

PROGRAMA NACIONAL DE PREVENCIÓN CONTRA CONTINGENCIAS HIDRÁULICAS

**Región Hidrológico-Administrativa XII
Península de Yucatán**

1^a. Versión

Contenido

1	Introducción.....	10
2	Gestión integrada de crecientes.....	12
2.1	<i>La perspectiva a largo plazo.....</i>	13
2.2	<i>Políticas y estrategias de gestión integrada de crecidas.....</i>	14
2.2.1	Marco jurídico del Organismo de Cuenca Península de Yucatán en materia de inundaciones.....	15
2.3	<i>Declaratoria de Desastre Natural por fenómenos hidrometeorológicos.....</i>	17
2.4	<i>Matriz de análisis de las leyes estatales de protección civil.....</i>	20
2.5	<i>Instituciones involucradas en la gestión de crecidas.....</i>	22
2.5.1	Federales.....	27
2.5.2	Estatales.....	27
2.5.3	Municipales.....	27
2.5.4	Internacionales.....	28
3	Caracterización de la cuenca y de las zonas inundables.....	30
3.1	<i>Identificación de zonas potencialmente inundables.....</i>	30
3.1.1	Yucatán.....	30
3.1.2	Campeche.....	32
3.1.3	Quintana Roo.....	42
3.2	<i>Socioeconómica.....</i>	47
3.2.1	Datos socioeconómicos.....	47
3.2.1	Producto Interno Bruto PIB.....	49
3.3	<i>Fisiográfica, meteorológica e hidrológica de la cuenca.....</i>	52
3.3.1	Territorio.....	52
3.3.2	Regiones hidrológicas.....	53
3.3.3	Precipitación.....	56
3.3.4	Estaciones meteorológicas.....	57
3.3.5	Uso del suelo.....	60
3.3.6	Humedales.....	62
3.3.7	Acuíferos.....	63
3.3.8	Zonas agrícolas.....	65
3.3.9	Cultivos en la región.....	66
3.3.10	Distritos de riego.....	66
3.3.11	Distrito de Temporal Tecnificado.....	67
3.4	<i>Características geomorfológicas de los cauces y planicies de inundación.....</i>	67
3.4.1	Relieve.....	67

3.4.2	Cauces.....	68
3.4.3	Cuerpos de agua.....	70
3.5	<i>Descripción de inundaciones históricas relevantes.....</i>	72
3.5.1	Inundaciones históricas a nivel municipal.....	73
3.6	<i>Obras de protección contra inundaciones y acciones no estructurales existentes.....</i>	75
3.6.1	Principales obras hidráulicas existentes en la región.....	75
3.6.2	Principales acciones no estructurales existentes.....	77
3.7	<i>Identificación de actividades productivas actuales en las planicies de inundación.....</i>	77
4	Diagnóstico de las zonas inundables.....	80
4.1	<i>Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas.....</i>	81
4.1.1	Estaciones convencionales.....	82
4.1.2	Estaciones hidrométricas.....	82
4.1.3	Observatorios meteorológicos.....	83
4.1.4	Radares.....	83
4.1.5	Estaciones automáticas.....	85
4.1.6	Estaciones de radiosondeo.....	86
4.2	<i>Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana.....</i>	87
4.3	<i>Funcionalidad de las acciones estructurales y no estructurales existentes.....</i>	89
4.3.1	Equipos para atención de emergencias.....	90
4.3.2	Yucatán.....	91
4.3.3	Campeche.....	91
4.3.4	Quintana Roo.....	92
4.4	<i>Identificación de los actores sociales involucrados en la gestión de crecidas.....</i>	92
4.5	<i>Identificación de la vulnerabilidad a las inundaciones.....</i>	92
4.5.1	Índice de vulnerabilidad.....	93
4.5.2	Valor del Producto Interno Bruto (PIB) en zonas inundables.....	95
4.5.3	Zonas inundables con su respectivo valor de PIB.....	97
4.6	<i>Identificación y análisis de la coordinación entre instituciones involucradas en la atención de emergencias por fenómenos hidrometeorológicos.....</i>	100
4.6.1	Programa de acción de urgencias epidemiológicas y desastres.....	103
4.6.2	Corresponsabilidad interinstitucional en la atención de emergencias por fenómenos hidrometeorológicos.....	104
5	Evaluación De Riesgos De Inundación.....	106
5.1	<i>Estimación del riesgo.....</i>	106
5.1.1	Aplicación de la metodología a nivel nacional.....	107
5.2	<i>Cuenca piloto, Río Palizada.....</i>	109
5.3	<i>Evaluación del riesgo preliminar de inundación con información disponible.....</i>	115

