<b>Ovino</b>	<b>Caprino</b>	<b>Equino</b>	<b>Aves</b>
Número de cabezas perdidas	56.0	113.0	50.0	36.0	3.0	33,280.0
Precio promedio x cabeza	4,692.5	1,153.9	612.9	490.2	2875	23.5
Monto de daños (miles de pesos)	262.8	130.4	30.6	17.6	8.6	783.4
					<b>Total</b>	<b>1,233.5</b>

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Delegación Estatal en San Luis Potosí

### **b) Comunicaciones y transportes**

De acuerdo con la Delegación Estatal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y la Junta Estatal de Caminos de San Luis Potosí, los daños a infraestructura de puentes y caminos no significaron grandes pérdidas. Las labores realizadas por estas dependencias consistieron fundamentalmente en dar mantenimiento al revestimiento de las carreteras lo cual tuvo un costo de aproximadamente 500 mil pesos. Así, con información proporcionada por ambas dependencias, el fenómeno no causó daños importantes a la infraestructura carretera y de comunicaciones.

### **c) Sector vivienda**

Las inundaciones generaron afectaciones en las viviendas de la región, dichas inundaciones y el agrietamiento de los suelos constituyeron las principales causas de daños en los inmuebles.

Las viviendas afectadas fueron clasificadas, según la magnitud de los daños, en tres categorías:

- aquellas que puedan considerarse totalmente destruidas, las cuales necesitan de por lo menos un pie de casa;
- viviendas con daños parciales, donde se visualizan fundamentalmente afectaciones en un cuarto o más; y
- viviendas con daños leves que consisten en daños a bardas o infraestructura secundaria de la vivienda

Las viviendas con daños totales sumaron 21, donde un gran número se localiza en la localidad de La Ventilla, las viviendas con daños parciales sumaron 59, donde una gran proporción se ubican en la localidad la Guadiana, mientras que las viviendas con daños leves suman 16 solamente. El valor directo de los daños ascendió a 1 millón 388 mil pesos, en tanto que los indirectos sumaron a 63 mil pesos, dando un total de 1 millón 451 mil pesos. El valor medio de una vivienda totalmente destruida se fijó en 40 mil pesos, en tanto que una vivienda con daños parciales recibió 9 mil pesos y una con daños leves 1,100 pesos (véase tabla 2.8).

**Tabla 2.8 Daños en viviendas en el municipio de Villa de Reyes en San Luis Potosí 2002**

Localidades afectadas	Totales	Daños Parciales	Leves	Suma
Las Rusias	2.0	6.0	14.0	22.0
La Ventilla	10.0	0.0	0.0	10.0
Guadiana	6.0	36.0	0.0	42.0
Alberto Carrera Torres	1.0	16.0	1.0	18.0
Villa de Reyes (cabecera municipal)	2.0	1.0	1.0	4.0
<b>Total</b>	<b>21.0</b>	<b>59.0</b>	<b>16.0</b>	<b>96.0</b>
<b>Total de daños (miles de pesos)</b>	<b>840</b>	<b>531</b>	<b>17.6</b>	<b>1,388.6</b>

Fuente: SEDESOL Delegación Estatal en San Luis Potosí y SEDESORE.

Las acciones emergentes se orientaron al reestablecimiento de los servicios básicos, la limpieza de las casas afectadas con remanentes de lodo, desechos, y escombros, así como la atención a daños menores. Más adelante se espera que se instauren los programas y esquemas para lograr que la población pueda acceder a los recursos necesarios para reconstruir y mejorar las viviendas que fueron dañadas en cualquier proporción.



**Figura 2.30 Vista de una vivienda con destrucción total en la localidad de la Ventilla en el municipio de Villa de Reyes, San Luis Potosí. En ella ocurrieron los nueve decesos reseñados anteriormente**

#### **d) Infraestructura de educación y salud**

De acuerdo con información proporcionada por distintas dependencias como la Secretaría de Salud, el DIF municipal, y la Presidencia municipal de Villa de Reyes, los daños a la infraestructura educativa y de salud fueron mínimos. En muchos de los casos, las afectaciones consistieron en inundaciones, las cuales no afectaron el equipo o mobiliario, con lo cual el fenómeno no causó gran daño a este tipo de infraestructura.

### e) **Suministro de agua potable y energía eléctrica**

La infraestructura hidráulica se vio seriamente afectada, tomando en cuenta desde el rompimiento de la misma presa, hasta la ruptura de algunas líneas de agua potable a causa del torrente. Particularmente, dicha red de agua potable sufrió interrupciones, además del peligro que existía por algunos focos de infección derivado de la muerte de algunos animales.

Las obras de emergencia consistieron en el suministro de agua potable embotellada, y en pipas, abastecimiento de insumos necesarios para desinfectar el agua, y la reconstrucción de la infraestructura de agua potable dañada.

La delegación estatal de la Comisión Nacional del Agua en San Luis Potosí elaboró un proyecto para la presa “Dolores”, que será concluido antes de fines del presente año, que consiste en una solución de corto plazo con un costo aproximado de 3.6 millones de pesos. Con esa inversión, que significa prácticamente la reparación del daño, sin mayores modificaciones dejando un vertedero suficiente para que los agricultores que se beneficiaban del uso de esa presa puedan realizar sus siembras. Existe, sin embargo un proyecto de más largo plazo que contempla la posibilidad de darle un nuevo uso a la presa, es decir, pasar de una presa almacenadora a una de tipo derivadora ya que construirla nuevamente como se encontraba establecida no es viable económicamente, ya que la superficie agrícola que de hecho beneficia actualmente la presa – alrededor de 100 ha –es sumamente pequeña en comparación con el costo que tendría el proyecto.

Por otra parte, la infraestructura eléctrica, según la delegación estatal de la Comisión Federal de Electricidad de San Luis Potosí, no sufrió alteraciones importantes, y el fenómeno sólo afectó al suministro del servicio eléctrico el cual se interrumpió por algunas horas; sin embargo la reactivación del servicio no significó erogaciones importantes de recursos, que las acostumbradas en las interrupciones de energía eléctrica por fenómenos hidrometeorológicos.

### **Impacto ecológico**

El fenómeno hidrometeorológico atípico registrado en el municipio de Villa de Reyes en San Luis Potosí, trajo consigo daños en el medio ambiente de la región, derivado de la avenida que se originó por el rompimiento de la cortina en el cauce original del río Altamira, el cual derribó los árboles (huisaches mezquites, pirules y, en general, a la vegetación ribereña) que se encontraban sobre el cauce del río, así como la pérdida de parte del suelo.

En algunos sitios se observó la erosión total de los suelos; cabe aclarar que el cauce del río estaba prácticamente cubierto de vegetación y de suelo, debido a que la presa controlaba las avenidas extraordinarias, lo que permitió que este lugar se cubriera en una longitud del cauce de 1.5 km. No fue posible evaluar en términos monetarios dichos daños.



**Figura 2.31 Vegetación destruida por la corriente de agua del rompimiento de la presa “Dolores”**

### 2.2.1.7 Características de la presa “El Capulín” y causas de su falla

La presa “El Capulín” se encuentra ubicada aproximadamente a 2,500 m. s. n. m., río arriba, de la cabecera municipal de Villa García, Zacatecas, la cual tiene una altura de 2,140 m. s. n. m., aproximadamente, (figura 2.32). Se trata de una presa cuya cortina fue construida a finales del siglo XIX, mediante un sistema mixto basado en un muro de mampostería de 12 m de altura por 0.80 m de ancho, aproximadamente, con un terraplén de apoyo en el paramento aguas abajo de la cortina, (figura 2.33). De acuerdo con la información proporcionada por la Gerencia Estatal de la Comisión Nacional del Agua, el volumen de almacenamiento original de la presa era de aproximadamente un millón cuatrocientos mil metros cúbicos (1.4 Mm<sup>3</sup>); pero, debido a la gran cantidad de azolves acumulados en el vaso de la presa el volumen de almacenamiento se vio reducido en 71%, aproximadamente. Ello contribuyó a que, durante las lluvias intensa del 14 y 15 de agosto, el nivel del embalse se elevara por encima de la corona de la cortina desbordándose sobre el terraplén de apoyo ubicado en el paramento aguas abajo de la cortina.



**Figura 2.32 Ubicación de la presa El Capulín en el municipio de Villa García, Zacatecas**



**Figura 2.33 Muro de mampostería y terraplén de apoyo en el paramento agua abajo de la cortina**

En la figura 2.34 se puede observar un esquema que muestra la proyección en planta de la cortina y sus dimensiones, así como la ubicación de las obras de excedencia y de la obra de toma. La longitud de la cortina es de aproximadamente 500 metros de largo por 12.0 de alto. El colapso parcial de la presa dejó una abertura en forma de trapecio invertido, cuyas dimensiones aproximadas fueron de 10 metros de longitud en la base, 40 metros en la corona, y 8 metros de profundidad. Originalmente la presa fue diseñada con tres vertedores de excedencias, dos del tipo agujas o ventanas y uno del tipo cresta ancha (figura 2.35) que se encontraban sellados con mampostería y compuertas de madera para elevar el nivel del embalse (figura 2.36), cuya capacidad de almacenamiento había sido reducida por la gran cantidad de azolves acumulados en el vaso. Adicionalmente, las obras de toma de la cortina se encontraban fuera de servicio debido a que habían sido totalmente enterradas por los azolves del embalse (figura 2.37).

Se presume que antes de la falla de la presa existían filtraciones entre las juntas de los bloques que formaban el muro de mampostería; especialmente en la zona donde ocurrió la falla de la cortina. Esta hipótesis surge a raíz de las observaciones realizadas durante la visita técnica en la propia zona de falla, donde se pudo observar que en la parte más baja de los planos expuestos por la falla de la mampostería (base del trapecio) existía un cambio de coloración en las rocas y el mortero (figura 2.38). Esta coloración se explica por la existencia de un flujo de agua que, aunque muy pequeño, circulaba entre las fisuras de la cortina de mampostería. Debido a esto, es muy probable que el terraplén de apoyo haya sufrido problemas de erosión interna, inclusive antes de los problemas derivados por las lluvias intensas del 14 y 15 de agosto pasado. Si bien la zona en la que se presume existían filtraciones se encontraba por abajo del nivel de azolves, ello no quiere decir que el agua no llegara a ese nivel. El simple hecho de existir un espejo de agua en el embalse de la presa es motivo suficiente para que el agua llegara a esa profundidad, o inclusive a la profundidad original de la presa, filtrándose por el muro de mampostería.

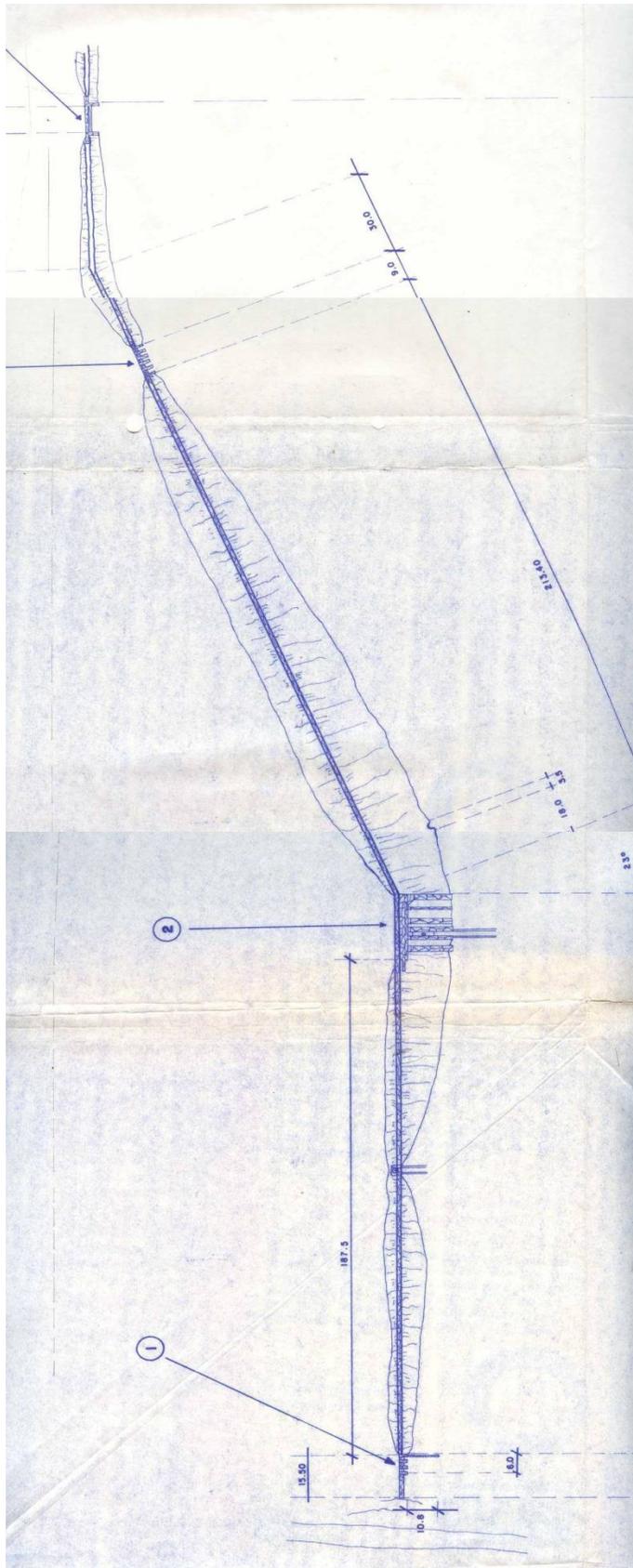


Figura 2.34 Proyección en planta de la cortina de la presa El Capulín

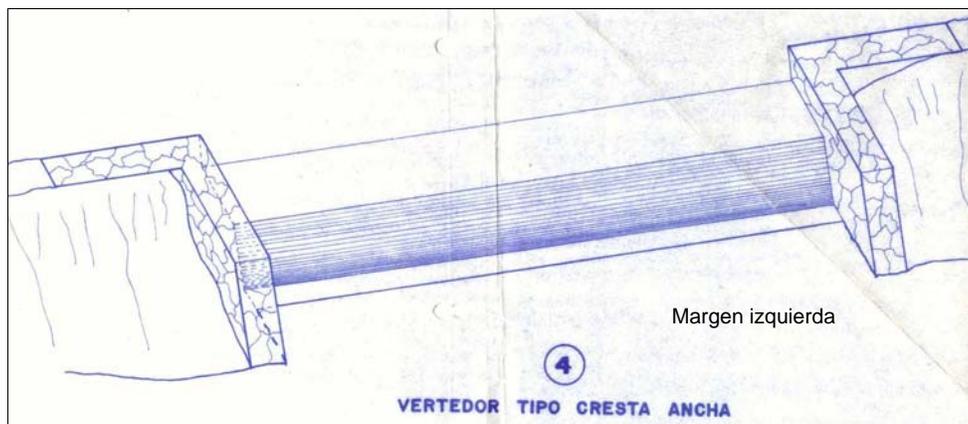
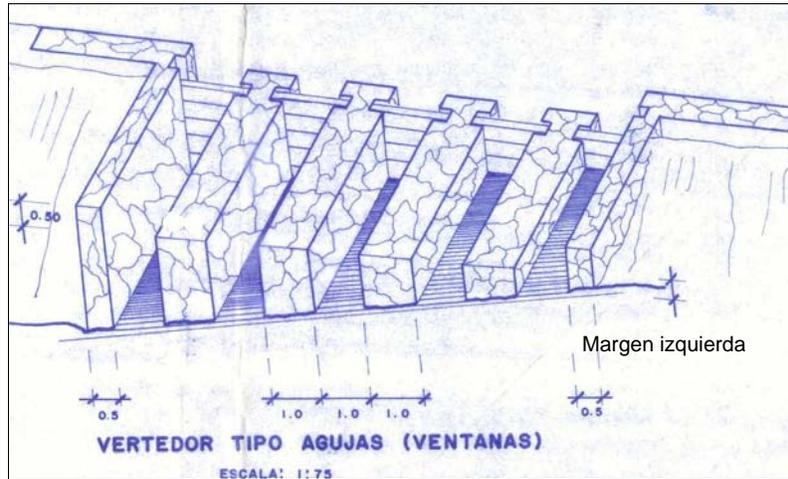
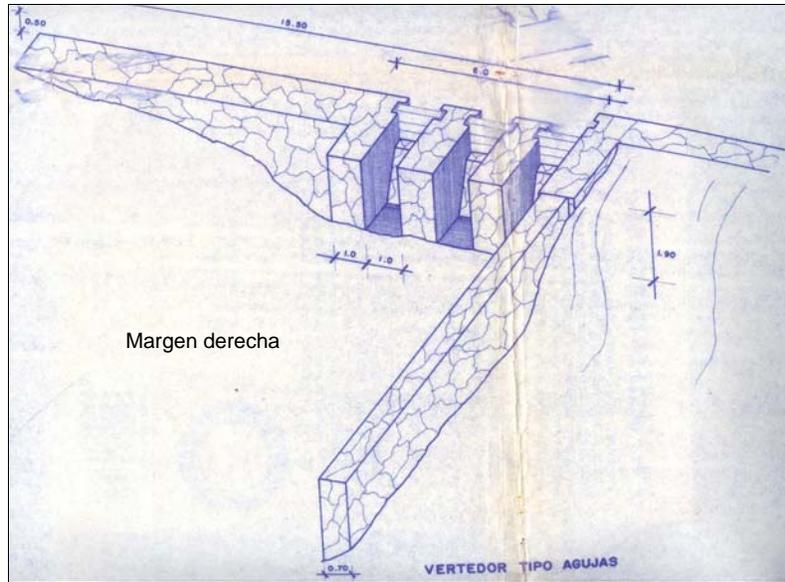


Figura 2.35 Vertedores de excedencias de la presa El Capulín



**Figura 2.36** Los vertedores de la presa El Capulín se encontraban sellados con mampostería y agujas de madera



**Figura 2.37** Debido a la acumulación de azolves las obras de toma se encontraban fuera de servicio



**Figura 2.38** Cambio de coloración en los planos de falla de la cortina

A partir de las observaciones realizadas durante la inspección de la presa se concluye que la falla de la cortina fue favorecida por el estado físico que ésta guardaba antes y durante las lluvias del 14 y 15 de agosto, y por el efecto de la sobreelevación y el desbordamiento del embalse motivados por el sello de los vertedores. Una explicación del mecanismo de falla que sufrió la cortina es el siguiente: **debido al desbordamiento del agua por encima de la cortina, el terraplén de apoyo sufrió una fuerte erosión externa que, combinada con las filtraciones en la base de la falla, hicieron que se perdiera el apoyo que brindaba el terraplén para sostener, junto con el muro de mampostería, el empuje del embalse. Al mismo tiempo, la sobreelevación del embalse provocó fuerzas de subpresión en las juntas horizontales de la mampostería y empujes en las juntas verticales que dieron como resultado el colapso final del muro tras haber perdido el apoyo que le brindaba el terraplén aguas abajo.**

### ***Bordo en el cañón de “Nanachepa”, Villa García, Zacatecas***

Aguas arriba de la presa “El Capulín” existe un bordo de tierra que funciona como cortina de una pequeña presa derivadora (figura 2.39). Afortunadamente este bordo funcionó adecuadamente durante las lluvias intensas del 14 y 15 de agosto; fechas en las que el nivel del embalse subió aproximadamente 1.5 m por arriba del nivel del vertedor de excedencias, permitiendo que el agua fluyera libremente hacia el vaso de la presa “El Capulín”.



***Figura 2.39 Bordo de tierra ubicado aguas arriba de la presa El Capulín***

Durante la visita se pudo constatar que el bordo se encuentra en buenas condiciones, aun cuando presenta una pequeña filtración en el flanco derecho aguas abajo de la cortina; lo que ha favorecido, junto con el agua de lluvia, la formación de una cárcava en los materiales térreos que forman la cortina (figura 2.39). Esta situación ya fue reportada a la Gerencia Estatal de la Comisión Nacional del Agua, delegación Zacatecas, y a las autoridades municipales de Villa García. Aquí cabe comentar que debido a las intensas lluvias de esos días se ha generado una pequeña zona de socavación en la base del vertedor que debe ser corregida para evitar que progrese y pueda poner en riesgo la seguridad del bordo.

### ***Daños en Villa García por el rompimiento de la presa***

Según estimaciones de la Comisión Nacional del Agua, el volumen de agua derramado durante la falla de la presa fue de aproximadamente medio millón de metros cúbicos; provocando grandes daños materiales y pérdida de vidas humanas en el municipio de Villa García. La falla de la presa provocó una ola que se extendió por el cauce del río que cruza el pueblo de Villa García; arrastrando vehículos, animales, personas y las casas más cercanas a la presa (figura 2.40), especialmente aquellas que se encontraban en las inmediaciones del cauce. Por la forma y la profundidad de la ruptura de la cortina, el agua del embalse y el flujo que provenía de aguas arriba arrastraron una gran cantidad de los sedimentos que antiguamente habían sido depositados en el vaso de la presa, y que formaban parte de los azolves (figura 2.41).



**Figura 2.40 Casas ubicadas en las inmediaciones del cauce aguas abajo de la presa**



**Figura 2.41 Azolves en el vaso de la presa El Capulín**

Debido al gran flujo de agua y a que en algunas zonas del pueblo se reduce la sección hidráulica del cauce, la ola se elevó 2.0 m por encima de los muros que encausan el río (figura 2.42). Este hecho provocó la inundación y el azolvamiento de varias manzanas ubicadas a lo largo del cauce.

Desafortunadamente los daños en Villa García fueron considerables; sin embargo, muchos de éstos se debieron a la mala planeación de la zona urbana y a los puentes construidos para salvar el río. En algunos casos la imprudencia de la población y la falta de supervisión de las autoridades correspondientes contribuyeron a aumentar los daños, principalmente por que se permitió la construcción de casas habitación en las riveras del cauce y aun sobre la estructura de algunos puentes (figura 2.43).

El desbordamiento del río provocó la inundación de centenas de casas habitación, así como el azolvamiento de varias calles aledañas al cauce. En algunas zonas el nivel de agua alcanzó más de dos metros de altura, provocando pérdidas y daños materiales en servicios públicos, comercios, viviendas, escuelas y en pequeños talleres artesanales (figuras 2.44, 2.45 y 2.46); en particular, la colonia de los artesanos donde se concentraba un pequeño grupo de talleres textiles. La fuerza que llevaba la ola producida por el rompimiento de la presa arrastró vehículos de las calles aledañas al cauce, y provocó daños estructurales severos en varias viviendas ubicadas a la orilla del río. En la figura 2.47 se puede observar el rompimiento de muros en casas habitación, ubicadas en planos paralelos y transversales al cauce del río.



**Figura 2.42** El nivel de agua alcanzó más de dos metros por arriba de los muros que encausan el río que cruza el municipio de Villa García



**Fig. 2.43** Casas ubicadas transversalmente al cauce del río, sobre los puentes vehiculares



**Figura 2.44** El nivel de agua subió más de 2 metros en algunas zonas de Villa García



**Figura 2.45 Pequeños talleres artesanales fueron destruidos por la ola en Villa García**



**Figura2.46 La fuerza de la ola arrastró vehículos automotores hacia el cauce del río**



**Figura 2.47 Las casas más afectadas fueron aquellas ubicadas a la orilla del cauce y sobre los puentes vehiculares utilizados para cruzar el río**

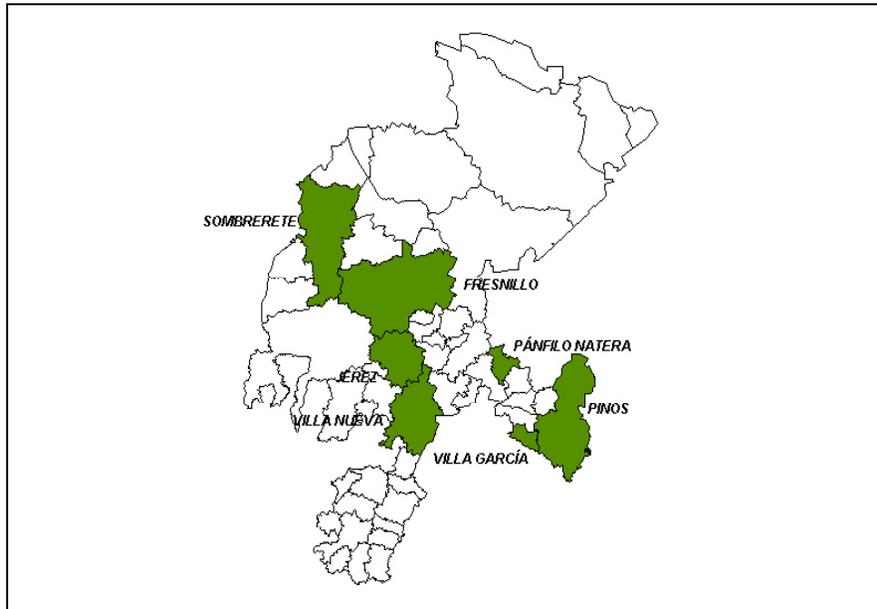
### **Impacto socioeconómico del desastre**

Como se expresó antes, la cabecera municipal de Villa García fue afectada por una inundación ocasionada por el desbordamiento y ruptura de presa “El Capulín”, localizada a 2.5 kilómetros al noroeste de la localidad, que es atravesada por el cauce original de río sobre el que estaba construido la presa y que permanecía invadido por viviendas y pasos de calles con puentes o bóvedas de diversas dimensiones que restringieron el paso del agua, misma que mezclada con tierra, escombros y árboles, se abrió paso entre las construcciones e inundó viviendas y comercios establecidos en la periferia.

### **Población afectada**

Según reportes oficiales de la Unidad Estatal de Protección Civil de Zacatecas, aproximadamente 10,000 personas fueron las damnificadas a causa de las lluvias torrenciales y la ruptura de la presa de “El Capulín” de las cuales, 2,250 corresponden directamente a las afectaciones ocurridas en dicha presa y donde se registró el lamentable deceso fueron de tres personas.

Los municipios que registraron las mayores afectaciones Villa Nueva, Sombrerete, Gral. Pánfilo Natera, Jerez, Pinos, Fresnillo y el caso de Villa García, lugar donde se registraron los mayores daños materiales y pérdidas humanas que se originaron a causa del rompimiento de la presa.



**Figura 2.48 Municipios afectados en Zacatecas por las lluvias torrenciales y en el rompimiento de la presa en el municipio de Villa García**

### **Características socioeconómicas de la región afectada**

Las características socioeconómicas de la región afectada son sumamente divergentes, ya que el desarrollo económico y las condiciones sociales que se presentan en cada uno de los municipios afectados son dispares.

Cinco de los siete municipios que presentaron afectaciones presentan un índice de marginación medio mientras que los casos de Jerez y Pinos son ejemplos opuestos ya que el primero presenta un índice de marginación bajo, mientras que en Pinos existe una marginación alta.

De los municipios afectados, Fresnillo, Jerez, Pinos y Sombrerete, son cuatro de los diez municipios más poblados en el estado. En general, la mayoría de estos municipios presenta bajas tasas de crecimiento siguiendo, la misma tendencia expulsora de población del estado.

En general, la dotación de servicios básicos en los municipios afectados presenta una posición cercana a la media estatal; en materia de suministro de energía eléctrica un promedio de 94% de las viviendas tienen energía eléctrica, donde el menor porcentaje se presenta en Pinos. Por otra parte, el suministro de agua potable lo tienen en promedio un 84% de las viviendas, aunque se presentan casos sumamente dispares como Pinos nuevamente, donde sólo el 56% de las viviendas cuenta con este servicio. Por último el drenaje es el servicio básico que presenta más rezago, ya que solamente un 60% de las viviendas de los municipios afectados tiene este servicio, contra un 70% que se tiene en promedio de todos los estados (véase tabla 2.9).

**Tabla 2.9 Indicadores Socioeconómicos de la región**

Municipio	Población total	Pob. de 15 años y más	Pob de 15 años y más alfabeta %	Viviendas particulares con servicios			% de Pob. ocupada menos de 2 salarios mínimos	Grado de Marginación	Posición de acuerdo con el grado de marginación*
				Energía eléctrica %	Agua entubada %	Drenaje %			
Fresnillo	183,236	114,344	93.5	95.3	88.5	68.2	59.2	medio	48
Gral. Pánfilo Natera	21,698	12,878	87.7	96.9	94.2	53.2	75.9	medio	14
Jerez	54,757	35,883	93.5	97.7	95.5	87.6	60.2	bajo	54
Pinos	64,415	37,848	83.4	89.7	56	28.3	76.5	alto	3
Sombrerete	61,652	38,499	92.9	95.6	84.6	56.8	65.8	medio	32
Villa García	14,443	9,049	92.9	94.8	83.8	67.7	65.3	medio	34
Villanueva	32,140	20,793	92.0	94.5	88.9	64.5	67.0	medio	37

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda. Tabulado básicos. Zacatecas. INEGI 2000

\* De 57 municipios que integran a Zacatecas

En general, la actividad económica se encuentra sustentada en la contribución del sector primario, en especial la agricultura y la ganadería, la dinámica del comercio, y la industria, que en esencia se concentra en la transformación de bienes primarios.

Los niveles de ingreso de la población se encuentran estructurados de tal forma que en promedio más de un 60% de la población ocupada de los municipios afectados tienen ingresos menores a dos salarios mínimos, con lo cual el nivel de vida de los pobladores es bajo respecto a los ingresos que se perciben.

### **Daños totales apreciación de conjunto**

Las pérdidas económicas totales que generaron las lluvias torrenciales en siete municipios de Zacatecas, y el rompimiento de la presa el “Capulín” en el municipio de Villa García, se estiman en 188 millones 425 mil pesos, donde el 83.7% corresponden a daños directos y el restante 16.3% a daños indirectos. El monto de estos daños, resulta en una cifra poco significativa respecto al Producto Interno Bruto del estado (véase tabla 2.10).

**Tabla 2.10 Resumen total de daños**

Muertos	Población Damnificada	Población Afectada
3	10,000	50,000

*(Miles de pesos)*

Sector / Concepto	Daños Directos	Daños Indirectos	Total	Porcentaje del total
Agricultura	7,123.1	0.0	7,123.1	3.88
Ganadería	456.3	0.0	456.3	0.2
Industria, comercio y servicios	12,200	0	12,200.0	6.5
Comunicaciones y transportes	60,989.0	29,099.5	90,088.5	47.8
Vivienda	59,800.0	0.0	59,800.0	31.7
Escuelas*	7,000.0	0.0	7,000.0	3.7
Agua potable	10,035.0	0.0	10,035.0	5.3
Suministro de electricidad	62.0	0.0	62.0	0.0
Costo de la emergencia	0.0	1,660.5	1,660.5	0.9
<b>Total General de Daños</b>	<b>157,665.4</b>	<b>30,760.0</b>	<b>188,425.4</b>	<b>100.0</b>

Nota: Las cifras contenidas en este cuadro recogen tanto cálculos proporcionados por las entidades oficiales como cálculos propios realizados por los autores con base en diversas informaciones recabadas en el estado.

Los sectores que sufrieron pérdidas en orden de importancia son comunicaciones y transportes y vivienda, y en menor proporción, el comercio y la infraestructura de agua potable.

A diferencia de otros fenómenos es visible que los mayores daños se registraron en ciudades de tipo urbano, afectando seriamente la infraestructura anexa a las mismas ciudades, y teniendo un impacto menor en los sectores económicos como la agricultura y la ganadería.

Por otra parte los costos de la emergencia de los que se tiene registro ascendieron a poco más de 1 millón 600 mil pesos, el cual incluye un programa de empleo temporal. Las aportaciones provinieron de distintas fuentes, aunque una mayor proporción correspondió a instituciones que atendieron la emergencia en las primeras horas como son SEDENA, Cruz Roja y Protección Civil (véase la tabla 2.11).

**Tabla 2.11 Costo de la emergencia**

Ayuda	Costos unitarios	Monto estimado (miles de pesos)
Empleo temporal	-	1300
13,735 cobijas	100	138
2,000 colchonetas	100	200
500 despensas	46	23
<b>Total</b>		<b>1,661</b>

Fuente: Dirección Estatal de Protección Civil en Zacatecas.

#### a) **Sector agropecuario**

Las pérdidas totales en este sector ascienden a 7 millones 579 mil pesos, de los cuales poco más del 93% corresponden a afectaciones en diversos cultivos agrícolas y de infraestructura anexa a la actividad, mientras que el restante 7% pertenece a pérdidas en existencias ganaderas de diversa índole.

Las actividades primarias, en especial la agricultura, son la principal fuente de ingresos de la mayoría de las personas ubicadas en la región afectada, donde la siembra de maíz y frijol ocupan grandes extensiones, las cuales recibieron las mayores afectaciones a causa de las lluvias, mientras que la ganadería registró los daños menos severos.

#### **Subsector Agrícola**

En una primera cuantificación de daños elaborada por la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del estado de Zacatecas, las hectáreas de cultivos afectadas por inundación, arrastre y exceso de humedad suman

alrededor de 30 mil hectáreas, las cuales eran principalmente de fríjol, maíz, hortalizas, frutales y algunos forrajes (véase tabla 2.12).

Sin embargo, sólo fue posible documentar los daños relativos a 13,000 hectáreas de maíz, fríjol y forrajes, con pérdidas de cosecha de más de 6 millones 200 mil pesos

**Tabla 2.12 Afectaciones en el sector agrícola**

Municipio	Pérdidas de cosechas (Has)	Pérdidas de cosechas (miles de pesos)	Número de bordos dañados	Costo aproximado de daños (miles de pesos)	Total de Daños (miles de pesos)
Villa García	1,500.0	725.0	23.0	120.0	845.0
Villa Nueva	1,000.0	483.3	25.0	120.0	603.3
Sombrerete	2,000.0	966.6	24.0	120.0	1,086.6
Gral. Pánfilo Nátera	1,000.0	483.3	19.0	120.0	603.3
Jerez	4,000.0	1,933.3	20.0	120.0	2,053.3
Pinos	515.0	248.9	19.0	120.0	368.9
Villa Hidalgo	985.0	476.1	10.0	120.0	596.1
Fresnillo	2,000.0	966.6	-	-	-
<b>Total</b>	<b>13,000.0</b>	<b>6,283.1</b>	<b>140.0</b>	<b>840.0</b>	<b>7,123.1</b>

Fuente: Dirección Estatal de Protección Civil en Zacatecas.

Además de los daños en los cultivos, se presentaron afectaciones a infraestructura directamente relacionada con las labores agrícolas como pérdidas en bordos, los cuales sumaron 140 y cuyo valor de reposición se calcula en aproximadamente 840 mil pesos, teniendo un total de pérdidas en el sector agrícola de más de siete millones de pesos.

### **Subsector Ganadero**

Las mayores pérdidas en el subsector ganadero se suscitaron en el municipio de Villa García, derivado del rompimiento de la presa que trajo daños tanto a las existencias ganaderas como a la infraestructura anexa a la actividad, aunque ésta en mucho menor medida.

Las pérdidas ganaderas se estiman en poco más de 450 mil pesos, donde un 30% se suscitó en ganado de tipo bovino para carne y leche, y otro porcentaje semejante en el ganado equino (véase tabla 2.13).

**Tabla 2.13 Afectaciones en el subsector ganadero**

Tipo de ganado	Bovino	Porcino	Ovino	Caprino	Equino	Aves
Número de cabezas	31	73	38	108	48	556
Precio Promedio x cabeza	4,692.5	1,153.9	612.9	490.2	2,875	23.5
Monto de daños (miles de pesos)	145.2	84.4	23.2	53.2	137.3	13.1
<b>Total</b>						<b>456.3</b>

Fuente: Estimaciones propias sobre la base de información proporcionada por Secretaría de Desarrollo Agropecuario del estado de Zacatecas.

### **b) Industria, comercio y servicios**

Los mayores daños en sectores económicos como la industria, el comercio y los servicios, se registraron nuevamente en el municipio de Villa García. Las mayores afectaciones ocurrieron en comercios al

por menor. Según informes de la Secretaría de Desarrollo Social del estado de Zacatecas, 56 comercios fueron seriamente afectados tanto en existencias, como en instalaciones, teniendo daños que suman los 12 millones 200 mil pesos.

**c) Comunicaciones y transportes**

Los daños a la infraestructura de comunicaciones y transportes fueron de distinta índole en la cinta asfáltica, ante el reblandecimiento de los suelos, las inundaciones de tramos carreteros y desbordamiento de los ríos en especial en el municipio de Villa García. Se presentaron colapsos en terraplenes, y rotura de obras de drenaje menor. En el caso de los puentes, se manifestaron algunas fallas estructurales, y destrucción de elementos de cimentación.

Al realizarse la evaluación en materia de infraestructura carretera del estado, se detectaron los siguientes daños<sup>3</sup>. En la carretera Guadalajara – Colotlán - Malpaso en el municipio de Jerez, se produjeron daños en terraplenes y parapetos de acceso al puente, en la misma carretera pero en distinto tramo la lluvia provocó daños en la estructura del pavimento. En el puente de “Malpaso” en la misma carretera se registraron daños a la estructura del puente agrietando las estructuras. En la carretera Guadalajara – Zacatecas se produjeron deslaves en la estructura del pavimento producto de inundaciones; la misma situación se presentó en la carretera Villanueva – Zacatecas.

Los daños ocurridos a la red carretera y de puentes a cargo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) presentaron un monto estimado de daños de 350 mil pesos, donde el tiempo de interrupción de los caminos no fue significativo.

Por otra parte, la evaluación de daños emitida por la oficina de comunicaciones y transportes local incluyó todas las afectaciones ocurridas por las lluvias en las localidades de los municipios que presentaron daños. La reparación de los caminos incluyen conceptos como renivelación y revestimiento, refinamiento, reposición de terraplenes, entre otros trabajos, cuyo monto asciende a 30 millones 739 mil pesos.

Así mismo, la relación de puentes afectados suma 12, de los cuales siete de ellos se encuentran en Villa García, tres en Villanueva y uno en Sombrerete, además de otro ubicado en el municipio de Gral. Pánfilo Natera, donde su valor de reconstrucción se calcula de acuerdo con la Dirección Estatal de Protección Civil en Zacatecas en 29 millones 900 mil pesos. Así mismo, dentro de este rubro se contempla los gastos a la rehabilitación de la infraestructura dañada en el municipio de Villa García con un monto estimado de 29 millones 99 mil pesos.

El total de afectaciones a la infraestructura tanto a la red federal de caminos como a la estatal, así como los daños a infraestructura de puentes y rehabilitación de infraestructura, suman los 90 millones 88 mil pesos (tabla 2.14).

**Tabla 2.14 Afectaciones en la infraestructura de comunicaciones y transportes**

Concepto	Cantidad	Daños (miles de pesos)
Tramos carreteros		
Federales	139.4 km	350.0
Estatales	671.1 km	30,739.0
Puentes dañados	12	29,900.0
	Subtotal	60,989.0
Programa de rehabilitación de la infraestructura en el municipio de Villa García		
Construcción de muros	2000 m	15,131.9
Limpieza y desazolve cauce del río	45000 m3	9,000.0
Renta de maquinaria	Lote	4,967.6
	Subtotal	29,099.5
	<b>Total</b>	<b>90,088.5</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de cifras de la Delegación Estatal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), la Junta Estatal de Caminos (JEC), y la Secretaría de Obras Públicas del estado de Zacatecas.

<sup>3</sup> Delegación de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte en Zacatecas.

#### d) Sector vivienda

Las inundaciones generaron numerosas afectaciones a las viviendas de la región, donde el torrente del río, y los materiales de arrastre, produjeron considerables daños a las viviendas que se encontraban cercanas al cauce del río. En otros casos el reblandecimiento de los suelos ocasionó el hundimiento de las estructuras, causando derrumbes de algunas casas.

Las viviendas afectadas fueron clasificadas de acuerdo con la magnitud de los daños, en

- viviendas por reconstruir,
- viviendas por reponer, y
- viviendas a reubicar

A cada una de estas categorías se le asignó un monto para su reposición o reparación. Las viviendas por reconstruir son 500, de las cuales un 74% se encuentran en el municipio de Villa García, mientras que las viviendas por reponer suman 50 las cuales se encuentran también en este municipio, además de otras 40 por reubicar, con lo cual es evidente que los mayores daños materiales se ubicaron en el municipio antes mencionado.

La suma total de daños en viviendas en la región afectada es cercana a los 39 millones de pesos, de los cuales cerca del 90% de dichas pérdidas se ubican en el municipio de Villa García.

En este sentido, derivado de que los mayores daños se registraron en el municipio de Villa García, la Secretaría de Desarrollo Social, calculó además daños a 35 vehículos con un monto estimado de 1 millón de pesos, diez equipos de cómputo destruidos con un valor de 200 mil pesos y menaje de casas por 19 millones 600 pesos, con lo cual el monto total de daños se eleva a 59 millones 800 mil pesos.

En la tabla 2.15 se presenta la relación de viviendas afectadas por municipio y un monto estimado de daños.

**Tabla 2.15 Daños a viviendas en Zacatecas 2002**

Municipio	Viviendas por reconstruir ó reponer	Viviendas a reubicar	Monto estimado (miles de pesos)
Fresnillo	0	0	0
Gral. Pánfilo Nátera	30	0	900
Jerez	0		
Pinos	50	0	1,500
Sombrerete	50	0	1,500
Villa García	420	40	35,000
Villanueva	0	0	0
<b>Totales</b>	<b>550</b>	<b>40</b>	<b>38,900</b>

Fuente: Consejo Promotor de la Vivienda Popular COPROVI. Zacatecas, Zac.

#### e) Infraestructura de educación y salud

De acuerdo con las cifras recopiladas por la Dirección General de Protección Civil en Zacatecas, las afectaciones a la infraestructura educativa consistieron sólo en la inundación de tres escuelas, dos ubicadas en el municipio de Gral. Pánfilo Nátera y otra más en el municipio de Villanueva. Además de esto, las lluvias provocaron afectaciones en la presidencia municipal de Sombrerete, mientras que en la infraestructura ligada a centros de salud, hospitales, y demás centros, no presentaron daños de consideración. El monto total de daños en estos dos sectores se estimó en 7 millones de pesos.

**f) Suministro de agua potable**

La infraestructura hidráulica de la región se vio afectada en casi todos sus niveles, desde las presas que rebasaron su límite de almacenamiento, hasta la ruptura del drenaje y alcantarillado por la fuerza del torrente. Particularmente, la red de agua potable sufrió interrupciones y se presentó la posibilidad de focos de contaminación para lo cual se aplicaron medidas preventivas.

**Tabla 2.16 Daños a la infraestructura hidráulica en Zacatecas**

Municipio	Daño	Monto estimado de reparación (miles de pesos)
Villa García	Daño al alcantarillado colector principal	2,750
Villanueva	Alcantarillado y ruptura del recolector principal	3,110
Gral. Pánfilo Natera	Alcantarillado y ruptura del recolector principal, y conexiones de agua potable	3,175
Pinos	Reposición de tuberías de agua potable	250
Jerez	Reposición de tuberías de agua potable	250
Fresnillo	Reposición de tuberías de agua potable	250
Sombrerete	Reposición de tuberías de agua potable	250
<b>Total</b>		<b>10,035</b>

Fuente: Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado. CEAPA. Zacatecas.

Sin duda, la mayor afectación se originó en el municipio de Villa García y Villa Nueva, donde en el primer caso se dañó el alcantarillado recolector principal de la ciudad, y conexiones de agua potable. En Villanueva se repitió el mismo fenómeno.

El monto total de daños en la infraestructura hidráulica ascendió a los 10 millones 35 mil pesos, donde poco más de la mitad correspondió a los municipios antes mencionados (tabla 2.16).

**g) Suministro de energía eléctrica**

De acuerdo con la Comisión Federal de Electricidad en Zacatecas, los daños al sector eléctrico se presentaron principalmente en la cabecera municipal de Villa García en donde resultaron derribados 12 postes y sus líneas de suministro de energía eléctrica afectando a 33 servicios individuales. El monto de los trabajos de reparación ascendió a la cantidad de 43 mil pesos. Adicionalmente, ese día se tuvo un mayor número de fallas que el que normalmente se presentaba durante el ciclo pluvial significando costos adicionales por trabajos de reestablecimientos por un importe de 19 mil pesos, teniendo un total de erogaciones extraordinarias de 62 mil pesos.

### **2.2.1.8 Conclusiones y recomendaciones**

A continuación se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio realizado sobre la falla de las presas y su repercusión en las poblaciones afectadas.

1. Es discutible concluir que las lluvias ocurridas los días 14 y 15 de agosto (en este último se produjeron las fallas de las presas “Dolores-La Ventilla” en San Luis Potosí y “El Capulín” en Zacatecas), fueran extraordinarias. Según los registros históricos de estaciones cercanas a las cuencas de ambas presas, existen lluvias mucho mayores que las presentadas durante el mes de agosto del 2002.
2. El azolvamiento que presentan ambas presas es enorme comparado con su capacidad total. De no haber estado azolvadas, probablemente las avenidas generadas durante esos días hubieran sido reguladas por los vasos de dichas presas.
3. De acuerdo con las recomendaciones del Consultivo Técnico de la Comisión Nacional del Agua, y de sus Delegaciones Regionales, referentes a la reparación, reconstrucción o reubicación de las presas, se tiene lo siguiente:
  - En el caso de la presa “El Capulín” se plantea que económicamente no resulta factible reubicar o reconstruir la presa para los usos a que estaba destinada antes de su falla; asimismo, no contemplan trabajos para retirar los azolves remanentes en el vaso de la presa, y sólo realizarán trabajos para limpiar el cauce del río, reconstruir las zonas dañadas y modificar los puentes vehiculares de la población.
  - Por su parte, en el caso de la presa “Dolores” (La Ventilla) se plantea una reconstrucción parcial de la cortina para reactivar provisionalmente su funcionamiento como una presa derivadora. Para ello, se tiene contemplada una inversión de tres millones 600 mil pesos que serán aportados directamente por la Comisión Nacional del Agua. No obstante, se ha iniciado un estudio que permita determinar la posibilidad de construir una nueva presa en otra sección.
4. Los vertedores de las presas “El Capulín” y “Dolores” fueron obstruidos, por lo que no trabajaron adecuadamente. Dichas obras se diseñan especialmente para desalojar los excedentes que entran al vaso de las presas, por lo que, si no hubieran sido obstruidos hubieran desalojado los excedentes de manera que no se hubiera presentado el desbordamiento de las presas.
5. A raíz de los sucesos observados en los municipios de Villa de Reyes, San Luis Potosí, y Villa García, Zacatecas, afectados por las fallas de las presas y la inundación de las zonas urbanas, se concluye que muchos de los daños se debieron a la ignorancia y negligencia de las personas, así como de las autoridades que permitieron la formación de asentamientos humanos en áreas de alto riesgo para la población. La mala legislación del uso del suelo, así como el mal diseño de puentes y obras en los cauces de los ríos, jugaron un papel fundamental para aumentar la vulnerabilidad de la población.
6. Es patente la falta de conocimiento de aspectos técnicos sobre seguridad de presas y sobre la ubicación de asentamiento humanos en los cauces de los ríos, por parte de las autoridades municipales, por lo que se recomienda establecer un programa de capacitación a las autoridades de Protección Civil de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas en aspectos del riesgo por inundaciones. Al respecto, se propone que el próximo año se inicie un programa de capacitación sobre estos temas por parte de la Coordinación General de Protección Civil y el CENAPRED, con la colaboración de la CNA. Atendiendo a lo anterior, se plantea también la creación de grupos de trabajo entre estas y otras relacionadas con el tema, para dar seguimiento a las recomendaciones generales sobre posibles deficiencias o riesgo de falla detectados en bordos y presas del país, verificando que éstas se lleven a cabo y que su registro quede integrado en una base de datos nacional, como ya ha sido planteado en el Programa Nacional de Seguridad de Presas de la Comisión Nacional del Agua.

7. El Consultivo Técnico de la Comisión Nacional del Agua estima 4,800 presas y bordos en todo el territorio nacional, de los cuales 2,000 han alcanzado el término de su vida útil, por su antigüedad y deficiencias en su diseño (Ramírez, 2002); sin embargo, Carreola (2002) “estima que en el país existen unas 10,000 presas y bordos, cuyas obras de contención tienen más de 3 m de altura, más de 100,000 m<sup>3</sup> de capacidad de almacenamiento y que representan algún nivel de riesgo para la población o bienes materiales”. Se recomienda extender el programa de capacitación a más estados de la república, para detectar a tiempo situaciones de riesgo por inundación e implementar medidas de mitigación para evitar más pérdidas de vidas humanas y reducir los daños materiales. Para ello, la Comisión Nacional del Agua ha instituido, desde 1997, el Programa Nacional de Seguridad de Presas que tiene entre sus objetivos lograr un manejo adecuado y un control integral del sistema hidrológico de las aguas superficiales de México, para mejorar la seguridad de las presas y bordos del país. Aquí cabe comentar que las Unidades Estatales de Protección Civil de San Luis Potosí y Zacatecas, en colaboración con las Delegaciones Regionales de la Comisión Nacional del Agua, han iniciado una revisión del estado que guardan los bordos y presas de su jurisdicción, con el fin de implementar medidas de prevención en los casos que sean necesarios.
  
8. Es conveniente utilizar la información del Programa Nacional de Seguridad de Presas, que encabeza la CNA, a efectos de identificar las zonas de riesgo por falla de presas o bordos que afecten a la población y sus bienes. Como el mismo Dr. Carreola (2002) apunta “Urge considerar el uso del acervo documental de la información existente que ha sido integrada (en el Programa Nacional de Seguridad de Presa), correspondiente a unos 2,000 informes de inspección, para que se fortalezca la acción relacionada con la programación, jerarquización y financiamientos que promuevan el mejoramiento de la seguridad estructural, funcional y operativa de las presas, así como para la generación de estudios, mapas de inundación y de planes de alertamiento que mitiguen el riesgo a la población y bienes inherentes por la existencia de sus almacenamientos. Usar tal información será de gran importancia para evitar que nuevamente sucedan catástrofes de presas, como las ocurridas recientemente”.

### **Bibliografía**

Carreola N., J. (2002), “Programa Nacional de Seguridad de Presas”, memorias del *Seminario de Seguridad de Presas*, organizado por la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, conjuntamente con la Comisión Nacional del Agua y la Comisión Federal de Electricidad, México, 2002.

CNA (1993), “Manual de Ingeniería de ríos, Estudio Hidrológico para Obras de Protección”, *Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos*, México.

Consultivo Técnico de la CNA, (2002), *Falla de la Presa Dolores-Ventilla, Municipio de Villad de Reyes, San Luis Potosí*, informe de inspección, SLP.

Chow, V. T. (1994), “Hidrología Aplicada”, Editorial McGraw Hill, Colombia.

Delegación Regional de la Comisión Nacional del Agua, (2000), *Presas -Los Dolores-, Ejido Alberto Carrera Torres, Mpio. de Villa de Reyes, S. L. P. Antecedentes y Plan de Riegos*, informe interno de la Delegación Regional de la CNA, San Luis Potosí.

Devore, J. L. (1998), *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencia*, International Thompson Editores, p.153.

Domínguez, L. y Noriega, I., (2002), *Evaluación del Peligro por las Grietas que Surcaron Algunas Poblaciones de los Municipios de Villa de Arista y Moctezuma, San Luis Potosí, Durante las Lluvias de Agosto y Septiembre de 2001*, informe interno del CENAPRED, preparado para la Unidad Estatal de Protección Civil de San Luis Potosí.

Mendoza D., M. (2001), *Factores de regionalización de lluvias máximas en la república mexicana*, tesis de maestría, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, México.

Ramírez R., E., (2002), *Fin de la Vida Útil de las Presas y su Seguridad*, memorias del Seminario de Seguridad de Presas, organizado por la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, conjuntamente con la Comisión Nacional del Agua y la Comisión Federal de Electricidad, México, 2002.

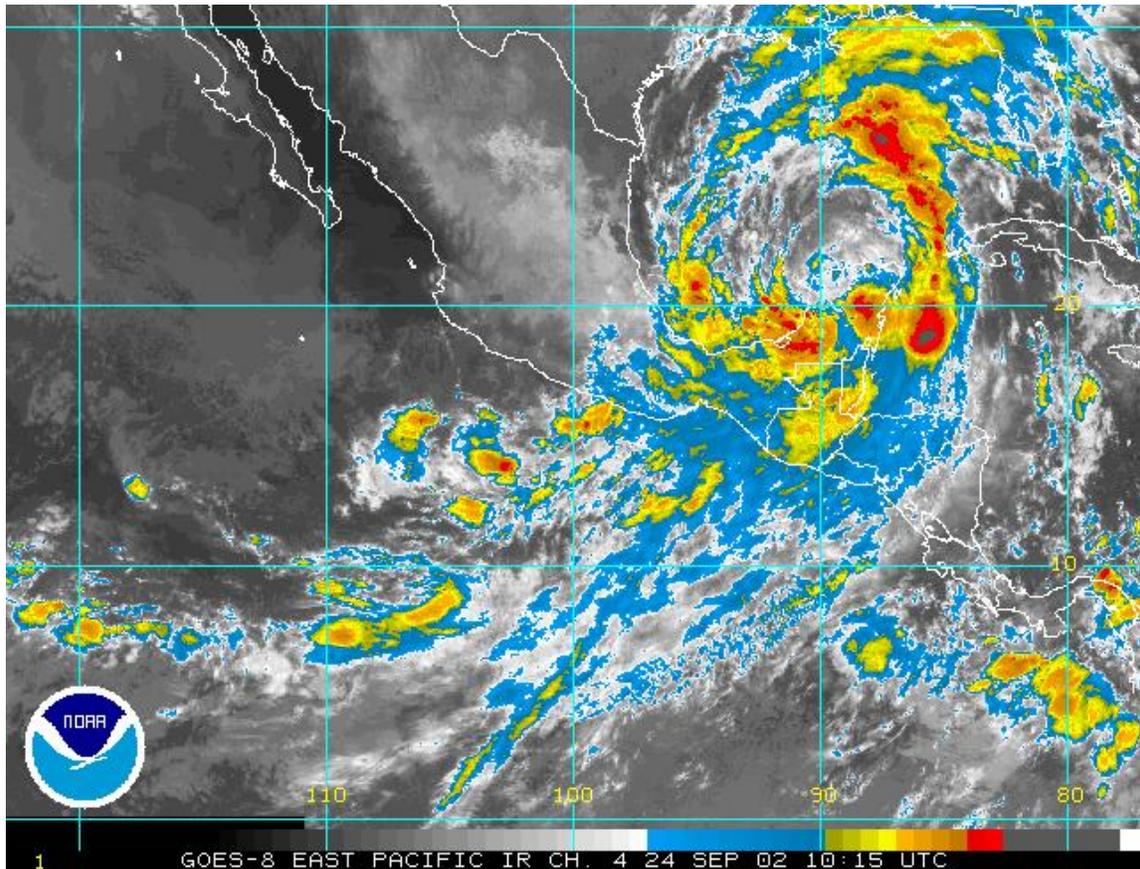
Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, (2002), *Seguridad de Presas*, memorias del seminario de Seguridad de Presas, México.

## Anexo

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA COORDINACIÓN DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL SUBGERENCIA DE PRONÓSTICO METEOROLÓGICO <b>BOLETÍN METEOROLÓGICO GENERAL</b>	
Boletín No. 451 del miércoles 14 de agosto del 2002 / 09:00 h (horario de verano)	
Principales Sistemas Meteorológicos:	
·	Onda tropical No. 32 se localiza al Sur de las costas de Jalisco, a lo largo de 105°W y al Sur de 16°N, se desplaza hacia el Oeste a 28 km/h. Se mantiene en vigilancia.
·	Onda tropical No. 33. se localiza al Oriente de las costas de Quintana Roo, a lo largo de 85°W y al Sur de 20°N, se mueve al Oeste a 23 km/h. Se mantiene en vigilancia.
·	Línea de vaguada sobre el Noroeste del Golfo de México, favorece núcleos convectivos en el Noreste del país.
·	Línea de convergencia se extiende desde la Mesa Central hasta el Occidente de la Mesa del Norte.
Descripción General y Pronóstico del Tiempo en el Territorio Nacional:	
Para el día de hoy, se presentará cielo medio nublado a nublado con lluvias fuertes con tormentas eléctricas y granizadas aisladas, en los estados del Norte, Occidente, Mesa Central y Sureste del país. En el Noroeste, Noreste y Península de Yucatán, se presentarán lluvias ligeras a moderadas.	
La Península de Baja California no presentará cambios, continuará presentando temperaturas muy cálidas con cielo despejado a medio nublado.	
En el Valle de México prevalecerá cielo medio nublado a nublado con lluvias moderadas a fuertes por la tarde, así como potencial de tormentas eléctricas y granizadas aisladas.	
Principales lluvias, temperaturas máximas y mínimas registradas en Observatorios y Estaciones Automáticas (*) hasta las 07:00 horas del 14 de agosto:	
Lluvias (mm): B. Juárez, D.F., 44.4; Guanajuato, Gto., 41.7; M. Hidalgo, D.F., 25.9; Las Casas, Chis., 21.6; G. A. Madero, D.F., 20.8; Iztapalapa, D.F., 18.8; Nueva Casas Grandes, Chis., 16.2; e Iztacalco, D.F., 11.4.	
Temperaturas máximas (°C): Cd. Constitución, B.C.S., 39.4; Arriaga, Chis., 39.0; Soto La Marina, Tamps., 38.7; Tamuín, S.L.P., 38.6 y Tacubaya, D.F., 22.3.	
Temperaturas mínimas (°C): Las Casas, Chis., 9.1; Toluca, Méx., 10.4; Zacatecas, Zac., 12.4; Jalapa, Ver., 12.5; Sombretete, Zac., 13.1; Tlaxcala, Tlax., 13.9 y "Tacubaya, D.F., 14.5".	
Pronóstico de lluvias máximas puntuales para mañana:	
Intensas (mayores de 70 mm):	--
Muy fuertes (de 50 a 70 mm):	--
Fuertes (de 20 a 50 mm):	Chiapas, Chihuahua, Colima, Distrito Federal, Durango, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas.
Moderadas (de 10 a 20 mm):	Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tlaxcala y Yucatán.
Ligeras (de 5 a 10 mm):	Aguascalientes, Campeche, Nuevo León y Sonora.
Escasas (menores de 5 mm):	--
Elaboró: Geog. Berenice Castillo G. y Met. Jaime Albarrán Ascencio. El siguiente boletín meteorológico se emitirá a las 21:00 h. Informes: Subgerencia de Pronóstico Meteorológico - Centro Nacional de Previsión del Tiempo Tel. 5626-8733 al 36 Servicio Meteorológico Nacional 125° Aniversario 1877- 2002	

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA COORDINACIÓN DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL SUBGERENCIA DE PRONÓSTICO METEOROLÓGICO <b>BOLETÍN METEOROLÓGICO GENERAL</b>	
Boletín No. 453 del jueves 15 de agosto del 2002 / 09:00 h (horario de verano)	
Principales Sistemas Meteorológicos:	
·	Onda tropical No. 33, se localiza al Oriente del Istmo y Golfo de Tehuantepec, a lo largo de 92°W y al Sur de 20°N, se mueve al Oeste a 28 km/h. Se mantiene en vigilancia.
·	Línea de convergencia se extiende desde la Mesa Central hasta el Occidente de la Mesa del Norte.
·	En niveles medios y altos un sistema de alta presión domina al país.
Descripción General y Pronóstico del Tiempo en el Territorio Nacional:	
Continuarán presentándose temperaturas muy calurosas en la Península de Baja California y el Noroeste de México, donde dominará cielo despejado a medio nublado.	
En la Península de Yucatán se presentaran temperaturas calurosas con cielo despejado a medio nublado y potencial de lluvias moderadas a fuertes aisladas.	
Para los estados del Norte, Noreste, Occidente, Centro, Sur y Sureste del país, las condiciones de cielo dominante serán medio nublado la mayor parte del día, con incremento de la nubosidad al final de la tarde y noche con lluvias fuertes a muy fuertes.	

El Valle de México con cielo medio nublado a nublado y lluvias moderadas a fuertes por la tarde, así como potencial de tormentas eléctricas y granizadas aisladas.	
Principales lluvias, temperaturas máximas y mínimas registradas en Observatorios y Estaciones Automáticas (*) hasta las 7:00 horas del 15 de agosto:	
Lluvias (mm): Guadalajara, Jal., 64.5; Iztapalapa, DF., 32.0; Durango, Dgo., 23.4; Toluca, Méx., 22.5; Tlaxcala, Tlax., 16.8; Guanajuato, Gto., 14.4 y Empalme, Son., 13.4.	
Temperaturas máximas (°C): Ejido Nuevo León, BC., 44.4; Cd. Constitución, BCS., 39.8; Soto La Marina, Tamps., 39.3; Piedras Negras, Coah., 38.8 y Tacubaya, DF., 25.7.	
Temperaturas mínimas (°C): Las Casas, Chis., 9.4; Toluca, Méx., 10.0; Zacatecas, Zac., 10.8; Pachuca, Hgo., 12.4; Tlaxcala, Tlax., 12.5; Temósachic, Chih., 13.0 y Tacubaya, D.F., 14.0.	
Pronóstico de lluvias máximas puntuales para hoy:	
Intensas (mayores de 70 mm):	--
Muy fuertes (de 50 a 70 mm):	Chiapas, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Sinaloa.
Fuertes (de 20 a 50 mm):	Campeche, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, México, Nuevo León, Puebla, Tabasco, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.
Moderadas (de 10 a 20 mm):	Chihuahua, Hidalgo, Morelos, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, Sonora, Tamaulipas y Tlaxcala.
Ligeras (de 5 a 10 mm):	Aguascalientes y San Luis Potosí.
Escasas (menores de 5 mm):	--
Elaboró: LCA. Itzel López Ortiz // Met. Jaime Albarrán Ascencio.	
El siguiente boletín meteorológico se emitirá a las 21:00 h.	
Informes: Subgerencia de Pronóstico Meteorológico - Centro Nacional de Previsión del Tiempo	
Tel. 5626-8733 al 36	
Servicio Meteorológico Nacional	
125° Aniversario	
1877- 2002	



Fuente: <http://www.nhc.noaa.gov>

**Fotografía de Satélite del huracán Isidore**

## **2.2.2 Huracán *Isidore* sus efectos en Yucatán y Campeche, septiembre de 2002**

### **2.2.2.1 Presentación**

Para la elaboración del presente informe, cinco investigadores del CENAPRED viajaron a los estados de Yucatán y Campeche durante el lapso comprendido entre el 13 y el 19 de octubre. El objetivo fue conocer las características y el impacto económico y social del huracán *Isidore* que afectó a sendos Estados entre el 20 y 24 del pasado mes de septiembre.

Además de entrevistarse con autoridades de las diferentes dependencias federales y estatales, así como con agrupaciones empresariales privadas, el grupo visitó los municipios con mayores afectaciones en Yucatán (entre otros, Telchac Puerto y Dzilan de Bravo) y la zona con mayores daños alrededor de Champotón, en Campeche. Para la realización de su labor la misión contó con el apoyo tanto de la Dirección de Protección Civil de Yucatán como con el CENECAM (Centro Estatal de Emergencias) en Campeche.

Por su intensidad y lapso de permanencia el huracán *Isidore* resultó ser el fenómeno natural de mayor impacto destructivo de todos los ocurridos en el país durante el año 2002.

No obstante los daños materiales de que da pruebas este informe, afortunadamente hubo muy contadas víctimas fatales atribuibles al fenómeno (tres personas en Yucatán y ninguna en Campeche). En este sentido, el eficaz funcionamiento de los mecanismos de alertamiento y de desalojo oportuno de la población de ambos Estados merece ser destacado.

En el caso de Yucatán, que fue el estado con mayores daños, el meteoro causó enormes destrozos ocasionados principalmente por la velocidad de los vientos que en su momento crucial alcanzaron los 250 km por hora. La infraestructura de distribución de electricidad y las carreteras, un número muy significativo de viviendas, así como la existencia y la producción avícola, porcícola y apícola fueron castigadas brutalmente. Algunas maquiladoras y cierto número de establecimientos comerciales e industriales tanto grandes como medianos y pequeños recibieron también daños, tanto en sus instalaciones como por pérdida de existencias.

En Campeche, el tránsito del huracán redundó en precipitaciones muy intensas, que superaron con creces los parámetros históricos registrados en este lapso, y que anegaron tierras de cultivo con lo que se perdieron importantes cosechas, especialmente de maíz, y donde las pérdidas de ganado vacuno fueron de gran importancia. También hubo un número apreciable de viviendas afectadas, así como también de establecimientos comerciales y manufactureros.

Las pérdidas económicas calculadas en este informe ascienden a cerca de 6,500 millones de pesos en el caso de Yucatán, y a más de 2,300 en el estado de Campeche. Aunque no fue posible incluir Quintana Roo en las evaluaciones realizadas, estado en el que hubo pérdidas agrícolas de cierta significación, y un buen número de viviendas destruidas, sobre todo en la comunidad de San Marcos, es probable que las pérdidas acumuladas para los tres estados, considerando tanto los efectos directos como los indirectos, se aproximen a los 10,000 millones de pesos.

Para la elaboración de este informe se contó con la muy amplia participación y valiosas contribuciones del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CNA), y de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

### 2.2.2.2 Descripción del fenómeno

#### Medio físico de la región

La región XII, Península de Yucatán, cuenta con una extensión de 138,000 km<sup>2</sup> (7% del país) y comprende el total de la superficie de los estados de Quintana Roo y Yucatán, y el 99% de la de Campeche.

La distribución general de la región, desde el punto de vista de sus características naturales, es muy distinta a la del resto del país. En ella existen montañas cuya elevación es menor a los 400 m.s.n.m. No tiene corrientes superficiales de importancia (con excepción de los ríos Candelaria y Hondo, que se ubican en sus fronteras y el Champotón, cuyos caudales no son relevantes en el contexto nacional). El agua se infiltra formando ríos subterráneos y cenotes. El conjunto del escurrimiento regional no alcanza al 1% del nacional.

La región puede describirse como una gran superficie plana y de baja altitud; su principal rasgo fisiográfico es la “Sierrita de Ticul”, que tiene una extensión de 110 km y una elevación máxima de sólo 300 m.s.n.m. (de color rosado en la figura 2.49) y separa la topografía de la región en dos: al sur se presenta una serie de lomeríos con pequeños valles hasta de 150 m.s.n.m. en tanto que hacia el norte se observa una extensa planicie con pendiente desde los 50 m hasta el propio nivel del mar.

Dentro de la franja tropical, prevalecen los climas cálidos, caracterizados por una precipitación media anual de 1,159 mm, cerca de 60% superior a la media nacional (indicador que llega hasta 1,666 mm para la subregión Candelaria en Campeche y baja hasta 456 mm en una porción de la subregión Yucatán).

Sus ecosistemas están determinados por los efectos derivados debido a la cercanía con el Mar Caribe y el Golfo de México, como son los *nortes* y *ciclones tropicales*; es decir, están influenciados por la cantidad de precipitación pluvial. De esta manera, en el norte, donde ocurren las precipitaciones menores, existen matorrales y selvas bajas. Mientras que en el sur, más húmedo, existen selvas medianas.

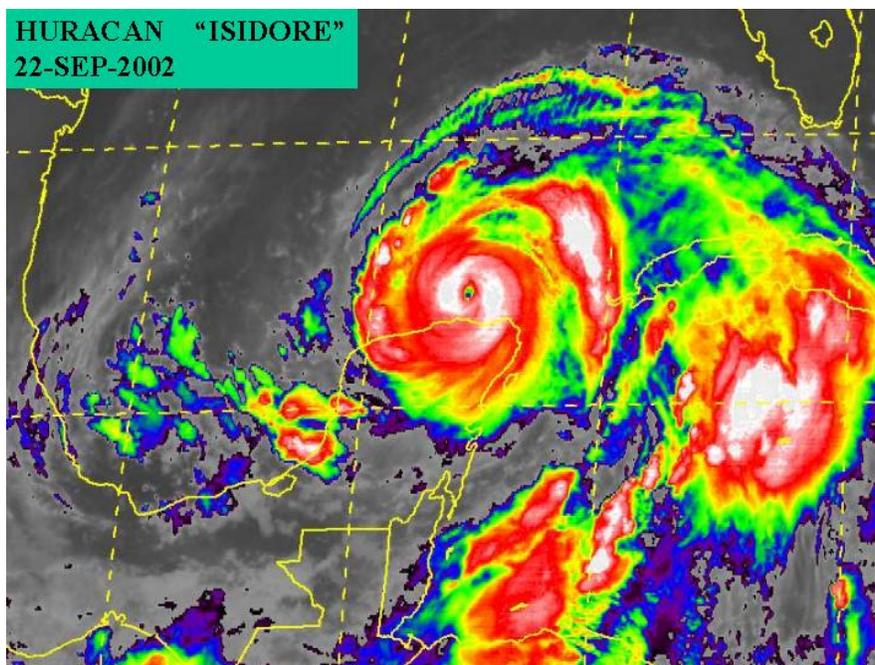
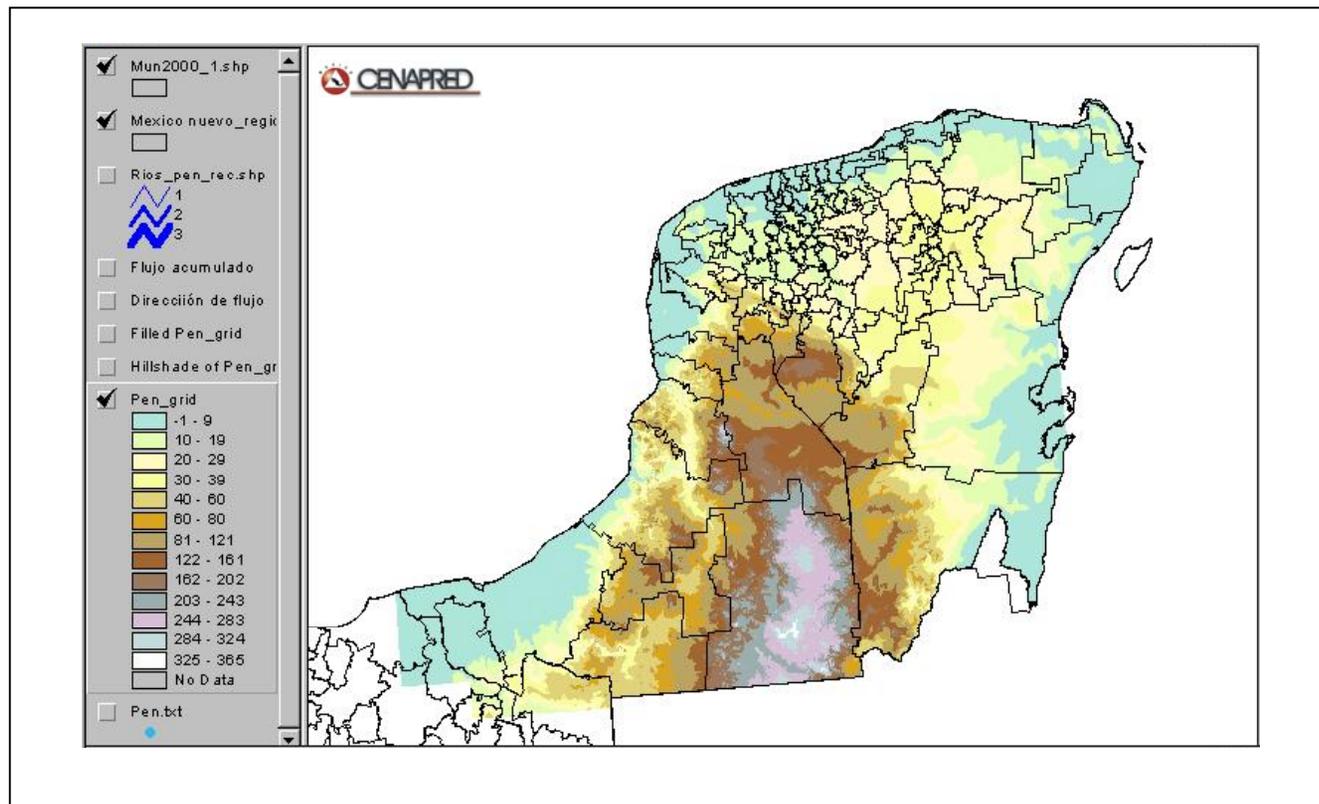


Imagen de satélite del día 22 de septiembre (Fuente: NASA)



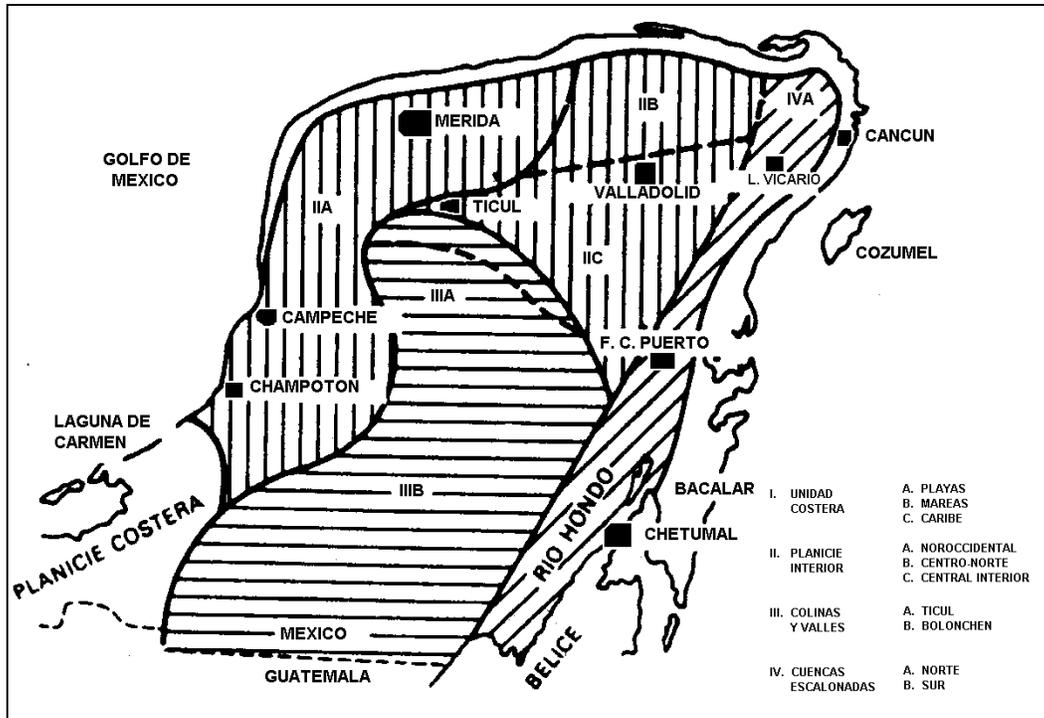
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1995. Geomodelos de Altimetría del Territorio Nacional (GEMA), México.

**Figura 2.49 Topografía de la península de Yucatán con división política**

## Geología

La característica geológica dominante obedece a una plataforma calcárea con una superficie kárstica (con cavidades y una casi total ausencia de suelo que, entre otras cosas, impiden que se formen las corrientes superficiales).

La mayoría de los estudios realizados en la región coincide en establecer, al menos, cuatro zonas o provincias fisiográficas: Costera, Planicie Interior, Cuencas Escalonadas, Cerros y Valles; las cuales, dadas sus características particulares, permiten establecerlas como zonas geomorfológicas (figura 2.50).



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1995.

**Figura 2.50** División geomorfológica

**Zona Costera.** Comprende las áreas con playas de barrera y lagunas de inundación, además de una serie de bahías someras e incluye depósitos recientes tales como, arenas de playa, arcillas, turbas y calizas de moluscos. Sus límites están definidos por la línea de costa y una línea paralela a ésta hasta de 20 km, con una longitud aproximada de 1,100 km, desde las cercanías de Isla Aguada, Campeche, hasta Chetumal, Quintana Roo.

**Planicie Interior.** Se extiende hacia la porción norte y nor-occidental de la Península de Yucatán, en su porción central al norte de la Sierrita de Ticul; se presentan oquedades de disolución, dolinas y cenotes.

**Zona de Cerros y Valles.** Es la más compleja de estas provincias debido a su mayor elevación y relieve topográfico, aunque se distingue por sus formas cársticas de grandes dimensiones, su mayor disponibilidad de suelos, vegetación más alta y densa capas de yesos; se distingue también por la falla que la separa de la Planicie interior.

**Cuencas Escalonadas.** Esta región, con cerca de 80 km de ancho, se extiende desde cabo Catoche, en el nororiente de la península, hasta el sur, en el límite con la República de Belice. La expresión más notable de las fallas geológicas de la zona es la alineación del río Hondo con la Laguna de Bacalar y la Bahía de Ascensión; así como la bahía de Chetumal con la bahía del Espíritu Santo.

En contraste con las otras provincias, en la de Cerros y Valles los cenotes son completamente inexistentes y se presentan cavernas de gran desarrollo.

**Hidrología.** La Península de Yucatán es una unidad geológica constituida por calizas y dolomitas de alta permeabilidad, así como de yesos y anhidritas altamente solubles. La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la renovación del agua subterránea de la península y propician que los escurrimientos superficiales sean nulos o de muy corto recorrido.

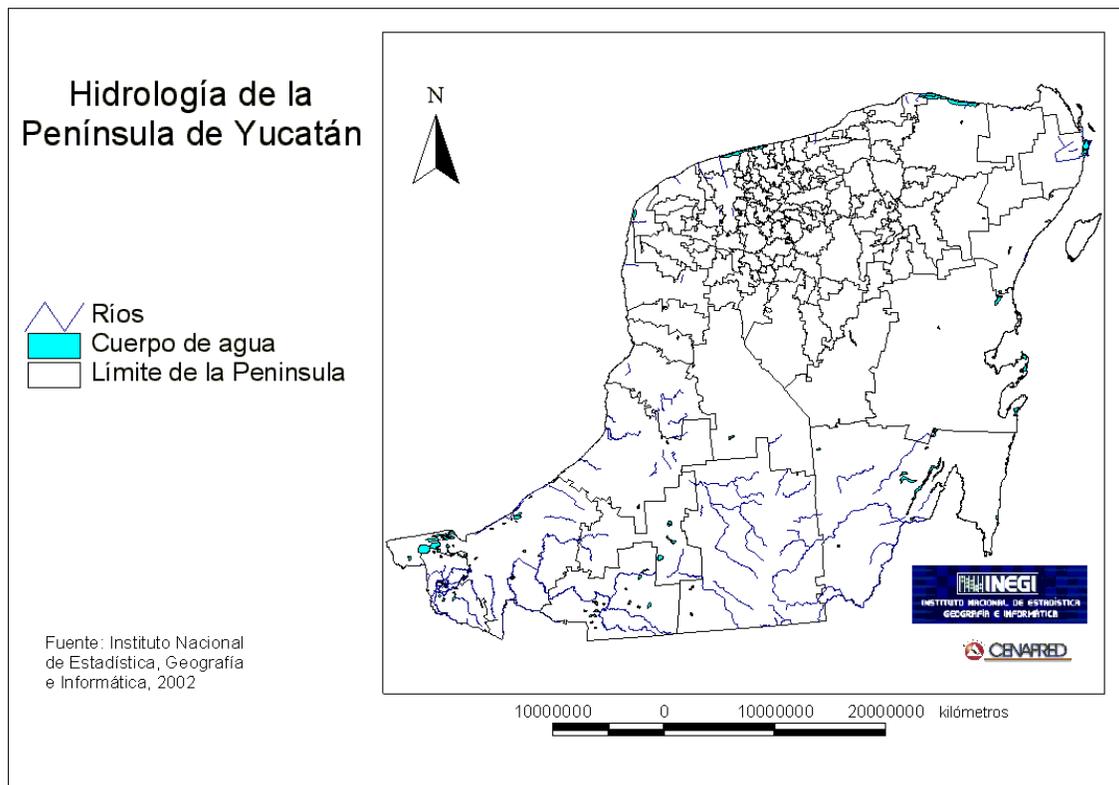
Los principales procesos que controlan el marco hidrogeológico son:

- La disolución de las calizas para formar el sistema cárstico
- La interrelación con el agua oceánica que incursiona las costas y que constituye un límite hacia la base del sistema de agua dulce y
- La interacción del hombre con el medio, el cual tiende a ser contaminado.

En la región, el desarrollo del ciclo hidrológico da lugar a que prácticamente toda el agua que escurre y que no es perdida por la evapotranspiración, se infiltre y haga posible la disponibilidad de un gran volumen de aguas subterráneas. Esta circunstancia explica que esta agua sea, con mucho, la principal fuente de abastecimiento para todos los usos (97%).

El espesor saturado de agua dulce que crece tierra adentro, es menor de 30 metros en una franja de 20 km desde las costas y, de 30 a 100 m en el resto de las llanuras, estimándose mayor hacia las partes altas. Conforme aumenta la profundidad, el contenido de sales disueltas se incrementa. Algunas características del sistema hidrológico de la Península de Yucatán son:

- En la subregión Candelaria se localiza el sistema lagunar más importante del litoral del Golfo de México, constituido por la Laguna de Términos y otras que la circundan; en mayor o menor grado, todo el sistema lagunar tiene agua salada.
- Los principales cuerpos lagunares de agua dulce de la subregión Campeche son: Silvituc, Las Maravillas, Chama-Ha, El Cuadro, Mokú, Tres Lagunas y Tunal.
- En la subregión Yucatán y hacia la parte norte de la Península se presenta una marisma con algunos islotes y lagunas, de las que se pueden mencionar: Celestún, Chelem, Telchac, Río Lagartos y Yalhán. En el interior del mismo estado se encuentran: la laguna Madeira y la laguna Cobá. En la parte nordeste y dentro del estado de Quintana Roo se localiza la laguna de Nichupté, de gran importancia turística en la zona de Cancún.
- En la subregión Quintana Roo, las lagunas más importantes son Bacalar y Chichancanab.



**Figura 2.51 Hidrografía de la región**

### **Infraestructura Hidráulica**

En toda la península no existe infraestructura, como diques, bordos, presas, etc., que funcione como estructura reguladora y que ejerza un control sobre los volúmenes de agua en exceso o para su aprovechamiento, tanto para zonas agrícolas como para centros de población.

La infraestructura hidráulica consta principalmente de pozos profundos, norias y cenotes para el aprovechamiento del recurso en los diferentes usos del agua y de redes o canales para su distribución.

### **Fenómenos hidrometeorológicos extremos**

#### **a) Inundaciones**

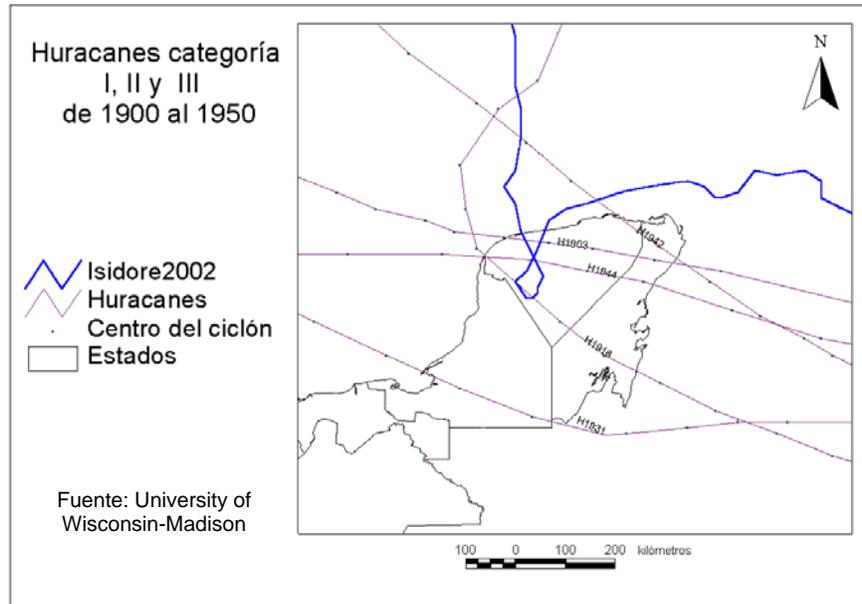
La región continuamente se ve afectada por inundaciones, debido a la topografía y a la frecuente presencia de ciclones y tormentas tropicales que generan precipitaciones intensas. Las áreas inundables se presentan en las franjas costeras de casi toda la península y en diversas zonas que se localizan en las áreas bajas y planas de las cuencas de los ríos Candelaria y Champotón, aunque en menor grado, puesto que no existe drenaje pluvial, en general en las áreas urbanas. Los daños que se detectan son diversos. Entre los más importantes se pueden citar los ocasionados a la agricultura, medios de comunicación, transporte aéreo y terrestre, así como a los diferentes servicios.

Los mayores problemas por inundación fluvial se presentan en las cuencas de los ríos Candelaria y Champotón, generando pérdidas en algunas zonas agrícolas y ganaderas, a las vías de comunicación y, en ocasiones, pérdidas de vidas humanas. Ambas cuencas presentan una problemática similar: una región con extensas planicies que forman zonas inundables y que funcionan como almacenamiento de las avenidas extraordinarias. Los tiempos de vaciado de estas zonas pueden alcanzar de dos a tres meses. Aunado a lo anterior, se observa que las estructuras de cruce del ferrocarril y de las carreteras que comunican al estado se

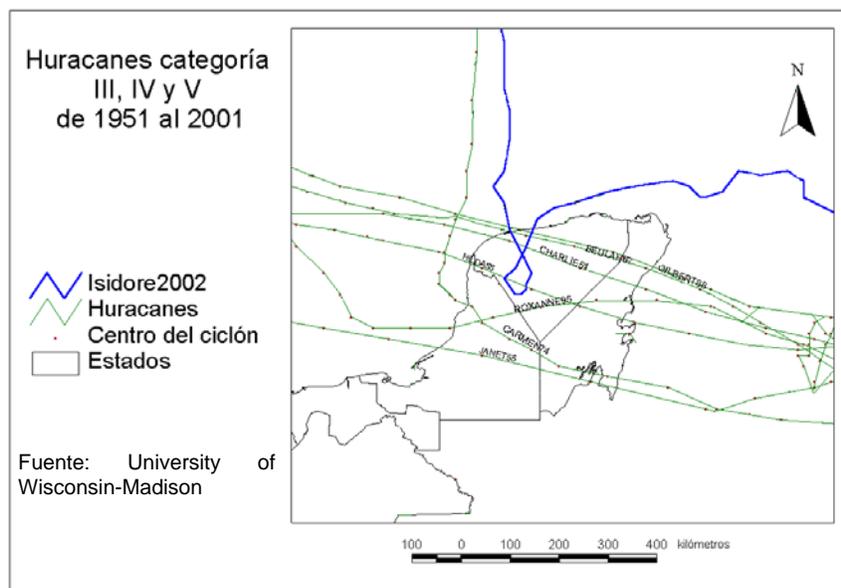
encuentran obstruidas, lo que provoca un remanso en el nivel del agua, con lo que el drenado se vuelve más lento y, como consecuencia, se genera el desbordamiento.

### b) **Ciclones tropicales**

Entre los años 1900 y 2002, en la Península de Yucatán han ingresado 116 ciclones tropicales, entre tormentas tropicales y huracanes, por lo que en promedio, se presenta prácticamente un ciclón cada año; sin embargo, los huracanes de categoría mayor a tres como *Isidore*, objeto de este informe, no se presentaron durante la primera mitad del siglo XIX. Asimismo en el período de 1951 al 2001 fueron siete los huracanes que afectaron a la península de Yucatán (figuras 2.52a y 2.52b).



**Figura 2.52a** Ciclones tropicales en la península de Yucatán



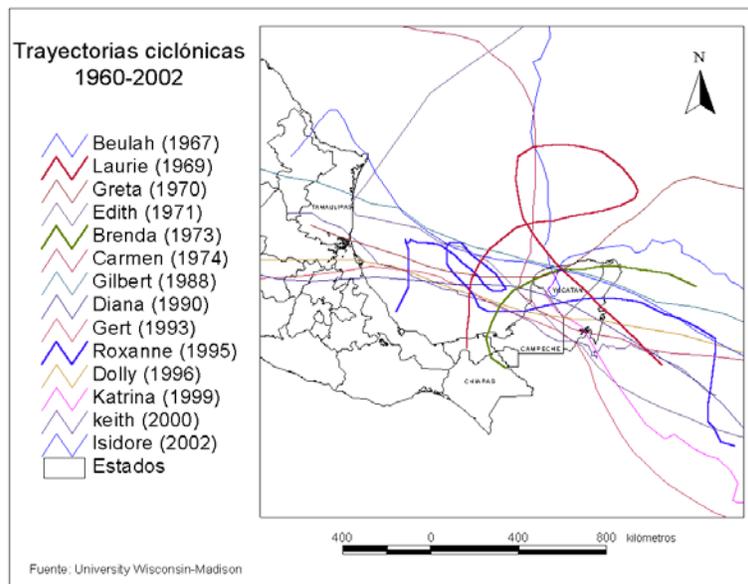
**Figura 2.52b** Ciclones tropicales en la península de Yucatán

En las últimas décadas no hay zona costera de México libre de la visita de ciclones tropicales, aunque unas costas son más afectadas que otras. Las trayectorias de los ciclones tropicales que se generan en la Sonda de Campeche tienen en general una dirección hacia el Norte, mientras que las perturbaciones del Caribe viajan generalmente hacia el Oeste, para tocar las costas del país o moverse al Norte. Por ejemplo, el huracán *Janet* del 22 al 29 de septiembre de 1955, atravesó la península de Yucatán con una trayectoria Este al Oeste y vientos de 282 km/h sin presentar debilitamiento considerable de los mismos (Ludlum, 1989 y SPP, 1979).

En 1967, el huracán *Beulah* del 5 al 22 de septiembre atravesó la península de Yucatán con dirección Este a Oeste, presentó vientos de 185 km/h y una presión central de 967 mb, posteriormente se internó en el Golfo de México con vientos máximos de 250 km/h y una presión de 923 mb, siendo ésta última la más baja en toda su trayectoria, dejando pérdidas materiales por más de 100 millones de pesos y 100 mil damnificados (El Libro del Año; Barsa, 1968) (figura 2.53).

El huracán *Roxanne*, en 1995, detuvo su movimiento de traslación, al ser influido por una línea frontal que recurvó hacia la península de La Florida después de provocar vientos violentos del Norte en el estado de Tamaulipas y Veracruz. El frente frío No. 10 empujó a *Roxanne* hacia el Este-Sureste hasta quedar cerca de la Isla Triángulos; al hacer contacto el frente frío y el ciclón tropical se presentaron efectos importantes en su movimiento (Matías, 1998).

El huracán *Isidore* fue el primer ciclón tropical intenso (categoría superior a III) de la temporada 2002 que entró a tierra directamente en México; desde *Pauline*, en octubre de 1997, es superado por *Gilbert* de septiembre de 1988, el cual alcanzó la categoría 5 y vientos máximos de 270 km/h (figura 2.53).



**Figura 2.53 Trayectorias históricas en la península de Yucatán**

### **Descripción del Fenómeno**

#### **a) Origen, evolución y trayectoria**

El ciclón tropical *Isidore* se formó a partir de la depresión tropical No. 10 del Atlántico, el día 14 de septiembre; la región ciclogénica que le dio origen fue la del Mar Caribe, su centro de circulación se inició sobre la costa Suroeste de la isla de Trinidad, a 2,950 km al Este-Sureste de las costas de Quintana Roo, con vientos máximos sostenidos de 45 km/h, así como rachas de 65 km/h y una presión mínima de 1009 mb.

Después de un breve período de debilitamiento se regeneró cerca de Jamaica, y el día 18 de septiembre, después de haber atravesado la parte oriental del Caribe, se localizó a 120 km al sur de Negril, Jamaica, donde la DT-10 se desarrolló a tormenta tropical con el nombre de *Isidore*, presentando vientos máximos sostenidos de 65 km/h, rachas de 85 km/h y una presión mínima de 1006 mb (figura 2.54).

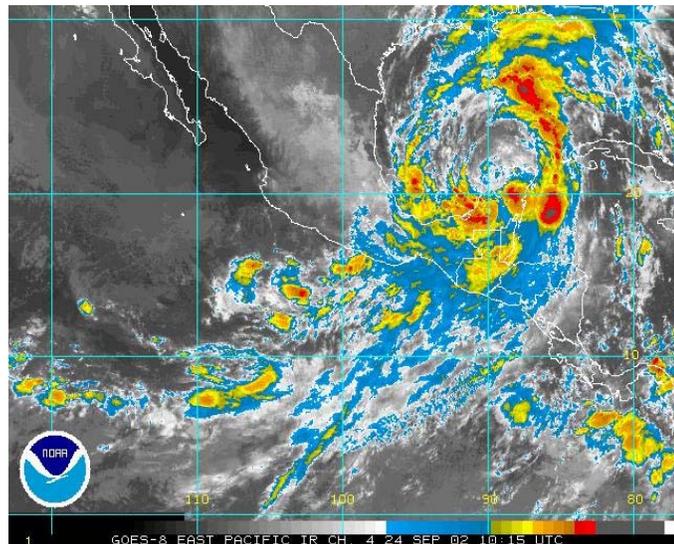


**Figura 2.54 Trayectoria del huracán Isidore**

El día 19, *Isidore* avanzó hacia el Noroeste y por la tarde, cuando se encontró a 510 km de Cozumel, QR., se intensificó a huracán de categoría I en la escala Saffir-Simpson con vientos máximos sostenidos de 120 km/h y rachas de 150 km/h. Para el día 20, cuando el centro del huracán se encontraba a 375 km al Este de Cancún, Q.Roo, *Isidore* alcanzó la categoría II en la escala Saffir-Simpson, presentó vientos máximos sostenidos de 165 km/h y rachas de 205 km/h.

El huracán *Isidore* siguió una trayectoria predominante hacia el Noroeste y posteriormente hacia el Oeste, y después de haber afectado fuertemente la parte occidental de Cuba, el día 21, se localizó en la parte media del Canal de Yucatán, ahí alcanzó la categoría 3 en la escala Saffir-Simpson, a una distancia de 120 km al Este-Noreste de Cabo Catoche, Q.Roo, con vientos máximos sostenidos de 185 km/h, rachas de 220 km/h y una presión mínima de 955 mb.

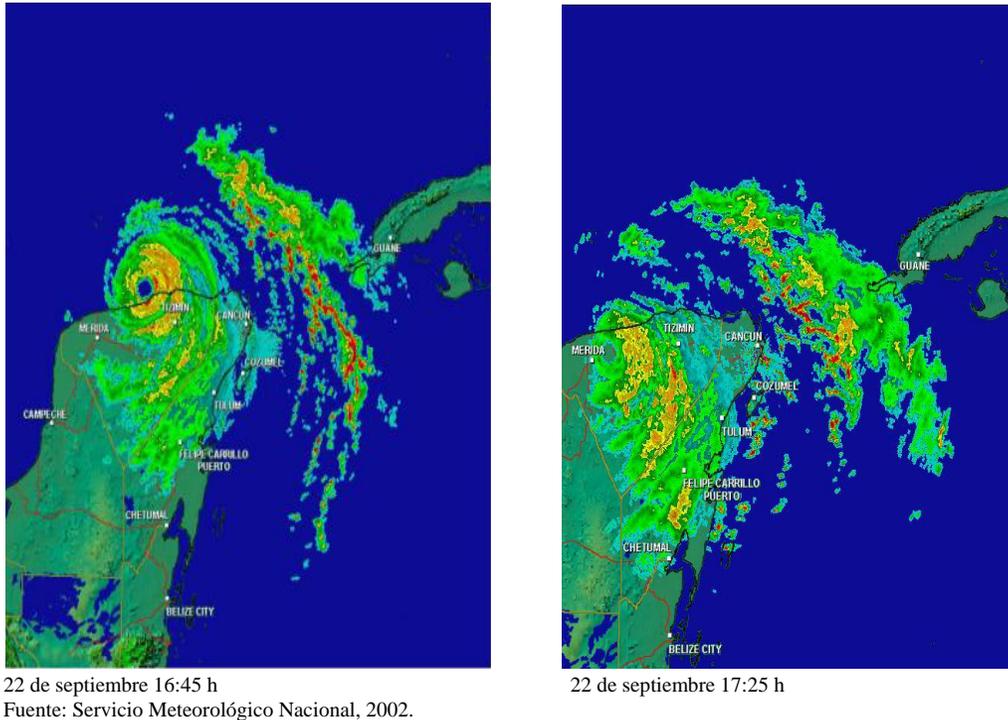
Durante el día 21 y 22, el huracán *Isidore*, mantuvo una trayectoria hacia el Oeste, desplazándose lentamente en forma paralela a la costa Norte de la Península de Yucatán. Sus bandas nubosas cubrieron la región Sureste de México (figura 2.55).



Fuente: <http://www.nhc.noaa.gov>

**Figura 2.55 Imagen de Satélite NOAA-12. AVHRR. Ch. 4**

El día 22 de septiembre a las 17 horas local, se detectó con base en las imágenes del radar de Cancún (figura 2.56), que la muralla que rodea al ojo del huracán golpeaba la costa norte de Yucatán. Posteriormente, el ojo del huracán *Isidore* impactó sobre tierra firme, en el municipio de Telchac Puerto, aproximadamente a 45 km al Este de Puerto Progreso, Yucatán, en la categoría 3 de la escala Saffir-Simpson con vientos máximos sostenidos de 205 km/h y rachas de 250 km/h. Durante el resto de este día, el centro de *Isidore* se desplazó sobre tierra hacia el Suroeste, afectando con fuerte intensidad a toda la Península de Yucatán, provocando daños materiales importantes sobre los estados de Yucatán y Campeche.



**Figura 2.56 Imágenes de radar de Cancún, Quintana Roo**

El día 23 por la mañana, en su avance sobre tierra, cuando se encontraba a 100 km al Sur de Mérida, Yucatán, el huracán *Isidore* se degradó a tormenta tropical con vientos máximos sostenidos de 110 km/h y rachas de 140 km/h. Durante el resto del día *Isidore* mantuvo una trayectoria errática moviéndose sobre la parte occidental de Yucatán.

Después de describir un rizo en sentido contrario a las manecillas del reloj, sobre el Occidente del estado de Yucatán, el día 24 por la mañana, la tormenta tropical *Isidore* retornó al mar, localizándose a 55 km al norte de Progreso, Yucatán, con vientos máximos de 85 km/h, rachas de 100 km/h y presión mínima de 987 mb.

Durante los días 24 y 25, la tormenta tropical *Isidore* siguió una trayectoria con rumbo predominante hacia el Norte, cruzando durante estos dos días el Golfo de México, hasta acercarse frente a las costas de Louisiana y Mississippi, EE.UU.; en las últimas horas del día 25, se localizó a 200 km al sur de Nueva Orleans, Louisiana, con vientos máximos de 100 km/h.

En la madrugada del día 26, el centro de *Isidore* se localizó en territorio de los Estados Unidos, a 32 km al suroeste de Nueva Orleans, Louisiana, aún con vientos máximos sostenidos de 100 km/h. Finalmente, por la tarde de este mismo día, cuando se encontraba a 90 km al Nor-Noreste de Jackson, Mississippi, EE.UU., la tormenta tropical *Isidore* se degradó a depresión tropical, con vientos máximos de 55 km/h, iniciando su proceso de disipación.

### b) Efectos Registrados

La trayectoria que describió *Isidore* hizo necesario el establecimiento de una zona de alerta, durante la mañana del día 20 de septiembre, desde Tulum, Q. R., hasta Progreso, Yuc. Posteriormente, de acuerdo con la evolución del ciclón, la zona de alerta se modificó varias veces, llegando a cubrir desde Cabo Catoche, Q. R. hasta Veracruz, Ver., es decir, que la máxima extensión del alertamiento fue de Tulum, Q. R. hasta Veracruz, Ver. El huracán *Isidore* fue el primero de la temporada 2002 que entró a tierra directamente en México.

Es el primer huracán intenso (categoría 3, 4 ó 5) que golpea directamente a México, desde que lo hizo el huracán *Pauline*, en octubre de 1997. Entre los años 1980 y 2002, sólo es superado por *Gilbert* en septiembre de 1988, el cual alcanzó vientos máximos de 270 km/h.