5.3.1	Aplicación de la metodología en la cuenca piloto.....	115
6	Propuesta de medidas para disminuir los daños.....	118
6.1	<i>Medidas no estructurales</i>	119
6.1.1	Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas.....	121
6.1.2	Medidas de pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana.....	123
6.1.3	Medidas de protección civil.....	124
6.1.4	Medidas de ordenación territorial y urbanismo.....	125
6.1.5	Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones.....	127
6.1.6	Medidas consideradas para promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes.....	128
6.1.7	Medidas de operación de embalses aguas arriba.....	131
6.1.8	Medidas para mejorar la gestión de crecidas.....	131
6.2	<i>Medidas estructurales</i>	142
6.2.1	Obras de control de avenidas y drenaje pluvial.....	142
6.2.2	Medidas de restauración fluvial	143
6.2.3	Medidas de mejora del drenaje natural en las zonas de inundación	143
7	Pre-dimensionamiento y estimación preliminar del costo de las medidas y su financiamiento.....	144
8	Programación de acciones a corto, mediano y largo plazos.....	145
8.1	<i>Medidas no estructurales</i>	145
8.2	<i>Medidas estructurales</i>	146
9	Esquema de seguimiento de la ejecución del programa.....	148
	Glosario.....	150
	Referencias.....	154
	Anexo A. Tipos de inundaciones.....	155
	Anexo C Vulnerabilidad socioeconómica.....	157
	Anexo D. Plan de comunicación	161
	Anexo E. Relación de Sistemas Tropicales 1886-2007.....	161
	Yucatán.....	161
	Campeche.....	162
	Quintana Roo.....	166
	Anexo F. Inventario de estaciones meteorológicas de la región.....	168
	Anexo G. Inventario de obras	168
	Anexo F. Metodología para la estimación del Daño para viviendas en zona de inundación.....	168
	Anexo G Metodología para la estimación del Daño Anual Esperado (DAE).....	176

Figuras

Figura. 2.1 Gestión integrada de crecidas.....	16
Figura. 2.1 Gestión integrada de crecidas.....	20
Figura. 2.2. Conceptualización del Sistema Nacional de Protección Civil.....	22
Figura. 3.1 Municipios de Tekax y Tzucacab, Yucatán, que constituyen el “Cono Sur”	31
Figura. 3.2 Asentamientos humanos con riesgo alto de inundación	32
Figura. 3.3 Río Palizada, 30-10-2010.....	32
Figura. 3.4 Zonas identificadas como inundables	33
Figura. 3.5 Asentamientos humanos ubicados en las márgenes del río.....	34
Figura. 3.6 Zonas identificadas como inundables	36
Figura. 3.7 Zonas identificadas como inundables.....	36
Figura. 3.8 Zonas identificadas como inundables	37
Figura. 3.9 Asentamientos humanos ubicados en las márgenes del río.....	37
Figura. 3.10 Zonas identificadas como inundables.....	38
Figura. 3.11 Asentamientos humanos ubicados en las márgenes del río.....	39
Figura. 3.12 Zonas identificadas como inundables.....	41
Figura. 3.13 Zonas identificadas como inundables.....	41
Figura. 3.14 Asentamientos humanos ubicados en las márgenes del río.....	42
Figura. 3.15 Asentamientos humanos ubicados en las márgenes del río.....	43
Figura. 3.16 Localidades urbanas y rurales.....	47
Figura. 3.17 Grado de marginación a nivel municipal	49
Figura. 3.18 Municipios con su respectivo valor de PIB.....	50
Figura. 3.19 Ubicación de la RHA XII	52
Figura. 3.20 Regiones hidrológicas.....	53
Figura. 3.21 Cuencas hidrológicas.....	53
Figura. 3.22 Precipitación media anual	57
Figura. 3.23 estaciones hidrométricas.....	58
Figura. 3.24 Estaciones meteorológicas existentes en la región.....	58
Figura. 3.25 Observatorios, radares y estaciones de radiosondeo	59
Figura. 3.26 Uso de suelo	62
Figura. 3.27 Humedales	63
Figura. 3.28 Acuíferos.....	64
Figura. 3.29 Zonas agrícolas.....	65
Figura. 3.30 Distritos de riego	66
Figura. 3.31 Relieve.....	68
Figura. 3.32 Ríos y lagunas principales.....	71
Figura. 3.33 Trayectoria de tormentas tropicales	74
Figura. 3.34 Municipios en donde se han emitido declaratorias por Cenapred	75
Figura. 3.35 Zonas agrícolas potencialmente inundables	78
Figura. 3.36 Localidades ubicadas en zonas potencialmente inundables	78
Figura. 4.1 Zonas vulnerables a fenómenos meteorológicos.....	81
Figura. 4.2 Observatorios meteorológicos con problemas de operación	83
Figura. 4.3 Radares con deficiente operación.....	84
Figura. 4.4 Estaciones climatológicas que presentan problemas.....	85
Figura. 4.5 Estaciones de radiosondeo con problemas en la operación	86
Figura. 4.6 Interfaz del Sistema Estatal de alerta por Ríos, Campeche	88
Figura. 4.7 Interfaz del Sistema Estatal, Quintana Roo.....	89
Figura. 4.8 Zonas potencialmente inundables.....	93
Figura. 4.9 Municipios que presentan mayor vulnerabilidad social a nivel municipal, análisis regional.....	94

Figura. 4.10 Índice de vulnerabilidad a nivel localidad.....	95
Figura. 4.11 Zonas inundables con su respectivo valor de PIB.....	96
Figura. 4.12 Zonas inundables con su respectivo valor de PIB.....	98
Figura. 5.1 Curvas tipo de daños en zonas habitacionales.....	108
Figura. 5.2 AGEB y Zona inundables de Agrosemex	109
Figura. 5.3 Ubicación de la zona de estudio.....	110
Figura. 5.4 Ríos y cuerpos de agua.....	111
Figura. 5.5 Localidades identificadas con riesgo de inundación	112
Figura. 5.6 Precipitación	113
Figura. 5.7 Estaciones meteorológicas, Palizada.....	114
Figura. 5.8 Ejemplo de raster por severidad del daño en zona de inundación.....	116
Figura. 5.9 Ejemplo de separación de severidades, aplicado a la zona piloto Palizada.....	116
Figura. 6.1 Clasificación de medidas e instrumentos de Olfert y Schanze (2007).....	118
Figura. 6.2 Clasificación de medidas no estructurales de Parker (2007).....	119
Figura. 6.3 Relación costo-beneficio de opciones de gestión de inundaciones.....	120
Figura. 6.4 Ubicación de la zona de estudio.....	125
Figura. 6.5 Lista de aseguradoras y tipos de seguro.....	130
Figura. 6.6 Enfoque.....	141
Figura. 9.1 Programa de seguimiento de proyectos.....	149

Tablas

Tabla 2.1 Matriz de análisis de la Ley de Protección Civil.....	21
Tabla 2.1 Matriz de análisis de la Ley de Protección Civil.....	23
Tabla 3.1 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Cono Sur Yucatán.....	30
Tabla 3.2 Zonas afectadas por inundaciones.....	31
Tabla 3.3 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Palizada.....	33
Tabla 3.4 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Candelaria.....	34
Tabla 3.5 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Candelaria.....	38
Tabla 3.6 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Mamantel.....	39
Tabla 3.7 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Chumpán.....	40
Tabla 3.8 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Quintana Roo.....	42
Tabla 3.9 Zonas afectadas por inundaciones.....	44
Tabla 3.10 Distribución de la población por estado y características sociales.....	48
Tabla 3.11 Distribución de la población por estado y características sociales.....	48
Tabla 3.12 Distribución de la población por región hidrológica.....	48
Tabla 3.13 Clasificación de la marginación por cantidad de municipios.....	48
Tabla 3.14. Principales sectores de actividad, Yucatán.....	50
Tabla 3.15. Principales sectores de actividad, Campeche.....	51
Tabla 3.16. Principales sectores de actividad, Quintana Roo.....	51
Tabla 3.17 Extensión territorial por estados.....	52
Tabla 3.18 Extensión territorial por estados.....	54
Tabla 3.19 Datos de disponibilidad.....	56
Tabla 3.20 Estaciones hidrométricas.....	57
Tabla 3.21 Red meteorológica del estado de Campeche.....	59
Tabla 3.22 Distribución de usos de suelo.....	60
Tabla 3.23 Distribución de usos de suelo por Región Hidrológica.....	60
Tabla 3.24 Zonas agrícolas de temporal y riego.....	65
Tabla 3.25 Cultivos representativos de la región.....	66
Tabla 3.26 Información de los DTT.....	67
Tabla 3.27 Características de las principales corrientes superficiales de la Región.....	68