La amplia circulación de *Isidore* abarcó casi en su totalidad el Golfo de México, parte del Caribe e incluso el Pacífico Sur, originando fuerte entrada de humedad hacia la Península de Yucatán y el Sureste de México.

Después de entrar a tierra el día 22, *Isidore* afectó directamente durante 35 horas los estados de Yucatán y Campeche y el sureste de México, con vientos máximos sostenidos que fueron de 205 km/h (huracán categoría 3) cuando entró a tierra, hasta 85 km/h (tormenta tropical) cuando retornaba al mar, la madrugada del día 24.

### c) Precipitación

Durante su recorrido en tierra, *Isidore* se mantuvo como huracán por aproximadamente 14 horas y como tormenta tropical por cerca de 21 horas; a esto se agrega que se trató de un ciclón muy extenso, lo cual le permitió tomar fuerza del mar, mientras se desplazaba sobre terreno prácticamente plano y sin salidas importantes hacia el mar, situación que, por otra parte, favoreció grandes inundaciones varios días después de ocurrido el evento.

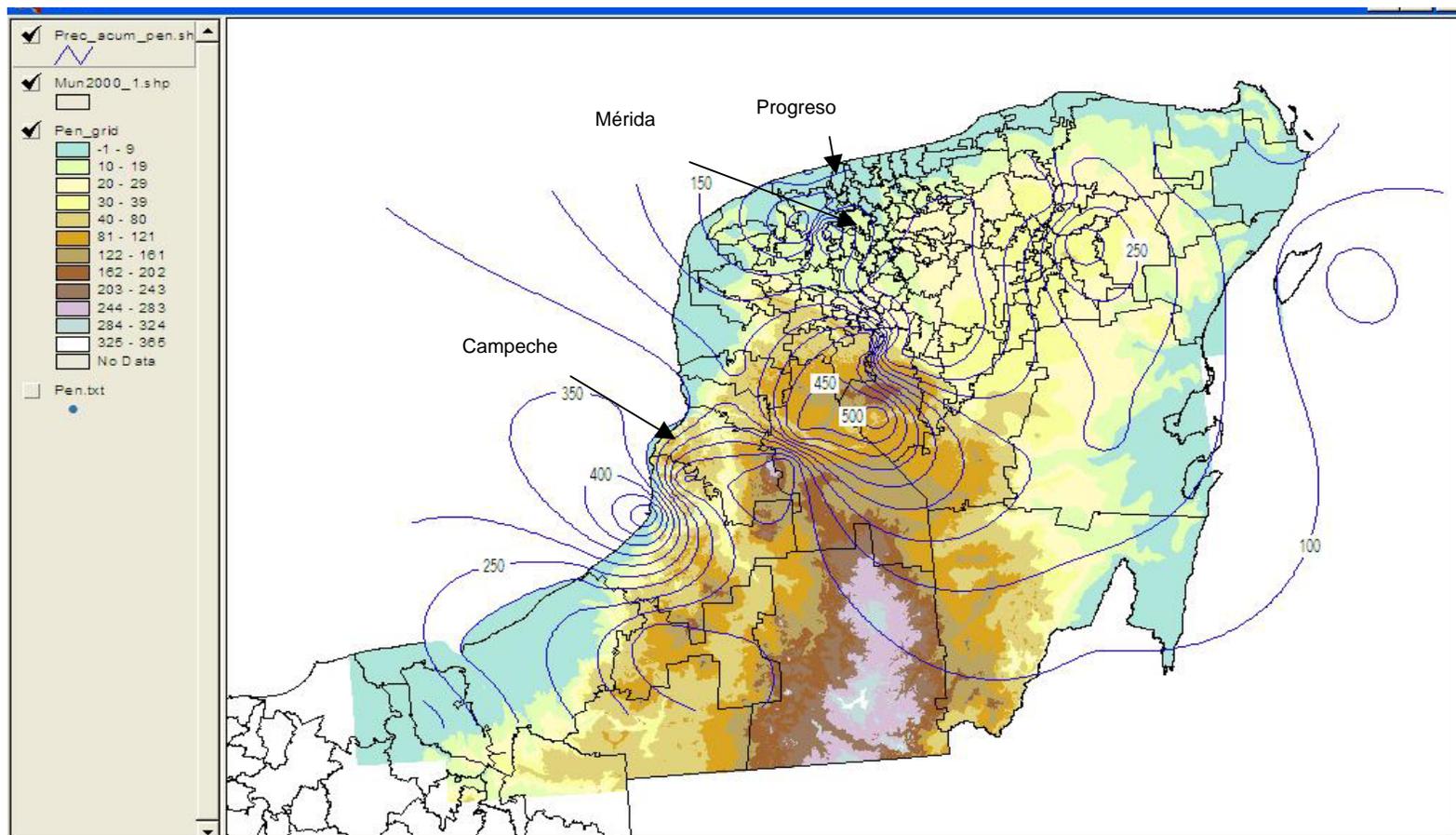
**Tabla 2.17 Registros de lluvia máxima puntual, en 24 h, en milímetros**

Día	Lluvias máximas en 24 horas
20	Palizadas, Camp., 28.0 y Motul, Yuc., 15.0
21	Pijijiapan, Chis., 133.2; Champotón, Camp., 123.4; Kantulnil Kin, QR, 62.7 y Progreso, Yuc., 48.5
22	Cacaluta, Chis., 204.5, Jonuta, Tab., 200.0; Mérida, Yuc., 149.1 y Cancún, QR., 38.6
23	Palizadas, Camp., 236.5, Arriaga, Chis., 206.0, Jonuta, Tab. y Felipe Carrillo Puerto, Q.R., 125.0 y Oxkutzcab, Yuc., 85.0.
24	Campeche, Camp., 227.7., Oxkutzcab, Yuc., 141.0 y Arriaga, Chis., 137.8.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2002

De acuerdo con los datos de precipitación presentados en la figura 2.57, además del recorrido terrestre que se llevó a cabo en la zona de afectación, se puede concluir que los daños en la península de Yucatán están asociados con los efectos que el huracán *Isidore* dejó sentir en cada zona. En el caso específico de la lluvia, su consecuencia lógica son las inundaciones.

En este sentido, las zonas afectadas principalmente por inundaciones fueron el “cono sur” de Yucatán así como el municipio de Champotón, Campeche como se muestra en la figura 2.57, los principales núcleos de precipitación están precisamente sobre las áreas antes descritas.



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2002

**Figura 2.57 Isoyetas de lluvia acumulada entre el 21 y el 24 de septiembre de 2002**

Los máximos valores de precipitación acumulada en 96 horas, por estado, en la península de Yucatán, son los que se indican en la tabla 2.18.

**Tabla 2.18 Precipitación acumulada, en 96 h**

Estado	Precipitación (mm)
Campeche	777
Chiapas	680
Yucatán	504
Tabasco	381.5
Quintana Roo	250.3

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2002.

### e) **Viento**

La figura 2.58 muestra que prácticamente toda la península estuvo sujeta a velocidades de viento del orden de las empleadas para diseño de estructuras en el *Distrito Federal* durante al menos 24 horas, y algunas regiones en la parte Norte de la península por un período de 80 horas. En las dos gráficas restantes de la misma figura 2.57 se observa que una superficie claramente delimitada por la trayectoria del meteoro, abarcando desde *Puerto Lagartos*, hasta *Puerto Progreso* en el norte de la península, y marcando un triángulo hasta *Oxkutzcab*, aproximadamente a 60 km al sur de *Mérida*, se vió sujeta a vientos sostenidos del orden de 150 km/h por alrededor de tres horas, en la parte sur, y 10 horas en la parte norte de la península.

A diferencia del daño generado por otros meteoros, donde las velocidades sostenidas de viento registradas o calculadas durante el evento resultan superiores a las reportadas durante *Isidore*, los daños por *Isidore* se pueden asociar a la permanencia prolongada de vientos sostenidos.

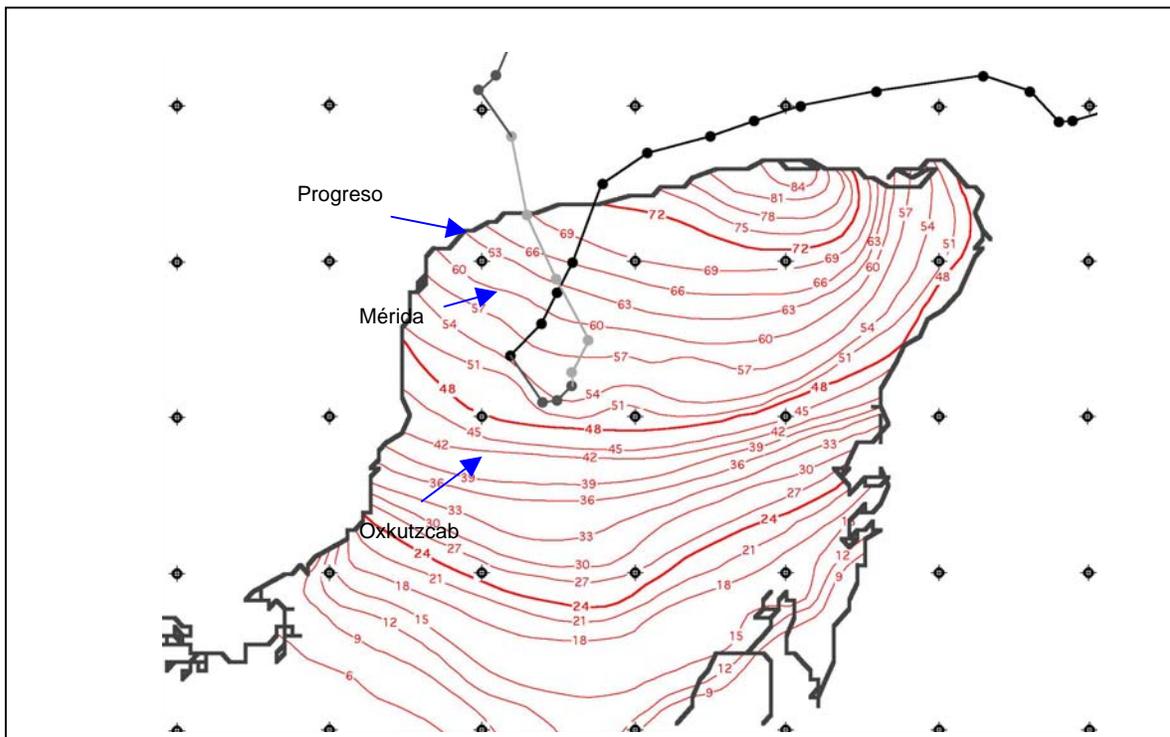
Los vientos que el huracán *Isidore* presentó en las zonas cercanas a su trayectoria causaron daños importantes. No sólo resultaron afectadas las estructuras con grandes áreas expuestas, debido a los vientos intensos, sino que también la vegetación fue derribada en grandes extensiones.

Como en cualquier otro fenómeno de esta naturaleza, los daños se concentraron en anuncios comerciales (también conocidos como espectaculares), los postes de las líneas de transmisión eléctrica y de telecomunicaciones, en las láminas de las cubiertas de estructuras del tipo de nave industrial y en las viviendas, éstas últimas principalmente en la zona rural.

Los vientos registrados cada hora en la estación meteorológica del aeropuerto de Mérida, Yucatán, denotaron una fuerte a muy fuerte intensidad (fuerza 6 a 7 en la escala de Beaufort) a partir de las 14 horas del día 22, hasta las 4:00 h del día 23, con vientos entre 46 y 54 km/h. La máxima intensidad del viento se alcanzó entre las 17:00 y 19:00 h justo durante el paso de la muralla y el ojo del huracán (a 25 km de Mérida) con vientos sostenidos de 72 a 79 km/h con rachas de 104 a 129 km/h.

De acuerdo con datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), hubo sitios donde vientos que alcanzaron velocidades de 61 km/h (tormenta tropical) persistieron hasta por 84 h (figura 2.58).

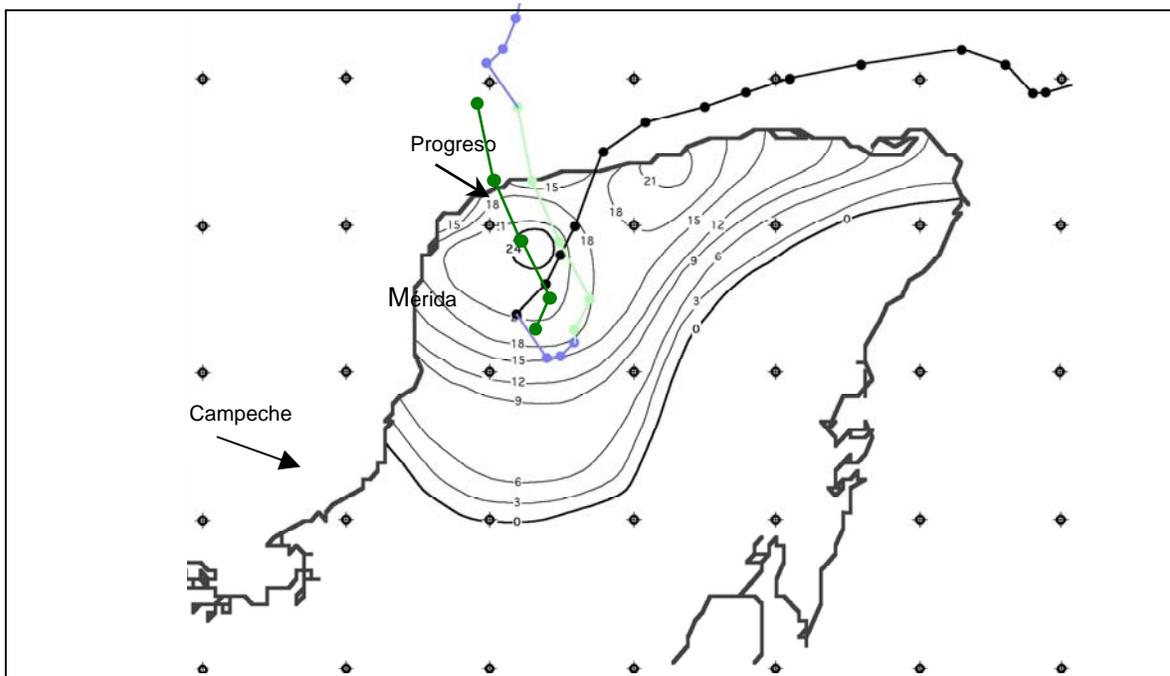
Al tomar las mediciones existentes de velocidades de viento y dibujar cartas con curvas que especifiquen el tiempo durante el cual una velocidad preestablecida del viento se dejó sentir en un punto determinado, el resultado es una carta de curvas isócronas (figura 2.59).



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2002

**Figura 2.58** *Isócronas para una velocidad de 61 km/h*

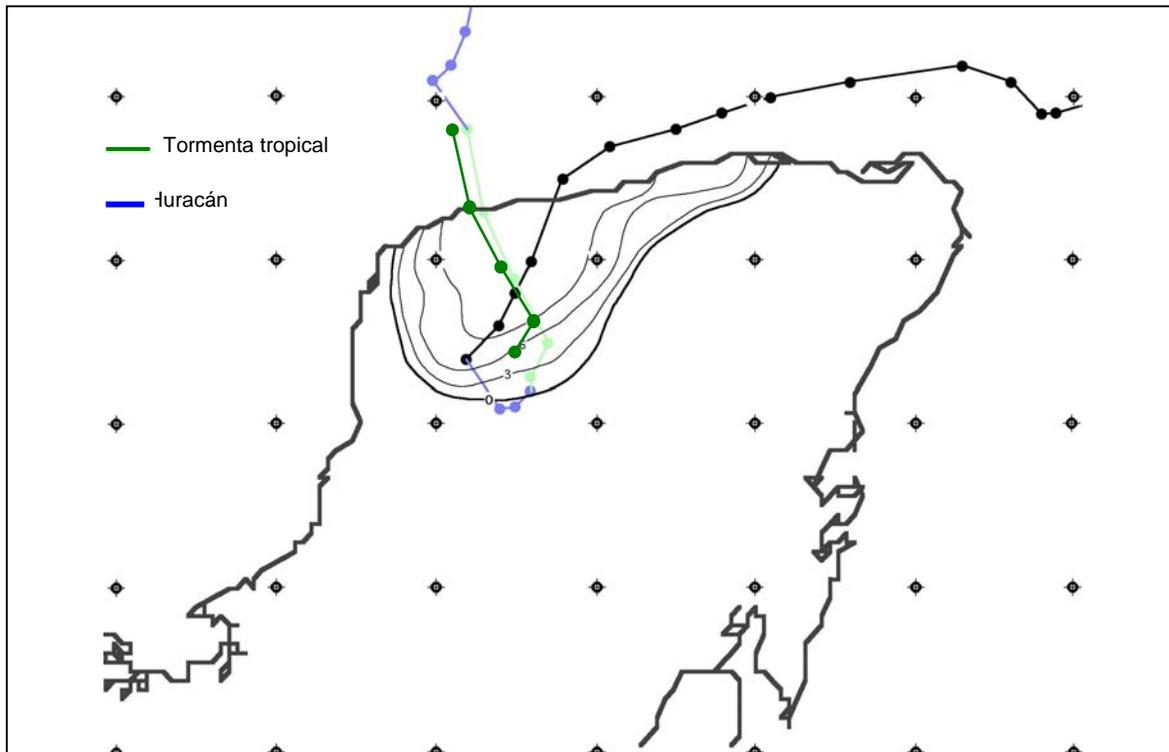
A través de este análisis, es posible determinar que los vientos que alcanzaron 90 km/h afectaron, básicamente, al estado de Yucatán, así como el noroeste de Campeche.



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2002

**Figura 2.59** *Isócronas para una velocidad de 90 km/h*

Para el caso de vientos con velocidades del huracán (115 km/h), cabe destacar que sólo afectaron al estado de Yucatán con duraciones de hasta 9 h (figura 2.60).



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2002

**Figura 2.60** Isócronas para una velocidad de 115 km/h

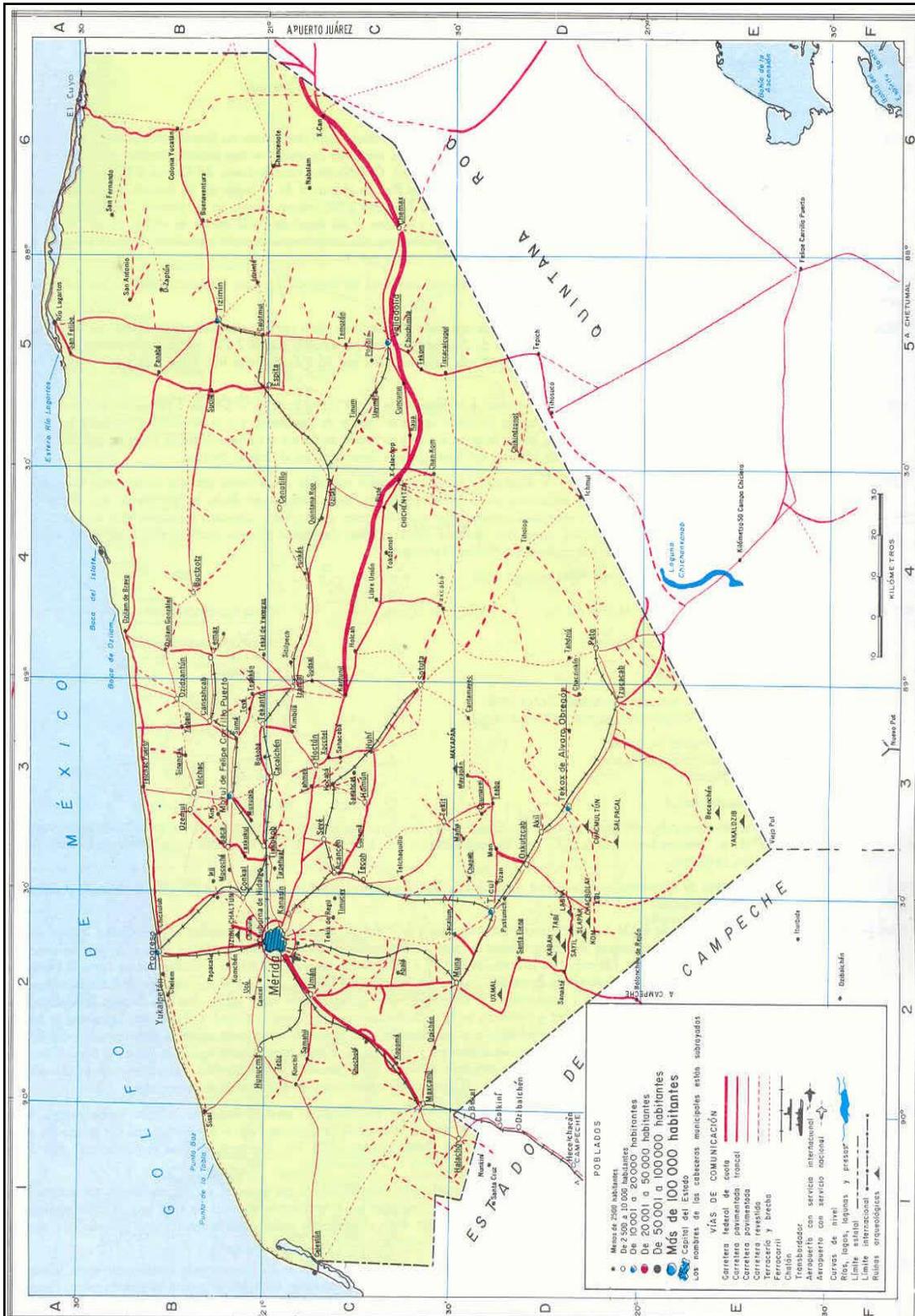
### 2.2.2.3 Descripción particular del fenómeno: El caso de Yucatán

Debido a la presencia del huracán *Isidore*, el día 20 de septiembre se estableció una zona de alerta, desde Tulum, Q. Roo, hasta Progreso, Yucatán. Posteriormente, la máxima extensión de alerta fue de Tulum, Q. Roo hasta Veracruz.

La amplia circulación de *Isidore* abarcó casi en su totalidad el Golfo de México, parte del Caribe e incluso el Pacífico Sur, originando fuerte entrada de humedad hacia la Península de Yucatán y el sureste de México.

Después de impactar en tierra el día 22, *Isidore* se mantuvo por 35 horas en los estados de Yucatán y Campeche, afectando a toda la Península de Yucatán y el sureste de México, con vientos máximos sostenidos de huracán categoría 3 (205 km/h).

Durante su trayecto sobre tierra, *Isidore* se mantuvo como huracán por aproximadamente 14 horas y como tormenta tropical por cerca de 21 horas. No obstante, *Isidore* fue un ciclón muy extenso, lo que le permitió tomar fuerza del mar, mientras se desplazaba sobre un relieve de planicie y sin corrientes importantes hacia el golfo (figura 2.61), situación que favoreció la ocurrencia de inundaciones, durante varios días después de ocurrir el fenómeno. *Isidore* causó importantes pérdidas en el hato ganadero y producción agrícola, especialmente la avícola y afectaciones al sector manufacturero, así como la interrupción del suministro de energía eléctrica y telefónica, además de la destrucción parcial y total de viviendas. Por fortuna sólo se presentaron tres decesos en el estado y éstos fueron por imprudencia de la gente.



Fuente: García-Amaro, E; y Falcon Gyves, Z. 1993. Nuevo Atlas Porrúa, 9ª. Ed., México, página 93

Figura 2.61 Estado de Yucatán

**Precipitación del huracán Isidore en Yucatán**

Los registros de lluvia máxima, originados por *Isidore* en el estado de Yucatán se presentan en la tabla 2.19.

**Tabla 2.19 Precipitación diaria en el estado de Yucatán, mm**

Estación	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	P. Acum.
C.Inv.														
Científica	0	5.2	0	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.8
Cantamayén	0	0	0	0	0	0	0	37.5	0	0	0	0	0	37.5
Río Lagarto	6.5	0	0	0	0	0	5.5			0	0	0	0	12
Cuzama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dzitanum				10.3										10.3
Concal	0	0	0	7.2	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	7.2
Emiliano Zapata	0	10	0	0	0	0	0	43.6	0	0	0	0	0	53.6
Fiuary	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6
Fuerza Aérea	4.4	11.4	0	0.01	0	0	0	21.8		0	0	0	0	37.6
Mérida Obs.	1.2	0	0	0.1	0	0	0	0	230.3	8.9	53.7	0	1.4	295.6
Mérida Of.				1				32				3.5		36.5
Mérida Regional		4		0.5				30.1	149.1	6.3	47.4	4	0.1	241.5
Muna	1	2.8	0	0	0	0	0	28.8		0	0	0	0	32.6
Motul	1.5	1		6			15	40						63.5
El Cuyo	2	0	0	0	0	0	5	0		0	0	0	0	7
Mococha	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
Oxkutzcab		15	14		0.01			18	240	85	141	23		536
Peto	115	0	24	1	0.01	0	0	12		0	0	0	0	152
Progreso	0	5	0	0	0	0	4.8	48.5	108	0	6.5	0	0	172.8
Izamal								45.5						45.5
Ticul	0	0	0	0.5	0	1	0			0	0	0	0	1.5
Tizimín			1.7						43	63.2	93.8	10.8	2.5	215
Tankatín	15	3.5	7.5	4	0.01			14				21.5		65
Valladolid	0	0	75.3	19.2	0	0	2.2	24	89.3	115.4	120.6	0	11.2	457.2

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2002.

La lluvia máxima acumulada en 96 horas fue de 489 mm en el estado, situación que se observa en la figura 2.62, donde la mayor concentración de la precipitación se registró en el Suroeste del estado, la cual provocó inundaciones considerables de hasta 1.5 m de altura en la región llamada Cono Sur, donde más de 1500 familias fueron afectadas (figura 2.63 y tabla 2.19). En la estación climatológica de Oxkutzcab, se precipitaron 536 mm durante la presencia del huracán *Isidore* (figura 2.62).

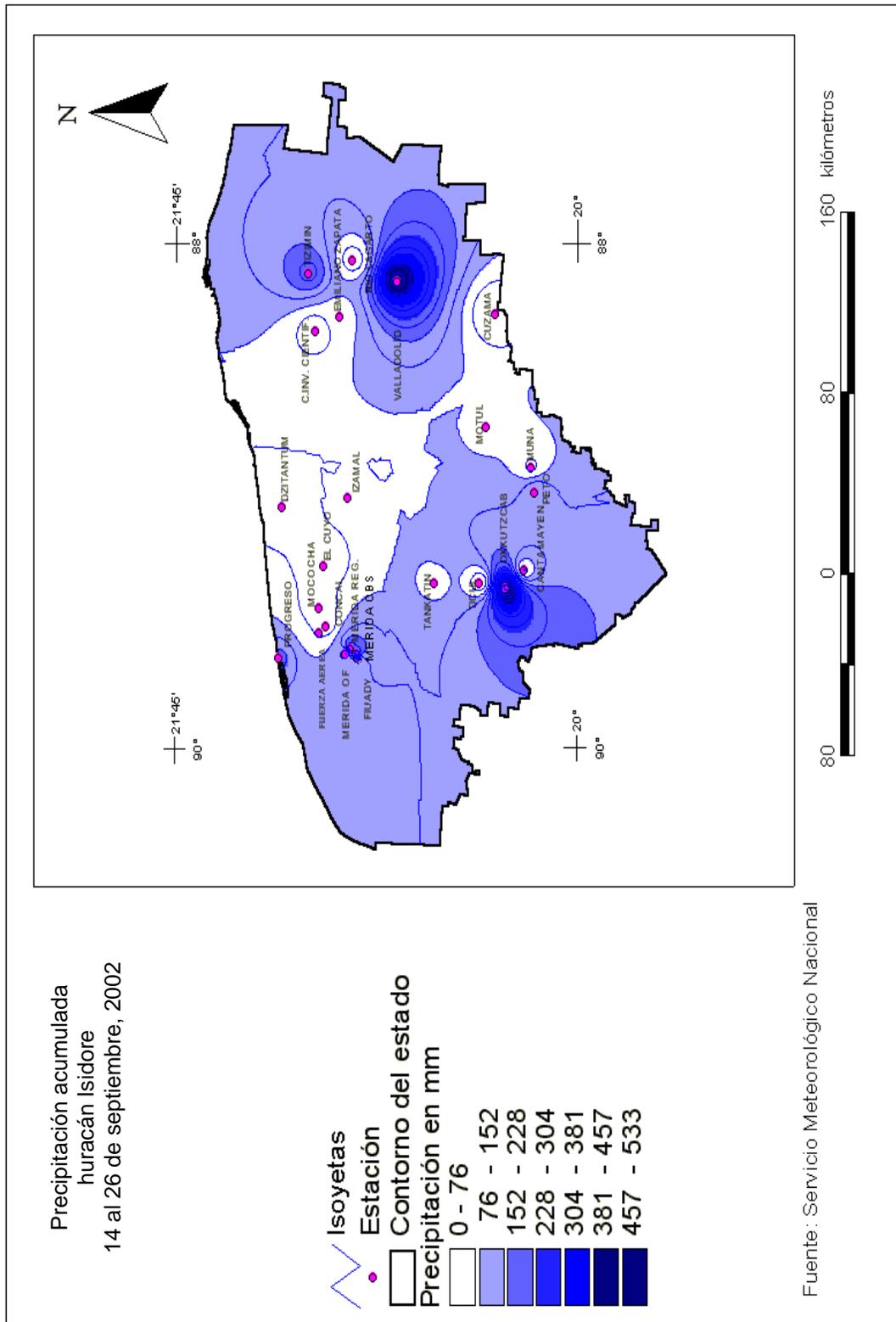
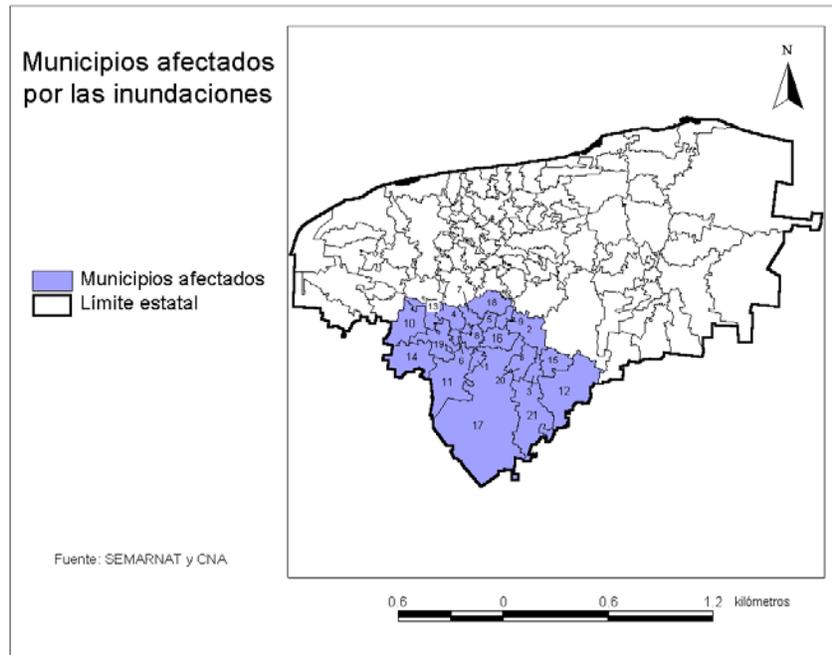


Figura 2.62 Precipitación acumulada del huracán Isidore en Yucatán



**Figura 2.63 Municipios inundados por la precipitación del huracán Isidore**

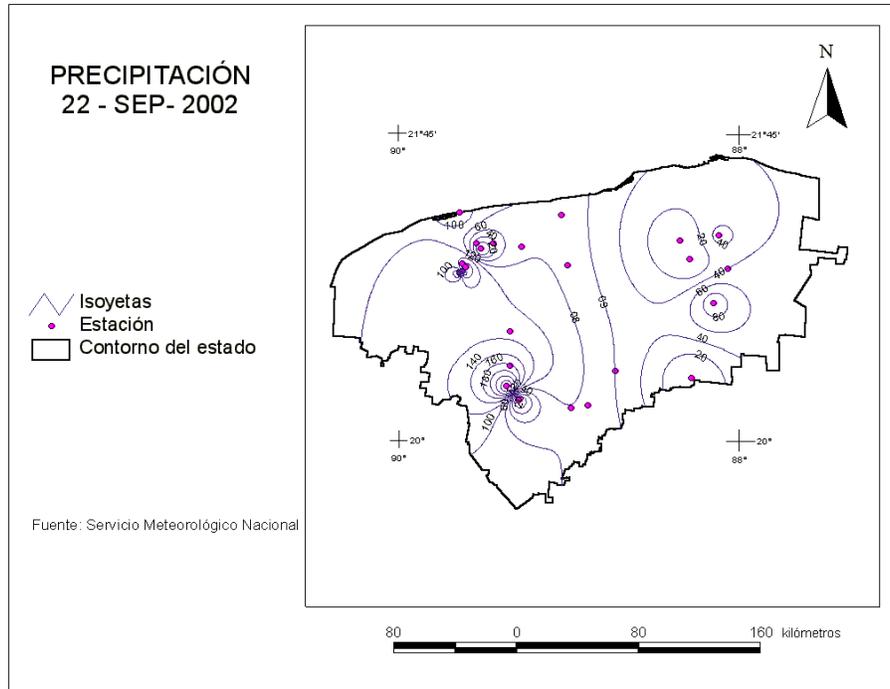
Asimismo, la lluvia máxima registrada en Yucatán se presentó durante el día 22 de septiembre, concentrándose en cuatro zonas con precipitación mayor a los 100 mm (figuras 2.64 y 2.65). La mayor lluvia fue localizada en Oxkutzcab, al Suroeste del estado, donde se registraron 240 mm, dicha cantidad de precipitación tiene un período de retorno de 30 años. Del mismo modo, en el observatorio de Mérida se presentaron 230.3 mm los cuales corresponden a un período de recurrencia de 50 años.

La precipitación en el Cono Sur inundó grandes plantaciones de verduras, maíz, cítricos y frutales; los animales fueron arrastrados por la corriente. En esta zona la lluvia media anual es de 1000 a 1200 mm, mientras que en el mes de septiembre del 2002 se presentaron más de 780 mm en la región; es decir, durante el paso del huracán *Isidore* llovió la mitad de lo que normalmente precipita en un año (SMN, 2002).

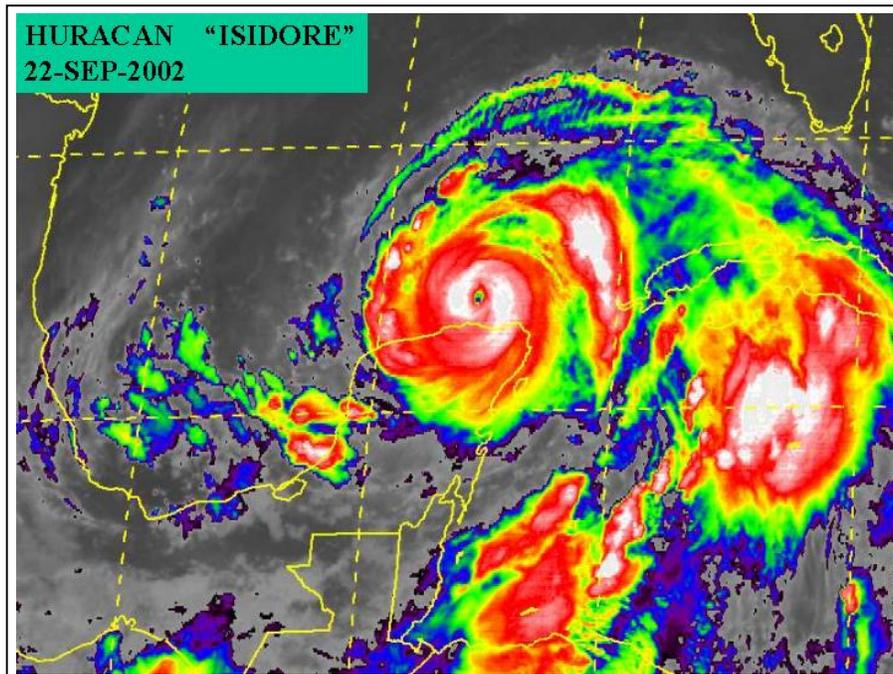
**Tabla 2.20 Municipios inundados por el paso del huracán Isidore**

1 Akil	7 Mama	13 Sacalam	19 Ticúl
2 Cantamayec	8 Maní	14 Santa Elena	20 Tixmehuac
3 Chacsinkín	9 Mayapán	15 Tahdzíu	21 Tzucacab
4 Chapab	10 Muna	16 Teabo	
5 Chumayel	11 Oxkutzcab	17 Tekax	
6 Dzán	12 Peto	18 Tekit	

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2002.



**Figura 2.64 Precipitación máxima generada por el huracán Isidore**



Fuente: <http://www.ghcc.msfc.nasa.gov>

**Figura 2.65 Imagen de satélite del día 22 de septiembre (Fuente: NASA)**

### Vientos del huracán Isidore

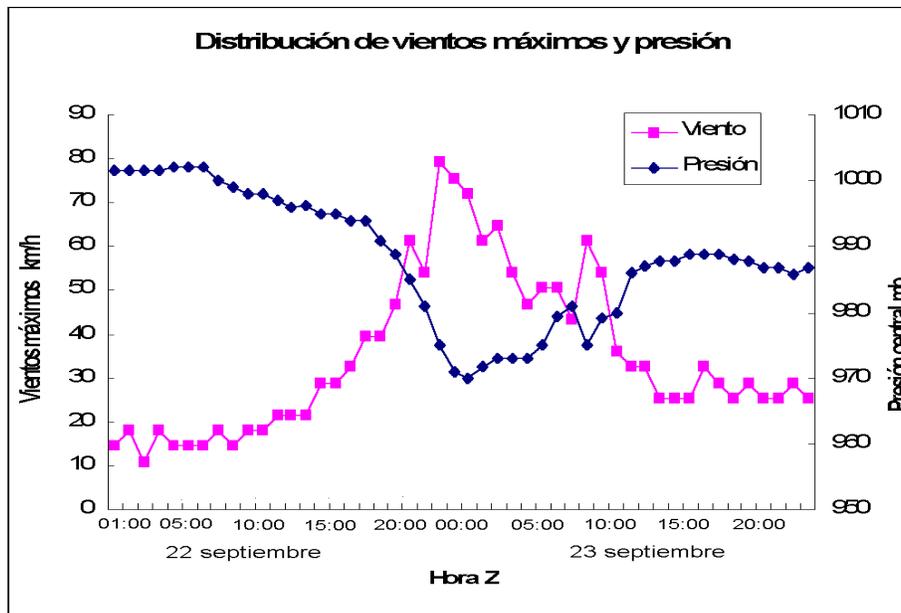
Los vientos registrados en el lugar de impacto del huracán, en Telchac Puerto, alcanzaron su máxima intensidad de categoría 3 con 205 km/h. La estructura del huracán fue asimétrica, registrándose vientos medidos por el avión de reconocimiento de la NOAA de hasta 110 nudos (205 km/h) con una extensión de 55 km en el semicírculo Sur y de hasta 85 km en el semicírculo Norte. Después del impacto en tierra, debido a la fricción con el terreno, la configuración y estructura del huracán fueron irregulares.

El huracán *Isidore* desarrolló su trayectoria en 288 horas, tiempo en el que recorrió una distancia aproximada de 3,490 km a una velocidad promedio de 12 km/h.

Los vientos máximos registrados cada hora en la estación meteorológica del aeropuerto de Mérida indicaron una fuerte a muy fuerte intensidad (fuerza 6 a 7 en la escala de Beufort) a partir de las 14 h (18 GMT) del día 22 hasta las 04 h (09 GMT) del día 23, con vientos de 46 a 54 km/h. La máxima intensidad del viento fue entre las 17 y 19 h (22 y 00 GMT) justo durante el paso de la muralla y el ojo del huracán (a 25 km de Mérida) con vientos sostenidos de 72 a 79 km/h con rachas de 104 a 129 km/h (figura 2.66).

El descenso de la presión barométrica fue más notorio a partir de las 13 h (18 GMT) del día 22 con 990.9 mb y hasta las 07 h (12 GMT) del día 23, cuando comienza el ascenso gradual con 987.1 mb. El valor más bajo de la presión se registró a las 19 h (00 GMT) del 22 de septiembre con 969.9 mb, coincidiendo con la mayor fuerza de los vientos (72 km/h con rachas de 129 km/h). Una segunda caída de la presión fue entre las 03 y 05 h (08 y 10 GMT) del día 23, correspondiendo al rizo en la trayectoria de *Isidore* (figura 2.64).

La dirección del viento a partir de las 19 h del día 22 y hasta las 19 h del día 23 fue del Noroeste, cambiando a vientos de componente Norte entre las 20 y 23 h (01 y 04 GMT), y a vientos del Noreste a partir de la medianoche.



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2002

**Figura 2.66 Vientos máximos y presión central del Huracán Isidore**

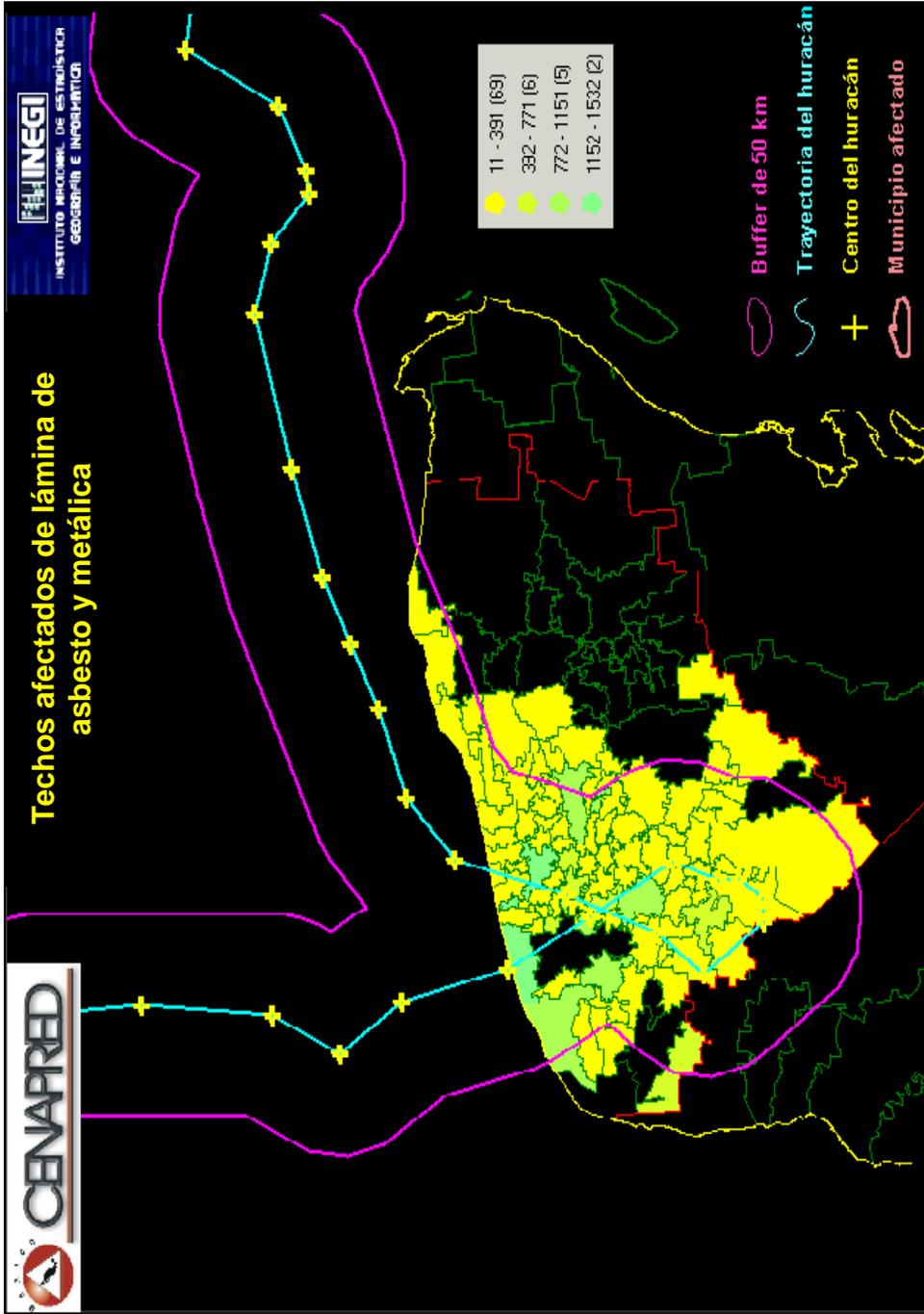
En relación a los daños causados por el viento que generó *Isidore*, 8 mil 352 postes de energía fueron derribados (figuras 2.67), al alcanzar los vientos una velocidad mayor a los 240 km/h; los cuales fueron comparados con los 800 postes que cayeron con el paso del huracán *Gilbert* en 1988 (CFE, 2002).



**Figura 2.67 Postes de energía eléctrica derribados por la fuerza del viento de Isidore**

La figura 2.68 muestra los daños por viento en los techos de las viviendas con tipo de lámina de asbesto y metálica en el estado; el número entre paréntesis corresponde a los municipios afectados; por ejemplo, de los 85 municipios afectados. Sólo los municipios de Motul y Progreso presentaron afectación en más de 1000 techos en viviendas. Asimismo, de las 85,000 casas afectadas, un 26% presentó destrucción total (Protección Civil, 2002) (figura 2.69).

Considerando la tipología regional de la vivienda, donde se tiene una estructura base de adobe y/o bajareque, con una estructura de techo a base de madera, cartón y palma, se observó que si las inclinaciones de las “aguas” de los techos son superiores a  $35^\circ$  (figura 2.69), el comportamiento tiende a ser estable ante viento. Esta aseveración coincide, con lo que se recomienda en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad para el diseño ante viento de techos en estructuras tipo nave industrial o bodega.



Las categorías indican rangos de techos afectados y los datos en paréntesis el número de municipios.  
 Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2002.

**Figura 2.68 Techos afectados con material de lámina de asbesto y metálica**



**Figura 2.69** *Falla de vivienda tipo en la región, constituida a base de material precario en muros y techos*

### **Marea de tormenta**

La disminución de la presión atmosférica cerca del centro (ojo) del ciclón tropical y las fuerza cortantes sobre la superficie del mar producida por sus vientos dan lugar a una sobre elevación del nivel medio del mar conocida como marea de tormenta. Ella puede generar inundaciones en grandes zonas de terreno cercanas al mar, y que las olas impacten sobre estructuras con mayor fuerza. En la figura 2.70 se observa que la marea de tormenta fue mayor a dos metros en Telchac Puerto, lugar donde el huracán *Isidore* entró a tierra. Asimismo, información proporcionada por la NOAA, menciona que la marea ocurrida en el noroeste de Yucatán fue de 1.8 a 3.1 metros.



**Figura 2.70** *Efectos de la marea de tormenta en Telchac Puerto*

El estado de Yucatán tiene una planicie que presenta salientes ligeras y hondonadas someras, entre las cuales el desnivel máximo no excede los 6 m. Así pues, el poblado de Telchac Puerto lugar donde el ciclón

impactó, registra 1 m de altura sobre el nivel medio del mar, la combinación del factor geográfico y la cercanía de las viviendas (menos de 20 m) a la línea de playa, fueron la causa de que ocurrieran efectos generados por la marea de tormenta.

El total de casas afectadas fue de 78; las más perjudicadas se encontraron cerca de la playa; mientras que, las viviendas ubicadas detrás de éstas recibieron daños menores. Durante la visita al campo, la población recordó que el mar había llegado hasta la presidencia municipal; es decir, la distancia que hay entre la línea de costa y el edificio municipal es de más de 350 m, lugar donde se registraron inundaciones de hasta 50 cm de altura.

La figura 2.71 muestra el hundimiento que sufrió una parte del garaje de una vivienda, al presentarse erosión en sus cimientos y en la figura 2.72 se observa como la fuerza del mar hizo posible que pequeñas embarcaciones fueran depositadas en tierra firme.



**Figura 2.71** Socavación de cimientos en una vivienda en Telchac Puerto



**Figura 2.72** Lancha llevada por el mar hasta 180 m en tierra firme

**Oleaje**

El oleaje es un movimiento oscilatorio montado sobre la superficie del mar que tiene cierto alcance tierra adentro, dependiendo tanto del nivel del mar como del relieve del terreno en el instante específico. El daño más obvio de este fenómeno es la erosión de la costa; es decir, depósitos de arena en lugares donde no la había y modificación de la morfología de la costa; así como apertura de nuevas bocas o lagunas costeras.

En la figura 2.73 se puede apreciar que la playa perdió grandes cantidades de arena y sufrió erosión debido a la combinación de los fenómenos de oleaje y de la marea de tormenta en la población de Telchac Puerto, Yucatán.



**Figura 2.73 Problema de erosión en playa de Telchac Puerto**

**La población afectada**

El impacto del huracán *Isidore* se sintió en la población de 85 municipios de los 106 que integran el estado de Yucatán, afectando a su paso a 1,058 localidades. Se calcula que la población que recibió alguna afectación asociada con el fenómeno ascendió a casi un millón cuatrocientas mil personas, es decir un 83.7% de la población total del estado para cifras del XII Censo General de Población y Vivienda del año 2000 (1,658,210 habitantes). Gran parte de la población afectada – 64 municipios - son de muy alta marginación. La población damnificada se estima en 500 mil personas el huracán dejó secuelas irreparables en la muerte de tres personas, cuyos decesos estuvieron ligados de alguna manera al paso del huracán (véase la tabla 2.21).

**Tabla 2.21 Población afectada**

Muertos	Población Damnificada	Población Afectada
3	500,000	1,388,000

Fuente: Dirección Estatal de Protección Civil de Yucatán y la Delegación Estatal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT.

### **Acciones para atender la emergencia**

Desde el 21 de septiembre, fecha en que el Gobierno Federal decretara alerta máxima por la llegada del huracán, las autoridades estatales junto con el ejército evacuaron a unas 70 mil personas, principalmente de 12 municipios de la costa de Yucatán, y de manera inmediata desalojó a unas 12 mil de ellas de los municipios de El Cuyo, Dzilam de Bravo, San Felipe y Río Lagartos.