Tabla 3.28 Huracanes que han impactado en la región	72
Tabla 3.29 Municipios con eventos registrados.....	73
Tabla 3.30 Tipos de eventos registrados en la región.....	74
Tabla 3.32 Infraestructura para el control de avenidas existente en el estado de Yucatán.....	76
Tabla 3.33 Infraestructura para el control de avenidas existente en el estado de Campeche.....	76
Tabla 3.34 Acueducto existente en el estado de Campeche.....	76
Tabla 3.35 Infraestructura para el control de avenidas existente en el estado de Quintana Roo.....	77
Tabla 3.36 Localidades ubicadas en zonas potenciales de inundación, Campeche.....	79
Tabla 3.37 Cantidad de localidades ubicadas en zonas potenciales de inundación, Quintana Roo.....	79
Tabla 3.38 Localidades ubicadas en zonas potenciales de inundación, Yucatán.....	79
Tabla 4.1 Estaciones que presentan problemas en Campeche.....	82
Tabla 4.2 Estaciones que presentan problemas en la región.....	82
Tabla 4.3 Observatorios meteorológicos que presentan problemas en la región.....	83
Tabla 4.4 Radares que presentan problemas en la región.....	84
Tabla 4.5 Estaciones automáticas que presentan problemas en la región.....	85
Tabla 4.6 Estaciones de radiosondeo que presentan problemas en la región.....	86
Tabla 4.7 Fase de acercamiento - Parte delantera del Ciclón.....	87
Tabla 4.8 Fase de alejamiento - parte trasera del Ciclón.....	88
Tabla 3.31 Equipo existente para la atención d emergencias.....	90
Tabla 4.9 Infraestructura que presentan problemas en el estado de Yucatán.....	91
Tabla 4.10 Infraestructura que presentan problemas en el estado de Campeche.....	91
Tabla 4.11 Infraestructura que presentan problemas en el estado de Quintana Roo.....	92
Tabla 4.12. Áreas potencialmente inundables de las regiones hidrológicas.....	92
Tabla 4.13 Asignación de pesos a los índices para el cálculo de la vulnerabilidad.....	94
Tabla 4.14. Valor del PIB en municipios con áreas de más del 30% de inundación.....	96
Tabla 4.15. Valor del PIB en municipios con áreas de más del 30% de inundación, Yucatán.....	98
Tabla 4.16. Valor del PIB en municipios con áreas de más del 30% de inundación, Campeche.....	99
Tabla 4.17. Valor del PIB en municipios con áreas de más del 30% de inundación, Quintana Roo.....	99
Tabla 4.18 Grupos de trabajo por estado en caso de presentarse situaciones de emergencia.....	102
Tabla 4.19. Corresponsabilidad interinstitucional.....	104
Tabla 5.1. Daños económicos en la Península de Yucatán.....	109
Tabla 5.2 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Palizada.....	111
Tabla 5.3 Listado de infraestructura orientada a protección de centros de población y zonas productivas.....	114
Tabla 5.3 Daños y habitantes en riesgo en la Península de Yucatán (método por AGEb).....	117
Tabla 5.3 Daños y habitantes en riesgo en la Península de Yucatán (método por localidades).....	117
Tabla 5.3 Daños en diferentes sectores en la Península de Yucatán.....	117
Tabla 6.1. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas.....	123
Tabla 6.2. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas de pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana.....	123
Tabla 6.3. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas de protección civil.....	124
Tabla 6.4. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas de ordenación territorial y urbanismo.....	126
Tabla 6.6. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones.....	127
Tabla 6.5. Medios y canales de comunicación.....	127
Tabla 6.7. Datos básicos requeridos para la contratación de un seguro.....	129
Tabla 6.8. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas consideradas para promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes.....	131