En el momento máximo de la emergencia, el día 22 de septiembre, se albergaron aproximadamente a 15,410 personas en poco más de 38 refugios temporales. Poco después de los días más críticos del efecto del huracán, se encomendó a la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) hacerse cargo de coordinar las acciones para mitigar los efectos ocasionados por el fenómeno en los distintos ámbitos.

Prestaron asistencia a la población damnificada diferentes instancias federales, estatales, organizaciones no gubernamentales, y gobiernos extranjeros. Durante la etapa de emergencia se canalizaron alrededor de 100 millones de pesos de recursos públicos y 65 millones que aportaron diversos sectores de la sociedad. Se distribuyeron más de 1 millón de despensas, 638 844 litros de agua, 75 550 cobertores, y 90 toneladas de apoyos diversos (véase la tabla 2.22).

**Tabla 2.22 Ayuda humanitaria durante la emergencia**

<b>Ayuda</b>	<b>Cantidad</b>
Número de despensas entregadas	1,053,046
Litros de agua potable entregados	638,844
Kilogramos de harina de maíz entregada	167,290
Cobertores	77,550
Colchones	28,652
Láminas de cartón (fardos)	107,675

Fuente: Secretaría de Desarrollo Social del estado de Yucatán.

### **Evaluación de daños: Apreciación de conjunto**

Las pérdidas económicas que generó el fenómeno se estiman en 6,535 millones de pesos, de los cuales más del 85% (5,558.7 millones de pesos) correspondieron a destrucción de acervos, mientras que el restante 15% (976.6 millones de pesos) a pérdidas en la producción de bienes y servicios, así como otras afectaciones. Sufrieron daños hoteles de lujo, residencias veraniegas, viviendas modestas, actividad ganadera, industrial y pesquera, tramos carreteros e infinidad de postes y equipo eléctrico. Las pérdidas fueron de tal magnitud que ascendieron nada menos que al 8.7% del producto interno bruto que generó la entidad para el año 2000, el cual ascendió a 75 mil millones de pesos actuales (véase tabla 2.23).

**Tabla 2.23 Resumen de daños totales  
(Miles de pesos)**

<b>Sector / Concepto</b>	<b>Daños Directos</b>	<b>Daños Indirectos</b>	<b>Total</b>	<b>Porcentaje del total</b>
Agricultura		532,876.0	532,876.1	8.2
Ganadería	1,130,000.0		1,130,000.0	17.3
Pesca	7,000.0		7,000.0	0.1
Industria, comercio y servicios	1,655,000.0	638,000.0	2,293,000.0	35.1
Micro y pequeña	734,800.0	283,300.0	1,018,100.0	15.5
Medianas y grandes	920,200.0	354,700.0	1,274,900.0	19.6
Vivienda	1,357,524.5	143,720.0	1,501,244.5	23.0
Escuelas	134,429.8	27,449.2	161,879.0	2.5
Hospitales y centros de salud	37,760.7	49,577.2	87,337.9	1.3
Comunicaciones y transportes	206,448.8	30,000.0	236,448.8	3.6
Agua potable	41,238.3		41,238.3	0.6
Suministro de electricidad	296,798.0		296,798.0	4.5
Impacto ecológico	62,540.7	20,000.0	82,540.7	1.3
Costo de la emergencia		165,000.0	165,000.0	2.5
<b>Total General de Daños</b>	<b>5,558,740.8</b>	<b>976,622.4</b>	<b>6,535,363.2</b>	<b>100.0</b>

Nota: Las cifras contenidas en este cuadro recogen tanto datos proporcionados por las entidades oficiales como cálculos propios realizados por los autores con base en diversas informaciones recabadas en el estado.

Los sectores que sufrieron mayores pérdidas fueron la industria manufacturera, la vivienda, la ganadería y la agricultura. El sector industrial y comercial fue afectado en sus instalaciones, básicamente en las techumbres, en sus existencias, y también por interrupción de la actividad durante un lapso, que para la mayor parte de los establecimientos fue inferior a 10 días. En materia agropecuaria se perdieron las cuatro quintas partes de la cosecha de maíz esperada y una importante parte de cultivos perennes de exportación. En la ganadería se perdieron más de ocho millones de aves contenidas en las granjas avícolas que resultaron en su mayoría con destrucción total; además de una importante cantidad de cabezas de ganado porcícola muertas, y una afectación aguda en la producción apícola.

Frente a los hechos, el Gobierno del Estado emprendió las acciones necesarias para mitigar los efectos del huracán, en primera instancia para atender la emergencia y luego para acceder a los recursos del FONDEN para la fase de rehabilitación y reconstrucción. La declaratoria de zona de desastre fue publicada el 4 de octubre, y con ello se inició el mecanismo para la asignación y canalización de recursos de dicho fondo.

En la tabla 2.24 se presenta la evaluación de daños a cargo del FONDEN, y el origen de los recursos.

**Tabla 2.24 Evaluación de daños a cargo del comité sectorial del FONDEN (Miles de pesos)**

Sectores	Recursos		Total
	Federal	Estatal	
Agricultura	35,000.0	15,000.0	50,000.0
Vivienda	840,000.0	360,000.0	1,200,000.0
Salud	24,400.0	0.0	24,400.0
Educación pública	135,000.0	0.0	135,000.0
Comunicaciones y transportes	172,800.0	33,500.0	206,300.0
Agua potable	22,400.0	18,800.0	41,200.0
Medio ambiente	85,500.0	3,800.0	89,300.0
<b>Totales</b>	<b>1'315,100.0</b>	<b>431,100.0</b>	<b>1'746,200.0</b>

Fuente: Secretaría de Gobernación. Coordinación General de Protección Civil.

## Sectores Sociales

### a) Vivienda y asentamientos humanos

Los daños en el sector vivienda y en los asentamientos humanos resultaron ser de magnitud considerable y uno de los de mayor incidencia en el recuento de los daños ocasionados por el huracán. De acuerdo con cifras de la Secretaría de Desarrollo Social, el total de vivienda con distintos grados de afectación suma las 85,500 viviendas, es decir un 23% del total de viviendas que existen en el estado que asciende a 371,242, con un monto estimado de daños de más de 1,378 millones 611 mil pesos.

Del total de viviendas, el 15.6% presentó daños menores, con daños parciales el 47.3%, mientras que el restante 37.1% experimentó pérdida total (véase tabla 2.25).

**Tabla 2.25 Monto estimado de daños en la vivienda popular**

Tipo de daño	Número de viviendas	Porcentaje de vivienda, según daños	Monto estimado de daños (miles de pesos)
Daños menores	13,050.0	15.6	42,543.0
Daños parciales	39,460.0	47.3	370,529.4
Daños totales	30,990.0	37.1	929,452.1
<b>Totales</b>	<b>83,500.0</b>	<b>100.0</b>	<b>1'342,524.5</b>

Fuente: Secretaría de Desarrollo Social del estado de Yucatán.

Las evaluaciones hechas por la Secretaría de Desarrollo Social, no toman en cuenta las afectaciones a viviendas de clase media o alta, un porcentaje de las cuales resultó también seriamente afectado, especialmente aquellas que se encontraban situadas a lo largo de la costa, como en el caso de la localidad de Dzilán de Bravo y Telchac Puerto.

*Grosso modo* se calcula que unas 250 casas de este tipo tuvieron daños considerables, cuyo costo de reparación se estimaron en el terreno, en promedio por cada una de ellas, en aproximadamente 60 mil pesos. Consecuentemente, el monto estimado de afectaciones por este concepto ascendió a 15 millones de pesos que, agregado al monto de los daños que contabiliza SEDESOL da un total aproximado de 1,357 millones pesos.

A lo anterior se agregó la pérdida por destrucción de enseres domésticos en aquellas viviendas con destrucción total. Se estiman estas pérdidas en aproximadamente 93 millones (alrededor de 3 mil pesos por vivienda, cifra modesta pero que corresponde al tipo de vivienda que se destruyó). Finalmente, el programa de empleo temporal que se aplicó para la reparación de las viviendas afectadas (PET) tuvo un costo estimado de 50 millones de pesos con lo cual la cifra consolidada de efectos sobre el sector vivienda se elevó a algo más que 1,501 millones de pesos.

## **b) Salud**

El sector salud sufrió daños en la infraestructura de algunas instalaciones a consecuencia del huracán. Además llevó a cabo una serie de acciones para abastecer a la población con servicios médicos, vigilancia epidemiológica, y una vasta red de atención sanitaria. La Secretaría de Salud actuó coordinadamente con el IMSS, ISSSTE, DIF, SEDENA y CNA.

El monto de los daños, tanto en la infraestructura de las instituciones, así como en los diferentes equipos y utensilios médicos, ascendió a más de 37 millones 760 mil pesos correspondientes a 69 unidades medidas dañadas y a tres hospitales de segundo nivel. De este monto poco más del 40%, es decir más de 15 millones de pesos, corresponden al hospital O'Horan, el cual quedó seriamente dañado tanto en su infraestructura como en los equipos; en este hospital las áreas más afectadas fueron las de quirófanos y de terapia intensiva (véase tabla 2.26).

**Tabla 2.26 Monto del daño a la infraestructura de salud en Yucatán**

Edificio	Monto del daño
Hospital O'Horan	15,244.8
Obra civil	10,704.2
Equipo médico	4,540.6
Hospital Psiquiátrico	1,033.5
Centro Dermatológico	804.4
Centros de Salud	4,691.8
Obra civil	4,509.3
Equipo médico	182.5
IMSS Oportunidades	3,322.2
IMSS Régimen Ordinario	12,664.0
<b>Total</b>	<b>37,760.7</b>

Fuente: Secretaría de Salud del estado de Yucatán.

Las unidades de Instituto Mexicano de Seguridad Social (IMSS) tuvieron daños por un monto de 12 millones 664 mil pesos, mientras que los Centros de Salud reportaron afectaciones, en su mayoría en infraestructura, por 4 millones 600 mil pesos, entre las más importantes.

En cuanto a los servicios adicionales prestados a raíz del desastre, destacan los siguientes:

- Se atendió a más de 1 millón 428 mil personas, otorgándose más de 74,633 consultas;
- Se llevó a cabo vigilancia epidemiológica en más de 57,606 casas, todo lo cual demandó una inyección de recursos no previstos de parte de los sistemas de salud para hacer frente a la emergencia.

Se calcula que el monto de los recursos propios destinados por la Secretaría de Salud para estas labores superó los 9 millones y medio de pesos tanto para la compra de insumos tales como vacunas, insecticidas, como para el pago de trabajo temporal.

También se obtuvieron recursos del Fondo Nacional de Desastres (FONDEN) para atender a la población. El monto de dichos recursos fue de poco más de 40 millones de pesos, de los cuales más del 50% correspondió a gastos en medicamentos del cuadro básico emergente, el restante porcentaje correspondió a material de curación, insecticidas, pastillas potabilizadoras, entre otros insumos.

En la tabla 2.27 se puede ver el desglose del monto de los recursos aportados por la Secretaría de Salud para hacer frente a los daños ocasionados a la población. Al agregar a ellos los recursos del FONDEN se llega a un gran total de casi 50 millones de pesos como efectos indirectos del huracán *Isidore* en el sector salud.

**Tabla 2.27 Monto estimado de gastos del sistema de salud en Yucatán por tipo de recurso (Miles de pesos)**

Rubro	Monto de la Inversión
<b>Inversión en salud con recursos de la SSA</b>	
Programa de empleo temporal	2,500.0
Suero vida oral	80.0
Insecticidas	3,135.1
Vacunas	1,866.6
Apoyos del personal federal	1,980.0
Subtotal	9,561.7
<b>Inversión en salud con recursos del FONDEN</b>	
Medicamentos del cuadro básico emergente	21,921.2
Material de curación (primeros auxilios)	8,330.0
Insecticidas	4,629.1
Larvicida	532.7
Cal	189.4
Pastillas potabilizadoras	4,413.0
Subtotal	40,015.5
<b>Total</b>	<b>49,577.2</b>

Fuente: Secretaría de Salud del estado de Yucatán.

Al agregar a este monto los daños en infraestructura de los centros de salud y equipo médico antes referidos, se llega a un monto total de erogaciones del sector salud de aproximadamente 87 millones pesos.

### **c) Educación, instalaciones deportivas y patrimonio cultural**

Las afectaciones al sector educativo fueron fundamentalmente daños a la infraestructura de los centros escolares, la inhabilitación o destrucción de equipos y daños a sitios históricos y culturales. Se afectó un total de 2,631 planteles de los cuales el 26.1% resultó con daños severos o muy severos mientras que el restante 73.9% tuvo daños intermedios y menores.

El monto de los recursos necesarios para reestablecer la infraestructura educativa, según cifras de la propia Secretaría de Educación Pública del estado se calcula en 134.4 millones de pesos. En la tabla 2.28 se muestra el total de recursos solicitados para la mitigación de daños en la infraestructura y equipamiento educativo, así como en la reparación de los sitios arqueológicos y culturales.

**Tabla 2.28 Monto de recursos para la mitigación de daños en el sector educativo y cultural (Miles de pesos)**

Conceptos	Proyectos	Monto		Total
		Federal	Estatal	
Infraestructura	772	90,843.1	-	90,843.1
Equipamiento	346	6,861.1	561.4	7,422.4
INAH Sitios históricos y culturales	39	22,376.6	9,872.2	32,248.8
Gastos de operación		3,602.4	313.0	3,915.4
<b>Totales</b>	<b>1,157</b>	<b>123,683.3</b>	<b>10,746.5</b>	<b>134,429.8</b>

Fuente: Secretaría de Educación Pública del estado de Yucatán.

Para reestablecer los daños a los sitios históricos y culturales, afortunadamente en el caso de los sitios arqueológicos no fueron considerables, se destinaron 32.2 millones de pesos, los cuales se destinarán en su mayoría a programas de empleo temporal para limpieza, remoción de escombros y actividades de reparación y conservación.

En la tabla 2.29 se muestra el monto del apoyo recibido en materia escolar por tipo de apoyo y el monto calculado de los gastos en que se incurrieron.

**Tabla 2.29 Monto del apoyo en materia de educación (Miles de pesos)**

Descripción	Monto
Entrega de 605 mil libros de texto para reponer los dañados	18,150.0
Entrega de 34,595 paquetes escolares adicionales a los 79,405 del PAREIB para reponer los útiles escolares perdidos	1,618.7
Se han recibido:	
1 Millón de Lápices	700.0
500,000 Sacapuntas	300.0
400,000 Cuadernos	193.6
3,500 Mochilas	350.0
Incremento de 6 millones 136 mil 957 pesos para infraestructura dentro del PAREIB <sup>1</sup> para que el ICEMAREY <sup>2</sup> construya nuevos espacios educativos.	6,137.0
<b>Totales</b>	<b>27,449.2</b>

1/ Programa para Abatir el Rezago Educativo en educación Inicial y Básica.

2/ Instituto para la Construcción, Equipamiento, Mantenimiento y Rehabilitación de Escuelas del estado de Yucatán.

Fuente: Secretaría de Educación Pública del estado de Yucatán.

En resumen, si se agregan los recursos presupuestados para la mitigación de daños en la infraestructura escolar y de edificios históricos, así como el monto de los apoyos recibidos en materia de educación el total de recursos adicionales para el sector educativo como consecuencia del desastre ascendió a 161.9 millones de pesos.

### **Sectores productivos**

#### **a) Agropecuario y pesca**

El sector agropecuario sufrió pérdidas considerables. Las mayores se registraron en la agricultura en el caso del maíz, hortalizas, frutales, y cítricos; en el sector ganadero se presentaron particularmente en las existencias de ganado porcícola, en las de aves y en la apicultura, mientras que en la pesca hubo daños moderados en la flota pesquera, principalmente en su infraestructura.

En el caso de la agricultura, fueron afectadas un total de 164,100 hectáreas, de las cuales poco más del 65% correspondieron a hectáreas sembradas de maíz. Es en este cultivo donde se tuvieron las mayores

pérdidas (más del 82.6% de la producción de maíz para el ciclo vigente al ocurrir el fenómeno tuvo pérdida total). Se dejaron de cosechar 102,000 toneladas de maíz, por un monto estimado de 114 millones 750 mil pesos.

Los cultivos de hortalizas tuvieron afectaciones con pérdida total en 2,083 hectáreas, con un monto aproximado de 46 millones de pesos. Uno de los cultivos tradicionales en el estado que también presentó daños fue le henequén donde 37,623 hectáreas fueron siniestradas, lo que se tradujo en pérdidas de 150 millones 500 mil pesos.

Los cultivos de cítricos y frutales, uno de los más trascendentes en la agricultura de la entidad, fueron afectados en un área de 14,500 hectáreas, donde el 23.4% de la producción anual se perdió a causa del fenómeno, lo que representó unas 55,000 toneladas de cítricos perdidos, por un monto estimado de un poco más de 39 millones y medio de pesos.

Una de las mayores afectaciones a la agricultura, después de la del maíz, ocurrió en los cultivos de frutales perennes, es especial los de papaya Maradol, cultivo que principalmente se dirige a mercados de exportación, donde se tuvo una pérdida total en 1,804 hectáreas significando alrededor de 130 millones de pesos.

Además de los daños directos a los cultivos, también se registraron severas afectaciones a la infraestructura, específicamente a 58 módulos de invernaderos donde se cultivaban productos de exportación en especial tomate “Cherry”, donde la pérdida se calcula en alrededor de 52 millones 200 mil pesos.

**Tabla 2.30 Monto de daños en el sector agrícola en Yucatán  
(Miles de pesos)**

Cultivo	Superficie siniestrada (ha)	Porcentaje de la producción pérdida	Monto estimado de daños
Maíz	108,100	82.64	114,750
Hortalizas	2,083	-	45,826
Cítricos y frutales	14,500	23.40	39,600
Frutales perennes *	1,804	-	130,000
Henequén	37,623	-	150,500
Otros daños			
Invernaderos: 58 módulos con daño total de cultivos de exportación (tomate “cherry”)			52,200
<b>Total</b>			<b>532,876</b>

Fuente Secretaría de Desarrollo Rural y Pesca del estado de Yucatán

En la tabla 2.30 se observa que el monto total de daños del sector agrícola es de cerca de 533 millones de pesos.

El sector ganadero presentó los mayores daños dentro de toda la actividad primaria del estado. Como se dijo anteriormente, los subsectores más siniestrados fueron el avícola, el porcícola y la apicultura.

El huracán dejó a su paso la muerte de 8 millones de pollos, y con ello la pérdida de 750 naves en un total de 247 granjas con este tipo de explotación. Esto dio como resultado un estimado de daños en el sector avícola de aproximadamente 392 millones de pesos, lo que representa poco más de 34% de los daños totales en el sector ganadero.

Otro de los sectores que registraron pérdidas cuantiosas en sus existencias y en la infraestructura anexa a la actividad fue el porcícola, donde alrededor de 301 granjas presentaron daños severos, y donde se registró la muerte de 42 mil 200 cabezas con un monto estimado de 334 millones de pesos (casi un 30% de las pérdidas totales del sector pecuario).

La explotación de ganado bovino cuyas existencias predominan en la masa ganadera del estado, no presentó daños considerables ya que sólo se registraron daños en la infraestructura de 7 mil ranchos por un valor estimado de 150 millones de pesos.

Por último en lo que respecta a la apicultura se perdieron alrededor de 140 mil colmenas, con un valor de producción que se estima en 170 millones de pesos, a los que cabe sumar el valor de la destrucción de dichas colmenas por un monto de 84 millones de pesos, lo que en conjunto representa 254 millones de pesos en pérdidas en el sector apícola.

En la tabla 2.31 se presenta la relación total de daños en el sector pecuario y el monto estimado de las pérdidas que en conjunto ascendieron a aproximadamente 1,130 millones de pesos.

**Tabla 2.31 Monto estimado de daños en el sector pecuario en Yucatán  
(Miles de pesos)**

Sector	Dato	Monto estimado de daños
Avicultura		
Aves muertas (cabezas)	8,000,000	
Naves con daños en infraestructura	750	392,000
Porcicultura		
Ganado porcino muertas (cabezas)	42,200	
Granjas con daños fuertes	301	334,000
Ganadería		
Ranchos con daños severos en infraestructura	7,000	150,000
Apicultura		
Colmenas dañadas	140,000	
Daño en colmenas		84,000
Daño en producción		170,000
	<b>Total</b>	<b>1,130,000</b>

Fuente Secretaría de Desarrollo Rural y Pesca del estado de Yucatán

Por último, los daños en el sector pesquero fueron menos significativos, ya que se calculan en 7 millones de pesos, donde las afectaciones van desde daños parciales y totales en las embarcaciones ribereñas que operan principalmente en la costa que va de Progreso a Dzilan de Bravo hasta afectaciones en las embarcaciones de altura, motores dañados, e inclusive la pérdida en un 50% de una planta procesadora de pescado.

#### **b) Industria, comercio, servicio y turismo**

Las afectaciones registradas en el sector de la industria, el comercio y los servicios tuvo una elevada incidencia en los daños totales ocasionados por el paso del huracán.

Según cifras del gobierno del estado de Yucatán proporcionadas por la Asociación de Directivos de Aseguradoras del Sureste, se calcula que los daños totales al conjunto de este sector ascienden aproximadamente a 2,285 millones de pesos de los cuales un 55.6% del monto de daños se registro en empresas medianas y grandes, y un 44.4% en empresas micro y pequeñas. En la tabla 2.32 se puede observar el desglose de los daños por tipo de empresa.

**Tabla 2.32 Monto de afectaciones en el sector industrial, comercial y de servicios (Miles de pesos)**

Tipo de empresa	Número	Monto de daño	Estructura porcentual del monto
Micro y pequeña	1,295	1,015,000	44.4
Medianas y grandes	174	1,270,000	55.6
<b>Total</b>	<b>1,469</b>	<b>2,285,000</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Gobierno del estado de Yucatán.

Por otra parte, las afectaciones a las empresas tanto industriales como comerciales fueron de distinta índole. Aproximadamente entre un 85 y 90 por ciento tuvieron afectaciones de tipo parcial; a dos semanas del paso del huracán solo un 10% de las empresas se encontraban sin operación. La mayoría de las afectaciones fueron daños a los techos y, en menor medida a la estructura de los edificios. En este caso se reportaron un 59% del total de las empresas, un 17% reportó daños en la materia primara en uso o almacenada, un 21% daños en la maquinaria, mientras que un 12% reportó daño a los productos terminados. Sólo un 8% tuvo afectaciones en bardas.

Es probable que estas cifras presenten algún grado de sobreestimación. Esta afirmación se basa en tres factores: 1) Es bien sabido que sólo una pequeña proporción de las actividades de las micro y pequeñas empresas se halla asegurada (en otras palabras parece algo exagerada la cifra de cerca de 1,300 empresas de este tipo aseguradas según reporta la mencionada Asociación), 2) Si se compara el monto total de daños reportados antes referido con las cifras actualizadas del censo industrial y comercial del estado de Yucatán de 1998, significaría que el huracán dañó el 30% del total de activos de toda las empresas censadas en el estado, situación que también resulta difícil de creer. Aunado a lo anterior, la COPARMEX del estado de Yucatán realizó vía correo un censo de las afectaciones entre sus asociados. Al momento en que la misión del CENAPRED visitó el estado se habían recibido respuestas que implicaban un monto de daños por sólo 228.3 millones pesos en 93 empresas. Debe tomarse en cuenta, sin embargo, que una proporción relativamente baja de los establecimientos se encuentra asociada a dicha Confederación. 3) Finalmente la misión estimó, basándose en cifras censales actualizadas, en 630 millones de pesos el lucro cesante del conjunto de estos sectores, es decir el monto monetario de la paralización productiva de las empresas - estimada, en promedio, de 10 días- por efectos del huracán. Dado que las aseguradoras aparentemente no calcularon daños por este concepto, se estimó finalmente que de incluirse estas pérdidas quizás se podría compensar la sobreestimación en la destrucción de activos de las cifras antes referidas. Por todo lo anterior, se decidió adoptar finalmente las cifras relativas a las pérdidas proporcionadas por la Asociación, en el entendido que ellas incluirían también el lucro cesante.

Además de las afectaciones directas a la infraestructura, activos y productos de las empresas, el empleo fue otro sector seriamente afectado. En total 23,501 empleos se perdieron a consecuencia del fenómeno, de los cuales 19,200 correspondieron al sector agroindustrial y 4,301 a industrias maquiladoras.

En lo que se refiere al turismo, se tuvieron afectaciones menores en sitios arqueológicos. A consecuencia del fenómeno se redujo temporalmente el flujo turístico al estado. Para estimularlo, el gobierno estatal programó una inversión de 8 millones de pesos (3 millones a campañas publicitarias en televisión a fin de reposicionar la imagen de la entidad en los medios y 5 millones para mejorar la imagen urbana de la ciudad). Este costo adicional para el estado se consideró como un costo indirecto generado por el fenómeno.

### **Infraestructura**

#### **a) Electricidad**

En el caso del sector eléctrico, una de las primeras medidas preventivas fue la suspensión de la corriente eléctrica para evitar incendios y accidentes el mismo día en que el huracán entró al estado de Yucatán. Dicha medida se prolongó posteriormente debido a los daños que el meteoro causó a la infraestructura eléctrica. La falta de electricidad afectó la actividad doméstica y los servicios públicos.

El recuento de daños al sector eléctrico arrojó un total de 8,352 postes destruidos y 4,414 que perdieron su verticalidad. Se afectó también a 850 transformadores de distribución. Para efectuar las reparaciones, hubo de emplearse, a un total de 2,582 trabajadores, hacer uso de 193 grúas, 566 vehículos, 4 helicópteros y 158 plantas móviles.

En la tabla 2.33 se puede observar el monto total de daños referente al sector eléctrico, que ascendió a alrededor de los 300 millones de pesos, así como las acciones realizadas para reestablecer la infraestructura eléctrica.

**Tabla 2.33 Daños generales ocasionados por el huracán Isidore en la infraestructura eléctrica de Yucatán (Miles de pesos) y acciones realizadas para su restablecimiento**

Daños directos	No.	Costo x unidad / km	Total
Número de postes destruidos	8,352	3	25,056
Número de postes que perdieron su verticalidad	4,414	3	13,242
Número de transformadores de distribución dañados	850	70	59,500
Torres de transmisión	9	1,000	9,000
Líneas de conducción	1000	190	190,000
	<b>Total</b>		<b>296,798</b>
<b>Acciones indirectas</b>			
Fuerza de trabajo (Número de Personas)			2,582
Equipo de trabajo			
Grúas			193
Vehículos			566
Helicópteros			4
Plantas móviles			158

Fuente: Gobierno del estado de Yucatán.

## b) Agua Potable

La estructura que soporta el servicio de distribución de agua potable se vio seriamente dañada, afectándose principalmente las instalaciones eléctricas que permiten su operación y los equipos que la mantienen en funcionamiento. La contaminación y saturación de los pozos, así como la destrucción de tubería en la red de distribución fueron problemas que también se tuvieron que atender.

El estado cuenta con 430 sistemas de agua potable, pero solo 19 reportaron daños: 14 fueron en infraestructura. No obstante, 85% de los sistemas municipales continuaron prestando el servicio. De forma colateral, la falta de energía eléctrica afectó a 4 sistemas, los cuales se vieron averiados por la acumulación de agua. Asimismo, 44 unidades de riego de las 146 de la infraestructura hidroagrícola, fallaron por falta de luz.

El cálculo del costo por el daño a la infraestructura del sistema de agua potable fue de 41.3 millones de pesos, de los cuales 8 millones 689 mil 200 se refieren a la infraestructura agrícola y obras de protección. Entre estas últimas destacan la rehabilitación de transformadores, cortacircuitos y aparta-rayos; el aplomado de postes, el tensado de líneas de alta tensión y la readaptación de casetas de protección en las unidades de riego.

Adicionalmente se repararon vías de comunicación, se rehabilitaron o repusieron motores y desazolvieron y se limpiaron pozos. En acciones similares en las zonas urbanas, se aplicaron 28 millones 984 mil pesos. En las zonas rurales el costo se calculó en 3'565,100 pesos (véase tabla 2.34).

**Tabla 2.34 Monto de la Reparación de los Daños en la Infraestructura del Sistema de Agua Potable por Tipo de Acción (Miles de pesos)**

	FONDEN		Total
	Federal	Estatal	
Infraestructura agrícola y obras de protección	8,689.2		8,689.2
Rehabilitación de transformadores, cortacircuitos, apartarrayos, aplomado de postes, tensado de líneas de alta tensión y reparación de casetas de protección en 45 unidades de riego de un total de 146. Distrito de riego 048. Ticul	1,064.6		
Reposición de revestimiento en 60 km y tramos de terraplén en caminos de terracería del distrito temporal tecnificado 024, sur del estado	2,483.7		
Desazolve y limpieza de 66 km de drenes dispersos del área de influencia del DTT 024, sur del estado.	3,055,500		
Daño en 28 estructuras de drenes en el DTT 024, sur del estado	160,200		
Rehabilitación y/o reposición de motores eléctricos, desazolve y limpieza de pozos en 21 unidades de riego del DTT 024, sur del estado	1,925,200		
Zonas urbanas	12,290,200	16,693,800	28,984,000
Reposición y/o rehabilitación de subestaciones y acometidas eléctricas, motores, arrancadores y desazolve de pozos en 14 municipios	506,000	759,000	1,265,000
Desazolve, limpieza de pozos y rehabilitación de las lagunas de estabilización en el municipio de Mérida	8,301,300	12,452,000	20,753,300
Desazolve y limpieza de pozos y reposición de tubería en la red de distribución, instalaciones y equipo.	3,482,800	3,482,800	6,965,600
Zonas rurales	1,426,100.00	2,139,000.00	3,565,100.00
Reposición y/o rehabilitación de subestaciones, motores, arrancadores, dosificadores de cloro, casetas, cercas, acometidas, redes de distribución y desazolve de pozos en 12 municipios.	186.8	280.2	467
Reposición y/o rehabilitación de subestaciones, motores, arrancadores, dosificadores de cloro, casetas, cercas, acometidas, redes de distribución y desazolve de pozos en comisarías de Mérida.	36.8	55.1	91.9
Red eléctrica rural del municipio de Mérida	67.5	101.2	168.7
Desazolve y limpieza de pozos, reconstrucción de instalación eléctrica y equipo base en 18 municipios.	1,135	1,702.5	2,837.5
<b>Totales</b>	<b>22,405.5</b>	<b>18,832.8</b>	<b>41,238.3</b>

Fuente Gobierno del estado de Yucatán.

### c) Comunicaciones

La infraestructura de comunicaciones se vio afectada en 813.2 kilómetros de carreteras, 430.60 de la red estatal y 382.71 de la red federal. Su reparación demandó una inversión de 206.4 millones de pesos de los cuales el FONDEN aportó 172.8 millones de pesos y el gobierno estatal 33 millones 600 mil 15 pesos (véase tabla 2.35).

La obra a contrato Chicxulub Puerto - Telchac Puerto fue cortada en cuatro puntos, tres de los cuales se repararon el 25 de septiembre. El último no había sido posible repararlo aún cuando visitó la zona el grupo del CENAPRED, en virtud de que era utilizado para sacar las embarcaciones que el huracán arrojó al otro lado de la carretera y es el canal de regreso de las aguas al mar.

Adicionalmente se han reportado daños en la ampliación y modernización del tramo carretero Mérida-Kantunil. El día 22 se presentaron inundaciones de la carpeta asfáltica en los km 8+500 y 1+800 y en los bancos de materiales, así como “encharcamientos” en diversas zonas de los trabajos de ampliación.

**Tabla 2.35 Longitud y Aportaciones a los Daños de la Infraestructura de Comunicaciones por tipo (en miles de pesos)**

Tipo	Longitud (km)	Aportaciones		
		FONDEN	Estatal	Total
Red estatal	430.60	33,600.15	33,600.15	67,200.30
Red federal	382.71	45,227.59		45,227.59
Portuaria	NA	94,020.89		94,020.89
<b>Total</b>	<b>813.31</b>	<b>172,848.63</b>	<b>33,600.15</b>	<b>206,448.78</b>

Fuente Gobierno del estado de Yucatán.

Acciones realizadas en la red federal por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

1. Retiro de obstáculos de superficie de rodamiento depositados en el derecho de vía:
  - árboles y ramas 3,600 piezas
  - señalamiento elevado 105 piezas
  - señalamiento bajo 2,000 piezas
2. Relleno de socavación del camino ramal a Yucalpetén, 574 m<sup>3</sup>
3. Perforación de dos pozos en el poblado de Yotholin para reducir el nivel de agua
4. Bache superficial asfáltico: 120 m<sup>3</sup>.

Se recurrió al programa de empleo temporal para abrir pasos provisionales en caminos (del 24 de septiembre a octubre se cubrieron 65 municipios). Así, se emplearon a 1,660 personas en trabajos en 1,220 km de las redes federales y estatales y en 83 caminos con una inversión de 1'580,000.00.

La Secretaría de Desarrollo Urbano del estado de Yucatán liberó los caminos de obstáculos con diversos equipos de maquinaria pesada de la Dirección de Vías Terrestres, esto se hizo en 257 tramos carreteros, cubriendo una longitud de 2,910 km (71% de la red estatal), con lo que se ha podido comunicar a 95 municipios del estado y sus respectivas comisaría.

### **Medio ambiente**

Los efectos del huracán *Isidore* sobre el medio ambiente se manifestaron en daños a la cubierta vegetal de la entidad, provocando la caída y muerte de miles de árboles, la fractura de ramas y troncos de muchos otros, así como las pérdidas de las copas o la defoliación de muchos más, especialmente en el radio 30 kilómetros de la trayectoria del huracán. Como consecuencia de ello se presume que hubo afectación de fauna silvestre por muerte de numerosos ejemplares de diversas especies. Se calcula que el monto de daños al medio ambiente asciende a 62.5 millones de pesos (véase tabla 2.36).

La magnitud y el carácter de los daños causados sobre la vegetación están relacionados con la velocidad de los vientos y la abundante precipitación que acarrió el fenómeno. En términos generales, las áreas de mayor afectación fueron aquellas donde la velocidad del viento alcanzó sus niveles máximos. Estimaciones preliminares sugieren que el fenómeno afectó de forma muy severa una superficie de más de 1'250,000 hectáreas de vegetación.

Al igual que la vegetación terrestre, los cuerpos de agua de la costa yucateca y las áreas de humedales asociadas a ellas sufrieron severos daños. Las lagunas de Río Lagartos, las Bocas de Dzilám, la Laguna Rosada y las ciénegas de Progreso y de Sisal fueron fuertemente impactadas por la acción de los vientos y las lluvias asociadas, lo cual traerá consigo serias afectaciones a los ecosistemas de estos lugares por cambios en la calidad del agua, principalmente.

Aunado a lo anterior, la aparición de nuevos canales de comunicación de lagunas con el mar por el rompimiento de la barra litoral hace suponer que se presentará una severa modificación en el equilibrio hidrológico existente antes del huracán en estos cuerpos de agua. En particular se han detectado tres aberturas en la barra litoral, altamente significativas en términos del cambio de condiciones ambientales de las lagunas costeras. Estas son las ubicadas en la reserva de Río Lagartos, la de la localidad de Chabihau y la ubicada en Telchac, en la Laguna Rosada.

Las áreas naturales protegidas del estado también sufrieron embates del huracán. De forma directa éste impactó durante su trayectoria las reservas de Río Lagartos, Bocas de Dzilán, Dzibilchaltún, Cuxtal, Yalahau, Hacienda Tibi, El Palmar y Arrecife Alacranes. Además del impacto de los ecosistemas naturales de estas áreas, se tiene registro de numerosos daños en la infraestructura ambiental, como son las estaciones de campo y los campamentos tortugueros.

Asimismo, la delegación federal de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales en Yucatán prevé una inversión de 20 millones de pesos para atender los estragos que generó el huracán. Esta inversión tendría como destino el desazolve de pasos de agua, la remoción de la vegetación caída, limpieza de viveros y en general remoción de todo tipo de escombros, además de rescate de la infraestructura para la protección ambiental y el reestablecimiento del hábitat, los cuales se realizarían con un programa de empleo temporal.

**Tabla 2.36 Programa Emergente de Empleo de la SEMARNAT en Yucatán  
(Miles de pesos)**

Dependencia	Tema	Municipio	Inversión
Reserva de la Biosfera Río Lagartos	Limpieza y desazolve	Tizimin	1,500
		Río Lagartos	2,000
		San Felipe	1,500
		Progreso	2,000
		Ixil	600
Delegación federal	Limpieza y desazolve	Telchac Puerto	600
		Sinanche	600
		Yobain	600
		Dzizantún	600
		Chicxulub Pueblo	800
		Dzemul	800
Comisión Nacional Forestal	Limpieza	Motul	800
		Peto	1,000
		Tahmek	800
		Tixkokob	800
		Acanceh	400
		Cuzama	400
		Dzilam Bravo	1,100
		Dzilam Gonzalez	500
		Hocaba	600
Secretaría de Ecología	Limpieza y desazolve	Homun	600
		Huhi	300
		Humucma	800
		Tekit	300
		<b>Total</b>	<b>20,000</b>

Fuente: Delegación Federal de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Yucatán.

Así el monto total de daños en el medio ambiente sumando el programa de empleo temporal para la mitigación de los daños, asciende a 82.5 millones de pesos.

#### **2.2.2.4 Descripción particular del fenómeno: El caso de Campeche**

Los mayores daños en el estado de Campeche que provocó el huracán *Isidore* se debieron a las inundaciones generadas por las intensas precipitaciones, mientras que las afectaciones por viento fueron mínimas. Por lo que se refiere a marea de tormenta, la información proporcionada por la población del municipio de Campeche indica que ésta alcanzó 3 m.

##### **Precipitación**

De acuerdo con la figura 2.74, las máximas precipitaciones se registraron en la ciudad de Champotón (550 mm), Tekax, Yuc. (500 mm), y Valladolid, Yuc. (300 mm). Lo anterior produjo serias inundaciones en diversos sitios del estado; sin embargo, la zona más afectada fue la parte baja de la cuenca del río Champotón, por la extensión de las inundaciones y en algunas otras localidades, debido a la interrupción de las vías de comunicación.

##### **Viento**

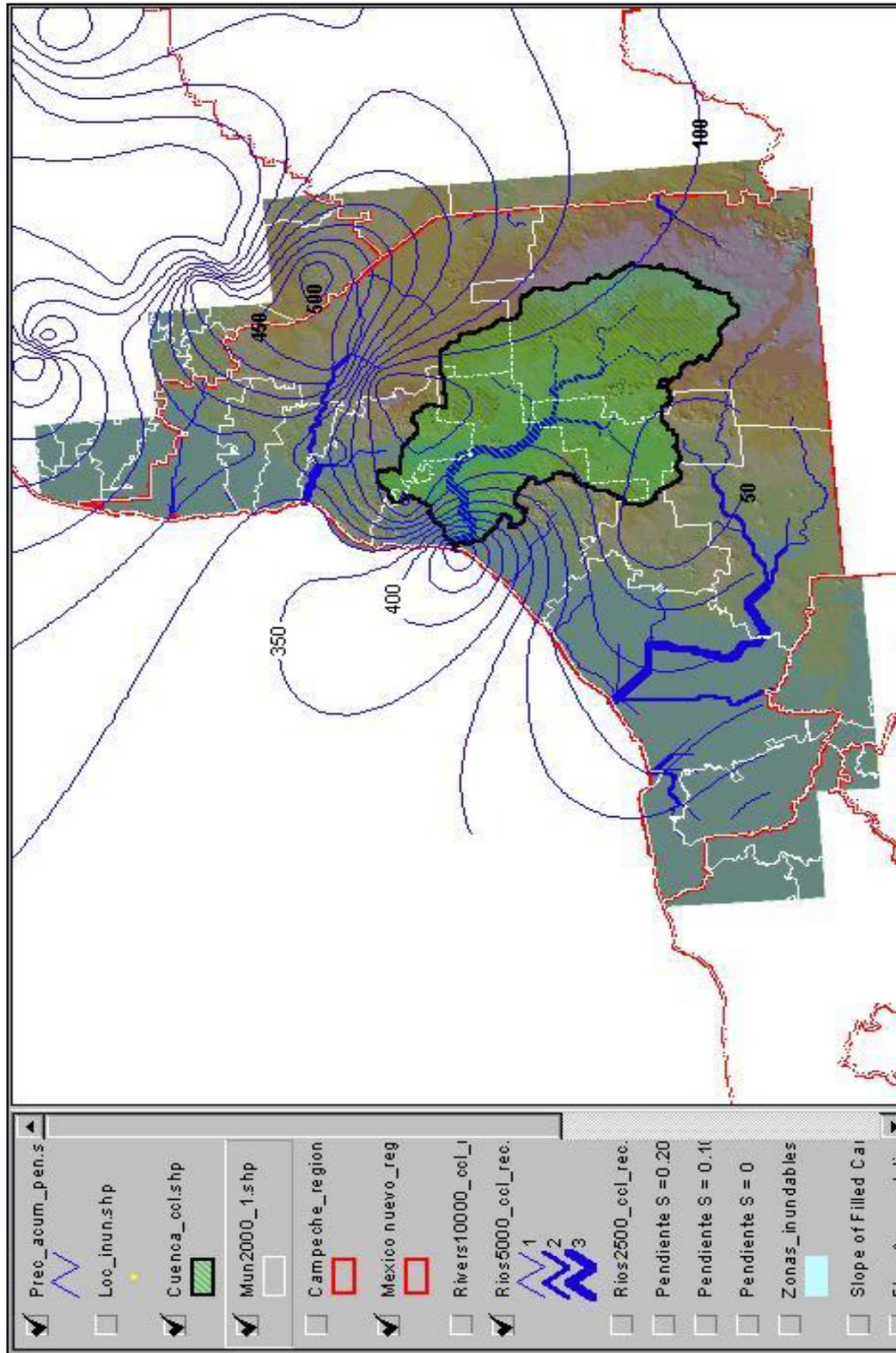
Aunque hubo daños asociados a este efecto en comparación con las inundaciones, éstos fueron mínimos. En efecto, de acuerdo con la figura de isócronas, Campeche no tuvo efectos de vientos huracanados y los correspondientes a 90 km/h actuaron sólo en el noroeste de la entidad, hasta por 18 h. Más significativo fue el efecto de los vientos de tormenta tropical (61 km/h) que se dejó sentir en la parte noroeste, desde el municipio de Champotón hasta Calkini, donde este efecto actuó por 48 h.

##### **Marea de Tormenta**

A este respecto los únicos datos conseguidos se obtuvieron de la Gerencia Estatal de la Comisión Nacional del Agua (CNA), la cual la estimaba en 3 m en el municipio de Campeche. Con esta información se analizó la zona costera, para identificar el área afectada por este fenómeno. De acuerdo con el valor estimado de la marea de tormenta, el resultado se muestra en la figura 2.74

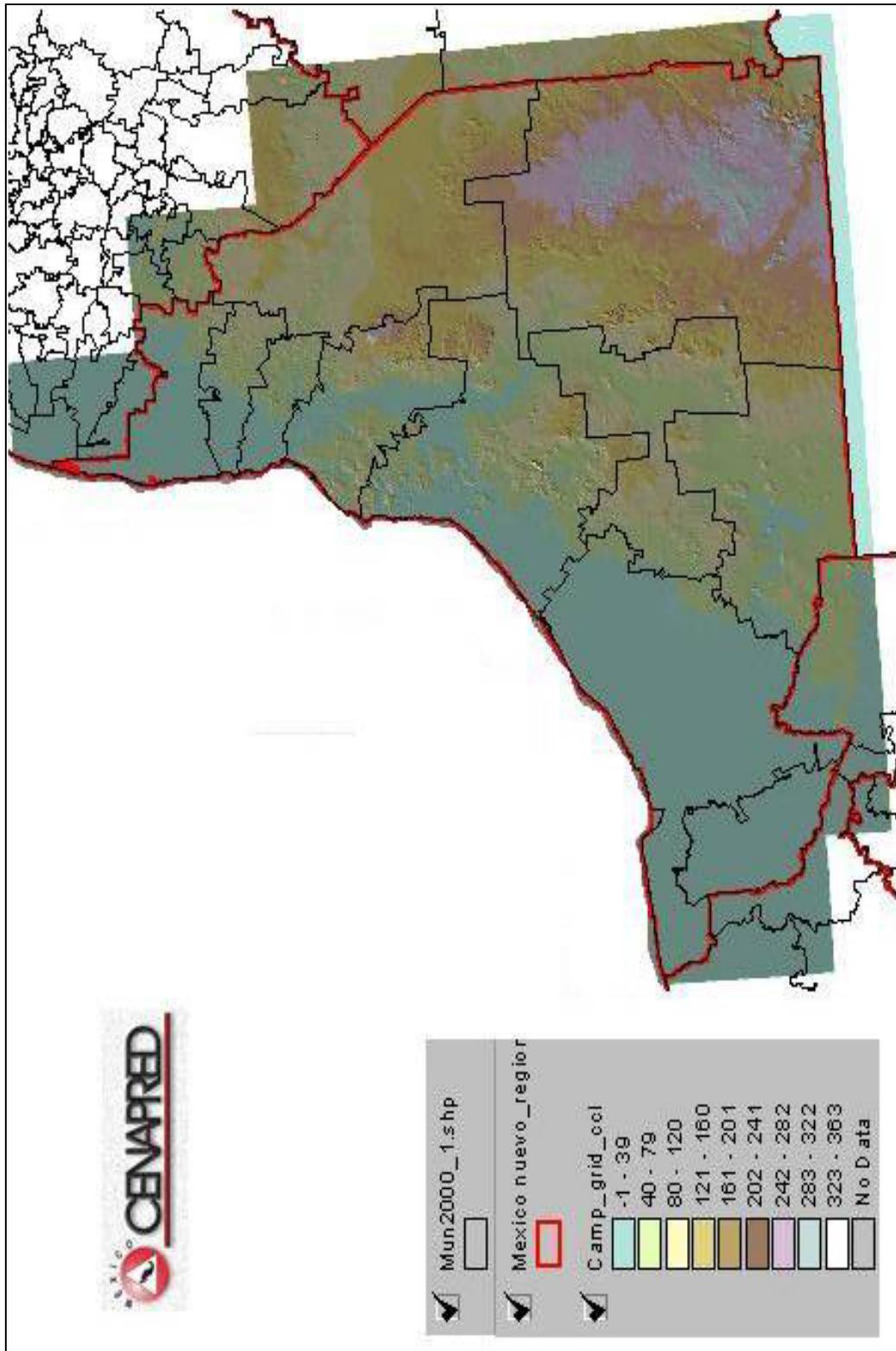
##### **Explicación de los efectos del fenómeno**

Como se mencionó en el sub-capítulo “Medio Físico de la Región”, no existen grandes elevaciones en el estado (figura 2.75), por lo que la topografía puede catalogarse como “plana”. La figura que se muestra a continuación, corresponde al modelo de elevación digital (MED) del estado de Campeche, escala 1:250,000, con celdas de 300 x 300 m (INEGI, 1995).



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2002.

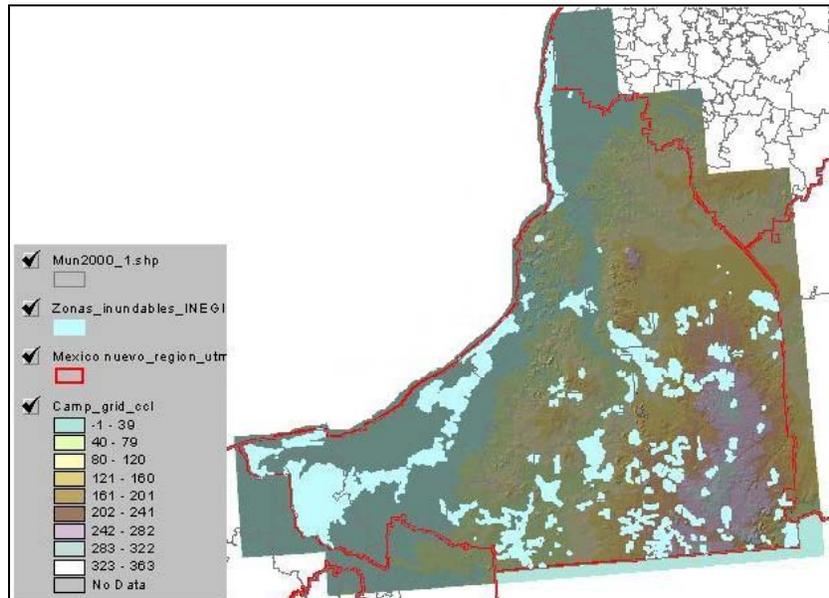
**Figura 2.74** Isoyetas de lluvia acumulada entre el 21 y el 24 de septiembre de 2002 en la cuenca del río Champutón



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1995.

Figura 2.75 Modelo digital del terreno

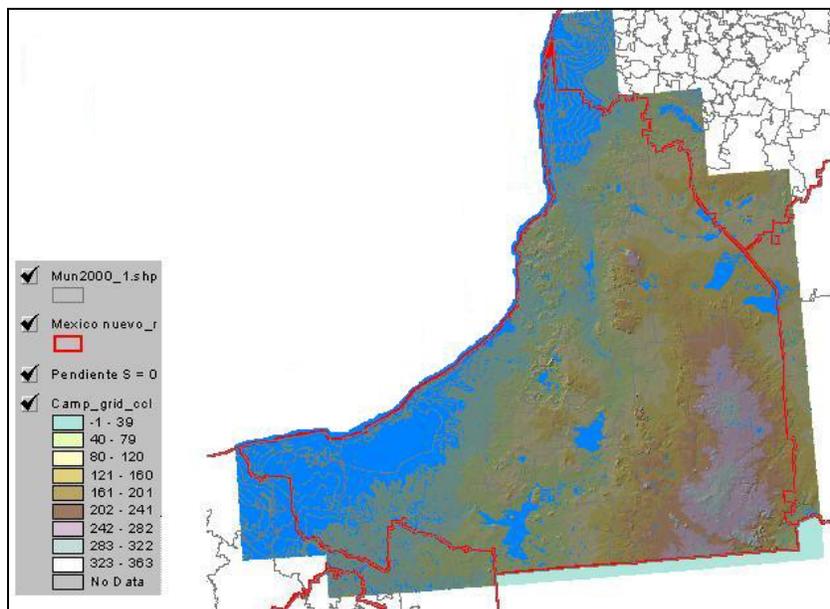
El siguiente mapa se obtuvo del INEGI y corresponde a las áreas inundables del estado de Campeche (figura 2.76).



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1995.

**Figura 2.76 Áreas potencialmente inundables.**

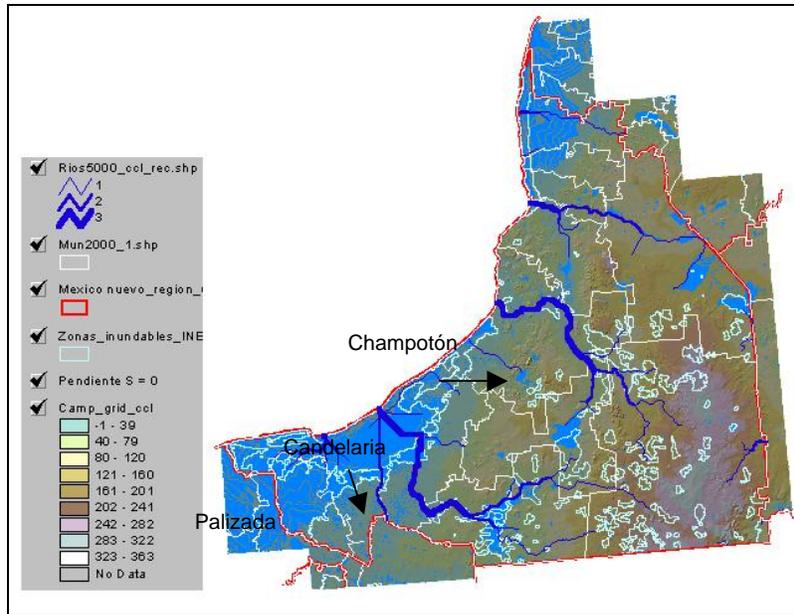
Posteriormente, y con base en el MED escala 1:250,000, se calcularon las zonas con menor pendiente (figura 2.77), considerando que es en éstas donde se presentan los mayores problemas de inundación.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2002

**Figura 2.77 Áreas potencialmente inundables (a partir del MED escala 1:250,000)**

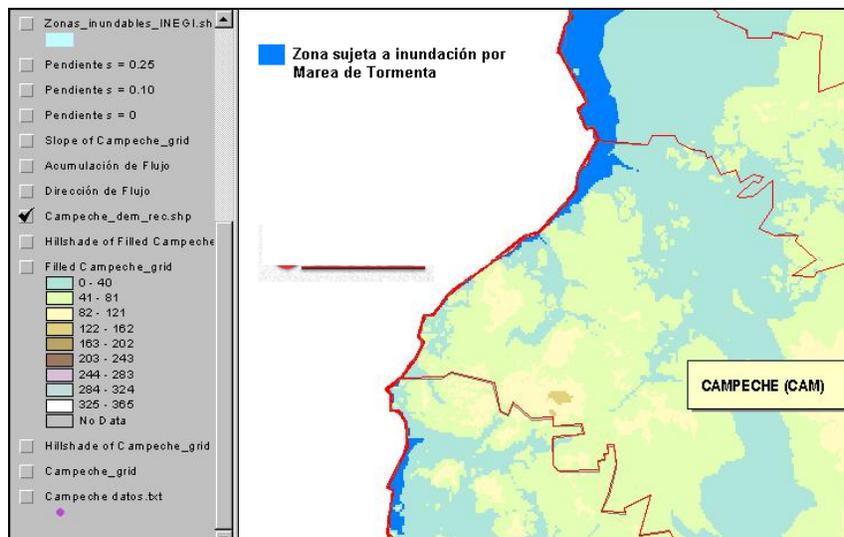
Al comparar las áreas definidas por el INEGI con las obtenidas a través del MED, se obtiene lo mostrado en la figura 2.78



**Figura 2.78 Comparación de áreas inundables, según el INEGI, 2002 y las determinadas a través de un modelo digital de terreno (MDT)**

Se observa que existen zonas, sobre todo hacia la parte alta del estado (sureste), donde hay cierta discrepancia entre lo definido por el INEGI (áreas en color azul) y lo calculado con el MED (zonas azules); sin embargo, son zonas pequeñas y aisladas, mientras que las áreas inundables más importantes (zona de la laguna de Términos, cuencas medias de los ríos Candelaria y Champotón, municipio de Escárcega y zona costera del norte del estado) sí presentan patrones similares.

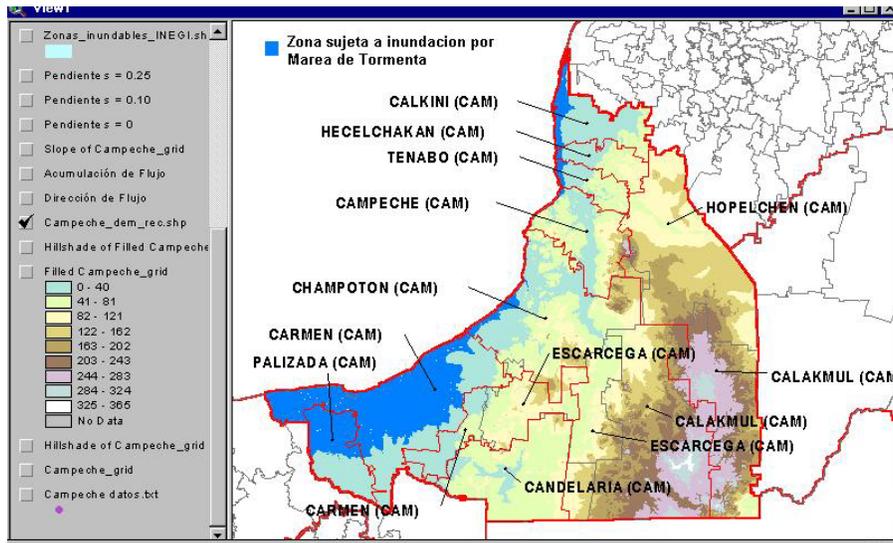
A partir del mapa de zonas inundables basado en el MED, se estimó la zona de inundación debida a marea de tormenta. Como se expresó antes, según la CNA, el nivel medio del mar se sobre-elevó alrededor de 3 m en la ciudad de Campeche. Con lo anterior, y usando un modelo digital de terreno del municipio de Campeche, escala 1:250,000, con una resolución de 300x300 m, se estimó la zona afectada que se presenta en la figura 2.79 en color azul.



Fuente: Gerencia Estatal de la Comisión Nacional del Agua.

**Figura 2.79 Inundación costera por marea de tormenta estimada en el municipio de Campeche**

De igual modo, al identificar la cota 3 m.s.n.m; se obtuvo el mapa de inundación por marea de tormenta en las costas de todo el estado de Campeche (figura 2.80).

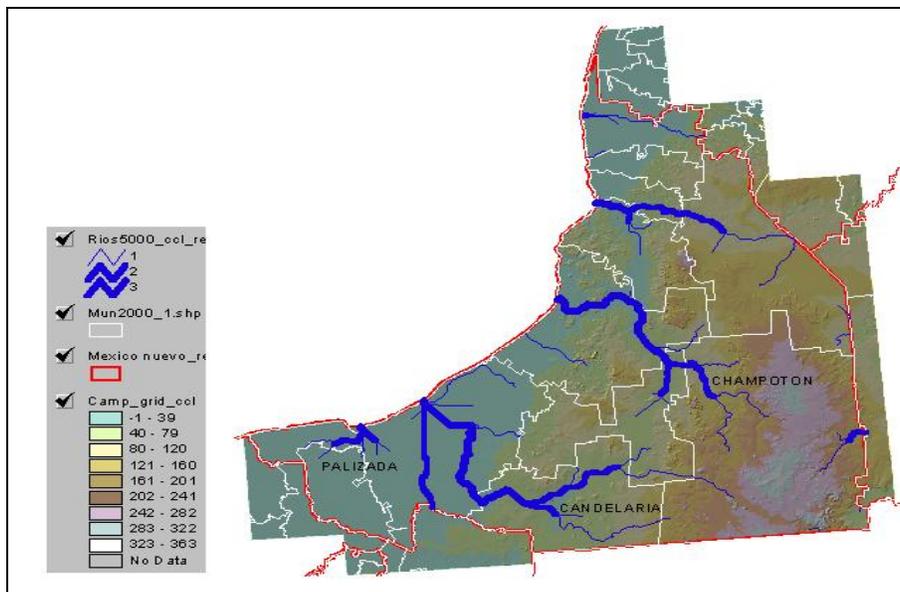


Fuente: Gerencia Estatal de la Comisión Nacional del Agua.

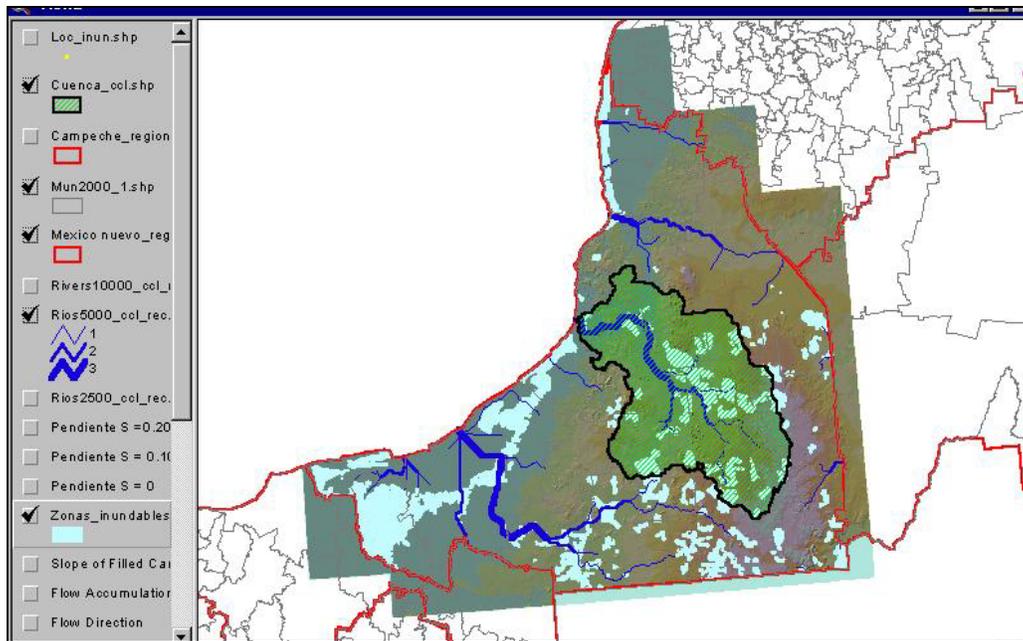
**Figura 2.80 Inundación costera por marea de tormenta estimada en el estado de Campeche**

En este último mapa quedan de manifiesto los problemas por efecto de la marea de tormenta en todos los municipios costeros del estado, excepto, Campeche, donde los problemas fueron relativamente menores.

En la figura 2.81 se identifica la red de drenaje del estado. En este mapa se muestran los principales ríos: Palizada, Candelaria y Champotón. Adicionalmente, se detectaron varias corrientes que no son ríos perennes. En zonas planas como en las cuencas de los ríos Candelaria y Champotón, se pierde el curso de la corriente; sin embargo, con el MED es posible identificarlo, y definir la cuenca de aportación del mismo (figura 2.82), de modo que se pueden obtener sus características fisiográficas tales como, área, pendiente, longitud de la cuenca, etc.



**Figura 2.81 Hidrografía del estado de Campeche, obtenida a partir del MED**



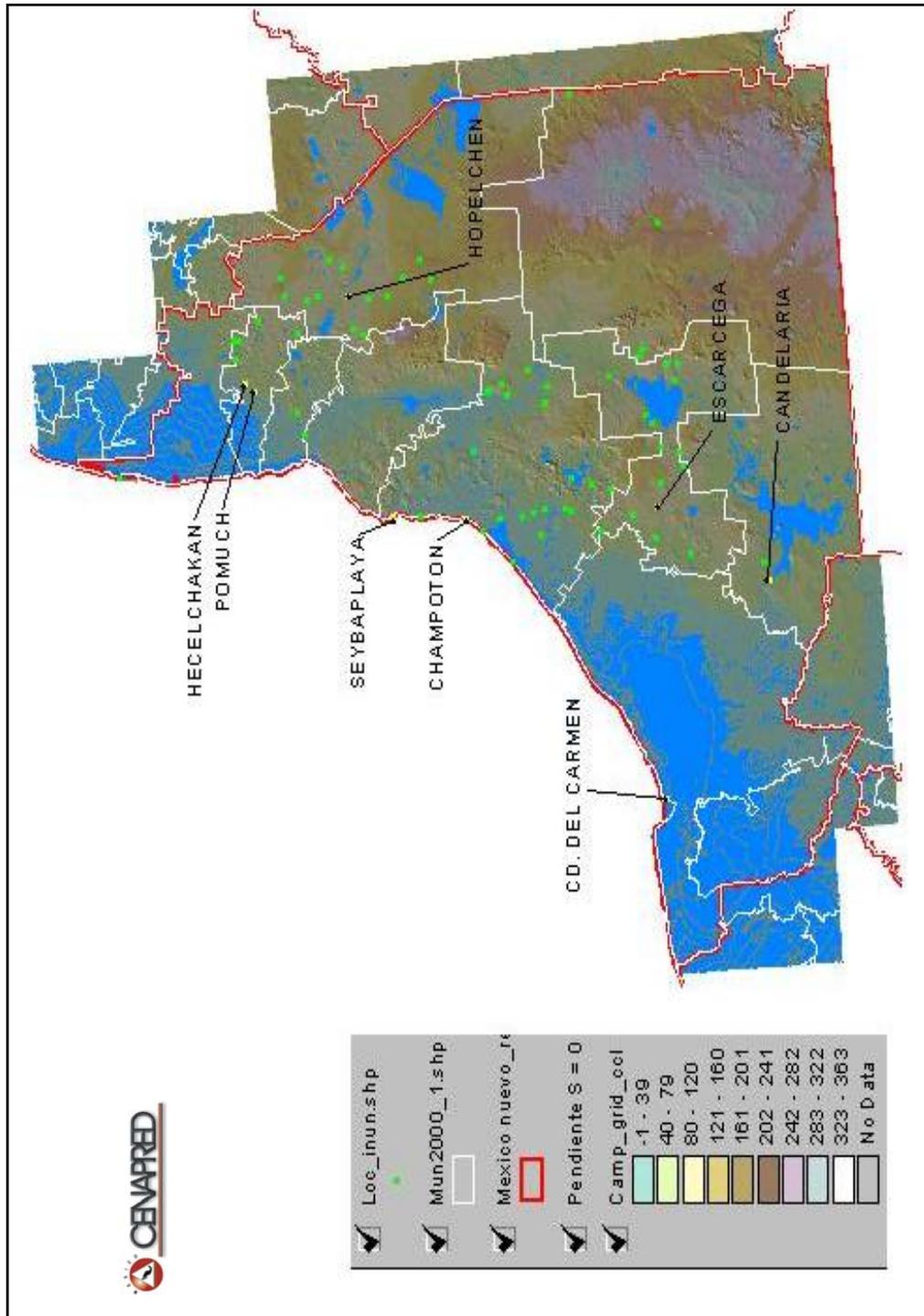
**Figura 2.82** Cuenca tributaria del río Champotón

Una vez identificada la cuenca del río Champotón, se determinaron algunas de sus características fisiográficas (tabla 2.37).

**Tabla 2.37** Características fisiográficas de la cuenca del río Champotón

Característica	Valor
Área	12,373 km <sup>2</sup>
Pendiente mínima	0
Pendiente máxima	0.19973
Elevación mínima	1.00 m.s.n.m
Elevación máxima	363.00 m.s.n.m
Longitud del cauce principal	250.67 km

En la figura 2.83 se ubican las localidades reportadas por el centro estatal de Campeche como incomunicadas, debido al corte de carreteras por el agua que trajo aparejada el huracán.

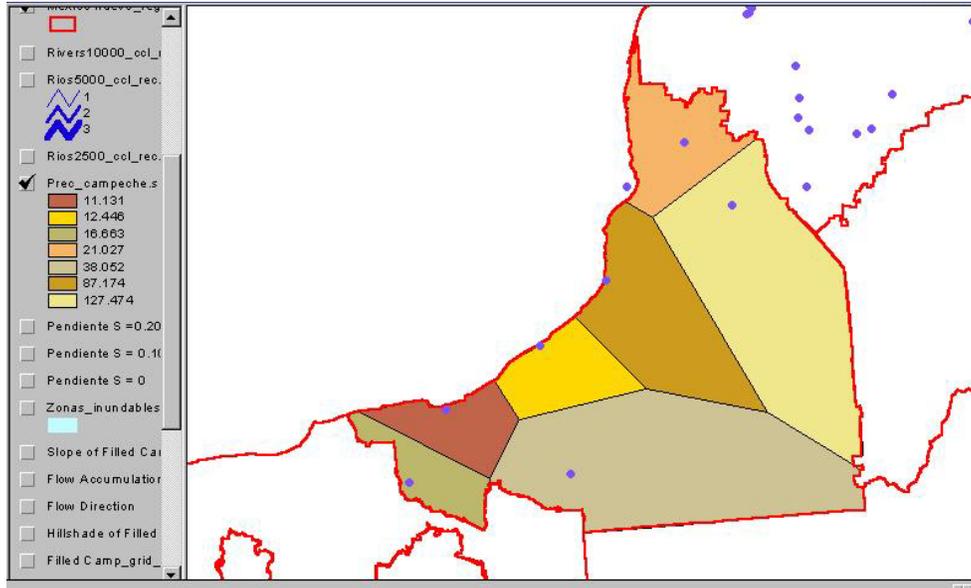


Fuente: Centro Nacional de Comunicaciones, (CENACOM)

**Figura 2.83** Ubicación de localidades incomunicadas

**Efectos del huracán Isidore**

Con base en las estaciones del SMN, pertenecientes al estado de Campeche que reportaron datos durante el paso del huracán *Isidore* sobre la península de Yucatán (figura 2.84 y tabla 2.38), al estado de Campeche, cuya extensión territorial es de 57,571 km<sup>2</sup>, se le pueden asignar siete polígonos de Thiessen<sup>4</sup>.



**Figura 2.84 Polígonos de Thiessen para el estado de Campeche**

**Tabla 2.38 Cálculo de la precipitación media dentro de la cuenca del río Champotón**

Estación	Precipitación Acumulada. (mm/4 días)	Area de la Cuenca (km <sup>2</sup> )	Área del Polígono (km <sup>2</sup> )	Peso Relativo	Precipitación Media Polígono (mm/4 días)
Candelaría	125.00	57571	17525	0.30442	38.05
Ciudad del Carmen	189.00	57571	3390	0.05889	11.13
Champotón	575.10	57571	8727	0.15158	87.17
Hecelchekán	240.00	57571	5044	0.08761	21.03
Xcupil	454.50	57571	16147	0.28047	127.47
Palizada	332.51	57571	2885	0.05011	16.66
Sabancuy	186.00	57571	3852	0.06692	12.45
<b>Precipitación Media</b>					<b>313.96</b>

Al aplicar el criterio de la lluvia media con base en los polígonos de Thiessen, se obtiene que:

$$\overline{hp} = \frac{\sum_{i=1}^n hp_i A_i}{A_T}$$

donde:

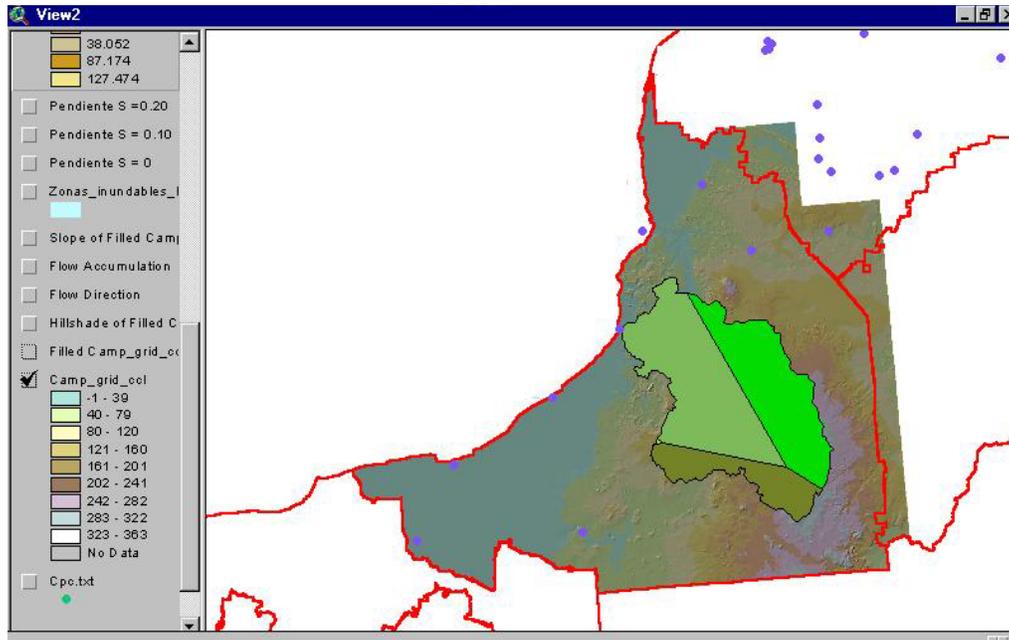
- $\overline{hp}$  precipitación media en la cuenca; mm/4 días
- $hp_i$  precipitación registrada en la estación “i”; mm/4días
- $A_i$  Área del polígono asociado a la estación “i”; km<sup>2</sup>
- $A_T$  Área total de la cuenca; km<sup>2</sup>

<sup>4</sup> Es un método para calcular la lluvia media en una cuenca. Consiste en determinar el área de influencia de cada estación y posteriormente obtener un promedio pesado con respecto al área total. Este método se utiliza porque en los instrumentos de medición (pluviómetros) solamente se mide la lluvia puntual, es decir, la altura de lluvia que cae en el sitio donde está instalado el aparato, la cual probablemente difiere de la que cae en los sitios cercanos.

De la tabla 2.38 se deduce que la lluvia media en el estado de Campeche durante los días 21, 22, 23 y 24 de septiembre fue de **314 mm**.

Al analizar el mapa de isoyetas acumuladas (figura 2.74) es posible observar una concentración de la lluvia sobre la cuenca del río Champotón. Por ello, a continuación se realiza el cálculo correspondiente para dicha cuenca.

Una vez delimitada la cuenca del río Champotón (figura 2.82), con el mapa de isoyetas de lluvia acumulada en la región (figura 2.74) se obtienen los polígonos para aquélla.



**Figura 2.85 Precipitación media acumulada en el estado de Campeche**

Procediendo de igual forma para estimar la lluvia media en la cuenca del río Champotón, se muestra en la tabla 2.39.

**Tabla 2.39 Polígonos de Thiessen para la cuenca del río Champotón**

Estación	Precipitación acumulada (mm/4 días)	Área de la cuenca (km2)	Área del polígono (km2)	Peso relativo	Precipitación media polígono (mm/4 días)
Candelaria	125.00	12373	2091	0.16901	21.13
Champotón	575.10	12373	5855	0.47324	272.11
Xcupil	454.50	12373	4415	0.35681	162.17
Sabancuy	186.00	12373	12	0.00094	0.00
<b>Precipitación Media</b>					<b>455.41</b>

En la tabla 2.39 se presenta una estimación de la lluvia media sobre la cuenca del río Champotón, correspondiente a los días 21, 22, 23 y 24 de septiembre, resultando un valor de: 455 mm en cuatro días.

Para tener una idea del volumen de agua que escurrió como consecuencia de las intensas lluvias, a continuación se estima el posible escurrimiento generado por ellas. El cálculo del escurrimiento se basa en el Método Racional Americano.

$$Q = K C_e i A_c$$

donde:

$Q$	gasto calculado, m <sup>3</sup> /s;
$K$	Factor de conversión de unidades, depende de las unidades usadas, adim;
$C_e$	Coefficiente de escurrimiento, depende de la topografía, textura del suelo y uso del mismo <sup>5</sup> ,
adim;	
$i$	intensidad de la lluvia considerada, mm/s;
$A_c$	Área de la cuenca, km <sup>2</sup> .

$$Q = (0.00289352) (0.05) (455) (12,373 \text{ km}^2)$$

$$Q = 814 \text{ m}^3/\text{s}$$

Si se observa el resultado, aun para los escurrimientos generados durante el huracán *Isidore*, parecería excesivo; sin embargo, al recordar que hubo muchas zonas en la parte de aguas arriba de la cuenca que quedaron inundadas, este caudal de referencia deberá ser recortado con los volúmenes retenidos aguas arriba de la cuenca. Suponiendo que el 30% del volumen llovido<sup>6</sup> es retenido por las depresiones del terreno, el caudal de escurrimiento directo sería: **570 m<sup>3</sup>/s**.

De los resultados anteriores, se desprenden algunos comentarios:

Tomando en cuenta el período 1941-2001, la precipitación media diaria alcanza los 37.1 mm (SMN, 2002). Por lo que el acumulado en cuatro días es de 148.40 mm.

Si ahora se toma como referencia la precipitación media para todo el mes de septiembre, el valor resulta de 484.3 mm (SMN, 2002).

En el primer caso se observa una precipitación por debajo de la registrada durante la ocurrencia del huracán *Isidore*, del orden de tres veces menos. Mientras que en el segundo caso, la cantidad es similar a la reportada, la diferencia es que los 484.3 mm son para todo el mes de septiembre, mientras que los 455 mm corresponden sólo a 4 días. Por lo anterior, tanto en un caso como en el otro, la lluvia reportada durante el huracán *Isidore*, de acuerdo con los registros fue extraordinaria.

El resultado anterior conlleva un cierto grado de subjetividad, debido a que hidrológicamente hablando, la única forma de caracterizar qué tan grande fue la magnitud de un evento es asociándolo a un período de retorno.

Desde el punto de vista del caudal del río Champotón, de acuerdo con la CNA, el escurrimiento medio anual es de 388 millones de m<sup>3</sup> (CNA, 1998); lo que equivale a un escurrimiento medio del orden de 15 m<sup>3</sup>/s, con un registro máximo, en 40 años, de 480.50 m<sup>3</sup>/s el 28 de septiembre de 1963.

El caudal generado por *Isidore* alcanzó los 570 m<sup>3</sup>/s y, después de realizar un análisis de frecuencias a los escurrimientos registrados de octubre de 1956 a diciembre de 1993 en la estación "Canasayab", sobre el río Champotón, resulta que el período de retorno para el evento calculado es cercano a los 200 años.

Como puede verse, tanto desde el punto de vista de la lluvia como del escurrimiento, el evento generado por el huracán *Isidore* fue extraordinario.

### **La población afectada**

Como se pudo apreciar, las características del fenómeno en el estado de Campeche fueron diferentes a las observadas en Yucatán. Las lluvias que se presentaron a raíz del huracán recayeron sobre los 11

<sup>5</sup> De acuerdo con Aparicio (1987), para suelos planos (pendiente igual o menor que 0.02) el coeficiente de escurrimiento varía entre 0.05 y 0.17.

<sup>6</sup> Lo anterior es equivalente a suponer que el coeficiente de escurrimiento (se tomó el valor mínimo) sea menor en un 30%.

municipios que integran Campeche que en suma presenta una población total de 690,689 habitantes para el año 2000, y donde la población afectada ascendió 309,532, es decir, un 44.8% de la población total.

En el día máximo de la emergencia se establecieron 130 albergues para alrededor de 15,000 personas. Felizmente no se presentaron decesos de personas asociadas directamente con el fenómeno, aunque el huracán dejó a más de 58 mil personas damnificadas.

### **Acciones para atender la emergencia**

Las acciones para atender la emergencia estuvieron encaminadas al suministro de ayuda alimenticia a la población con una dotación de aproximadamente 105 mil despensas, y de 71 fardos de láminas de zinc para la atención de las viviendas afectadas.

El monto estimado de las acciones para mitigar las primeras necesidades de la población después de los efectos del huracán se calcula en 26 millones 550 mil pesos, aunque la ayuda que luego se acumuló tuvo una magnitud mayor a los datos obtenidos preliminarmente (véase tabla 2.40).

**Tabla 2.40 Gastos indirectos de la emergencia  
(Miles de pesos)**

Ayuda	Cantidad	Monto estimado
Número de despensas entregadas	105,000	4,830.0
Láminas de cartón (fardos)	181,000	21,720.0
	<b>Total</b>	<b>26,550.0</b>

Fuente: Secretaría de Desarrollo Social del estado de Campeche.

### **Evaluación de daños: Apreciación de Conjunto**

Los daños causados en el estado de Campeche por los efectos del huracán *Isidore* suman en total los 2,342 millones, de los cuales el 46.1%, es decir 1,080 millones, correspondió a daños directos a los acervos de los diferentes sectores económicos y sociales, mientras que el restante 53.9% correspondió a daños indirectos que trajo el fenómeno a su paso por la entidad. Estas pérdidas tienen una elevada incidencia en la economía del estado, ya que relacionadas con el producto interno bruto de la entidad ascienden a 3.6%.

Los sectores más dañados fueron, en orden de importancia: la producción de petróleo que se dejó de percibir como resultado de la evacuación de las plataformas petroleras con un 38.2%, las pérdidas de existencias ganaderas, incluyendo la infraestructura de esta actividad, con un 17.7%, así como el daño sufrido en las hectáreas de distintos cultivos agrícolas e infraestructura anexa a la actividad, entre los más importantes.

En la tabla 2.41 se muestra el total y el desglose de los daños, tanto directos como indirectos, que sufrió el estado de Campeche a consecuencia del paso del *Isidore*.

**Tabla 2.41 Resumen de daños totales  
(Miles de pesos)**

Sector / Concepto	Daños directos	Daños indirectos	Total	Porcentaje del total
Agricultura	55,519.0	322,534.3	378,053.3	16.1
Ganadería	414,026.2		414,026.2	17.7
Pesca	47,402.5		47,402.5	2.0
Industria	12,158.7	2,537.7	14,696.4	0.6
Comercio	39,158.7	7,450.0	46,608.7	2.0
Vivienda	32,631.4	3,068.3	35,699.7	1.5
Escuelas	153,780.3		153,780.3	6.6
Hospitales y centros de salud	26,962.8		26,962.8	1.2
Comunicaciones y transportes	208,000.0		208,000.0	8.9
Agua potable	45,741.5		45,741.5	1.9
Suministro de electricidad	26,000.0	5,000.0	31,000.0	1.3
Producción de petróleo		895,233.6	895,233.6	38.2
Impacto ecológico	18,436.7		18,436.7	0.8
Costo de la emergencia		26,550.0	26,550.0	1.1
<b>Total general de daños</b>	<b>1,079,817.8</b>	<b>1,262,373.9</b>	<b>2,342,191.7</b>	<b>100.0</b>

Nota: Las cifras contenidas en este cuadro recogen tanto datos proporcionados por las entidades oficiales como cálculos propios realizados por los autores con base en diversas informaciones recabadas en el estado.

Después de haber superado la emergencia, se elaboró un registro de daños por ser financiados por el FONDEN, los cuales se consignan en la tabla 2.42.

**Tabla 2.42 Evaluación de daños a cargo del comité sectorial del FONDEN  
(Miles de pesos)**

Sectores	Recursos		Total
	Federal	Estatal	
Agropecuario	17,100.0	7,300.0	24,400.0
Vivienda	21,200.0	11,400.0	32,600.0
Salud	27,200.0	0.0	27,200.0
Educación pública	49,200.0	0.0	49,200.0
Comunicaciones y transportes	169,500.0	38,500.0	208,000.0
Sector hidráulico	42,600.0	3,100.0	45,700.0
<b>Totales</b>	<b>326,800.0</b>	<b>60,300.0</b>	<b>387,100.0</b>

Fuente: Coordinación General de Protección Civil, Secretaría de Gobernación.

El costo total del desastre a ser financiado con estos recursos ascendió a 387 millones de pesos, un 85% que se solventará con recursos federales y el 15% con recursos del propio estado. De acuerdo con esta información, la mayor parte de los daños se concentran en el sector de comunicaciones y transportes, seguido del sector educativo y los referentes a la infraestructura hidráulica. En el caso de los daños al sector educativo y salud, el gobierno federal absorberá el total de daños que se presentaron.

### **Sectores Sociales**

#### **a) Vivienda y asentamientos humanos**

Según estimaciones de la Secretaría de Desarrollo Social de Campeche las viviendas afectadas suman 6,181 de las cuales, el 92.4% presentaron daños menores, el 0.5% con daños parciales, el 0.7% tuvo daños

totales. Por otro lado se proyecta reubicar 6.4% del total de vivienda por encontrarse situada en zonas de alto riesgo. Los daños se debieron principalmente al efecto de las inundaciones (véase tabla 2.43).

El monto de los daños en este sector ascendió a 32.6 millones de pesos, de los cuales poco más de la mitad (51.2%) corresponde a los desembolsos que deberán hacerse por concepto de reubicación de viviendas, mientras que el 44.6% del monto total corresponde a daños menores.

**Tabla 2.43 Monto y tipo de daño en la vivienda en Campeche**

Tipo de daño	Número de vivienda	Estructura porcentual	Monto de los daños (miles de pesos)
Menores	5,712	92.4	14,554.2
Parciales	29	0.5	232.0
Totales	42	0.7	1,134.0
Reubicación de vivienda	398	6.4	16,711.2
<b>Total</b>	<b>6,181</b>	<b>100.0</b>	<b>32,631.4</b>

Fuente: Secretaría de Desarrollo Social del estado de Campeche.

A la cuantificación anterior deben agregarse los desembolsos incurridos en el programa de empleo temporal (3.7 millones de pesos), con lo que el total de erogaciones para mitigar los daños al sector de la vivienda sumaron los 35.7 millones de pesos.

#### **b) Salud**

Diversos daños sufrió el sector salud. En total resultaron afectadas más de 56 unidades, entre las que se encuentran hospitales, clínicas y unidades médicas. La población afectada — 426,452 personas derechohabientes o no— fueron atendidas por las distintas dependencias en acciones relacionadas con los efectos del fenómeno natural.

Fueron afectadas un total de 39 unidades médicas de INDESALUD que presentaron en su mayoría deterioros por infiltraciones de agua en techos y paredes, así como por inundaciones.

La infraestructura de salud del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) fue la que presentó los mayores daños de todo el sector salud. Así, resultó seriamente afectado el Hospital Dr. Patricio Trueba Regil, una estancia de desarrollo infantil y el edificio delegacional. En el primer caso, los daños ocurrieron en la infraestructura del edificio, y equipo médico. Tan sólo en este hospital el monto de daños fue superior a los 21.8 millones de pesos.

Por último, fueron 16 las unidades del programa IMSS-SOLIDARIDAD que presentaron alguna afectación. Distribuidas en siete municipios, los daños en estas instalaciones fueron en mayor medida afectaciones por inundaciones en la infraestructura de las clínicas y pérdidas de medicinas y equipo médico. Los daños por este concepto se estimaron en 1 millón de pesos.

En la tabla 2.44 se presenta el monto total de daños al sector salud, el cual asciende a 27.2 millones de pesos, de los cuales el 81.6% corresponde a los daños en las unidades delegacionales del ISSSTE.

**Tabla 2.44 Monto de daños en el sector salud de Campeche**

Dependencia	Población Afectada	Unidades Afectadas	Monto de los daños (miles de pesos)
INDESALUD	320,037	39	3,976.6
ISSSTE	58,674	1	22,216.2
IMSS-SOLIDARIDAD	47,741	16	1,000.0
<b>Total</b>	<b>426,452</b>	<b>56</b>	<b>27,192.8</b>

Fuente: Secretaría de Salud del estado de Campeche.

**c) Educación, instalaciones deportivas y patrimonio cultural**

A consecuencia de vientos, y principalmente de las inundaciones, se afectaron, en el sector educativo 454 inmuebles de un total de 1,897 existentes en el estado, los cuales daban servicio a cerca de 88 mil alumnos. En educación básica fueron dañados 338, es decir, un 24% del total de establecimientos de esta categoría existentes en el estado. En educación media-superior 40 planteles de un total de 160, mientras que en educación superior incluyendo a post-grado fueron afectados 16 de un total de 60 instituciones. El municipio que registró mayores afectaciones en sus planteles educativos fue Champotón. Por otra parte, el lapso medio de interrupción de clases fue de dos semanas, aunque a casi a un mes de haber ocurrido el fenómeno en la entidad, aún no se restablecía la operatividad de algunos planteles.

El monto de los daños en los planteles educativos ascendió a 153.8 millones de pesos, de los cuales poco más de 66% correspondieron a daños en la infraestructura de educación básica, mientras que el restante 33.3% a afectaciones en planteles de educación media-superior y superior.

Por otra parte, el Instituto Nacional de Antropología e Historia reportó daños de diversa índole ocasionados al patrimonio cultural de la entidad por el paso del huracán desde inundaciones, caída de árboles y maleza, derrumbes, y agrietamiento de algunas estructuras. El monto de estos daños se calcula en alrededor de 3.1 millones de pesos (véase tabla 2.45)

**Tabla 2.45 Daños al patrimonio cultural en Campeche  
(Miles de pesos)**

Lugar de afectación	Monto del daño
Zona arqueológica de Sta.Rosa Xtampak	1,100
Zona arqueológica de Becan	1,200
Zona arqueológica de Tabasqueño	800
<b>Total</b>	<b>3,100</b>

Fuente: Delegación de la Secretaría de Educación Pública del estado de Campeche.

**Sectores productivos**

**a) Agropecuario y pesca**

Los daños a la actividad agropecuaria fueron cuantiosos, se concentraron fundamentalmente en las inundaciones de parcelas de distintas cosechas, el deterioro y daño de infraestructura anexa a la actividad (unidades de riego y caminos hacia zonas productivas). Un total de casi 29 mil productores resultaron afectados.

El total de superficie afectada ascendió a 102,578 hectáreas, es decir el 55.8% de la superficie sembrada en la entidad para el ciclo agrícola correspondiente. Poco más del 80% de las hectáreas afectadas correspondieron a cultivos de maíz (82,861 hectáreas). También sufrieron daños de consideración los cultivos de arroz, de hortalizas y cítricos, entre otros.

Los daños indirectos, es decir a cultivos que aún no se habían cosechado y que van a perderse, sumaron 322.5 millones de pesos (46.7% corresponden a cultivos de maíz, un 23.7% a cítricos y un 13.2% a hortalizas, entre los más importantes).

En la tabla 2.46 se muestra el total de hectáreas dañadas, el número de productores afectados y el monto estimado de pérdidas en cada uno de los cultivos.

**Tabla 2.46 Estimaciones de daños en la agricultura en Campeche**

Concepto	Superficie sembrada ha	Afectación ha	Número de productores afectados	Monto de daño (miles de pesos)
Maíz	138,580.0	82,861.0	28,863	150,697.8
Fríjol	3,000.0	2,759.0	2,419	9,932.4
Arroz	18,773.0	5,167.0	230	25,318.3
Hortaliza	6,560.0	4,199.0	4,195	42,703.8
Mango	3,114.0	2,230.0	799	17,047.2
Cítricos	8,278.0	5,312.0	1,581	76,492.8
Palma de aceite	5,485.0	50.0	15	342.0
<b>Total</b>	<b>183,790.0</b>	<b>102,578.0</b>	<b>38,102</b>	<b>322,534.3</b>

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación del Estado de Campeche.

Por otra parte, los principales daños en la infraestructura fueron los siguientes: 183 unidades de riego afectadas, las cuales cubrían una superficie de 6,358 ha y 952 km de caminos hacia zonas productivas, donde según estimaciones de la propia SAGARPA ascienden a monto total de daños directos de 55 millones 519 mil pesos.

Así, sumando los daños indirectos a las cosechas en la agricultura y los daños directos a la infraestructura nos da un monto total de daños de 378.5 millones de pesos.

También se presentaron daños en las actividades pecuarias sobre todo las de ganado bovino. Se calcula que se perdió un 60% de las existencias de este tipo de ganado. También se registraron daños en la actividad apícola. La infraestructura de potreros y abrevaderos sufrió daños que alcanzaron a afectar a más de 30 mil productores.

**Tabla 2.47 Estimaciones de daños en la ganadería en Campeche**

Concepto	Inventario	Afectación	Número de productores afectados	Monto de daño (miles de pesos)
Bovinos	511,336	320,000	4,698	191,799.2
Ovinos	71,703	14,340	2,868	4,015.2
Apicultura	189,000	73,670	3,357	62,619.5
Avicultura	3,256,000	300,000	20,000	4,200.0
<b>Total</b>	<b>4,028,039</b>	<b>708,010</b>	<b>30,923</b>	<b>262,633.9</b>

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación del estado de Campeche.

En la tabla 2.47 se observan los daños que se generaron en el sector pecuario: 262.6 millones de pesos (73% corresponden a daños en la crianza de ganado bovino y 23.8% a daños en la actividad apícola, por la destrucción de colmenas principalmente, entre los principales daños).

Los daños en infraestructura de potreros y abrevaderos se estimaron en 151.4 millones de pesos, que sumados con los daños directos al hato ganadero se arriba a un total de 414 millones de pesos por concepto de pérdidas en la actividad pecuaria.

Por último, también fueron significativas las afectaciones que tuvieron lugar en el sector pesquero, donde se dañaron embarcaciones y redes, así como infraestructura de los puertos de Campeche y Cd. del Carmen, además de afectaciones en las actividades de acuicultura.

**Tabla 2.48 Afectaciones en el sector pesquero de Campeche  
(Miles de pesos)**

Sector	Monto de daños
Pesca de ribera	15,082.5
Pérdidas de embarcaciones	7,942.5
Requerimientos de empleo temporal	7,140.0
Pesca de altura	27,600.0
Puerto de Campeche	16,800.0
Puerto del Carmen	10,800.0
Acuicultura	4,720.0
Proyectos acuícolas	4,250.0
Cultivo de tilapia	470.0
<b>Total</b>	<b>47,402.5</b>

Fuente: Consejo Coordinador Empresarial del estado de Campeche.

En la tabla 2.48 se puede observar el valor de los daños en el sector pesquero (47 millones de pesos de los cuales 58.2% pertenece a daños registrados en los principales puertos de la entidad).

**b) Industria, comercio, servicios y turismo**

Las pérdidas en el sector industria, comercio y servicios se debieron principalmente a la inundación de las instalaciones, pérdidas en productos terminados y materias primas, así como daños a la maquinaria, edificios y equipos de cómputo. Asimismo, se presentaron también pérdidas por la paralización de la actividad industrial y comercial que en promedio fue de diez días.

En la tabla 2.49 se presentan el monto de los daños que se estimaron para la actividad industrial y comercial.

**Tabla 2.49 Monto de las pérdidas en la industria y el comercio  
(Miles de pesos)**

Sector	Descripción	Monto de las pérdidas
<b>Industria</b>		
Infraestructura	Edificios, maquinaria y equipo de cómputo	5,552.7
Producto y/o materia prima	Diversos	6,606.0
Productividad y materia prima	Salarios y prestaciones pagadas (inactividad)	2,537.7
<b>Comercio</b>		
Infraestructura	Edificios, maquinaria y equipo de cómputo	15,020.0
Producto y/o materia prima	Mercancías e insumos	24,138.4
Productividad y materia prima	Sueldos y prestaciones (inactividad laboral)	7,450.0
<b>Total</b>		<b>61,304.8</b>

Fuente: Consejo Coordinador Empresarial del estado de Campeche.

El total de pérdidas ascendió a poco más de 61.3 millones de pesos; de los cuales el 76% corresponden al sector comercial, mientras que el restante 24% a afectaciones sufridas en la industria. Asimismo, del total de daños que sufrió tanto la industria como el comercio, el 83.7% correspondió a daños directos, es decir, en la destrucción de acervos, mientras que el restante 16.3% a daños indirectos causados principalmente por la inactividad que sufrieron ambos sectores.

Por otro lado, las afectaciones que se presentaron en el sector turístico se centraron en siete antiguas ciudades mayas y 16 edificios históricos. El monto total de los daños por estos conceptos se estimó en 6.1 millones de pesos.

## **Infraestructura**

### **a) Electricidad**

El recuento de daños al sector eléctrico arrojó un total de cuatro subestaciones de distribución afectadas, de 11 existentes, 31 circuitos de distribución de media tensión, nueve circuitos urbanos, nueve circuitos urbanos seccionados, 22 circuitos rurales seccionales y 248 ramales.

En cuanto al total de poblaciones de la zona 229 resultaron afectadas, una ciudad y 228 poblaciones rurales que dejaron sin servicio a 82,925 usuarios. Se cuantificó un total de 468 postes caídos, ladeados 496, 430 tramos de línea media de tensión dañados y 59 transformadores con fallas.

Se calcula que los daños indirectos por concepto de suspensión del servicio, y la correspondiente facturación del consumo ascendió a 5 millones de pesos. En la tabla 2.50 se pueden observar el total de daños ocasionados en el sector eléctrico.

**Tabla 2.50 Daños generales ocasionados por el huracán Isidore en la infraestructura eléctrica (Miles de pesos)**

Electrificación	Concepto	Cantidad afectada	
		Cantidad	Monto
Generación	n.d	n.d	2,000
Transmisión	n.d	n.d	6,000
Distribución	n.d	n.d	17,000
Limpieza de brechas	km	500	1,000
		<b>Total</b>	<b>26,000</b>

Fuente: Gobierno del estado de Campeche

### **b) Agua potable y saneamiento**

Respecto a la infraestructura federal en materia de abastecimiento de agua se dañaron los sistemas eléctricos, los pozos y zona de riesgo en 53 unidades de riego del Distrito de Riego 082 Campeche, por lo que la evaluación considera daños en los motores eléctricos, arrancadores, gabinetes de control, sistemas de riego y desazolve de pozos.

En el Distrito de Temporal Tecnificado 025 Río Verde, resultaron dañadas la red de caminos de operación y servicios, así como algunas estructuras; además se azolvó la red de drenaje principal. En el caso del Distrito de Temporal Tecnificado 015 Edzná-Yohaltún resultaron dañados la red de caminos de operación y servicios, así como la red de drenaje principal por azolve.

En cuanto a la infraestructura estatal y/o municipal, en zonas urbanas y rurales se presentaron daños por inundación en pozos profundos, daños eléctricos y/o mecánicos en los equipos de bombeo, redes de agua potable, arrancadores, dosificadores de cloro y casetas de bombeo.

El costo estimado para la reconstrucción de todo este sector ascendió a 45.741 millones de pesos, de los que, conforme a las Reglas de Operación del FONDEN, 42.644 millones que corresponden a la infraestructura hidráulica federal dañada, serán cubiertos al 100% con recursos del FONDEN; mientras que 3.097 millones con recursos estatales y/o municipales (véase tabla 2.51).

Cabe hacer notar que la infraestructura federal se encuentra asegurada y el monto de la recuperación se precisará una vez que la aseguradora reconozca las obras, volúmenes y montos susceptibles de indemnización, toda vez que el monto del deducible es menor que los daños reportados.

El Gobierno del Estado informó, sin embargo, que la legislación aplicable en la materia no obliga a los municipios a asegurar su infraestructura hidráulica.

**Tabla 2.51 Relación de daños por municipio y su monto  
(Miles de pesos)**

Municipio	Zonas de riego		Unidades de drenaje o Distritos de Temporal Tecnificado		Zonas Rurales		Zonas Urbanas	
	No. Localidades	Monto	No. Localidades	Monto	No. Localidades	Monto	No. Localidades	Monto
Calkini					3	306.4		
Campeche	7	1,799.4	24	18,233.1	2	133.9	1	153.0
Carmen					3	281.2	1	1,395.1
Champotón			18		12	1,786.0	3	318.8
Hecelchakan	1	257.1			3	618.0		
Hopelchen	4	1,028.2	1	759.7				
Palizada								
Tenabo	4	1,028.2	5	3,798.6				
Escárcega					4	170.0		
Calakmul								
Candelaria								
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>4,112.9</b>	<b>48</b>	<b>36,466.2</b>	<b>27</b>	<b>3,295.5</b>	<b>5</b>	<b>1,866.9</b>

Fuente Delegación CNA del estado de Campeche.

### c) Transporte

La red carretera del estado sufrió grandes daños debidos a cortes de caminos, deslaves, azolves, asentamiento de alcantarillas, deterioro de la superficie de rodamiento por láminas de agua e inundación de la superficie de rodamiento. La red de carreteras y caminos del estado está constituida por 1,260 km de red federal, 1,024 km de red estatal y 1,884 km de caminos rurales.

La infraestructura resultó con diversos daños en 377.7 km, daños en siete puentes con una longitud de 38 km y en 42 obras de drenaje. El monto de daños se puede observar en la tabla 2.52

**Tabla 2.52 Daños ocasionados en la infraestructura de transportes y el monto de aportaciones solicitadas al Fonden (Miles de pesos)**

Concepto	Cantidad afectada		Monto de las contribuciones		
	Concepto	Cantidad	Federal	Estatad	Total
Infraestructura Carretera	Concepto	Cantidad	Federal	Estatad	Total
Carreteras federales	km	680	131,000	-	131,000
Carreteras estatales	km	100	26,500	26,500	53,000
Caminos rurales	km	120	12,000	12,000	24,000
	<b>Totales</b>	<b>900</b>	<b>169,500</b>	<b>38,500</b>	<b>208,000</b>

Fuente Gobierno del Estado de Campeche

### Actividad petrolera

Según notas periodísticas, como resultado de los planes de emergencia por el huracán *Isidore* aplicados por Petróleos Mexicanos (PEMEX), la paraestatal informó que se redujo la producción de crudo en un millón 380 mil barriles diarios y pospuso su programa de exportación de petróleo, lo cual representa 43 por ciento de la producción total del último mes de referencia de este hidrocarburo.

De acuerdo con los indicadores petroleros, tan sólo en agosto del 2002 la producción de petróleo fue de 3'615,000 barriles diarios, lo cual muestra que la disminución de hidrocarburos líquidos fue significativa debido al paso del meteoro.

Así, si la producción se redujo en 1'380,000 barriles diarios, y se calcula en tres días la interrupción por la evacuación del personal de las plataformas, se puede estimar que se dejaron de vender 895.2 millones de pesos a causa de la paralización de las actividades productivas en las plataformas durante dicho lapso.

### **Medio ambiente**

Las afectaciones que se presentaron en el medio ambiente fueron de diversa índole, ya que así como sufrieron daños las plantaciones forestales de hasta tres años de edad, también se han visto afectados los proyectos agroforestales, y de fauna silvestre.

Por su ubicación y características, las áreas naturales protegidas resintieron de diversas formas los impactos del meteoro. Los daños más comunes se localizaron en la acumulación de una gran cantidad de escombros, daños a la infraestructura anexa a las áreas naturales, así como daños a las actividades productivas de la zona.

Así mismo, la vida silvestre resultó con afectaciones que van desde mermas en las poblaciones por efectos de las inundaciones, hasta el comienzo de una intensa caza motivado en algunos casos por el legítimo derecho de subsistencia, así como una discriminada caza en zonas altas por la concentración de fauna silvestre.

Por otro lado se presentaron daños en campamentos tortugueros, principalmente en corrales de playa y diversa infraestructura; inclusive los Centros de Investigación de Vida Silvestre (CECIVS) también presentaron daños.

Sin embargo, uno de los principales daños se originó en los recursos forestales que posee el estado, principalmente en una cantidad importante de viveros donde se afectaron insumos, materiales y equipos necesarios para la reproducción de árboles, áreas reforestadas y plantaciones de hasta de tres años de edad.

En la tabla 2.53 se muestran las áreas afectadas y los montos de los proyectos para la mitigación de daños en el medio ambiente por un total de 18.4 millones de pesos, de los cuales poco más del 57% corresponde a daños en recursos forestales.

**Tabla 2.53 Monto para la mitigación de los daños en el medio ambiente  
(Miles de pesos)**

Dependencia	Proyecto	Monto
Áreas naturales protegidas	Saneamiento ambiental	1,172.8
	Recup. de infraestructura	250.0
	Recup. de actividades productivas	1,800.0
	Reactivación de las actividades silvestre.	200.0
Vida silvestre	Campamentos tortugueros	83.0
	CECIVS	386.5
	Rehabilitación de brechas cortafuego	250.0
	Recup. de plantas en viveros	1,614.6
Recursos forestales	Recup. de la infraestructura de los viveros	379.6
	Recup. del equipo de los viveros	391.9
	Recup. de insumos y agroquímicos	1,016.0
	Recup. de reforestación productiva	10,622.3
Gestión	Vida silvestre y estudios forestales	270.0
<b>Total</b>		<b>18,436.7</b>

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Campeche.

### 2.2.2.5 Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

Los daños observados en Yucatán se debieron a los efectos de la marea de tormenta y al oleaje producidos en la costa. El viento causó afectaciones en la región occidental del estado y la precipitación provocó inundaciones en gran parte del estado, especialmente en la región llamada Cono Sur.

Fue en las playas de Progreso a Dzilam Bravo donde se observaron mayores daños por el efecto de la marea de tormenta y oleaje, particularmente en Telchac Puerto, sitio donde impactó el ciclón en su cuadrante derecho, considerado como el más peligroso, debido a que los vientos tienen dirección hacia la masa continental.

En Telchac Puerto se presentó un oleaje más intenso, sobre un nivel medio del mar que había ascendido alrededor de 3 m, propiciado por una parte por la forma de la línea de costa, la profundidad del fondo marino y la dirección de los vientos del huracán y, por otra aún más importante, debido a que las viviendas no cumplen con la distancia mínima a la línea de playa, además de que no cuentan con una estructura de protección contra el oleaje ni protección para evitar la remoción de arena en sus alrededores. Por lo anterior, las construcciones cercanas al mar fueron las más afectadas. Los efectos de erosión en la playa fueron de hasta 1.5 m, registrados en una franja del orden de 20 m más allá del sitio habitual de la línea de costa.

En la región centro-occidente, el efecto del viento fue considerable; las construcciones con techos de lámina de asbesto y metálica se vieron afectadas cerca del punto de impacto del huracán. En el Suroeste del estado, los techos afectados fueron los de las viviendas de palma, tejamanil (bajareque) y madera. En la región sur, el efecto más importante fue la precipitación y ésta causó severas inundaciones en el llamado Cono Sur, donde se generaron lluvias mayores que los 240 mm en 24 h; durante el huracán *Isidore* llovió más de la mitad de lo que normalmente precipita en el año.

El huracán *Isidore* mostró que no necesariamente el parámetro básico de caracterización de este tipo de meteoros, la velocidad de vientos sostenidos según la escala de *Saffir-Simpson*, es indicativo del nivel de daño esperado ante el impacto en edificaciones y otro tipo de estructuras. A diferencia del huracán *Gilbert*, *Isidore* generó campos de vientos con velocidades sostenidas menores, e incluso la parte sur del estado de Yucatán únicamente estuvo bajo el efecto de vientos característicos de tormenta tropical; sin embargo, los daños en estructuras y en vivienda de autoconstrucción, se pueden considerar iguales o superiores que los generados por *Gilbert*. Esta característica de *Isidore* se debió a la notable baja velocidad de traslación del huracán, del orden de 6 km/h (SMN) que propició vientos con velocidades sostenidas moderadas a altas durante un período prolongado de tiempo.

La distribución del nivel y densidad de daño en vivienda siguió un patrón claramente definido por la trayectoria del meteoro dentro de la superficie de la península, con un radio de afectación del orden de 20 a 30 km (SMN).

El principal efecto sobre el estado de Campeche fueron las inundaciones en gran parte de éste, mientras que los efectos de viento, marea y oleaje fueron si no nulos, al menos, poco significativos comparados con el primero.

En algunos casos, los cortes en las carreteras estatales y federales se debieron a que la carpeta quedó bajo el espejo del agua o porque la corriente deterioró o destruyó el cuerpo del terraplén. Sin embargo, en muchos casos se dio una tercera causa de interrupción: falta de drenaje de sitios que quedan dentro de cuencas endorreicas artificiales. En varios casos, los lugareños “rompen” la carretera, que hace las veces de dique, para desalojar el volumen de agua que inundaba sus tierras ya que de otra manera deben pasar varias semanas para que el nivel baje.

Una de las zonas más afectadas por inundaciones fue el municipio de Champotón. Al realizar un recorrido de campo, nuevamente se observó que un problema común es la falta de drenaje al interior de las

comunidades, debido a depresiones en el terreno que ocasionalmente se llenan, ante la presencia de lluvias intensas. Sin embargo, otro problema aún más grave es la falta de planeación urbana ya que se observaron viviendas, y hasta escuelas, en sitios donde el riesgo de inundación es elevado.

Un problema de inundación muy particular es el que se tiene en el Distrito de Riego No. 025 “Río Verde”, ya que con la autopista se remansa el agua y la única salida viable es a través de los manglares de la zona protegida ubicada entre el distrito y el mar. La solución es determinar conjuntamente con la SEMARNAT y la CNA, la serie de obras necesarias para canalizar adecuadamente los volúmenes de agua que inundan al distrito. En una entrevista con el titular de la SEMARNAT, se acordó la posibilidad de realizar obras dentro de la zona protegida, pero siempre y cuando la afectación se reduzca al mínimo.

Gran parte del daño en vivienda se observó en los techos. Muchas de las viviendas definidas como dañadas, estaban constituidas por muros de mampostería confinada, esto es, material sólido en muros (INEGI, 1998) y sobre ellos, una estructura ligera de acero. La lámina del techo, en un porcentaje del orden del 80% de este tipo de vivienda, se colocaba sobre la estructura de acero sin elementos de fijación. Esta costumbre motivó que prácticamente ese porcentaje de la vivienda experimentara daño en el techo. Este tipo de vivienda se observó predominantemente en la periferia de las ciudades grandes en el estado de Yucatán, lo cual indica trabajos de autoconstrucción que seguramente no cumplen la normatividad vigente de construcción.

Además de los daños en las viviendas, se registraron daños en las estructuras que componen el sector industrial y agrícola, así como en las instalaciones para transmisión de energía eléctrica. De la observación de los daños se apreció que la falta de mantenimiento en algunas de las instalaciones industriales (como las bodegas y naves industriales) generó que los elementos de fijación de las láminas de techo, al igual que los tornillos y pernos empleados para la unión entre los elementos estructurales, presentaran un nivel avanzado de corrosión, lo que aceleró su falla ante los vientos intensos y prolongados.

En lo que concierne a la evaluación de daños se concluye que:

El huracán *Isidore* trajo consigo un considerable monto de daños, donde la vivienda y las actividades productivas, en especial la agricultura, la industria y la infraestructura eléctrica, resultaron seriamente afectados. No existe memoria documentada de fenómenos naturales que hayan afectado tan gravemente a los estados de Yucatán y Campeche. En efecto, los daños calculados representaron el 8.7% y el 3.6% del producto interno bruto del año 2002 de cada estado.

Los mecanismos de alertamiento y de atención oportuna de la emergencia, implementados por las direcciones estatales de protección civil, permitieron que fuera mínimo el número de bajas en relación con la magnitud del fenómeno. Sin embargo, como es común en estas instituciones en todo el país, no se dispuso de información necesaria para evaluar en forma anticipada la vulnerabilidad que existe frente a un eventual fenómeno destructivo de las viviendas existentes así como de la infraestructura social y económica de las correspondientes unidades federativas.

La evaluación reportada en este informe adolece de imprecisiones en lo relativo a daños en el sector privado, en particular en los sectores comercial e industrial, donde éstos fueron bastante significativos. Las agrupaciones gremiales no dispusieron de información medianamente confiable sobre las afectaciones que sufrieron sus respectivos sectores, ni sobre los seguros que estaban comprometidos para atenuar los efectos de los daños.

Finalmente, tanto en vivienda como en estructuras de carácter industrial es notable el efecto nocivo del intemperismo, aunado a una pobre cultura de mantenimiento de las estructuras; sin embargo, las edificaciones en Telchac Puerto ejemplificaron, con su comportamiento, el hecho de que viviendas en las que se hace un trabajo de mantenimiento adecuado, pueden soportar satisfactoriamente el embate del viento. En cuanto a las instalaciones industriales, el ejemplo más claro se observó en el comportamiento de las naves industriales que se localizaban al norte de Mérida, en la carretera Mérida - Puerto Progreso; la única estructura tipo bodega que presentó problemas de comportamiento estructural (de los marcos resistentes a momento) fue una donde se identificó un proceso de corrosión severa en la tornillería de unión de los elementos viga, en la vecindad de

ésta existen otras naves que no presentaron problemas de comportamiento o de desprendimiento de láminas de cubierta.

### **Recomendaciones**

De acuerdo con las observaciones planteadas en el apartado anterior, para el caso de inundaciones, es posible plantear las recomendaciones siguientes:

En algunos tramos carreteros, donde el nivel del agua puede alcanzar el nivel de la carpeta asfáltica, o más, es recomendable usar buenos sistemas de drenaje que van más allá de una simple alcantarilla, la cual en muchas ocasiones puede bloquearse. Al respecto la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) lleva a cabo estudios tendientes a desarrollar algunos sistemas constructivos que consigan dicho objetivo, por ejemplo, sobreelevar la rasante con tubos en el cuerpo del terraplén.

Es indispensable comenzar a trabajar en la identificación de zonas potencialmente inundables (SEDESOL 1994; Jiménez, 2002) y posteriormente en mapas de riesgo de inundaciones (Salas, 2003) ya que esto es la base para realizar planeación urbana.

Se sugiere que la reconstrucción con recursos del FONDEN se realice incorporando cambios tecnológicos, validados por las autoridades competentes, coadyuvando a mitigar el riesgo.

Se requiere de un rediseño en las funciones, perfiles y responsabilidades que deberían existir en las direcciones estatales de protección civil que llevarán a un mejor conocimiento del área para evaluar la vulnerabilidad en vivienda, infraestructura social y económica frente a otros fenómenos naturales.

Deberían realizarse encuestas post-evento por las cámaras industriales y comerciales, incluyendo la actividad de servicios entre sus agremiados, que permitan una evaluación más certera de la magnitud y características del impacto que sufrieron, tanto en lo relativo a destrucción de acervos como al lucro cesante derivado de la interrupción de las actividades respectivas. De esta manera, podrán contemplarse las medidas de mitigación para aminorar los daños en sus instalaciones y actividad ante futuros eventos.

Se recomienda que las distintas Cámaras y Asociaciones que agrupan estas empresas jueguen un papel más activo, y de mayor relevancia en el recuento de los daños que se presentaron, así como en la concentración y validación de dicha información.

Es necesario que en el mediano plazo se fomente la construcción de infraestructura anexa a las unidades del sector avícola. Estas estructuras deben ser más resistentes ante los embates de fenómenos de esta naturaleza y magnitud.

Deben revisarse las características técnicas de los postes para la transmisión de energía eléctrica en el caso de Yucatán, ya que el número de postes derribados no ha tenido precedente alguno en el estado. Esto disminuiría las afectaciones en las líneas de distribución ante eventos futuros de la misma índole.

Del comportamiento observado en las edificaciones, se pueden extraer las recomendaciones siguientes:

Se recomienda que las viviendas donde se tiene una estructura base de adobe y/o bajareque, con una estructura de techo a base de madera, cartón y palma, tengan una inclinación respecto a la horizontal superior a 35°.

Se recomienda a los habitantes de viviendas con techos cubiertos por materiales de cartón, asbesto y lámina de acero, verificar las características de resistencia de sus techos contra el viento para evitar su desprendimiento y el daño total del menaje.

Deben observarse las recomendaciones establecidas para cada uno de los estados de las costas de la República Mexicana sobre el tipo de anclaje y la separación del mismo para diferentes tipos de materiales de cubierta y diferentes tipos de elementos de soporte en el techo; (ver López Bátiz y Toledo Sánchez. 2003).

Difundir entre la población los beneficios del uso de la mampostería confinada. Se debe hacer énfasis en la divulgación de su adecuada construcción y detallado.

Las bardas de colindancia deben construirse atendiendo las disposiciones técnicas de los reglamentos de construcción.

Deben difundirse los beneficios de realizar mantenimiento a las estructuras de tipo industrial y de vivienda, ya que la evidencia empírica sugiere que un trabajo de mantenimiento adecuado aumenta la posibilidad de soportar los embates del viento.

Se recomienda realizar el desplante de las obras en las construcciones cercanas al mar, al menos, al nivel de 3.6 m.s.n.m. Esto se debe a que el nivel de la marea de viento promedio de los huracanes en el Golfo de México es de 3.6 m; así mismo, el huracán *Isidore* generó una marea de tormenta de 3.1 m.

**Bibliografía**

- Aparicio, F.J., 1987, *Fundamentos de hidrología de superficie*, Ed. Limusa, México.
- Bitrán B.D., Acosta C.L., Eslava M.H., Gutiérrez M.C., Salas S.M.A., Vázquez C.M.A. 2002, *Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el Año 2001*, CENAPRED, México, D.F., México. 102 pp.
- Comisión Federal de Electricidad, 1993, *Manual de Diseño de Obras Civiles” -Diseño por Viento-*, Instituto de Investigaciones Eléctricas.
- Comisión Federal de Electricidad, 2002, <http://www.cfe.gob.mx>
- Comisión Nacional del Agua, 1998, *Consultas en el sistema RAISON*, Datos hidráulicos de las Regiones del País, Gerencia de Planeación Hidráulica, México.
- Datos de precipitación proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional.
- Den Hartog J.P., 1952, *Advanced Strength of Materials*, Dover Publications Inc. Nueva York, 378 pp.
- García-Amaro, E; y Falcon Gyves, Z., 1993, *Nuevo Atlas Porrúa*, 9ª. Edición, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1995, *Geomodelos de Altimetría del Territorio Nacional. GEMA*, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2002, *México Digital*, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1998, *Características de las Viviendas -XI Censo General de Población y Vivienda*, México. 326 pp.
- Jiménez, M., Salas M.A. y Eslava H. 2002, Propuesta de riesgos hidrometeorológicos para el levantamiento de vulnerabilidad en infraestructura (escuelas y edificios públicos), Centro Nacional de Prevención de Desastres, Coordinación de Investigación, México.
- Lopez Batiz, O. y Toledo Sánchez H. 2003, Estudio sobre la seguridad de edificación de vivienda ante el efecto del viento. Informe técnico, CENAPRED, pp 86.
- NASA, <http://www.ghcc.msfc.nasa.gov>
- NOAA, <http://www.nhc.noaa.gov>
- Reglamento de Construcciones para el Departamento del Distrito Federal, 1993, *Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Estructuras de Mampostería*, Diario Oficial del Gobierno del Distrito Federal, México. pp. 234.
- Rodríguez N., 1972, Vientos generados por un ciclón y sus efectos en estructuras construidas en la región de Acapulco, Ingeniería, Enero-Marzo, pp. 45-72
- Rosengaus M.M., Levi E., Sánchez-Sesma J., Reza G., Sckertchly L., Valdéz A.M. y Espinoza J., 1994, *Estudio de Huracanes y sus Efectos en México*, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Informe, México. 16 pp.
- Rosengaus M.M., 1998, *Efectos Destructivos de Ciclones Tropicales*, Editorial MAPFRE, Madrid. pp. 251.
- University of Wisconsin-Madison, <http://www.ssec.wisc.edu>
- Salas, M.A. 2003, *Metodología para la elaboración de mapas de riesgo de inundaciones*, Centro Nacional de Prevención de Desastres, Coordinación de Investigación, México (en revisión).
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 2002, <http://smn.cna.gob.mx/>

## **2.2.3 Huracán *Kenna* estados de Jalisco y Nayarit, Octubre de 2002**

### **2.2.3.1 Presentación**

Para la elaboración de este informe, siete investigadores del CENAPRED realizaron dos misiones distintas a los estados de Jalisco y Nayarit durante el mes de noviembre. El objetivo de la misión fue conocer las características y el impacto socioeconómico del huracán *Kenna* que afectó a ambos estados entre el 21 y 25 del mes de octubre del año 2002.

Las misiones estuvieron constituidas por entrevistas a las autoridades de diferentes dependencias tanto del ámbito federal como del estatal, así como agrupaciones privadas. Así mismo fueron importantes las visitas de campo a las zonas afectadas, en especial las efectuadas a los municipios de Puerto Vallarta, en Jalisco y las de San Blas en el estado de Nayarit. En el caso de la parte correspondiente a Nayarit se contó con el apoyo de la Dirección Estatal de Protección Civil de dicho estado.

Por su intensidad y las afectaciones que provocó, el huracán *Kenna* demostró ser uno de los desastres más significativos del año 2002, sólo por debajo del huracán *Isidore* el cual afectó seriamente la península de Yucatán en el mes de septiembre del mismo año.

En el caso de Jalisco y en especial en Puerto Vallarta, el fenómeno causó enormes destrozos ocasionados por la fuerte velocidad del viento y el efecto del fuerte oleaje. Los mayores daños se localizaron en la infraestructura pública, es decir, en el malecón de la ciudad, así como en la infraestructura privada ligada a los servicios turísticos, ya que resultaron afectados varios hoteles cercanos a la costa y con ello una pérdida de ingresos como resultado del lucro cesante ocasionado por el cierre de un sin número de establecimientos, siendo por ende de los sectores del comercio y los servicios, el más afectado con un 86% de las pérdidas totales en este estado.

En Nayarit, el paso del huracán generó cuantiosas pérdidas en el sector primario, en especial en la actividad pesquera tradicional, así como en laboratorios de reproducción de larva de camarón. Así mismo se vieron afectadas un gran número de viviendas, superior a las reportadas en Jalisco, también fueron importantes las afectaciones que se presentaron en los servicios de energía eléctrica donde un gran número de postes fueron derribados.

Las pérdidas económicas calculadas en este informe ascienden a poco más de 1,244 millones de pesos, de los cuales más de un 73% corresponden a daños en el estado de Nayarit.

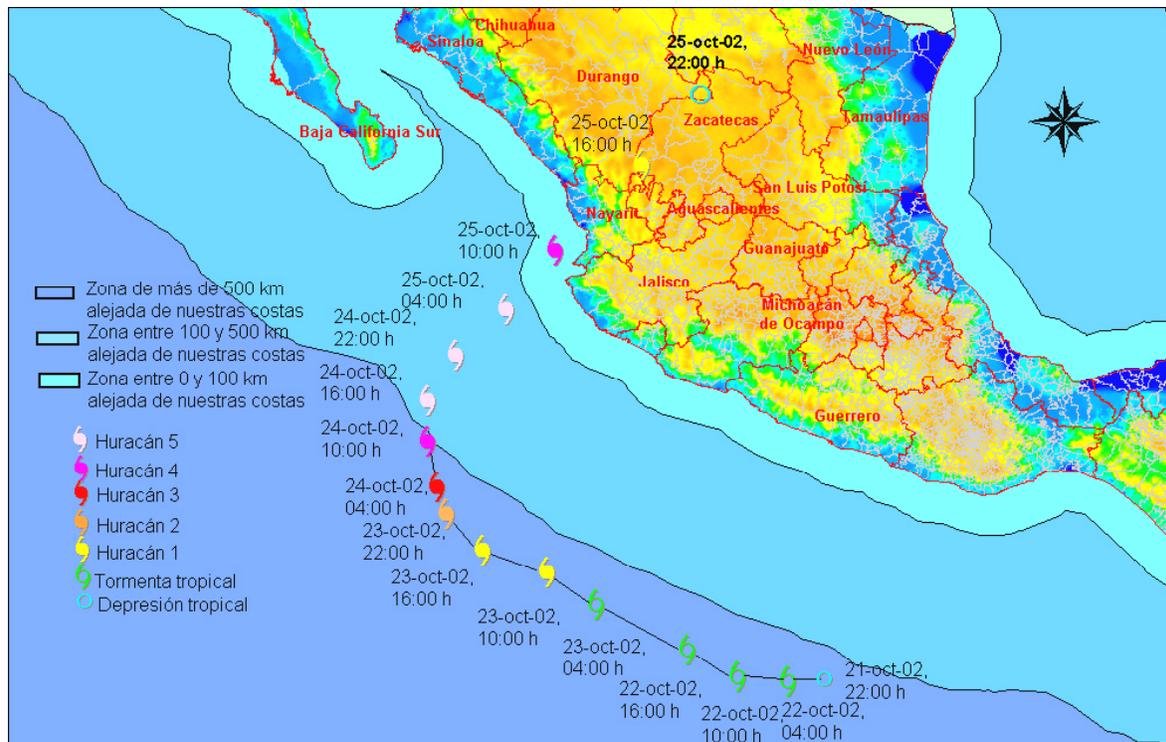
Finalmente, para la elaboración de este documento la misión contó con el apoyo de los Directores Estatales de Protección Civil de Nayarit y Jalisco, Prof. José Heriberto Betancourt Arambula y Mayor Trinidad López Rivas, respectivamente.

### 2.2.3.2 Descripción particular del fenómeno

Según informes del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), el huracán *Kenna* fue el segundo ciclón tropical del Pacífico de la temporada 2002 en alcanzar la categoría 5, el más peligroso, en la escala Saffir-Simpson. El ciclón tropical *Kenna* se formó el día 21 de octubre a partir de una perturbación tropical a 720 km al Sur-Sureste de Acapulco, Guerrero. Para el día 22 pasó a la categoría de tormenta tropical, con vientos máximos de 65 km/h y rachas de 85 km/h, localizada a 588 km al sur de Acapulco, con un movimiento hacia el Oeste-Noroeste y una velocidad de desplazamiento de 10 km/h (figura 2.86).

Durante el día 23, la tormenta tropical *Kenna* se intensificó a huracán categoría 1, estando a 605 km al suroeste de Manzanillo, Colima. En ese momento presentaba una velocidad de desplazamiento de 23 km/h, con una dirección al Oeste-Noroeste, vientos máximos de 140 km/h, con rachas de 165 km/h, así como una presión central de 990 mb.

El día jueves 24, el ciclón *Kenna* cambió a huracán categoría 4 y se localizó a 565 km al suroeste de Manzanillo, Colima. En este momento *Kenna* generó vientos de 185 km/h y rachas de 220 km/h; una velocidad de desplazamiento de 15 km/h y rumbo al Nor-Noroeste. Este mismo día, *Kenna* se desarrolló a huracán categoría 5, el más intenso dentro de la escala Saffir-Simpson. A las 20:00 h (tiempo de la ciudad de México) se encontraba a 365 km al suroeste de Cabo Corrientes, Jalisco, desplazándose al Nor-Noreste a 18 km/h, con vientos máximos de 260 km/h, rachas de 315 km/h, y con una presión central de 915 mb, la más baja en su trayectoria.

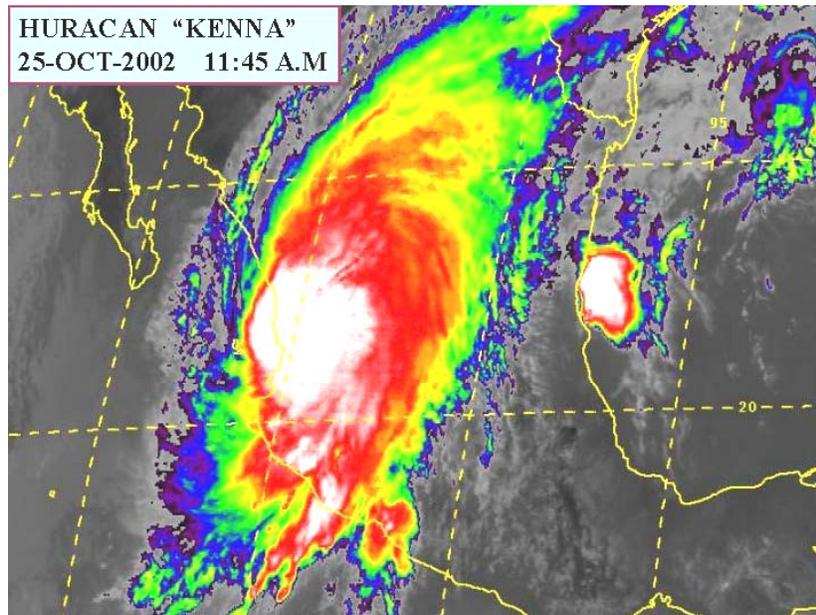


**Figura 2.86 Trayectoria del huracán Kenna**

El día 25 de octubre, el huracán *Kenna* se localizó a 65 km al oeste de Cabo Corrientes, y a 105 km al oeste-suroeste de Puerto Vallarta, Jalisco. Se movió al Noreste a 31 km/h con vientos máximos de 270 km/h y rachas de 325 km/h (figura 2.87).

La actividad nubosa más importante de *Kenna* se presentó en su semicírculo oriental, situación que es altamente peligrosa ya que se localizó muy cerca de los estados del Pacífico central. El ojo del huracán estuvo

muy cerca de las costas de Nayarit y Jalisco, por lo que la zona donde los vientos fueron muy intensos se ubicó en los municipios de Cabo Corrientes y Puerto Vallarta, Jalisco; además de los de Bahía de Banderas, Compostela y San Blas, en Nayarit. *Kenna* generó inundaciones hasta 13 km tierra adentro.



**Figura 2.87. Imagen del huracán Kenna (Fuente: [http://www.gfcc.msfc.nasa.gov/GOES/goes\\_es.html](http://www.gfcc.msfc.nasa.gov/GOES/goes_es.html))**

No obstante que el huracán *Kenna* se debilitó a categoría 3, se mantuvo como un sistema extremadamente peligroso e impactó en tierra firme sobre el municipio de San Blas, Nayarit, con vientos máximos de 185 km/h y rachas de 205 km/h.

A las 19:00 h (hora de la ciudad de México) del mismo día 25 de octubre, el huracán *Kenna* se degradó a tormenta tropical y se localizó a 40 km al nor-noroeste de Fresnillo, Zacatecas; se movió al noreste a 38 km/h, presentó vientos máximos de 65 km/h y rachas de hasta 85 km/h. El 26 de octubre, la tormenta tropical *Kenna* perdió fuerza al chocar con la Sierra Madre Occidental y se degradó a depresión tropical a 160 km al sur de Saltillo, Coahuila, con un desplazamiento hacia el noreste ya en etapa de disipación.

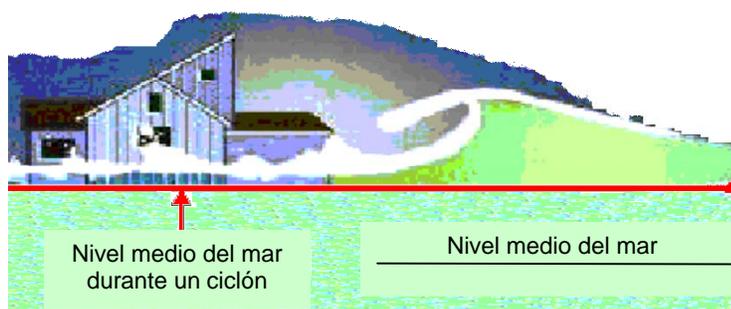
Como se sabe, los aspectos destructivos de los ciclones tropicales se deben, principalmente, a cuatro manifestaciones: viento, lluvia, oleaje y marea de tormenta. El huracán *Kenna* no produjo precipitaciones de consideración (98 mm por día en el río Tomatlán, 154.6 mm por día en Aguamilpa, Nayarit, y en Radar Colima 250.4 mm por día); sin embargo, sus vientos y la marea de tormenta provocaron daños materiales de importancia en los estados de Jalisco y Nayarit.

### **Efectos hidrometeorológicos del huracán Kenna**

Por la ubicación geográfica que guardan la mayoría de las zonas urbanas desarrolladas cerca de las líneas costeras de nuestro país, éstas pueden ser especialmente vulnerables a los efectos devastadores de los huracanes. En particular, las zonas más próximas a las líneas de playa, y las edificaciones con características pobres de construcción, aun cuando éstas últimas se encuentren ubicadas costa adentro, son las mayormente sensibles. En estos casos, son el viento marítimo y las lluvias las que pueden ocasionar grandes daños a la infraestructura, a las construcciones y bienes de la población en general, por ejemplo, los recientes y cuantiosos daños ocasionados por el huracán *Isidore* en los estados de Yucatán, Campeche, Quintana Roo y Chiapas.

### **Marea de tormenta**

La disminución de la presión atmosférica que ocurre cerca del centro u ojo del ciclón tropical y las fuerzas cortantes producidas por el viento que actúan sobre la superficie del mar, dan lugar a una sobreelevación del nivel medio del mar conocida como marea de tormenta. Esta puede alcanzar magnitudes de 2 a 4 m (figura 2.88).



**Figura 2.88. Sobreelevación del nivel medio del mar durante el paso de un ciclón tropical**

La marea de tormenta puede dar lugar a inundaciones de grandes zonas de terreno cercanas al mar, y a que las olas alcancen estructuras que usualmente no están sometidas a oleaje, o inclusive que están ubicadas fuera del mar. Esta condición también suele provocar un fuerte transporte de arena de las playas, que puede erosionarlas, como sucedió en 1988 en Cancún, por el huracán *Gilbert*.

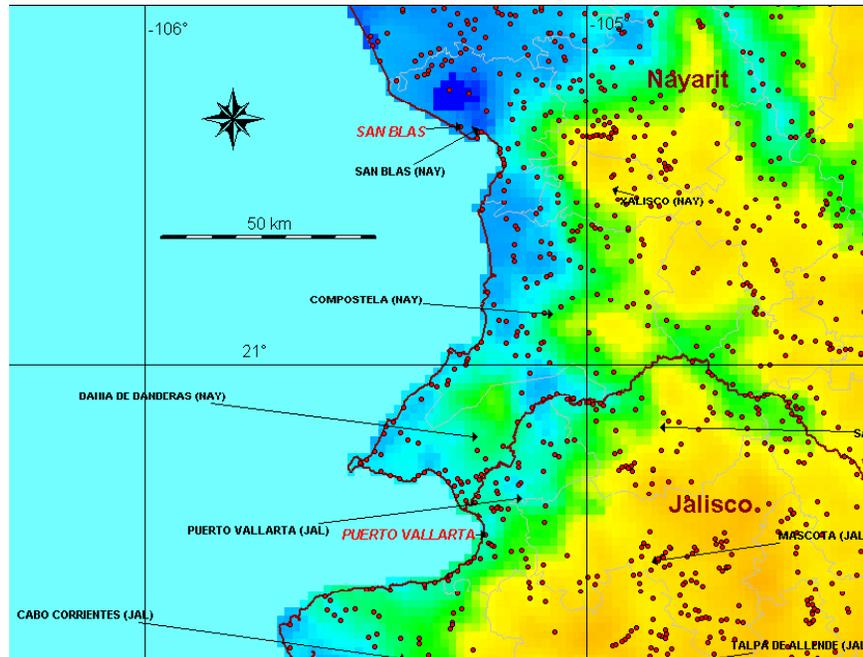
Cuando al ascenso y descenso diario del nivel del mar, producto de la marea común, se combina con la de tormenta, resulta en una mayor sobreelevación del nivel medio del mar.

Si el ciclón está cerca de la tierra, la marea de tormenta se amplía en el cuadrante derecho (respecto al movimiento del ciclón tropical), ya que los vientos tienen dirección hacia la masa continental. Si además, la forma de la línea de costa es cóncava hacia el mar, resulta ser mayor la sobreelevación.

### **Daños producidos por el huracán Kenna en Puerto Vallarta, Jalisco, y en San Blas, Nayarit**

Puerto Vallarta se ubica en el estado de Jalisco, muy cerca de los límites con el estado de Nayarit, en la costa del océano Pacífico (figura 2.89). Su situación geográfica lo ubica como un atractivo puerto turístico, cuya cabecera municipal se encuentra a escasos 40 m.s.n.m., aproximadamente, y sobre la línea de playa.

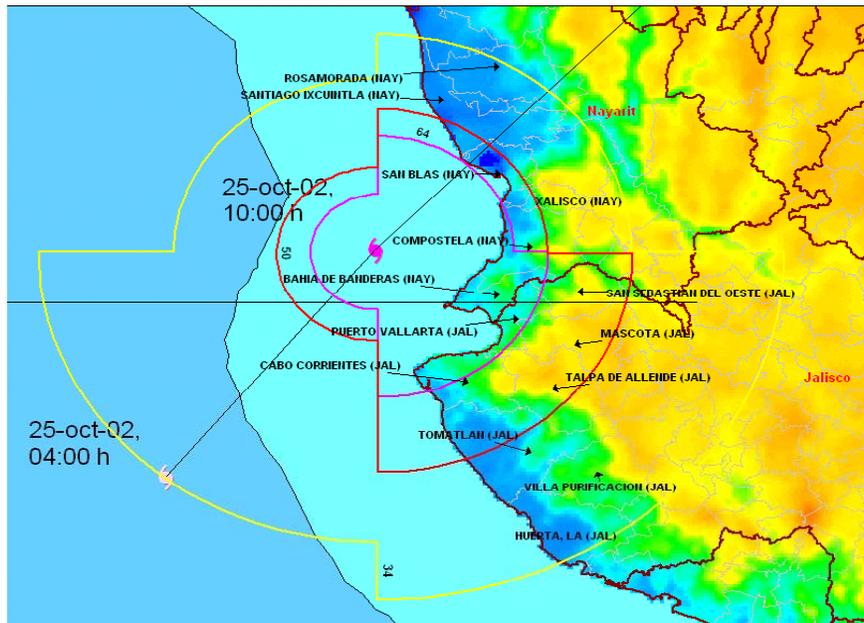
San Blas se ubica en el estado de Nayarit, también en la costa del océano Pacífico (figura 2.89). Su situación geográfica lo ubica también como un atractivo lugar turístico, cuya cabecera municipal se encuentra a escasos 10 m. s. n. m. y asimismo, sobre la línea de playa.



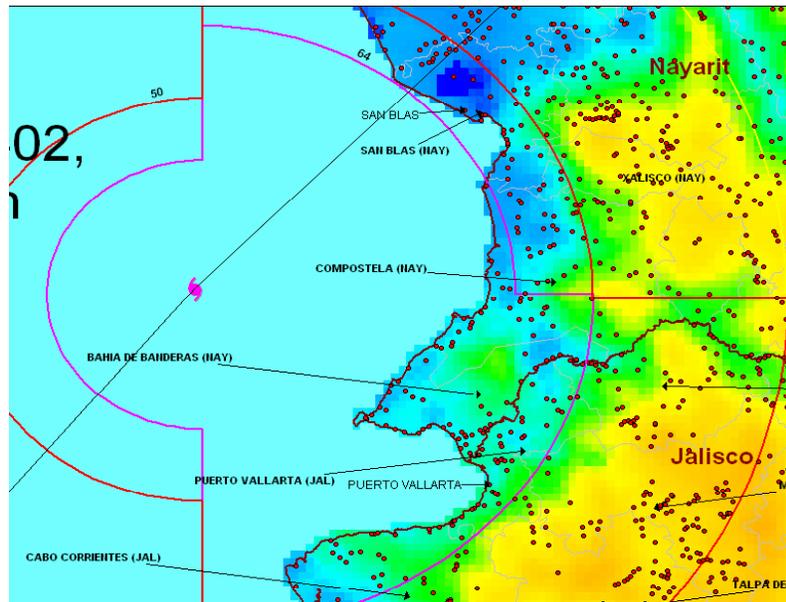
**Figura 2.89 Ubicación de Puerto Vallarta y San Blas**

Se estima que la marea de tormenta que provocó el huracán *Kenna* fue de 2.7 a 3.7 m (figura 2.90a) en Puerto Vallarta, ya que la bahía de Banderas presenta una línea de costa cóncava hacia el mar.

En San Blas también se produjo una sobre elevación, ya que la playa es tendida y estuvo sujeta a la zona de viento intenso (figura 2.90b). Se calcula una sobre elevación de hasta 2 m de altura sobre el nivel medio del mar.



**Figura 2.90a. Campo de vientos de 64, 50 y 34 nudos del día 25 de octubre a las 10:00 h**



**Figura 2.90b. Campo de vientos de 64, 50 y 34 nudos del día 25 de octubre a las 10:00 h y localidades afectadas**

#### **Evaluación conjunta de los daños provocados por el huracán “Kenna”**

El total de daños que dejó a su paso el huracán *Kenna* significó una pérdida de más de 1,244 millones de pesos para ambos estados. Un 73.5% del total de afectaciones tuvo lugar en el estado de Nayarit mientras que el restante 26.5% correspondió a las afectaciones registradas en el estado de Jalisco, en especial las presentadas en el municipio de Puerto Vallarta. Del total de daños el 80.7% corresponde a daños directos los cuales tienen que ver con la destrucción de acervos, mientras que el 19.3% corresponde a daños indirectos es decir, los sufridos en la producción de bienes y servicios (ver tabla 2.54).

**Tabla 2.54 Resumen de daños totales causados por el huracán Kenna en ambos estados**

Sector / Concepto	Daños Directos	Daños Indirectos	Total	Porcentaje del total
Sector agropecuario	219,000.0	981.9	219,981.9	17.8
Comercio y servicios	204,830.9	92,914.2	297,745.1	23.9
Vivienda	252,640.5	51,205.4	303,845.9	24.4
Escuelas	53,839.0	0.0	53,839.0	4.3
Hospitales y centros de salud	11,054.4	16,422.6	27,477.0	2.2
Infraestructura pública	14,000.0	0.0	14,000.0	1.1
Comunicaciones y transportes	21,204.8	10,525.0	31,729.8	2.5
Agua potable	6,536.3	0.0	6,536.3	0.5
Suministro de electricidad	171,500.0	31,500.0	203,000.0	16.3
Impacto ecológico	50,510.0	5,000.0	55,510.0	4.5
Costo de la emergencia	0.0	31,169.5	31,169.5	2.5
<b>Total General de Daños</b>	<b>1,005,115.9</b>	<b>239,718.6</b>	<b>1,244,834.5</b>	<b>100.0</b>

Nota: Las cifras contenidas en este cuadro recogen tanto datos proporcionados por las entidades oficiales como cálculos propios realizados por los autores con base en diversas informaciones recabadas en el estado.

Como se detalla en la tabla 2.54, las mayores pérdidas económicas se registraron en el comercio y los servicios, el sector primario, y la vivienda junto con el suministro de los servicios eléctricos, los cuales concentraron más del 82% del total de pérdidas en ambos estados.

Por las características del fenómeno y por las diferencias significativas en las actividades económicas en ambos estados, las afectaciones en Jalisco y en especial en el municipio de Puerto Vallarta tuvieron lugar en el sector de comercio y los servicios, en especial los relacionados al turismo, mientras que en Nayarit los daños se concentraron en los municipios costeros como San Blas, Santiago Ixcuintla, Tecuala, y Rosamorada entre otros, afectando la actividad primaria, en especial al subsector pesquero, así mismo fueron afectadas un gran número de viviendas en dicho estado.

### **2.2.3.3 El caso de Puerto Vallarta en el estado de Jalisco**

#### **Descripción particular del fenómeno**

En el recorrido realizado por investigadores de la Dirección de Investigación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) se observaron tres condiciones diferentes de las playas de Puerto Vallarta; a saber, la del norte, del malecón hasta la marina Puerto Vallarta, la del centro o del malecón, y la del sur del malecón, donde se encuentra ubicado el muelle (figura 2.91).

#### **Playas de la zona norte en Puerto Vallarta**

Esta zona fue la más afectada por el huracán *Kenna*. Se estima que la marea de tormenta y el oleaje produjeron un transporte de la arena de la playa hacia el mar; es decir, en dirección perpendicular a la línea de costa, que causó una erosión de la playa hasta en 3 m de espesor en una franja de cerca de 30 m respecto a dicha línea (figura 2.92). Ello dio lugar a que algunas edificaciones cercanas al mar resultaran dañadas por la pérdida de apoyo de sus cimentaciones, debido a que no tenían la profundidad adecuada, ni protección contra el oleaje. Algunas de estas estructuras recibieron el impacto del oleaje (figura 2.93). En esta zona se presentaron las olas más grandes.

La arena que fue retirada de las playas se depositó en el fondo marino cercano a la línea de costa, por lo que de forma natural, y de manera paulatina volverá a la playa mediante el tipo de transporte litoral paralelo a las crestas de las olas; es decir, perpendicular a la playa.

En algunos tramos de esta zona se apreciaron depósitos de gravas sobre la playa que probablemente arrastró el oleaje durante la etapa de descenso del nivel medio del mar (figura 2.94). De acuerdo con versiones de personas del lugar, esta playa no tenía este tipo de material. En la figura 2.95 se muestra que la playa se erosionó del orden de 3 m, dejando sin protección a la cimentación de la estructura del fondo. Asimismo se observa un menor depósito de gravas provenientes del mar en la playa.

En la figura 2.96a se observa el impacto de las olas en la zona en cuestión por el paso del huracán *Kenna*, y en la figura 2.96b las condiciones ordinarias del oleaje a que está sometida. El edificio que aparece al centro de la fotografía 2.96b, es el mismo que se muestra en la figura 2.96a, y a su izquierda los hoteles afectados que aparecen en la figura 2.92. En la figura 2.96b no se alcanzan a distinguir depósitos de grava sobre la playa.

#### **Playas del centro (Malecón) en Puerto Vallarta**

En condiciones ordinarias, la rasante del malecón se encuentra alrededor de 3 m sobre el nivel medio del mar y se aprecia una playa de cerca de 40 m de longitud. En la figura 2.97 se muestran las condiciones anteriores al huracán *Kenna* y, en la figura 2.98, se presentan las condiciones ordinarias después de este huracán; nótese la ubicación del nivel del mar.

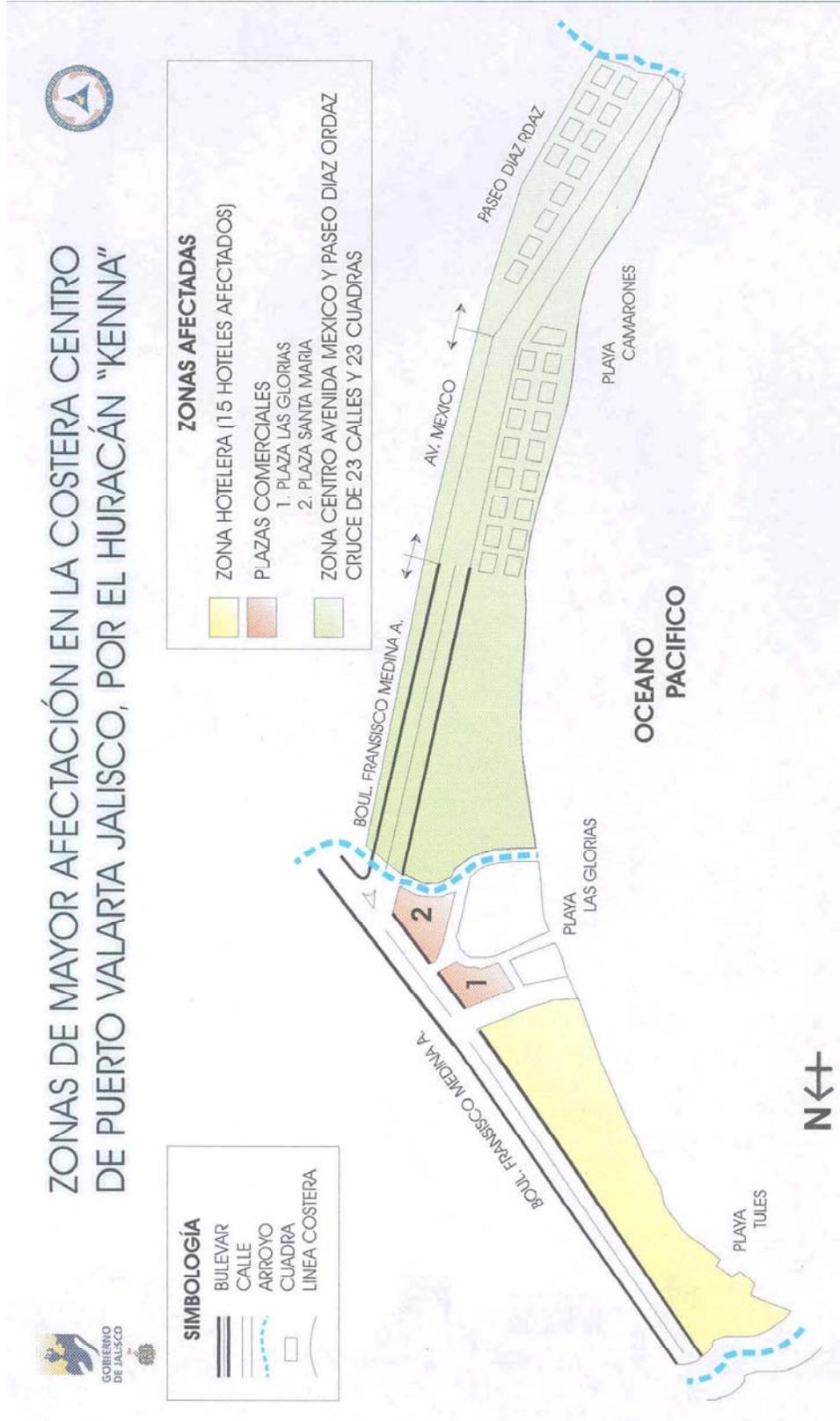


Figura 2.91 Zonas de afectación por el huracán Kenna (Cortesía de la Dirección General de Protección Civil de Jalisco)



**Figura 2.92 Erosión de la playa junto al edificio**



**Figura 2.93 La erosión de más de 2 m ocasionó la falla de los muros de contención**



**Figura 2.94 Depósitos de grava sobre la playa**



**Figura 2.95 Playa erosionada sin depósitos de grava**



**Figura 2.96a. Oleaje impactando sobre la zona norte durante el huracán Kenna (Fotografía: Antonio Rey)**



**Figura 2.96b. Condiciones ordinarias del oleaje en la zona norte**

En las figuras 2.99 a 2.100 se muestra el aspecto que tenía el malecón durante la ocurrencia del huracán. También en éstas se muestra que el muro vertical del malecón funcionó como rompeolas, y que encima de él pasaron las olas de escasa altura (menos de 0.5 m), sobre un cuerpo de agua sobre el nivel de la calle del orden de 0.5 m de profundidad. Debido a la presencia del malecón, las olas disiparon gran parte de su energía por lo que no incidió un oleaje pleno sobre las edificaciones de esta zona comercial, y sólo recibió el impacto de olas de menos de 0.5 m de altura que estaban en etapa de disipación. Sin embargo, sí ocurrió una inundación de alrededor de 1 m.



**Figura 2.97** Condiciones del malecón antes del huracán Kenna (Tarjeta postal)



**Figura 2.98** Condiciones del malecón después del huracán Kenna

Se considera que en la zona central el oleaje no afectó a las construcciones comerciales ni de vivienda. Los daños mayores fueron sobre el propio malecón, no se erosionó la playa y hubo un mayor transporte de gravas y boleos en dirección normal a la playa.



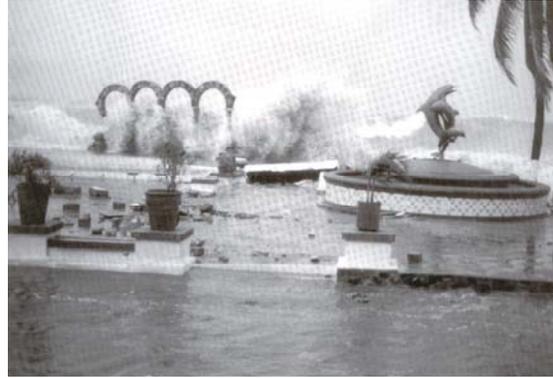
**Figura 2.99** Ascenso del nivel del mar por la marea de tormenta en el malecón (Fotografía: Antonio Rey)



**Figura 2.100** Durante la ocurrencia del huracán sobre la calle principal de la zona comercial existió un oleaje pequeño, 0.5 m de altura (Fotografía: Antonio Rey)



**Figura 2.101 Inundación de la zona comercial frente al malecón (Fotografía: Antonio Rey)**



**Figura 2.102 Efecto de rompeolas del malecón durante el embate del huracán (Fotografía: Antonio Rey)**



**Figura 2.103 Después del huracán, el nivel del mar bajó a su condición ordinaria (Fotografía: Antonio Rey)**



**Figura 2.104 Aspecto del malecón después del paso del huracán**

En la figura 2.102 se aprecia de forma más clara la incidencia del oleaje sobre el malecón. La figura 2.103 muestra cuando el nivel del mar estaba en descenso (es posterior al momento en que se tomaron las fotos de las figuras 2.98 a 2.102) y en la figura 2.104 se aprecia el estado en que quedó esta parte del malecón.

#### **Playas del sur (muelle) de Puerto Vallarta**

Fue la zona menos afectada. Aparentemente el nivel medio del mar descendió pero no existió la suficiente área para que el viento formase olas de importancia. Las playas no muestran que haya habido cambio de su perfil; no se observaron afectaciones de relevancia, posiblemente el ascenso del mar ocasionó inundaciones en algunas viviendas y comercios ubicados entre los 0 y 3.5 m de elevación con respecto al nivel medio del mar. En las figuras 2.105 y 2.106 se evidencia la ausencia de cambio en la playa lo que permite que prácticamente se desarrolle una vida similar a la que había antes del huracán *Kenna*.



**Figura 2.105 Playa junto al muelle**



**Figura 2.106 Playa junto al muelle sin modificaciones por el huracán Kenna**

### **La población afectada**

El impacto del huracán *Kenna* se sintió en cinco municipios del estado de Jalisco: Puerto Vallarta, Tomatlán, La Huerta, Cihuatlán y Cabo Corrientes, los que figuraron luego en la declaratoria de emergencia emitida por la Secretaría de Gobernación el 24 de octubre de 2002. El primero de los municipios mencionados fue el más afectado, producto del fuerte oleaje que golpeó parte de la infraestructura urbana, comercial y de servicios ubicadas en el litoral y en las áreas circunvecinas.

Afortunadamente el funcionamiento oportuno de los sistemas de alerta y prevención hicieron que no se registrara ningún fallecimiento atribuible al fenómeno. Las autoridades de salud informaron, por otra parte, que alrededor de 30 personas resultaron con lesiones leves. Se registraron unas 2000 personas directamente damnificadas, mientras que la población que tuvo alguna afectación relacionada con el fenómeno superó 150 mil (ver tabla 2.55).

**Tabla 2.55 Población afectada**

Muertos	Población Damnificada	Población Afectada
0	2,000	151,452

Fuente: Elaboración con base en antecedentes recogidos localmente.

### **Acciones para atender la emergencia**

En el punto máximo de atención a la emergencia fueron evacuadas hacia refugios temporales 3, 449 personas de los distintos municipios afectados, de las cuales 2, 679 personas pertenecían a Puerto Vallarta. El tiempo de permanencia en dichos refugios fue, en promedio, de sólo dos días.

Para la atención de la emergencia se destinaron apoyos provenientes del Fondo Nacional de Desastres (FONDEN) que fueron canalizados por la Dirección de Protección Civil del Estado de Jalisco y por el DIF estatal. En la tabla 2.56 se puede observar la magnitud de los apoyos entregados y el monto estimado del costo que tuvo la atención de la emergencia

**Tabla 2.56 Costo de la Emergencia y de la ayuda humanitaria recibida (Miles de pesos)**

Ayuda	Costo estimado
28 toneladas de alimentos	-
13,000 litros de agua embotellada	-
5,200 cobijas	520.0
1,300 catres	195.0
10,000 despensas	450.0
14000 láminas de cartón	80.5
<b>Total</b>	<b>1,245.5</b>

Fuente: Secretaría de Gobernación. Coordinación General de Protección civil.

Se calcula que el costo de la emergencia a dos días de transcurrido el fenómeno superó el millón doscientos mil pesos.

### **Evaluación de daños: Apreciación de conjunto**

Se estima que los daños generados por el huracán *Kenna*, como consecuencia de los municipios afectados en el estado de Jalisco, ascienden a 329.6 millones de pesos de pesos, de los cuales, el 67.7% corresponde a daños directos, es decir a destrucción de acervos, mientras que el 32.3% corresponden a pérdidas en la producción de bienes y servicios, es decir a daños indirectos. Se calcula aproximadamente que más de un 90% del total de pérdidas se produjo en el municipio de Puerto Vallarta, y dada la especialización económica que guarda este municipio como centro turístico, los daños al comercio, hoteles y restaurantes representaron aproximadamente un 75% del total de daños registrados (ver tabla 2.57).

**Tabla 2.57 Resumen de daños totales (Miles de pesos)**

Sector / Concepto	Daños Directos	Daños Indirectos	Total	Porcentaje del total
Sector agropecuario	0.0	981.9	981.9	0.3
Hoteles	26,700.0	48,321.0	75,021.0	22.8
Restaurantes	10,750.0	26,460.0	37,210.0	11.3
Comercio	158,500.0	12,900.0	171,400.0	52.0
Vivienda	1,069.7	11,108.4	12,178.1	3.7
Escuelas	15.0	0.0	15.0	0.0
Comunicaciones y transportes	0.0	525.0	525.0	0.2
Infraestructura pública	14,000.0	0.0	14,000.0	4.4
Suministro de electricidad	12,000.0	0.0	12,000.0	3.6
Impacto ecológico	0.0	5,000.0	5,000.0	1.5
Costo de la emergencia	0.0	1,245.5	1,245.5	0.4
<b>Total General de Daños</b>	<b>223,034.7</b>	<b>106,541.8</b>	<b>329,576.5</b>	<b>100.0</b>

Nota: Las cifras contenidas en este cuadro recogen tanto datos proporcionados por las entidades oficiales como cálculos propios realizados por los autores con base en diversas informaciones recabadas en el estado.

Como se dijo anteriormente, el comercio y los hoteles, además de los servicios ligados al turismo como el caso de los restaurantes, fueron los sectores más afectados. Varios hoteles de cinco estrellas y gran turismo resultaron seriamente dañados con destrucción de cuartos e infraestructura producto del oleaje e inundaciones, a esto se agrega la destrucción del malecón de la ciudad y los comercios establecidos en la periferia los cuales tuvieron daños por causas similares.

## Sectores Sociales

### a) Vivienda y asentamientos humanos

Los daños a la vivienda y afectaciones a los asentamientos humanos fueron relativamente moderados si se toma en cuenta las características del fenómeno. De acuerdo con cifras de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) del estado de Jalisco, unas 97 casas resultaron afectadas con distintos niveles de daño. Las viviendas que presentaron daños totales fueron 25, 20 de las cuales se ubicaban en Puerto Vallarta, 4 en Cabo Corrientes y una en el municipio de Cihuatlán. Para la reconstrucción de estas viviendas se otorgó un apoyo por un monto de 27 mil pesos. Así mismo, se identificaron 35 viviendas con daños parciales que afectaron su estructura, 11 ubicadas en el municipio de Cihuatlán, 9 en Cabo Corrientes y 15 en Puerto Vallarta, sus propietarios recibieron un apoyo por este concepto por un monto de 8,370 pesos. Por último se identificaron 38 viviendas con daños menores, 17 de ellas se localizaron en el municipio de Cabo Corrientes y 20 en Puerto Vallarta. Sus propietarios recibieron 2,750 pesos para su reparación.

En la tabla 2.58 se puede observar el número de viviendas por tipo de daño y el monto estimado de reconstrucción de cada una de ellas. El monto total de daños ascendió en conjunto a poco más de un millón pesos, un gran porcentaje de estos recursos estuvo destinado al municipio de Puerto Vallarta.

**Tabla 2.58 Daños en el sector vivienda**

Tipo de daño	Número de viviendas	Monto de apoyo por vivienda \$	Monto estimado de daños (miles de pesos)
Menores	37	2,750.0	101.8
Parciales	35	8,370.0	293.0
Totales	25	27,000.0	675.0
<b>Totales</b>	<b>97</b>		<b>1,069.7</b>

Fuente: Secretaría del Desarrollo Social del estado de Jalisco.

Aunado a lo anterior y como una respuesta a la población damnificada con el fin de reestablecer la normalidad lo más pronto posible, se generaron fuentes de empleo a través del programa de empleo temporal emergente de la Secretaría de Desarrollo Social, donde se erogaron poco más de 11 millones 108 mil pesos, que en promedio el 70% correspondió al Gobierno Federal mientras que el restante 30% correrá a cargo de fondos estatales.

En la tabla 2.59 se pueden observar el monto de recursos que se ejercieron en programa de empleo temporal (PET), en diversos municipios afectados y el origen de los recursos, es notable que una proporción mayor se dirige a los municipios de Puerto Vallarta y Cabo Corrientes, donde el daño en la vivienda fue en mucha mayor medida.

**Tabla 2.59 Monto y origen de recursos del Programa de Empleo temporal (Miles de pesos)**

Municipios	Federal	Estatal	Total
Puerto Vallarta	1,920.0	857.1	2,777.1
Cabo corrientes	1,920.0	857.1	2,777.1
Tomatlán	1,280.0	571.4	1,851.4
La Huerta	1,280.0	571.4	1,851.4
Cihuatlán	1,280.0	571.4	1,851.4
<b>Total</b>	<b>7,680.0</b>	<b>3,428.4</b>	<b>11,108.4</b>

Fuente: Secretaría del Desarrollo Social del estado de Jalisco.

Así, si se suma el monto destinado a la rehabilitación de las viviendas con los gastos erogados en el programa de empleo temporal se llega a una cifra global de 12.2 millones de pesos para solventar los daños ocasionados a la vivienda.

**b) Salud**

No se registraron daños en la infraestructura de salud.

**c) Educación instalaciones deportivas y patrimonio cultural**

En este renglón no hubo grandes afectaciones, sólo se tienen registros de una escuela afectada por inundaciones la cual se encontraba situada en el municipio de Puerto Vallarta, era de administración privada, escapa a todo beneficio otorgado por el Fondo Nacional de Desastres, y donde según cálculos propios los daños ascendieron a 15 mil pesos aproximadamente.

**Sectores productivos****a) Agropecuario y pesca**

Por la propia especialización económica que tienen los municipios afectados, en su mayoría dedicados a las actividades turísticas aunque con desarrollos distintos, los restantes sectores económicos tuvieron afectaciones menores.

En el caso particular del sector agropecuario resultaron afectadas 71 hectáreas de diversos cultivos, entre los cuales destacan el maíz, ajonjolí, tomate verde, sandía y papaya, localizados fundamentalmente en los municipios de Tomatlán, Cihuatlán y C. Castillo, donde sólo en el primer caso se presentaron el 75% de las hectáreas que tuvieron algún daño.

En tabla 2.60 se puede observar el monto de daños estimados para el sector agropecuario (poco menos de 982 mil pesos), siendo los cultivos de sandía, y papaya los que significaron porcentajes mayores en los siniestros con 35 y 32 por ciento respectivamente.

**Tabla 2.60 Monto de las pérdidas en el sector agropecuario  
(Miles de pesos)**

Tipo de cultivo	Superficie afectada ha	Monto de pérdidas
<b>Cultivos de temporal</b>		
Maíz	6	12
Ajonjolí	28	117.6
<b>Cultivos de riego</b>		
Tomate verde	6	82.8
Chile	4	47
Sandía	11.5	345
Papaya	10.5	315
Ejotes	5	62.5
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>981.9</b>

Fuente: SAGARPA estado de Jalisco.

**b) Industria, comercio, servicio y turismo**

Como se expresó antes, la actividad predominante en muchos de los municipios afectados, y en especial en Puerto Vallarta, está ligada al turismo.

Uno de los principales daños directos ocurrió en infraestructura de diversos hoteles que presentaron perjuicios, así como días de inactividad (daño indirecto), que hicieron que una importante cantidad de ingresos se dejara de percibir por el cierre de los hoteles, es decir el “lucro cesante”.

Se estima que alrededor de 14 hoteles (ver tabla 2.61) permanecieron cerrados treinta días después de la llegada del huracán, de estos, la mayoría tienen una clasificación de cuatro a cinco estrellas y se encuentran ubicados a orillas del mar y por ende fueron los que sufrieron los mayores daños.

**Tabla 2.61 Lista de los principales hoteles afectados con 30 días de interrupción**

Sheraton Baganvillas	Suites Ambassador
Premiere	Las Palmas
Sun Resorts Club	Plaza Pelicanos
Holiday Inn	Casa Claudia
Los Tules	La Siesta
Continental Plaza	Costa Club Punta Arena
Buenaventura	Villa Varadero

Fuente: Asociación de Hoteleros de Puerto Vallarta

Se estima que los daños directos consistieron en la afectación de 267 habitaciones de distintos lugares, principalmente por las inundaciones, consecuencia del fuerte oleaje que las destruyó por completo incluidos los enseres que contenían. Se estima que la reconstrucción y dotación de enseres de una habitación con las mismas características que las dañadas asciende a un monto de alrededor de 100 mil pesos. Así, al multiplicar el número de cuartos destruidos por este valor se obtiene un monto de daños ascendente a 26 millones 700 mil pesos.

En los que respecta al “lucro cesante”, en promedio catorce hoteles quedaron sin actividad en un lapso de treinta días. El precio promedio de una habitación se estimó en 75 dólares por día, mientras que el número de las mismas que dejaron de funcionar ascendió a 3,068 habitaciones, a esto tenemos que agregar que Puerto Vallarta mantiene un promedio de ocupación hotelera del 70% en los dos últimos años, con lo cual el número de habitaciones que dejaron de estar ocupadas sería de 2, 148 cuartos. Al multiplicar ambos valores se obtiene que debido a la inactividad se deben haber perdido unos 48 millones de pesos, a un tipo de cambio promedio de 10 pesos por dólar. Dicha relación se puede observar en la tabla 2.62, donde se concentra la información por cada uno de los hoteles que presentaron los mayores daños.

**Tabla 2.62 Monto de pérdidas por inactividad en el sector hotelero (Miles de pesos)**

Hotel	No. de Cuartos	No. de cuartos con 70% de ocupación	Costo promedio por cuarto 750 pesos	Considerando 30 días de inactividad
Sheraton Baganvillas	900	630	472.5	14,175.0
Premiere	83	58	43.6	1,307.3
Sun Resorts Club	383	268	201.1	6,032.3
Holiday Inn	231	162	121.3	3,638.3
Los Tules	30	21	15.8	472.5
Continental Plaza	430	301	225.8	6,772.5
Buenaventura	236	165	123.9	3,717.0
Suites Ambassador	20	14	10.5	315.0
Las Palmas	153	107	80.3	2,409.8
Plaza Pelicanos	332	232	174.3	5,229.0
Casa Claudia	12	8	6.3	189.0
La Siesta	22	15	11.6	346.5
Costa club Punta Arena	208	146	109.2	3,276.0
Villa Varadero	28	20	14.7	441.0
<b>Totales</b>	<b>3,068.0</b>	<b>2,148</b>	<b>1,610.7</b>	<b>48,321.0</b>

Fuente: Elaboración propia.

El sector restaurantero fue otro de los que presentaron daños considerables y más en los casos de aquellos cuyas instalaciones se encontraban cercanas a la playa y que tuvieron severas inundaciones que afectaron seriamente el mobiliario y el equipo.

Según cifras de la Cámara de Comercio de Puerto Vallarta, 35 restaurantes resultaron afectados, de los cuales 20 registraron pérdida total.

Se estima que los daños directos a este sector ascienden 10 millones 750 mil pesos, dicha cifra corresponde, a las afectaciones que ocurrieron únicamente por daños directos a la infraestructura, mobiliarios y equipo.

Para el cálculo de las pérdidas por inactividad, se estimó que en cada uno de los restaurantes dejaron de operar 21 mesas tomando en cuenta las cifras de ocupación hotelera y que fueron 35 los establecimientos afectados. El número de mesas multiplicado por el total de restaurantes nos daría la cantidad de mesas que estuvieran siendo ocupadas, en este caso serían 735, de esta cifra multiplicada por un consumo promedio de 1,200 pesos diarios por cada una de ellas se obtiene la pérdida de ingresos diarios estimada, que resultó de 882, 000 pesos, que multiplicada por los treinta días de inactividad da como resultado un “lucro cesante” de 26 millones 460 mil pesos.

Al agregar los daños directos a los indirectos ocurridos en el sector de los restaurantes, se llega a un total de pérdidas por 37 millones 210 mil pesos.

Por otra parte, el Comercio fue otro de los sectores que acumuló pérdidas importantes, ya que gran parte de los establecimientos que sufrieron daños se encontraban ubicados en las cercanías del malecón de la ciudad siendo afectados por la fuerza de las olas e inundaciones que destruyeron gran parte de las mercancías almacenadas.

Según cifras de la Cámara de Comercio de la ciudad, 220 locales comerciales resultaron con afectaciones las cuales se concentraron en pérdida de mercancías. Los daños directos en estos comercios se estimaron en casi 10 millones de pesos, mientras que las pérdidas por los días de inactividad se calcularon en 8 millones de pesos.

Adicionalmente, el Centro Empresarial de Puerto Vallarta, reportó también daños directos entre sus agremiados de aproximadamente 100 millones de pesos, de entre los cuales se encontraban algunas tiendas de autoservicio, además de 10 joyerías que sufrieron daños por pérdida de mercancía por unos 50 millones de pesos producto tanto del fenómeno, como por robo y rapiña, a lo que se agrega una estimación por lucro cesante de aproximadamente 3 millones de pesos.

Así, los daños totales ocurridos en el comercio, tomando en cuenta las cifras y estimaciones de las dos asociaciones nos arrojan un total de daños directos de 158 millones 500 mil pesos, mientras que los daños indirectos se estimaron en casi 13 millones de pesos.

### **Infraestructura**

Los daños a la infraestructura no fueron considerables si se toma en cuenta la magnitud del fenómeno, según reportes de las instancias correspondientes no se registraron daños en ningún tipo de vía de comunicación, sin embargo uno de los perjuicios más considerables en cuanto a infraestructura pública se refiere, se ubicó en el malecón de la ciudad de Puerto Vallarta el cual sufrió daños considerables. Se estima que el monto para la recuperación de la infraestructura tendrá un valor de reconstrucción de 14 millones de pesos.

Aquí valdría la pena mencionar que 15 vehículos presentaron pérdida total, los cuales se encontraban estacionados en las cercanías del malecón. Se calcula que las pérdidas de estas unidades ascienden a unos 525 mil pesos.

Así mismo, se estima que los daños a la infraestructura eléctrica suman los 12 millones de pesos, los cuales se concentraron en postes derribados, y transformadores eléctricos dañados, mientras que en sistemas de agua potable, drenaje y alcantarillado no hubo afectaciones de consideración.

### **Medio ambiente**

A pesar de la magnitud del fenómeno no se registran daños considerables al ecosistema y en los recursos naturales de la entidad, sin embargo derivado del fuerte oleaje que se presentó fue considerable el daño por la pérdida de playa derivado en buena medida del fuerte oleaje. La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Jalisco, estimó un costo de 5 millones de pesos para emprender estudios para la recuperación de playas, este monto puede incluirse como un daño indirecto derivado del fenómeno.

### 2.2.3.4 El caso del estado de Nayarit

#### **Descripción particular del fenómeno**

Los daños causados en San Blas, y en general en las zonas afectadas por el huracán *Kenna* en Nayarit, fueron producidos por oleaje, una marea de tormenta de aproximadamente 2 metros de altura y, principalmente, viento (figura 2.107).



**Figura 2.107 Playa de San Blas (se estima una sobreelevación del mar de 1.5 a 2 m)**

En la figura 2.90b se observa que la localidad de San Blas, y en general la parte centro y sur de Nayarit, estuvo sujeta a vientos de más de 120 km/h. De hecho, el ojo del huracán pasó por esa zona, lo que indica que estuvo sujeta a vientos de hasta 210 km/h, correspondientes a un huracán de categoría 4. Esta intensidad de vientos se sintió incluso cerca de la capital, Tepic, a unos 30 km de la costa (figura 2.108).

En lo que respecta a San Blas el viento y el oleaje dañaron el puerto y las embarcaciones (figura 2.109), de las cuales, las pequeñas, fueron llevadas por el mar tierra adentro, mientras que las más grandes pudieron resistir el oleaje (figura 2.110). Sin embargo, las edificaciones del puerto, sufrieron desde pérdida total hasta daños severos (figura 2.111). Dentro de la ciudad también se presentaron daños a viviendas, naves industriales y estadios, siendo el más común el desprendimiento de techumbres (figuras 2.112 y 2.113). Eventualmente se produjeron caídas de muros en otras localidades y especialmente se detectó que los anuncios de las gasolineras son vulnerables a vientos intensos, por lo que se debe cambiar su diseño (figuras 2.114 y 2.115). La caída de postes eléctricos, tanto de concreto como de madera, también fue importante debido a los vientos intensos (figura 2.115).



**Figura 2.108 Terrenos de cultivo cercanos a Tepic afectados por viento**



**Figura 2.109** Daños en el puerto de San Blas, Nayarit



**Figura 2.110** Daños en edificaciones del puerto de San Blas, Nayarit



**Figura 2.111** Daños en edificaciones al interior del puerto de San Blas, Nayarit



**Figura 2.112** Daños en edificaciones al interior del puerto de San Blas, Nayarit



**Figura 2.113** Daños en bardas y techos en la zona de un estadio de Béisbol en el puerto de San Blas, Nayarit



**Figura 2.114** Daños en gasolineras



**Figura 2.115 Daños en postes eléctricos**

En poblaciones aledañas al puerto de San Blas, también se observaron daños, de los que destacan desprendimiento de techos tanto de viviendas como de naves industriales, figs. 2.116 y 2.117.



**Figura 2.116 Desprendimiento de techos en viviendas**



**Figura 2.117 Desprendimiento del techo de una nave industrial**

También se registraron daños en escuelas, las figs. 2.118 y 2.119 muestran el caso de una de ellas en la que hubo desprendimiento de techos en un edificio y otro que presentó colapso prácticamente total.



**Figura 2.118 Daños observados en edificios escolares**



**Figura 2.119 Colapso parcial de un edificio escolar**

Un caso frecuente de daño fue de la caída de bardas deficientemente reforzadas, la fig. 2.120 es un ejemplo de ello.



**Figura 2.120 Daños observados en edificios escolares**

Finalmente, igual que en Puerto Vallarta se observaron daños en construcciones muy cercanas a la línea de playa, la fig. 2.121 muestra un ejemplo



**Figura 2.121 Daños observados en construcciones cercanas a la línea de playa**

### **La población afectada**

Los efectos del huracán *Kenna* se comenzaron a sentir a partir del 25 de octubre del año 2002. Los veinte municipios que integran al estado de Nayarit fueron afectados y por lo tanto incluidos en la declaratoria de emergencia.

La población que percibió afectaciones ligadas al fenómeno se calcula en poco más de 373, 400 personas, (40.5% de la población total del estado de Nayarit según cifras del XII Censo General de Población y Vivienda). Los efectos más severos se registraron en los municipios costeros San Blas, Tuxpan, Santiago Ixcuintla, Rosamorada, Bahía de Banderas, Compostela y Tecuala, donde hubo un número mayor de

damnificados, que en total sumaron poco más de 30 mil en todo el estado. Por otro lado, el huracán dejó secuelas irreparables en la muerte de dos personas, la primera una mujer de 25 a 30 años de edad la cual fue aplastada por una barda, y un hombre en edad avanzada que fue sepultado por el techo que quedó endeble días después de pasado el fenómeno (véase tabla 2.63).

**Tabla 2.63 Población afectada**

Muertos	Población Damnificada	Población Afectada
2	30,000	374,400

Fuente: Dirección Estatal de Protección Civil de Nayarit.

### **Acciones para atender la emergencia**

A partir del 24 de octubre, día en que se emitió la declaratoria de emergencia, se incluyeron a los veinte municipios que integran Nayarit. Una de las primera acciones fue la evacuación de la población de zonas costeras y áreas de alto riesgo, de igual manera se invitó a los pobladores que habitaban en casas con paredes o casas de madera u otro material endeble a establecerse en los refugios temporales, se restringió el tránsito carretero, y la suspensión de las actividades marítimas y escolares. Al mismo tiempo el ejército y la Dirección Estatal de Protección Civil del estado, procedieron a la instalación de 119 albergues ubicados, en su mayoría, en los municipios costeros.

En el punto máximo de la emergencia se albergaron a poco más de 72 mil personas, las cuales contaron con la ayuda primaria que envió el Fondo Nacional de Desastres (FONDEN). La información correspondiente se presenta en la tabla 2.64, donde se puede observar también el costo estimado total que significó la emergencia.

**Tabla 2.64 Ayuda humanitaria durante emergencia y monto estimado de recursos (Miles de pesos)**

Ayuda	Número	Costo Estimado
Número de despensas entregadas	111,000.0	4,995.0
Cobertores	78,000.0	7,800.0
Colchonetas	21,000.0	2,100.0
Número de fardos de lámina	67,000.0	7,504.0
Número de láminas de asbesto	301,000.0	7,525.0
Litros de agua entregada	339,000.0	-
<b>Total</b>		<b>29,924.0</b>

Fuente: Dirección Estatal de Protección Civil en Nayarit.

Los recursos desembolsados para proveer de ayuda humanitaria a la población durante la etapa de la emergencia, se estiman en 29 millones 924 mil pesos, monto que provino tanto de instancias federales como el FONDEN, así como de organismos estatales, de organismos privados, y de la misma población.

### **Evaluación de daños: Apreciación de conjunto**

Las pérdidas totales que originó el huracán *Kenna* a su paso por el estado de Nayarit fueron cuantiosas, calculándose un monto de 915.3 millones, de los cuales un 85.4% (782 millones 81 mil pesos) correspondió a daños directos, mientras que el restante 14.6% (133 millones 176 mil pesos) a daños indirectos, es decir, a la pérdida en la producción de bienes y servicios, y otros daños. Por las propias características del fenómeno, los mayores impactos se registraron en la vivienda y en el suministro eléctrico, además de que por la propia especialización económica que guarda el estado, el sector primario y en especial la agricultura y la pesca, resultaron con afectaciones severas (ver tabla 2.65).

Se calcula que los daños ocasionados por el huracán en los distintos rubros, significa para el estado una pérdida ascendente a 3.1% del Producto Interno Bruto (cifras para el año 2000), el cual ascendió a 29 mil millones de pesos actuales

**Tabla 2.65 Resumen de daños totales  
(Miles de pesos)**

Sector / Concepto	Daños Directos	Daños Indirectos	Total	Porcentaje del total
Agricultura	70,756.5	-	70,756.5	7.7
Ganadería	21,302.0	-	21,302.0	2.3
Pesca	126,941.5	-	126,941.5	13.9
Comercio y servicios	8,880.9	5,233.2	14,114.1	1.5
Vivienda	251,570.8	40,097.0	291,667.8	32.0
Escuelas	53,824.0	-	53,824.0	6.0
Hospitales y centros de salud	11,054.4	16,422.6	27,477.0	3.0
Comunicaciones y transportes	21,204.8	10,000.0	31,204.8	3.4
Agua potable	6,536.3	-	6,536.3	0.71
Suministro de electricidad	159,500.0	31,500.0	191,000.0	21.0
Impacto ecológico	50,510.0	-	50,510.0	5.5
Costo de la emergencia	-	29,924.0	29,924.0	3.3
<b>Total General de Daños</b>	<b>782,081.2</b>	<b>133,176.8</b>	<b>915,258.0</b>	<b>100.0</b>

Nota: Las cifras contenidas en este cuadro recogen tanto datos proporcionados por las entidades oficiales como cálculos propios realizados por los autores con base en diversas informaciones recabadas en el estado.

Como se puede observar en la tabla 2.65 los mayores daños se ubicaron en la vivienda, con más de 33 mil de ellas afectadas, la energía eléctrica con miles de postes derribados y decenas de líneas de transmisión destruidas, y por otro lado en la pesca, donde las afectaciones se presentaron tanto en la infraestructura, como en distintas instalaciones de reproducción de camarón, donde se vieron afectados insumos y tecnología de alto costo.

Por otro lado, a la par de atender las acciones de la emergencia, el Gobierno Federal y el gobierno de la entidad se dieron a la tarea de cuantificar los daños que, según las normas, serían amparados por Fondo Nacional de Desastres, el cual atiende de preferencia los daños que se presentan en la infraestructura pública y en la vivienda. La cuantificación oficial de daños que serán cubiertos desembolsada por dicho fondo se presenta en la tabla 2.66, donde se aprecia que los mayores recursos se orientaron a la Secretaría de Desarrollo Social, ya que la vivienda fue uno de los sectores más afectados a causa del fenómeno.

Así, el FONDEN responderá por daños que ascienden a 422 millones 624 mil pesos, de los cuales un 69% se dirigió al sector de la vivienda.

**Tabla 2.66 Evaluación de daños considerada para el FONDEN  
(Miles de pesos)**

Sector	Recurso federal	Recurso Estatal	Monto Estatal
SEDESOL	204,167.5	87,500.3	291,667.8
SCT	3,199.7	3,199.8	6,399.5
SEP	52,147.0	1,677.0	53,824.0
SSA	4,853.0	316.1	5,169.1
CNA	1,664.6	2,315.8	3,980.4
SEMARNAT	56,018.0	5,565.1	61,583.1
<b>Totales</b>	<b>322,049.8</b>	<b>100,574.1</b>	<b>422,623.9</b>

Fuente: Secretaría General de Gobierno. Gobierno de Nayarit.

## Sectores Sociales

### a) Vivienda y asentamientos humanos

Como se expuso antes, uno de los sectores más castigados por el fenómeno del huracán fue el de la vivienda. Según cifras de la Secretaría de Desarrollo Social de Nayarit y del Instituto Promotor de la vivienda del estado, el total de vivienda que presentó daño asciende a más de 33 mil, resultando afectadas poco más de 165 mil personas en promedio. Alrededor del 56% de las viviendas con alguna afectación se encuentra en el municipio de San Blas, donde según estimaciones preliminares se calcula que el 75% de las viviendas recibieron daños.

Como se puede observar en la tabla 2.67, el total de viviendas que resultaron con daños menores, fueron 17,100. San Blas y Santiago Ixcuintla concentraron más del 51% de las que registraron este tipo de afectación, mientras que las que tuvieron daños parciales y totales llegan a 12,567 y a 3,680 respectivamente.

**Tabla 2.67 Número de viviendas por tipo de daño en municipios Nayarit.**

Municipio	Diagnóstico de daños			Suma
	Menor	Parcial	Total	
Acaponeta	357	4	20	381
Tepic	149	57	22	228
Compostela	878	249	35	1,162
Huajicori	169	58	28	255
Rosamorada	1,755	521	218	2,494
Ruíz	306	93	53	452
Jalisco	214	48	39	301
San Blas	3,753	4,072	2,049	9,874
Santiago Ixcuintla	4,943	6,184	922	12,049
Tecuala	324	17	0	341
Tuxpan	3,413	1,035	174	4,622
El Nayar	839	229	120	1,188
<b>Total</b>	<b>17,100</b>	<b>12,567</b>	<b>3,680</b>	<b>33,347</b>

Fuente: Secretaría de Desarrollo Social de Nayarit, e Instituto Promotor de la Vivienda del estado.

El diagnóstico de daños reveló que, tanto en las afectaciones parciales como en los totales, la mayoría se concentran en los municipios de San Blas y en Santiago Ixcuintla, que en conjunto ciñen el 80% del total de viviendas con afectaciones.

Los fuertes vientos y en algunos casos las inundaciones por los efectos de la lluvia, fueron las principales causas de los daños en las viviendas. Como se observa en la tabla 2.67, de acuerdo a la clasificación en las viviendas que aplicó la SEDESOL se fijó un valor de reposición para cada una de ellas según los tres tipos de daños, con lo cual el total de recursos que se necesitan para enfrentarlos de daños ascendieron a 251.6 millones pesos. Los municipios mencionados anteriormente absorbieron 75% del total de recursos, seguidos en mucho menor medida, por los de Tuxpan y Rosamorada (ver tabla 2.68). Este programa para la mitigación de daños en la vivienda se aplica en 12 municipios de los 20 que integran el estado y en aproximadamente más de 330 localidades.

Del total de recursos para la mitigación de daños en la vivienda, el 70%, es decir, poco más de 176 millones de pesos provendrá de recursos federales vía Fondo de Desastres Naturales, mientras que el restante 30%, será solventado con recursos propios del estado y/o de los municipios.

**Tabla 2.68 Monto y origen de recursos para la restauración de daños en la vivienda (Miles de pesos)**

Municipio	Federales	Estatad y/o Municipal	Total
Acaponeta	1,088.7	466.6	1,555.2
Tepic	1,036.6	444.3	1,480.8
Compostela	3,810.5	1,633.1	5,443.6
Huajicori	1,194.3	511.9	1,706.2
Rosamorada	10,551.1	4,521.9	15,073.0
Ruíz	2,135.6	915.3	3,050.9
Xalisco	1,430.3	613.0	2,043.3
San Blas	69,808.5	29,917.9	99,726.4
Santiago Ixcuintla	63,173.1	27,074.2	90,247.3
Tecuala	723.3	310.0	1,033.3
Tuxpan	15,922.7	6,824.0	22,746.7
El Nayar	5,224.8	2,239.2	7,464.0
<b>Total</b>	<b>176,099.6</b>	<b>75,471.2</b>	<b>251,570.8</b>

Fuente: Secretaría de Desarrollo Social de Nayarit, e Instituto Promotor de la Vivienda del estado.

Además de los daños físicos que se presentaron en las viviendas, también se generaron daños indirectos de 7.5 millones de pesos, correspondientes a la remoción de escombros. Los costos en los que se incurrió por el suministro de la vivienda temporal para los damnificados. Otro rubro que se considera efecto indirecto es el de los recursos asignados al programa de empleo temporal (PET), que busca suministrar oportunidades de empleo a la población y al mismo tiempo reestablecer la normalidad lo más pronto posible. La dotación de recursos que manejará este programa asciende 32.5 millones de pesos. Con lo cual los efectos indirectos suman poco más de 40 millones de pesos. En consecuencia el total de daños en la vivienda asciende a más de 291 millones de pesos.

#### **b) Salud**

La Secretaría de salud del estado de Nayarit recibió la alerta nacional el día 21 de octubre. A partir de esa fecha se mantuvo el monitoreo constante y permanente, y se comenzó a dar recomendaciones a la población, por distintos medios de comunicación de cómo actuar antes, durante y después del huracán.

Posteriormente a la etapa de la emergencia, una de las primeras acciones por parte de la Secretaría de Salud, fue la vigilancia epidemiológica, en 109 localidades entrevistando a más de 140 mil personas. Así mismo se otorgaron alrededor de 15 mil consultas médicas. El 33.8% de las personas que recibieron atención presentaron infecciones respiratorias agudas, siendo está la principal causa de enfermedad. Dentro de estas consultas se debe destacar la ayuda psicológica que se brindó mediante siete brigadas con un total de 942 consultas.

Comenzadas las acciones para atender la emergencia, la Secretaría de Salud de Nayarit recibió ayuda por parte del Fondo Nacional de Desastres (FONDEN), consistentes en insumos tales como medicinas y desinfectantes en su mayor parte. El valor de dichos insumos ascendió a 9.3 millones de pesos (ver tabla 2.69)

**Tabla 2.69 Insumos recibidos vía FONDEN  
(Miles de pesos)**

Concepto	Cantidad	Costo
Medicamentos solicitados con 67 claves	61 Ton. de medicamentos	5,797.0
Toneladas de Larvicida (Abate granulado)	28.5 Ton.	1,389.2
Aqua Reslin	455 Bidones	2,093.1
Agnique	2 Tambos	56.0
<b>Total</b>		<b>9,335.3</b>

Fuente: Secretaría de Salud de Nayarit.

Así mismo, fueron importantes las aportaciones que se realizaron con recursos de la misma entidad consistentes en insumos desinfectantes, recursos humanos, equipos y otros como combustibles, reactivos de laboratorio, así como nebulización aérea para el control de enfermedades transmisibles, en especial el dengue (ver tabla 2.69). El costo total de estos insumos ascendió a poco más de 7 millones de pesos. Entre los desembolsos más importantes se cuenta la adquisición de medicinas (19%), y un 22.4% en el caso de la nebulización aérea, de trascendental importancia para evitar brotes de dengue detectados ya, antes del arribo del fenómeno (ver tabla 2.70).

**Tabla 2.70 Aportaciones de recursos e insumos a nivel estatal  
(Miles de pesos)**

Insumos	Costo
75 Bidones de Agua Reslin	358.8
30 Toneladas de abate granulado	360.0
Adquisición de medicamentos	1,344.8
Recursos Humanos	
16 Contratos permanentes	374.4
Equipo	
6 Máquinas pesadas de nebulización y 11 portátiles	842.6
Otros	
Nebulización aérea	1,590.1
Mantenimiento de unidades	255.8
Combustibles	938.8
Reactivos de laboratorio	122.1
Apoyo financiero a jurisdicciones y hospitales por no-captación de cuotas	900.0
<b>Total</b>	<b>7,087.3</b>

Fuente: Secretaría de Salud de Nayarit.

Así, el total de recursos que fueron desembolsados en la adquisición de insumos para atender las emergencias médicas ascendió a un total de 16.4 millones de pesos.

Además de los efectos indirectos en el sector salud hasta aquí reportados el meteoro causó importantes daños en las diferentes unidades médicas y hospitales con las que cuenta el sector salud en Nayarit.

En efecto, sufrieron daños 46 unidades de la Secretaría de Salud o sea el 26% del total de las que cuenta este sistema, que atiende a la población no asegurada. También fueron dañadas 22 unidades médicas del IMSS oportunidades de un total de 80 con las que cuenta, lo que significa un 28%.

Con respecto a las unidades que ofrecen servicios específicamente a personas derechohabientes, el IMSS reportó afectaciones en 9 de las 25 unidades que operan en el estado, mientras que el ISSSTE registró daños en el 75%, es decir en 18 de las 24 unidades con las que cuenta. Del mismo modo la Secretaría de Marina, reportó daños en un complejo ubicado en el puerto de San Blas (ver tabla 2.71).

**Tabla 2.71 Daños provocados en la infraestructura de salud en Nayarit**

Institución	Unidades			Inversión requerida (miles de pesos)
	Inventario	Afectadas	%	
Población no asegurada				
Secretaría de Salud	178	46	26	5,169.1
IMSS-Oportunidades	80	22	28	399.2
Suma	258	68	54	5,568.3
Seguridad Social				
I.M.S.S.	25	9	36	3,700.0
I.S.S.S.T.E.	24	18	75	1,786.1
Secretaría de Marina	1	1	100	n.d
Suma	50	28	211	5,486.1
<b>Total Sector Público</b>	<b>308</b>	<b>96</b>	<b>31</b>	<b>11,054.4</b>

Fuente: Secretaría de Salud de Nayarit.

La mayoría de las afectaciones que ocurrieron en el sistema estatal de salud se debieron a las inundaciones provocadas por las lluvias atípicas ocasionadas por el huracán, que afectaron tanto a la infraestructura como a equipos médicos de distinta índole. Se calcula que el total de pérdidas sufridas ascendió a poco más de 11.1 millones de pesos. Un 46.8% correspondió a daños que se presentaron en las unidades de la Secretaría de Salud. Al sumar los daños en infraestructura y equipo, con las erogaciones realizadas para la adquisición de insumos, se arriba a un total de 27.5 millones de pesos para sufragar los efectos en el Sistema de Salud que dejó el huracán.

### c) **Educación, instalaciones deportivas y patrimonio cultural**

La infraestructura pública más afectada resultó ser de los espacios educativos, los cuales presentaron daños de distinta índole, originados en su mayoría por inundaciones y vientos, lo que originó pérdida de techos y estructuras similares, así como daños en inmobiliario y equipo.

La Secretaría de Educación Pública revisó el estado de 584 inmuebles en 12 municipios, de los cuales se han encontrado con daños en 375 y los restantes 209 no presentaron afectaciones de ninguna especie. Cabe hacer notar que más del 70% de la infraestructura educativa afectada se encuentra asegurada.

Las escuelas con daños severos son 51, donde 21 están localizadas en el municipio de Santiago Ixcuintla y 14 en San Blas, del mismo modo las que registraron daño mayor suman 122, donde nuevamente San Blas y Santiago Ixcuintla concentran el 50%, seguidos de Bahía de Banderas y Compostela. Por último, las escuelas que presentaron daños menores suman 202, donde el municipio de Santiago Ixcuintla concentra el 50.5%, seguido de Tepic y Bahía de Banderas aunque en menor medida con 19.3 y 10.4 por ciento respectivamente. (ver tabla 2.72).

**Tabla 2.72 Afectaciones en edificios escolares en Nayarit**

Municipio	Menor	Daño Mayor	Severo	Total
Acaponeta	2	0	1	3
Bahía de Banderas	21	13	1	35
Compostela	14	12	0	26
El Nayar	0	0	1	1
Rosamorada	1	7	14	22
Ruiz	3	7	2	12
San Blas	7	16	8	31
Santiago Ixcuintla	102	46	21	169
Tecuala	1	0	0	1
Tepic	39	10	1	50
Tuxpan	5	11	2	18
Jalisco	7	0	0	7
<b>Total</b>	<b>202</b>	<b>122</b>	<b>51</b>	<b>375</b>

Fuente: Gobierno del estado de Nayarit.

Se estima que los daños en los recintos educativos ascendieron a 53.8 millones de pesos, esta cifra corresponde a las solicitudes reportadas al Fondo Nacional de Desastres (FONDEN), que serán sufragados casi totalmente (97%) con recursos federales, es importante resaltar que en este monto de recursos se encuentran incluidos la reparación de cuatro monumentos históricos administrados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), que sufrieron afectaciones menores.

Además de lo anterior se tiene registro de serias afectaciones en edificios e infraestructura del sector público: una unidad deportiva localizada en el municipio de Santiago Ixcuintla, cuatro edificios de seguridad y cinco edificios públicos. En total se estima que los daños ascendieron a los 833 mil pesos.

### **Sectores productivos**

#### a) **Agropecuaria y pesca**

Por la incidencia de las actividades primarias en la economía del estado fueron estas las que recibieron los peores embates.

En cuanto a agricultura se refiere, de las 203,434 hectáreas sembradas para el ciclo agrícola 2002/3, 19,370 se reportaron con daño total mientras que 37,907 de ellas presentaron daño parcial, mientras que el resto no presentó ninguna afectación. De la superficie con daño total, los municipios que resultaron más afectados son Santiago Ixcuintla y San Blas, los cuales concentran el 72.6% de las hectáreas que resultaron más dañadas. Los cultivos con mayores pérdidas fueron mango, plátano, papayo, frijol y jitomate.

También se presentaron daños a la infraestructura productiva anexa a dichas actividades. Se afectaron 40 galerones, 26 empacadoras, 15 invernaderos, así como el 100% de la techumbre y seis módulos para la siembra de tabaco. A nivel de regiones, en San Blas fueron afectadas 4 bodegas de frijól almacenado mientras que en Tuxpan la bodega de la unión de ejidos también resultó con daño. En Santiago Ixcuintla, otras tres bodegas de frijól resultaron con daños totales tanto en techumbre como en la existencia de frijoles que almacenaban.

En el municipio de Bahía de Banderas se vio afectado un plantero de tabaco con más de 172 mil plantas, así como 37 galerones con daños parciales y uno con daño total. El monto de daños estimando para todo el sector agrícola se calculó en unos 70.8 millones de pesos, de los cuales una gran proporción fueron daños directos.

En el sector pecuario las pérdidas se centraron en la infraestructura de cercos principalmente, no reportándose daños en los hatos ganaderos. Como se puede ver en la tabla 2.73, San Blas, Santiago Ixcuintla, Tuxpan y Rosamorada, son los que sufrieron una mayor proporción de cercos caídos. En el primero de los municipios se concentró el 80% del total de cercos destruidos a causa de los fuertes vientos que se registraron.

**Tabla 2.73 Afectaciones en la infraestructura pecuaria**

Municipio	Estado de la infraestructura ganadera (cercos)
San Blas	80% de cercos caídos
Santiago Ixcuintla	60% de cercos caídos
Tuxpan	70% de cercos caídos
Rosamorada	50% de cercos caídos
Compostela	10% de cercos caídos
Bahía de Banderas	12% de cercos caídos
Acaponeta	10% de cercos caídos
Ruiz	6% de cercos caídos

Fuente: Gobierno del estado de Nayarit

Por otro lado, los daños en el sector pecuario no sólo se registraron en la infraestructura sino también en las praderas y agostaderos donde se localiza el ganado, en estos rubros los municipios más afectados fueron los mismos descritos anteriormente. Un 70% de dichos usos de suelo resultaron con daños. Para reponer estas pérdidas tanto en la infraestructura como en los ecosistemas, se debió adquirir alambre de púas para la reconstrucción de los cercos, así como alimentación para el ganado por espacio de quince días, término para permitir la recuperación de praderas y agostaderos. Estos insumos se estimaron en 21.3 millones de pesos.

Mucho mayor importancia revistieron las pérdidas en la actividad pesquera, sector que fue afectado en distintos rubros tanto en la producción, como en la infraestructura de investigación y desarrollo.

Los primeros daños reportados en el sector pesquero fueron los relacionados con la pérdida de siete embarcaciones, seis en el puerto de San Blas y una en el puerto de Cruz Huanacastle en Bahía de Banderas. Se estima además que 220 embarcaciones menores sufrieron daños, mientras que 450 reportaron pérdidas en sus artes de pesca. En conjunto estos daños ascendieron a 11.9 millones de pesos.

De mayor importancia fueron los que se registraron en distintos municipios costeros consistentes en destrozos en ocho laboratorios de producción postlarva de camarón, sólo en este rubro los daños alcanzan, según cifras del Gobierno del estado de Nayarit, los cien millones de pesos. Además se reportó la pérdida de 1000 balsas de ostión estimadas en 15 millones de pesos.

En la tabla 2.74 se resumen los daños que tuvieron lugar en el conjunto del sector primario y el cual ascendió a los 219 millones de pesos, de los cuales el subsector pesquero, en especial el de laboratorios, concentró poco más del 52%.

**Tabla 2.74 Daños en el sector primario en Nayarit  
(Miles de pesos)**

Afectaciones	Monto estimado de daños
Afectaciones en la agricultura	70,756.5
Costo de los insumos en el sector pecuario	21,302.0
Daños en la pesca en embarcaciones menores	11,941.5
Daños en laboratorios de desarrollo pesquero	115,000.0
<b>Total</b>	<b>219,000.0</b>

Fuente: elaboración propia sobre la base de cifras del Gobierno del estado de Nayarit.

#### **b) Industria, comercio, servicio y turismo**

Como se dijo anteriormente por las características de la economía del estado, la industria no recibió daños de consideración a causa del fenómeno, en comparación con las afectaciones que se presentaron en el sector terciario, en especial con los servicios ligados al turismo.

En efecto, el sector de comercio restaurantes y hoteles aporta el 16% de la riqueza generada en la entidad, el atractivo turístico más importante radica en las características naturales del estado y en especial sus playas. Fue en la infraestructura turística cercana a las playas donde se tienen reportes de aproximadamente 80 hoteles que resultaron afectados en distintos niveles que van desde destrucción en bardas, inundaciones en cuartos, albercas azolvadas, daños en sistemas hidráulicos y diversas afectaciones en la infraestructura. Los municipios con mayores pérdidas por daños en la infraestructura hotelera fueron: Bahía de Banderas, Compostela en playas como Guayabitos, Chacala, Los Ayala, Peñita de Jaltemba y Platanitos. Los de mayor magnitud ocurrieron en el municipio de San Blas con daños en todo el municipio, donde se concentran el 66% de los daños directos en la infraestructura turística del estado.

Según cifras del Gobierno del estado de Nayarit, los daños directos en el sector turístico ascendieron a 8.9 millones de pesos. También se presentaron daños indirectos con la cancelación de 1,246 reservaciones. Según cálculos propios del CENAPRED el monto de recursos que se dejaron de percibir por este hecho ascendió a 5.2 millones de pesos, que sumado a los daños directos equivale a un total para el sector turístico de 14.1 millones de pesos.

#### **Infraestructura**

##### **a) Electricidad**

Los efectos del huracán se dejaron sentir sobre una parte importante de la infraestructura eléctrica. Se estima que 597 poblaciones resultaron afectadas, dejando sin servicio de energía eléctrica a cerca de 280 mil personas, es decir el 30% de la población total del estado. Dicho servicio tuvo una suspensión de aproximadamente 4 días. De este modo, según cifras de la Comisión Federal de Electricidad división Jalisco-zona Tepic, los daños en el sector de la distribución fueron:

3,270 postes derribados  
2,678 postes desplomados  
348 transformadores

A ello se agrega que, como resultado de los fuertes vientos, fueron dañadas 58 líneas de transmisión de alta tensión. A casi un mes de pasado el fenómeno, la mayoría de los municipios tenían el servicio reestablecido al 100%, exceptuando los casos de Santiago Ixcuintla y San Blas, los cuales se encontraban con el 96%.

En síntesis, los daños directos del sector eléctrico ascendieron a 159.5 millones de pesos. A ello se agregó un monto de 31.5 millones de pesos que se dejaron de percibir como resultado de la interrupción de los servicios de energía eléctrica. En total, los daños directos e indirectos que se generaron en el sector eléctrico ascendieron a 191 millones de pesos.

### b) Agua Potable

Las afectaciones en el sector hidráulico fueron de diversa naturaleza. Se estima que los sistemas regulados por la Comisión Nacional del Agua (CNA) dejaron sin servicio a poco más de 103 mil personas, lo que significa un 33.9% de la población total que goza del suministro del estado. Al momento de recabar la información para este trabajo, la Comisión Nacional del Agua reportó que de un total de 98 sistemas hidráulicos evaluados, 39 se encontraban funcionando, 36 estaban inactivos por falta de energía eléctrica, mientras que 23 presentaron algún daño. De estos sistemas, Santiago Ixcuintla concentró 19, siendo el municipio con mayores daños en este renglón (véase tabla 2.75).

Una estimación de estos daños realizada por Comisión Nacional del Agua, considera que las pérdidas se encuentran aproximadamente en unos 2.5 millones de pesos.

**Tabla 2.75 Recuento de daños sufrido en la Comisión Nacional del Agua**

Municipio	Universo de sistemas	Sistemas evaluados	Sistemas funcionando	Sistemas sin funcionar por falta de energía	Sistemas sin funcionar por daños
San Blas	26	26	18	6	2
Santiago Ixcuintla	50	50	16	15	19
Ruíz	18	18	5	11	2
Tuxpan	4	4	0	4	0
<b>Suma</b>	<b>98</b>	<b>98</b>	<b>39</b>	<b>36</b>	<b>23</b>

Fuente: Gobierno del estado de Nayarit.

También sufrió daños el sector hidráulico estatal, por un monto total de 4.2 millones de pesos (véase tabla 2.76). Nuevamente un 40% se concentró en el municipio de Santiago Ixcuintla, municipio que es el segundo más poblado en el estado y uno de los que posee mayor infraestructura, además de que fue el que recibió uno de los mayores embates del fenómeno por estar cercano a la costa. En total el sector hidráulico de Nayarit percibió daños por 6.5 millones de pesos.

**Tabla 2.76 Monto de daños de agua potable y alcantarillado en Nayarit  
(Miles de pesos)**

Municipio	Daños estimados
Santiago Ixcuintla	1,699.6
Tuxpan	320.8
San Blas	1,053.6
Ruíz	183.5
Bahía de Banderas	200.0
Rosamorada	338.4
Compostela	440.4
<b>Total</b>	<b>4,236.3</b>

Fuente: Gobierno del estado de Nayarit.

### c) Transporte y Comunicaciones

Los daños en este sector se recibieron tanto en la infraestructura carretera, de puertos, ferrocarriles y diversos medio de comunicación, como daños indirectos derivado de la cancelación de vuelos, y del cierre temporal de carreteras.

La infraestructura carretera de Nayarit, que contempla la Red Troncal y Secundaria, la Red Alimentadora y la Rural, sufrió daños consistentes en la destrucción total del revestimiento de algunos tramos, derrumbes, azolves, caída de árboles, deslaves y destrucción parcial del señalamiento vertical, en una longitud de 741 kilómetros distribuidos en 14 municipios. En el momento máximo de la emergencia, las personas que resultaron afectadas directamente por el cierre de carreteras se calculan en cerca de 50 mil.

La red troncal y secundaria se vio afectada en aproximadamente 250 kilómetros, la red rural sufrió daños en 45 caminos en una longitud de 102 kilómetros. La red estatal también sufrió daños y fue afectada en una longitud de aproximadamente 389 kilómetros. A ello se agrega el daño indirecto calculado en 800 mil pesos como resultado de la paralización de carreteras por un lapso de 6 horas aproximadamente.

Estos daños se estiman en un monto aproximado de 13 millones 694 mil 940 pesos, no habiéndose registrado daños en puentes ni destrucción de obras de drenaje importantes.

También la infraestructura portuaria sufrió daños considerables, especialmente en los puertos de San Blas, Cruz de huanacastle, Chacala y Nuevo Vallarta. Los daños se estimaron en 3.9 millones de pesos, (73% correspondieron a daños en el señalamiento marítimo, es decir 2.9 millones de pesos), el resto corresponde a daños en los edificios de las capitanías. Por otro lado, en el puerto de Chacala, se reportó la pérdida total de 50 embarcaciones menores y un yate turístico, que en conjunto se evaluaron en 2.5 millones de pesos aproximadamente.

Así mismo, los daños indirectos que se generaron por las afectaciones en los puertos también fueron de consideración, en este sentido se calcula que tan sólo la flota camaronera que opera en el puerto de San Blas tuvo pérdidas por 10 millones de pesos derivada de la inactividad de 32 embarcaciones, por un lucro cesante de 6 días (ver tabla 2.77). Por último faltaría agregar los daños indirectos que se registraron en la aviación comercial, ya que el fenómeno obligó a la cancelación de varios vuelos de pasajeros y transporte de carga, lo que se tradujo en daños indirectos por 250 mil pesos.

Así, el monto total de daños en los diversos sectores de transportes y comunicaciones asciende a 31.2 millones de pesos, de los cuales un 35.4%, es decir, 11 millones 50 mil pesos corresponden a daños indirectos.

**Tabla 2.77 Monto de pérdidas en el sector de Comunicaciones y Transporte**  
(Miles de pesos)

Concepto	Monto de daños
<b>Daños a la infraestructura carretera</b>	
Red troncal y secundaria	5,571.0
Red rural	846.2
Red estatal	7,277.0
Pérdida por cierre de carreteras	800.6
<b>Daños a la infraestructura portuaria</b>	
Pérdidas directas en puertos	3,960.0
Pérdida de embarcaciones	2,500.0
Pérdida por el cierre de puertos	10,000.0
Pérdida por vuelos cancelados al estado	250.0
<b>Total</b>	<b>31,204.8</b>

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes de Nayarit.

### **Medio ambiente**

Las afectaciones que dejó el huracán *Kenna* en el medio ambiente del estado de Nayarit y en especial en algunos municipios costeros fueron más intensas que en los casos registrados en Jalisco, particularmente en el caso de Puerto Vallarta.

Ellas consistieron, en especial, en la pérdida de manglar, daños a las plantaciones y vegetaciones, además de la consecuente pérdida de fauna de la región, y de la infraestructura de campamentos tortugueros.

Según información de la SEMARNAT, existen diez problemas críticos para enfrentar los daños del huracán al medio ambiente, se atenderán en cuatro vertientes: 1) Rehabilitación de la infraestructura operativa, 2) Saneamiento y rehabilitación ambiental, 3) atención a la zona federal marítima terrestre y por último, 4) daños a las plantaciones forestales.

La inversión necesaria para superar los efectos del huracán *Kenna* sobre el medio ambiente se estima en 50.5 millones de pesos, de los cuales un millón de pesos se destinara al programa de empleo temporal para acciones de limpieza de áreas forestales, palmares, manglares y playa. El desglose de los desembolsos por estos conceptos se presenta en la tabla 2.78.

**Tabla 2.78 Monto de recursos para la mitigación de daños en el medio ambiente  
(Miles de pesos)**

Necesidades	Monto de los recursos
Rehabilitación de la infraestructura operativa	1,200.0
Saneamiento y rehabilitación ambiental	46,600.0
Atención a la zona federal marítima terrestre	1,500.0
Daños en plantaciones forestales (300 hectáreas)	210.0
Programa de empleo temporal	1,000.0
<b>Total</b>	<b>50,510.0</b>

Fuente: Gobierno del estado de Nayarit.

### 2.2.3.5 Conclusiones y recomendaciones

Las construcciones desplantadas sobre cimentaciones piloteadas son más eficientes para soportar el efecto de la erosión y de la socavación del suelo de sustentación, por lo que su uso resulta muy recomendable en nuevos proyectos de construcción en la zona de playas.

Las cimentaciones constituidas por una losa de cimentación desplantada sobre una base de materiales compactados, son eficientes, siempre y cuando se tenga un control adecuado del procedimiento de construcción de la cimentación y de los métodos de compactación de las bases. En cimentaciones de este tipo se recomienda, de acuerdo con los daños observados, colocar las bases compactadas a una profundidad mínima de 4 m por abajo del nivel del terreno natural (o mayor si así lo requiere el proyecto), protegidas con muros perimetrales de mampostería o de concreto con el fin de que ayuden a soportar la erosión de los materiales compactados. Estas protecciones pueden ser similares a los espigones o piedraplenes colocados frente a las cimentaciones (fig. 30) bajo la arena de la playa. Las dimensiones de estas protecciones dependerán de cada sitio en particular. En términos generales se sugiere formar las protecciones con piedra de tamaño variado (40 a 80 kg).

Atendiendo a lo anterior, y como medida de protección en las cimentaciones descubiertas por el oleaje, se recomienda colocar muros de protección de mampostería o de concreto, en la periferia de las bases compactadas, a una mayor profundidad para prevenir la erosión pluvial.

Las cimentaciones de mampostería y las zapatas aisladas o corridas, pueden funcionar adecuadamente, siempre y cuando se desplanten a una profundidad mínima de 4 m por abajo del nivel del terreno natural, para prevenir la erosión pluvial del terreno de cimentación.

Los daños observados, tanto en Puerto Vallarta, como en San Blas, se debieron principalmente a la marea de tormenta y al oleaje que produjo el huracán *Kenna*. El viento también causó afectaciones pero en menor grado a los dos efectos citados y la precipitación no provocó efectos desfavorables de relevancia.

En las playas de la zona norte de Puerto Vallarta se presentó un oleaje más intenso sobre un nivel del mar que ascendió alrededor de 3 m. La forma de la línea de costa, la profundidad del fondo marino y la dirección de los vientos del huracán así lo propiciaron. En esta zona la playa se erosionó del orden de 3 m en una longitud de aproximadamente 30 m de la ubicación habitual de la línea de costa. Ello afectó a las construcciones cercanas al mar que no tenían una cimentación adecuada, ni la profundidad suficiente, así como tampoco tenían protección contra la remoción de arena en sus alrededores. Se observaron casas habitación que sufrieron daños en su cimentación y otras que enfrentaron a un oleaje que no se había previsto, por lo que no existían estructuras que amortiguaran al oleaje.

En la misma zona norte, se observaron algunos depósitos de grava. La arena de la playa se desplazó hacia el mar, por lo que con el tiempo volverá a las playas y éstas se recuperaran paulatinamente para volver a su perfil que tenían en la dirección normal a la línea de costa.

En la zona centro de Puerto Vallarta, el efecto del oleaje fue menor y la marea de tormenta también provocó un ascenso del nivel del mar de alrededor de 3 m. El malecón, con su paramento vertical hacia el mar, funcionó como un rompeolas; es decir, ahí se recibió el impacto de las olas y éstas disiparon gran parte de su energía. Olas menores a 0.5 m (en fase de disipación) alcanzaron a impactar algunas edificaciones de la zona comercial más cercana al mar, sin ocasionar daños a su infraestructura, aunque sí tuvieron inundaciones de alrededor de 0.5 m. Convendría que las construcciones tuviesen ventanales arriba de 1.2 m sobre el nivel del piso para evitar su ruptura en situaciones similares.

En la reconstrucción del malecón se recomienda emplear algunos elementos disipadores del oleaje en su paramento vertical que ve hacia el mar. Se podría construir un talud con algunos elementos que sean estéticos pero que le brinden mayor protección en el futuro. De ser posible, convendría que la parte más alta sea 0.5 m más elevada.

La zona del centro no presentó erosión en la playa y se notó un mayor depósito de gravas, e inclusive de boleos que casi la cubrieron en toda su extensión fuera del mar.

En la zona sur de Puerto Vallarta (la del muelle) el oleaje fue menor y la marea de tormenta elevó el nivel del mar también alrededor de 3 m. Se apreciaron daños puntuales, de poca magnitud. Para evitar afectaciones se debe considerar que la inundación podría llegar hasta la elevación de 3 m sobre el nivel medio del mar.

En la misma zona sur no se presentaron modificaciones en su playa ni depósitos de grava. Prácticamente no sufrió cambios por el huracán. Probablemente, la forma de la línea de costa contribuyó a que no hubiese la superficie de mar suficiente para que el viento le transfiriera su energía y con ello se formaran olas de importancia.

Es recomendable que por abajo del nivel de 4 m respecto al nivel medio del mar durante la marea de tormenta, no existan instalaciones (por ejemplo, fuentes de energía de emergencia) cuyo daño implique la pérdida de vidas humanas o importantes daños materiales; es decir, abajo de los 4 m sólo deberían encontrarse instalaciones poco costosas y que pudieran ser cambiadas de lugar a elevaciones más altas cuando se avise de la posible llegada de un ciclón (zona de uso restringido, figura 2.122).

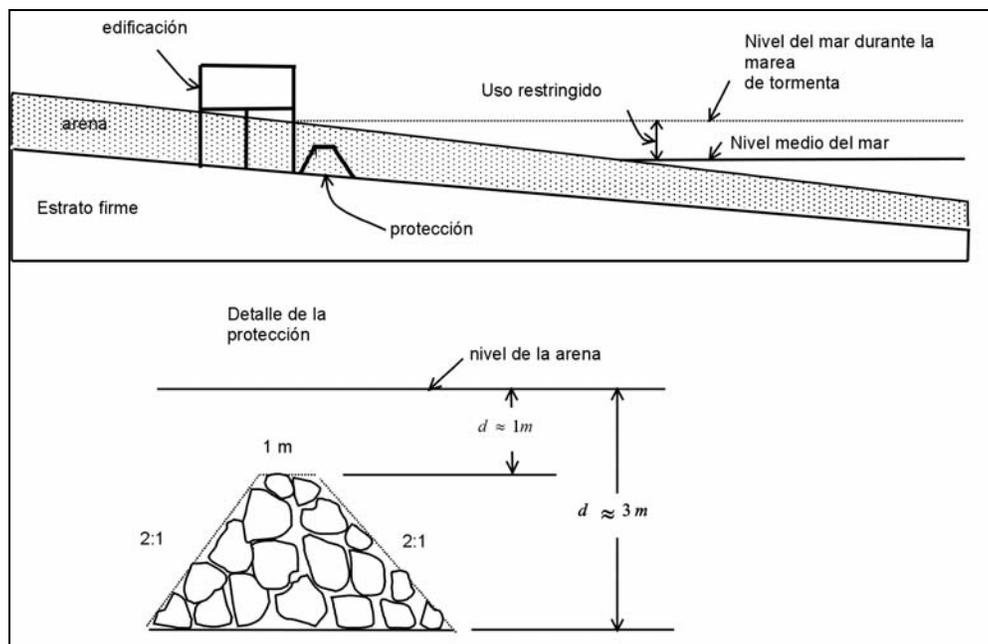
Se deben revisar los diseños de las gasolineras, ya que tanto los espectaculares, como los techos, e incluso bombas, sufrieron daños graves por viento.

Igualmente el uso de postes eléctricos más resistentes puede evitar la pérdida de estos ó daños a terceros.

Se debe revisar el diseño de los techos de naves industriales para evitar su desprendimiento.

En el caso de bardas es necesario revisar el número de elementos de confinamiento (castillos), así como la cantidad de refuerzo de los mismos.

Por lo que toca a vivienda se deben mejorar los mecanismos de sujeción de los techos, proponiendo para ello cartillas que se distribuyan a los propietarios de las mismas.



**Figura 2.122 Elementos de protección contra la erosión**

En lo concerniente a las conclusiones respecto a la evaluación de daños se dice que:

El huracán *Kenna* trajo consigo considerables daños a la economía de las entidades como lo fue el caso del estado de Jalisco en especial en el municipio de Puerto Vallarta, así como en los municipios costeros del estado Nayarit.

Por la composición de las actividades productivas en esos estados, así como las diferencias entre el grado de desarrollo de las estructuras organizativas y de infraestructura, las afectaciones en ambas entidades fueron de distinta índole.

El huracán *Kenna* fue el segundo fenómeno natural registrado en nuestro país en el año 2002 que documentó los efectos más destructivos, sólo por debajo del huracán *Isidore*. En los estados afectados no se había registrado en la historia reciente fenómeno de tan elevadas proporciones en cuanto al impacto socioeconómico que se generó, ya que en el caso de Nayarit, se estima que los daños llegaron a representar el 3.1% del Producto Interno Bruto de la entidad.

Los mecanismos de alertamiento y de atención a la emergencia que fueron instaurados por las direcciones estatales de protección civil de ambos estados, permitieron que el número de víctimas fueran reducidas, ninguna en el caso de Puerto Vallarta, en Jalisco y solo dos personas muertas atribuibles directamente al fenómeno en el caso de Nayarit.

La evaluación reportada en este informe cuenta con muchas estimaciones en lo relativo a los daños que se presentaron en el sector privado como son hoteles, comercio y servicios. En el caso de Puerto Vallarta, Jalisco, las afectaciones fueron de gran consideración. Las agrupaciones que comúnmente afilian a este tipo de sectores no tuvieron información oportuna acerca de los daños que se registraron a causa del fenómeno. Con lo cual se hace necesario establecer las recomendaciones necesarias para que dichas agrupaciones tengan un papel más activo en el manejo de información de las empresas y comercios que agrégan, para poder establecer recomendaciones más acordes con la realidad.

Uno de los efectos nocivos que se registraron en el caso de Puerto Vallarta, fue el provocado por los medios de comunicación, ya que por la propia naturaleza de su trabajo, magnificaron en gran medida las dimensiones de los daños que se registraron en el lugar afectando seriamente la afluencia del turismo nacional e internacional, y por ende la pronta recuperación de las actividades turísticas, las cuales son sustentos de gran parte de la población ocupada en el municipio.

A diferencia de los daños producidos en Puerto Vallarta, en Nayarit los efectos más acentuados fueron los ocasionados a la ecología, en especial a la flora y fauna de algunas zonas protegidas en la entidad. Derivado de esto, una de las recomendaciones extraídas de la visita de campo fue la necesidad de que el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) otorgara recursos para la elaboración de estudios encaminados a la recuperación de las zonas dañadas.

### **Bibliografía**

Bitrán B.D., Acosta C.L., Eslava M.H., Gutiérrez M.C., Salas S.M.A., Vázquez C.M.A. 2002, *Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el Año 2001*, CENAPRED, México, D.F., México. 102 pp.

Comisión Federal de Electricidad, 2002, <http://www.cfe.gob.mx>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2002, *México Digital*, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1998, “Características de las Viviendas” -*XI Censo General de Población y Vivienda*, México. 326 pp.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, *Anuario Estadístico del Estado de Nayarit*, 2000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, *XII Censo General de Población y Vivienda*, México 2000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, *Anuario Estadístico del Estado de Jalisco*, 2000.

### **2.3 BAJAS TEMPERATURAS**

Como es sabido las bajas temperaturas en México son causa de diversos fenómenos naturales entre los que se incluyen las granizadas, nevadas, heladas y tormentas de invierno. Este tipo de fenómenos se da a consecuencia de cambios bruscos de temperatura en las distintas capas de las nubes, así como por masas de aire procedentes del Ártico, Alaska y Canadá. Sin embargo, el tipo de fenómeno que se presente depende del grado de humedad, así como de otros factores climáticos.

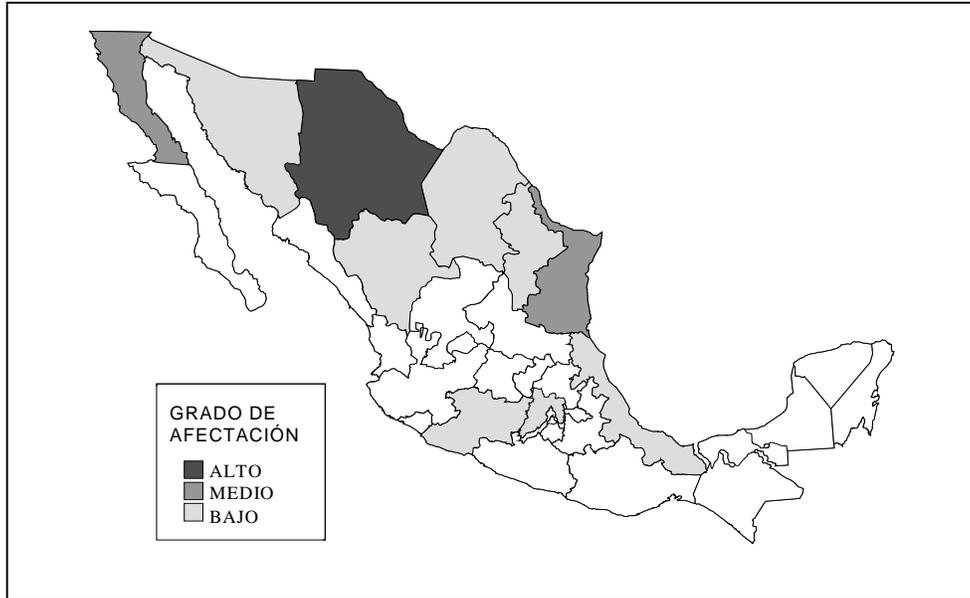
Las granizadas pueden llegar a afectar a varios sectores, como son el agrícola y el ganadero, a su vez, pueden llegar a producir afectaciones en viviendas e inclusive daño físico a las personas.

En el caso de las heladas, éstas afectan directamente al sector agropecuario, y se dan cuando la temperatura y el nivel de humedad en el medio ambiente son bajos. Las nevadas son un fenómeno que afecta principalmente la región norte del país, sin embargo, se llegan a presentar en ocasiones en el altiplano y en la zona sur del país.

Las tormentas de invierno son otro fenómeno que se presenta en la zona norte de México. En este tipo de fenómeno el riesgo estriba en la acumulación de nieve que llega a dañar los cultivos en zonas agrícolas, así como obstrucción de vialidades en zonas urbanas y daños a los techos en las viviendas.

En el año 2002, las bajas temperaturas dejaron un saldo de 64 personas fallecidas, y un total de 60,371 personas afectadas.

Los estados que registraron mayores incidencias de este fenómeno durante el año mencionado, fueron Chihuahua, en donde se presentaron 25 decesos, así como Baja California que registró 14 muertes. Otras entidades afectadas fueron los casos de Veracruz, Sonora, Nuevo León, Zacatecas, Estado de México, Michoacán.



**Figura2.123 Grado de afectación por bajas temperaturas en México en el año 2002**

En lo que se refiere a pérdidas económicas, las bajas temperaturas repercutieron en daños a 4,500 viviendas, 4,000 de ellas en el estado de Zacatecas y 500 en el Estado de México. Por otra parte, en la agricultura se registró la pérdida de 500 hectáreas de diversos cultivos.

En suma, los daños causados por las bajas temperaturas en el año 2002, tuvieron un costo aproximado de 46.9 millones de pesos.

**Tabla2.79 Número de personas fallecidas por las bajas temperaturas en el año 2002**

Localización	Muertos
Chihuahua	25
Coahuila	4
Tamaulipas	5
Baja California	14
Veracruz	3
Sonora	4
Michoacán	4
México	4
Nuevo León	1
<b>Total</b>	<b>64</b>

Fuente: Elaboración propia.

### III FENÓMENOS GEOLÓGICOS

Dentro de los fenómenos de tipo geológico, existen diversas manifestaciones naturales como son los sismos, vulcanismo, deslizamientos y/o hundimiento de suelos, así como los que se producen a partir de otros, en este caso tenemos los tsunamis o maremotos. Los que históricamente han causado mayores impactos a la población, sufriendo afectaciones tanto en el ámbito social como en el económico, son los sismos y en menor medida las erupciones volcánicas.

Los daños causados por manifestaciones naturales de tipo geológico regularmente son mayores a cualquier otro tipo de fenómeno debido a la destrucción de la infraestructura, así como a la pérdida de vidas que se presenta a consecuencia de los mismos.

México es uno de los países con mayor actividad telúrica, ya que se encuentra ubicado sobre el *Cinturón Sísmico Circumpacífico* a lo largo del cual se mantiene constantemente la actividad telúrica. La situación de las placas tectónicas que conforman el territorio mexicano y su tiempo de carga de energía, hacen previsible la ocurrencia de temblores que pueden llegar a ser de gran magnitud.<sup>7</sup>

En el año 2002, el daño provocado por fenómenos de tipo geológico no representaron, como en años anteriores, cuantiosas pérdidas humanas o materiales. En efecto, el número de personas fallecidas a causa de fenómenos de tipo geológico fue de sólo dos personas, las cuales perdieron la vida en un derrumbe registrado en una mina en el estado de Jalisco.

Los daños ocasionados por sismos durante el año 2002 fueron mínimos, ya que solamente se presentaron tres de ellos con una magnitud ligeramente superior a los 5 grados en la escala de Richter, los cuales se ubicaron en el estado de Guerrero, en Oaxaca y otro de menor intensidad en Quintana Roo.

En Oaxaca se reportaron únicamente fisuras en techos y paredes de un hospital así como daños menores en dos escuelas públicas. En Quintana Roo únicamente se presentaron daños menores en una telesecundaria mientras que en Guerrero se reportaron 120 viviendas dañadas, las cuales en su mayoría se encontraban construidas por adobe y otros materiales precarios.

En lo que se refiere a la actividad volcánica, el Popocatepetl estuvo en relativa calma. Sin embargo, el volcán de Colima tuvo una mayor actividad, lo que provocó la evacuación de 216 personas a causa de una exhalación de piedras incandescentes y vapor de agua en el mes de febrero. La actividad volcánica este año no reportó víctimas ni daños de consideración.

En total los fenómenos de tipo geológico provocaron daños que suman los 1.7 millones de pesos afectando principalmente a las viviendas.

---

<sup>7</sup> Padilla, Emilio "Vulnerabilidad, sismos y sociedad en la Ciudad de México 1985 y el futuro", CIES, Protección civil de DDF, 1996.

## IV FENÓMENOS QUÍMICOS, SOCIO-ORGANIZATIVOS Y SANITARIOS

### 4.1 FENÓMENOS DE TIPO QUÍMICO

Los desastres químicos se pueden manifestar de diversas maneras, las cuales van desde explosiones y derrames de fluidos tóxicos, hasta fugas e incendios. Debido a la gran cantidad de productos químicos que se utilizan tanto en la industria como en comercios, la probabilidad de ocurrencia de este tipo de fenómeno es alta.

En lo que se refiere a explosiones, en el año 2002 se registró una de gran magnitud dejando un saldo de 30 personas muertas y 17 lesionadas. Dicha explosión tuvo lugar en un mercado en el puerto de Veracruz a finales del mes de diciembre, como resultado del mal manejo de artificios pirotécnicos, ocasionando un incendio que se propagó a varios locales ambulantes y se expandió a edificios.

Se presentaron otras explosiones más que provocaron la pérdida de vidas humanas. En el estado de Michoacán se perdieron 4 vidas a consecuencia de una explosión en una empresa acerera. Así mismo, en el Estado de México se registró una explosión en un polvorín en la cual perdieron la vida cuatro personas más.

En la tabla 4.1 se pueden observar las entidades donde se produjeron diversas explosiones, el número de personas que fallecieron a causa de los fenómenos, así como la población que resultó afectada.

**Tabla 4.1 Daños ocasionados por explosiones en el 2002**

Localización	Muertos	Población afectada)
Michoacán	4	8
Veracruz	31	51
Estado de México	4	296
Distrito Federal	-	19
Campeche	1	7
Hidalgo	-	1
Quintana Roo	-	10
Guanajuato	2	3
Tlaxcala	-	4
Oaxaca	3	8

Fuente: Elaboración propia.

Como se dijo anteriormente, otro fenómeno de tipo químico son los derrames, los cuales pueden ocasionar daños irreversibles al ecosistema, debido a los componentes que usualmente son vertidos, así como daños a las personas dependiendo de las sustancias y las características del fenómeno.

En el año 2002 se registraron varios derrames de sustancias químicas en el país, aunque no se tuvieron pérdidas de vidas humanas, sí se presentó una cantidad importante de personas afectadas, lo anterior principalmente en el Estado de Veracruz y el Estado de México.

En total, durante el año, se registraron 2,905 personas que presentaron afectaciones menores a causa de derrames. En general las molestias que presentó la población afectada fueron: dolores de cabeza, sangrado nasal, vómito, etc. Aunado a lo anterior, y a consecuencia también de este tipo de fenómeno, se registró la pérdida de una tonelada de peces y camarones que murieron debido a la contaminación del río Jalapa en el municipio de Medellín de Bravo, en el estado de Veracruz a consecuencia del derrame de sustancias industriales.

**Tabla 4.2 Resumen de daños totales causados por desastres químicos.**

Tipo de Fenómeno	Muertos	Población afectada	Viviendas dañadas	Área de cultivo dañada y/o pastizales	Total de daños (millones de pesos)
Explosiones	46	418	2	0	13.00
Derrames	0	2,905	0	0	6.10
Fugas	3	185	37	20	0.43
Incendios	0	20	3	9,880	170.00
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>3,528</b>	<b>42</b>	<b>9,900</b>	<b>190</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 4.2 el tipo de desastre de origen químico que más número de fallecimientos provocó durante el año 2002, fue el de las explosiones. En cambio, el fenómeno que registró las mayores pérdidas económicas fue el de los incendios, que tuvieron impactos tanto en el medio ambiente como en la agricultura y la silvicultura.

En el año 2002 varios estados fueron afectados por incendios forestales, en especial el estado de Baja California, en el cual se presentó tan sólo un incendio que causó la pérdida de aproximadamente 9,000 hectáreas en el municipio de Ensenada.

Así mismo, se registraron diversos incendios que tuvieron sus orígenes en fábricas y bodegas, los cuales se presentaron por el manejo de sustancias y productos altamente volátiles, aunado también a la falta de capacitación en el manejo y procesamiento de las mismas. Los de mayor relevancia ocurridos durante el año 2002, afectaron por lo menos 20 personas, sin haberse presentado ningún deceso. También, se registró el daño de 3 viviendas así como daños de menor cuantía en algunas empresas.

El total de daños provocados por incendios ascendió a 170 millones de pesos, de los cuales poco menos del 90% corresponden a los ocasionados por los incendios forestales.

En la figura 4.1 se pueden observar los principales estados que fueron afectados por incendios forestales a lo largo del año 2002.



**Figura 4.1 Estados afectados por incendios forestales en el año 2002**

## 4.2 FENÓMENOS DE TIPO SOCIO-ORGANIZATIVO

Los desastres de este tipo son, como su nombre lo indica, producto de las acciones humanas. Dentro de esta categoría los que se llegan a presentar con mayor frecuencia son los accidentes de medios de transporte. Sin embargo, también son frecuentes los fenómenos como la interrupción de servicios, accidentes de trabajo, las concentraciones masivas de personas, así como actos de terrorismo y sabotaje<sup>8</sup>.

En el año 2002, las pérdidas ocasionadas por los fenómenos socio-organizativos arrojaron un saldo de 268 personas muertas y alrededor de un millón y medio de personas afectadas. Así mismo, se presentaron daños en 132 viviendas, la mayoría por incendio, y otras que fueron afectadas por derrumbes por su emplazamiento en zonas vulnerables o por fallas en la construcción.

En total se estima que los daños de fenómenos de tipo socio-organizativo fueron de más de 30 millones de pesos de los cuales mas de un 80% corresponden a accidentes vehiculares en vías de comunicación de diverso tipo.

## 4.3 FENÓMENOS DE TIPO SANITARIO

Dentro de los desastres de tipo sanitario se pueden encontrar diferentes manifestaciones, como la contaminación del medio ambiente (aire, agua y suelos) y todos aquellos relacionados con el área de salud como son las epidemias.

Así mismo, otro de los fenómenos que forman parte de los desastres sanitarios es la desertificación y las plagas, que afectan principalmente a las actividades agrícolas y ganaderas.

En el año 2002, se presentaron fenómenos sanitarios como epidemias plagas, intoxicaciones y enfermedades entre muchas otras. En este año, el caso del dengue fue uno de los principales fenómenos de tipo sanitario que produjo la muerte de 11 personas.

Los estados más afectados en cuanto a número de casos fueron: Yucatán, Quintana Roo, Tabasco y Chiapas. Es notable mencionar que estos estados fueron a su vez los que mayores lluvias torrenciales registraron durante el año.

También se registraron pérdidas en el sector agrícola, específicamente en el Estado de Sonora, en donde un virus conocido como “mancha blanca” causó la pérdida de varias hectáreas de camarón. Ante estos hechos y como medida preventiva, los productores instalaron un cerco sanitario para evitar la propagación del virus y evitar con ello mayores afectaciones.

Otro hecho significativo se presentó cuando una bacteria que produce efectos similares al ántrax ocasionó la muerte de unas 700 cabezas de ganado en el estado de Sinaloa. Se presume que la bacteria se originó por un mal manejo de un alimento suplementario denominado “Pollinaza”.

Por otro lado, otra causa de muertes durante este año en lo que se refiere a este rubro, fue el que provocó mayor consumo de carne contaminada con clenbuterol, así como el consumo de bebidas adulteradas que afectaron a unas 165 personas.

Como se puede observar en la tabla 4.3 los fenómenos de tipo sanitario originaron la muerte de 9 personas, mientras que 3,312 resultaron con alguna afectación directa. En total se estima que los daños ocasionados ascienden a los 53.6 millones de pesos.

<sup>8</sup> CENAPRED, Impacto Socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2001.

**Tabla 4.3 Daños totales causados por desastres sanitarios en el 2002.**

Tipo de fenómeno	Muertos	Población afectada	Área de cultivo dañada y/o pastizales (ha)	Total de daños (millones de pesos)
Intoxicación	2	165	-	-
Epidemia	7	3,147	-	50
Virus	-	-	2,100	-
Bacteria	-	-	-	3.6
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>3,312</b>	<b>2,100</b>	<b>53.6</b>

Fuente: Elaboración propia.

## V ANEXO. CATÁSTROFES NATURALES EN EL MUNDO EN EL 2002

El año 2002 fue marcado por numerosos fenómenos naturales de los cuales los más devastadores correspondieron a tormentas e inundaciones.

En Europa se presentaron inundaciones de magnitudes significativas, muy superiores a las registradas en años anteriores, rompiéndose las marcas de eventos hidrológicos alrededor del mundo. En el océano Pacífico se produjeron numerosos cambios climáticos extremos asociado al fenómeno “El Niño”, del cual se esperaba su culminación en el 2003.

Así, en el año 2002 a lo largo de todo el mundo se registraron alrededor de 11,000 personas muertas a causa de catástrofes naturales<sup>9</sup>, donde poco menos de la mitad fueron víctimas de fenómenos hidrometeorológicos.

El monto total de las pérdidas económicas en 2002 se calcula en 55 mil millones de dólares, 20 mil millones más que las pérdidas registradas en el año 2001.

De los principales eventos registrados en el mundo los más trascendentes fueron las inundaciones del Elba, Vltava, Danubio y sus afluentes en Alemania ocurridas en el mes de agosto, la cuales dejaron pérdidas económicas por 18.5 miles de millones de dólares. Otras catástrofes de magnitudes significativas fueron los tornados ocurridos en los Estados Unidos en abril y noviembre, así como el fenómeno llamado Jeanette, la tormenta invernal que golpeó el oeste y centro de Europa a finales de octubre.

### 5.1 TORMENTAS E INUNDACIONES

Como se dijo anteriormente, las tormentas e inundaciones fueron los eventos principales en el recuento de catástrofes ocurridas en el año 2002 con alrededor de 500 eventos, frente a 450 ocurridos el año anterior.

El año 2002, en Europa Central, será recordado en la historia como el año de las inundaciones catastróficas en la zona del Elbe. En efecto ésta fue una de las peores catástrofes de la Europa Central desde la Edad Media, sólo comparable a la gran tormenta surgida del Mar del Norte y la inundación del milenio en el año de 1342.

En toda la región ribereña del río, hubo inundaciones masivas en otras regiones de Europa. Así, en diversas zonas aledañas del Danubio se sufrieron las peores inundaciones en años. En junio tres personas se ahogaron en Dierdorf, región de Alemania, debido a inundaciones causadas por severas tormentas. A comienzos de agosto 100 personas murieron por una repentina corriente de agua proveniente de la costa Rusa del Mar Negro.

Los fenómenos de inundaciones descritos anteriormente no ocurrieron en varias regiones simultáneamente ya que fueron desatadas por sólo un evento meteorológico. Fueron de hecho dos sistemas de bajas presiones llamados, por el Instituto Meteorológico de Berlín, Hanne e Ilse, los que fueron en mayor medida responsables de la catástrofe. Los dos sistemas comenzaron en Irlanda con alrededor de cuatro días cada uno, después se desplazaron en dirección del este hacia el centro de Europa.

Entre el 4 y 7 de agosto, Hanne permaneció sobre el sur del mar del Norte, y por algunos días estuvo atrayendo humedad de los aires tibios provenientes de la parte sur del Mediterráneo, en contacto con las masas heladas de aire del norte de Austria, Bohemia y partes de Bavaria, que se liberaron en forma de lluvias torrenciales. Hanne también disparó una ola secundaria sobre el mar Adriático, movida hacia la parte este a través de los Balcanes causando inundaciones en Eslovaquia, Hungría, Bulgaria, Rumania, Moldova, Ucrania y Rusia.

<sup>9</sup> Una catástrofe natural se define como grande si la capacidad de la región para ayudarse está claramente agotada, haciendo necesaria la asistencia interregional o internacional. Generalmente este es el caso, cuando miles de personas mueren, cientos de miles se quedan sin hogar, o cuando un país sufre de pérdidas económicas sustanciales, dependiendo de las circunstancias económicas prevalecientes en el país.

La segunda corriente, Ilse, se desplazó hacia la parte sur alrededor del Este de las montañas de los Alpes, acumulando enormes volúmenes de vapor de agua sobre el Golfo de Génova, luego giró al norte y el 11 de Agosto desencadenó las inundaciones del Elbe. Cuando alcanzó Polonia el 12 de agosto un aire del norte se aproximaba, intensificando las precipitaciones, resultado de la situación orográfica con los Montes Erz en Alemania. El mismo día Zinnwald en Sajonia marcó 312 mm de lluvia, al grado de exceder el récord anterior de 24 horas de lluvia en Alemania. Los 158 mm que cayeron en Dresde doblaron el récord anterior de 100 años antes.

Como se expresó, Hanne e Ilse y sus corrientes secundarias afectaron varios países en el oeste, centro y este de Europa y algunas partes del Sur. Las inundaciones fueron la catástrofe natural más cara en la historia de Alemania, también fueron catastróficas para la República Checa y Austria, y causaron pérdidas sustanciales en Italia, Suiza, Eslovaquia, Hungría, Rumania y Rusia. Otros países con pérdidas notables fueron Gran Bretaña, los países Bajos, España, Polonia Moldavia y Ucrania.

El principal daño que originaron las inundaciones de Europa fue el que sufrió la infraestructura pública la cual tuvo un impacto directo en la reducción del potencial de la producción de la economía. En el caso de las inundaciones de agosto en Europa, el daño a la infraestructura carretera fue el más relevante. Los daños por las inundaciones destruyeron 180 puentes, 740km de carreteras, 94 puentes ferroviarios y 400km de caminos, así como estructuras hidráulicas y canales.

Los huracanes, fueron otro de los fenómenos que más se presentaron en el mundo. El tifón “Rusa” destruyó 650 barcos y botes en Corea a principios de septiembre, causando severos daños a los criaderos pesqueros del país. Así mismo, el Tifón “Higos” arrasó el Pacífico oeste a principios del mes de octubre, fue uno de los más fuertes tifones de los años recientes. Afortunadamente la intensidad disminuyó marcadamente antes de que llegara a Japón, aunque causó daños relativamente pequeños en la capital, Tokio.

En septiembre y a principios de octubre, los huracanes *Lili* e *Isidore* causaron cuantiosos daños, tanto a infraestructura petrolera en las costas del Caribe como daños materiales y de infraestructura en las regiones afectadas cuando tocaron tierra.

No sólo los tifones en Asia causaron pérdidas económicas importantes, así mismo se presentaron severas tormentas en distintas partes del mundo las cuales dejaron record de lluvias en las regiones afectadas causando numerosas inundaciones.

En el mismo mes de agosto, la región de Mayorca en España, fue sumergida por 224 mm (=1/m<sup>2</sup>) de lluvia en tan solo 3 horas, lo que causó numerosos deslaves y corrientes de escombros, que provocaron pérdidas económicas, tanto en infraestructura pública, como en los sectores sociales.

Entre el 8 y 9 de septiembre en la región de Rhone Valley, en Francia, 670 mm de lluvia cayeron en sólo 36 horas; lo anterior equivale a más de la mitad de la cantidad de lluvia anual registrada en promedio. El mayor daño se presentó en pueblos y viñedos al sur de Francia. En contraparte, en otras regiones del mundo tales como Australia y Estados Unidos se presentaron ondas cálidas que causaron severos daños a la agricultura y devastaron enormes áreas provocados por incendios forestales.

Por otro lado, se registraron una serie de poco más de 30 espectaculares tornados que tuvieron lugar en los Estados Unidos a finales de abril, con velocidades de 300 km/h que provocaron daños en miles de casas, automóviles, negocios, trenes de carga y diversa infraestructura que fueron gravemente afectados. Las compañías aseguradoras calcularon daños por 1.6 miles de millones de dólares, es el mayor monto registrado en la Unión Americana a causa de fenómenos de esta naturaleza. Así mismo, parte del oeste de Estados Unidos fue golpeado por otra serie de tornados en noviembre, los cuales generaron daños extensivos y más de 35 víctimas fatales.

Otro de los fenómenos de mayor impacto se dio a finales del mes de octubre. Una tormenta invernal, “Jeanett”, golpeó casi toda el área del oeste y centro de Europa, las pérdidas económicas aproximadas fueron de alrededor de 1.5 miles de millones de dólares.

## 5.2 ERUPCIONES VOLCÁNICAS Y TERREMOTOS

Durante el año 2002, se registraron alrededor de 70 pérdidas por terremotos en todo el mundo y 20 por erupciones volcánicas, generando pérdidas económicas por 1.2 miles de millones de dólares.

Uno de los primeros fenómenos ocurrió, cuando el volcán Nyiragongo que se encuentra localizado entre frontera de la República Democrática del Congo y Ruanda hizo erupción. Derivado de este fenómeno miles de personas tuvieron que ser evacuadas para ser protegidas del flujo de lava.

Otro de los de eventos volcánicos de mayor trascendencia fue el de El volcán Etna, en Sicilia, que arrojó fuego y cenizas a finales del otoño. Casi al concluir el año, otro de los volcanes italianos entró en actividad: el Stromboli. Felizmente estos fenómenos no causaron daños de consideración.

En cuanto a los terremotos, los más severos tuvieron lugar en Afganistán, a finales del mes de marzo, a consecuencia de movimientos telúricos producidos en las montañas de Hindú Kush en el noreste del país con una intensidad de entre 5.9 y 6.3 grados en la escala de Richter. Los sismos causaron la muerte de más de 2 mil personas, mientras otras 10 mil fueron damnificadas. Las pérdidas económicas fueron cuantiosas debido a que se afectó tanto a la infraestructura pública, como al aparato productivo y bienes privados.

Así mismo, el 1 de noviembre de 2002 un terremoto de mediana magnitud provocó el colapso de una escuela en la región de Molise en el centro de Italia. Lo anterior generó fuertes debates. Muchas personas hubieran podido sobrevivir si la calidad del edificio hubiera correspondido al riesgo del terremoto en el área, el cual después de todo no era un factor desconocido.

El terremoto más fuerte del año pasado se originó el 3 de noviembre en Alaska. Su magnitud alcanzó la inusual cifra de 7.9 grados en la escala de Richter. Como el epicentro se localizaba en una región relativamente despoblada, los daños no fueron de consideración

## 5.3 FENÓMENOS SOCIO- ORGANIZATIVOS

Así mismo, no sólo los fenómenos naturales cobraron vidas y produjeron pérdidas económicas de importancia, también se presentaron fenómenos de tipo socio-organizativo y/o antropogénicos los cuales tuvieron repercusiones tanto en el entorno económico y social, como en el medio ambiente.

A continuación se consignan los desastres de este tipo más sobresalientes que se tuvieron en el año 2002. se encuentran entre ellos explosiones en plantas petroleras, fenómenos de terrorismo, accidentes de medios de transportes y derrames de hidrocarburos que afectaron la fauna marina.

**Principales desastres socio organizativos en el mundo en el 2002**

Fecha	Región	Descripción de pérdidas
31 de enero	Kuwait, Al-Rudatayn	Explosión en planta petrolera Una ruptura en la línea principal de producción provocó una explosión masiva en un campo petrolero cerca de la frontera de Irak. Cuatro trabajadores murieron, 19 heridos. La producción de petróleo en cuatro campos petroleros tuvo que ser detenida temporalmente. Se evaluaron pérdidas en la propiedad por un total de 165 millones de dólares.
7 de mayo	Tunisia Tunes	Choque aéreo al aterrizar Al aproximarse al aeropuerto de Tunes, un Boeing 737 con 63 personas a bordo chocó contra una montaña. 15 personas murieron. La aeronave tenía una estructura valuada en 22 millones de dólares.
25 de mayo	Taiwan Isla Penghu	Choque aéreo 45 minutos después de despegar hacia Hong Kong, un Boeing 747 rompió en 4 piezas y chocó en el mar de la isla Penghu. 225 personas murieron. La pérdida de la estructura fue valuada por 20 millones de dólares.
2 de julio	Alemania Uberlingen	Colisión aérea sobre el Lago Constante 71 personas murieron cuando un jet Ruso y un avión de carga se colapsaron en la noche. Numerosas piezas de restos chocaron en un área construida. Las pérdidas de las estructuras de ambos aviones se cotizaron por poco menos de 40 millones de dólares.
12 de octubre	Indonesia Bali	Ataque terrorista en centro nocturno 191 personas murieron a causa de una bomba en un centro nocturno en Kuta Beach. Cientos fueron heridos. El club al cual habitualmente llegan turistas y edificios vecinos fueron completamente devastados en este ataque terrorista, el peor en la historia de Indonesia.
11 de noviembre	Océano Indio	Explosión en contenedor En su recorrido de Singapur a Hamburgo el Hanjin Pensylvania se estremeció por una explosión en el contenedor. La sola estructura del Hanjin Pensylvania estaba valuada en 42 millones de dólares.
19 de noviembre	Costa del Atlántico de España	Accidente Petrolero El buque petrolero "Prestige" estaba cargado con 77,000 toneladas de gasolina cuando se partió en dos a 200 km de la costa noroeste de España. La gasolina se derramó en el mar durante semanas contaminando a lo largo de la línea de la costa del Atlántico, España, Portugal y Francia. Se teme que este será el peor desastre ambiental que haya existido en aguas Europeas. Tres años antes, hubo una devastación por combustible que fue causada por 14,000 toneladas del buque petrolero "Erika".
11 de diciembre	Guyana Francesa	Lanzamiento fracasado de Ariane 5 El Ariane 5 vehículo lanzado llevando dos satélites de telecomunicaciones cambio su curso tres minutos después de despegar y tener que ser detenido por el control terrestre. El total de la pérdida se estimó en 600 millones de dólares. La primera prueba el 28 de Noviembre tuvo que ser abortada a causa de un problema con el censor.
14 de diciembre	Canal Inglés	Colisión entre un transportador de automóviles y un carguero Dos grandes embarcaciones de carga, el Tricolor y el Kariba, se colapsaron en una espesa neblina 50 km. al este de Ramsgate en Inglaterra. El Tricolor, el cual se hundió después de la colisión, llevaba 77 tractores y alrededor de 3,000 automóviles nuevos. Las pérdidas estimadas del carguero fueron calculadas en alrededor de 100 millones de dólares.

Fuente: Munich Re study "Topics Natural Catastrophes 2002"

**Índice de Riesgos Naturales para las Megaciudades**

Megaciudad*	Población (millones)	Índice de riesgo total	Componentes del índice de Riesgo		
			Riesgo	Vulnerabilidad	Valores expuestos
Tokio-Yokohama	34.9	710	10.0	7.1	10.0
San Francisco	7.3	167	6.7	8.3	3.0
Los Ángeles	16.8	100	2.7	8.2	4.5
Osaka-Kobe-Kyoto	18.0	92	3.6	5.0	5.0
Miami	4.1	45	2.7	7.7	2.2
Nueva Cork	21.6	42	0.9	5.5	8.3
Hong Kong-Pearl River Delta	14.0	41	2.8	6.6	2.2
Manila-Quezon	14.2	31	4.8	9.5	0.7
Londres	12.1	30	0.9	7.1	4.8
París	11.0	25	0.8	6.6	4.6
Chicago	9.4	20	0.8	5.6	4.4
Ciudad de México	25.8	19	1.8	8.9	1.2
Washington-Baltimore	7.9	16	0.6	5.4	4.4
Beijing	13.2	15	2.7	8.1	0.7
Seul	21.2	15	0.9	7.2	2.2
Ruhr area	9.6	14	0.9	5.8	2.8
Shanghai	14.2	13	1.1	7.0	1.7
Amsterdam-Rotterdam	8.0	12	0.9	5.6	2.3
Moscú	13.2	11	0.7	8.7	1.8
Frankfurt am Main	5.0	9.5	0.7	5.9	2.3
Milan	4.0	8.9	0.6	6.7	2.2
Santa Fe de Bogotá	7.7	8.8	1.9	7.3	0.6
Dhaka	11.3	7.3	4.8	9.6	0.2
Sydney	5.0	6.0	0.6	9.1	1.1
Mumbai	18.2	5.1	0.8	8.6	0.7
Bangkok	10.3	5.0	0.9	7.4	0.8
Santiago	5.5	4.9	1.5	5.2	0.7
Medellín	4.0	4.8	1.1	7.2	0.6
Estambul	16.0	4.8	2.4	7.2	0.3
Teherán	14.0	4.7	3.0	9.4	0.2
Bangalore	8.0	4.5	0.3	8.4	1.6
Calcuta	15.9	4.2	3.2	9.5	0.1
Buenos Aires	13.7	4.2	0.7	6.3	0.9
Johannesburgo	7.5	3.9	0.6	8.2	0.7
Lima	9.0	3.7	2.8	7.3	0.2
Atenas	4.0	3.7	0.7	6.9	0.8
Jakarta	17.1	3.6	1.7	9.9	0.2
Singapur	4.0	3.5	0.3	7.1	1.9
Karachi	12.3	3.1	2.3	10.0	0.1
Sao Paulo	20.3	2.5	0.3	8.0	1.1
Río de Janeiro	12.3	1.8	0.6	8.2	0.4
Berlín	4.2	1.8	0.3	5.9	0.9
Cairo	16.5	1.8	0.9	8.7	0.2
Madrid	5.2	1.5	0.5	6.7	0.4
Delhi	17.2	1.5	1.2	7.8	0.2
Alexandría	5.0	1.4	1.4	7.5	0.1
Baghdad	8.0	1.3	0.9	9.2	0.1
San Petersburgo	6.0	0.7	0.5	8.7	0.1
Lagos	13.5	0.7	0.5	9.4	0.1
Abidjan	3.9	0.3	0.3	8.7	0.1

Fuente: Munich Re study "Topics Natural Catastrophes 2002"

*“Impacto Socioeconómico de los Principales Desastres Ocurridos en la República Mexicana en el año 2002”*  
Se terminó de imprimir en diciembre de 2003, en Imagen y Arte Gráfica, S.A. de C.V. Av. Amacuzac No. 54, Col. San Pedro  
Iztacalco, México, D.F. La edición en papel bond de 90 grs. En interiores y portada en cartulina sulfatada de 14 puntos,  
consta de 1000 ejemplares más sobrantes para reposición.



**Coordinación General de Protección Civil  
Centro Nacional de Prevención de Desastres**

Av. Delfín Madrigal No. 665,  
Col. Pedregal de Sto. Domingo,  
Deleg. Coyoacán,  
México D.F., C.P. 04360

**[www.cenapred.unam.mx](http://www.cenapred.unam.mx)**