Tabla 6.9. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas de operación de llanuras de inundación.....	131
Tabla 6.10. Grupos de actores de acuerdo a su papel en el MIRH	132
Tabla 6.11. Medios y canales de comunicación	134
Tabla 6.12. Matriz del plan de comunicación.....	135
Tabla 6.13. PREVISIÓN (Análisis de contexto, Evaluación de riesgo).....	137
Tabla 6.14. PREVENCIÓN (Difusión de programas y planes, Educación y Desarrollo de capacidades).137	
Tabla 6.15. RESPUESTA (Preparación, Respuesta y Rehabilitación).....	139
Tabla 6.16. RECUPERACIÓN (Recuperación, Reducción del riesgo, Mejora de políticas de desarrollo) 140	
Tabla 6.17. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas para mejorar la gestión de crecidas	142
Tabla 6.18. Obras prioritarias y urgentes para la prevención de afectaciones por lluvia y sequía, para 2014	142
Tabla 6.19. Bordos que requieren mantenimiento periódico.....	143
Tabla 6.20. Bordos que requieren mantenimiento periódico.....	143
Tabla 7.1. Costos estimados por proyecto.....	144
Tabla 8.1. Programación de medidas no estructurales, río Palizada	145
Tabla 8.2. Programación de medidas estructurales, río Palizada.....	146

1 Introducción

El 14 de enero del 2013 en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el Presidente de la República Mexicana instruyó a su gabinete poner en marcha el Programa Nacional de Prevención Contra Contingencias Hidráulicas (PRONACH) para proteger a la población, a sus bienes y zonas productivas de inundaciones y de igual forma solicitó a otras dependencias del Gobierno de la República a sumarse a este programa, la Conagua ha procedido a la formulación de los programas de medidas de prevención y mitigación contra inundaciones para cada organismo de cuenca. Para ello la Subdirección General Técnica ha convenido con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) hacer la formulación de los programas para cada organismo del país.

Este programa tiene una visión integral sobre la gestión eficiente del agua, contempla la ejecución de acciones medioambientales, de planeación urbana, prevención, alertamiento temprano y protocolos de emergencia, elementos y estrategias necesarias para evitar la pérdida de vidas humanas ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos.

Dicho documento presenta la caracterización de la región considerando los aspectos económicos, sociales y ambientales; así como los diferentes peligros y riesgos a los que se encuentra expuesta la ciudadanía de acuerdo a la zona en la que habita y que deben tomarse en cuenta para lograr proponer las acciones que ayuden a la mitigación o prevención de los daños causados por los fenómenos hidrometeorológicos y los responsables de la ejecución de los mismos.

2 Gestión integrada de crecientes

La gestión integrada de crecientes (GIC) es un proceso que promueve un enfoque integrado, y no fragmentado, en materia de gestión de crecientes. Integra el desarrollo de los recursos de suelos y aguas de una cuenca fluvial en el marco de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), y tiene como finalidad maximizar los beneficios netos de las planicies de inundación y reducir al mínimo las pérdidas de vidas causadas por las inundaciones. En todo el mundo hay escasez de buenos suelos, en particular de tierras de labranza, y de recursos hídricos. Las tierras cultivables más productivas se encuentran en las llanuras de inundación, por lo tanto a la hora de poner en práctica políticas destinadas a maximizar el uso eficiente de los recursos de la cuenca fluvial tomada en su conjunto, deberán redoblarse los esfuerzos para mantener o aumentar la productividad de las planicies de inundación. Esto significa, que se debe promover el uso de las planicies de inundación con usos productivos (agrícola, acuícola, turístico, etc.) Además, como los estuarios coinciden parcialmente con la cuenca fluvial y la zona costera, es importante lograr la integración de la gestión de la zona costera en el plan de gestión integrada de crecientes.

Por otra parte, no es posible olvidar las pérdidas de vidas ni los daños materiales causados por las inundaciones. Considerar las crecidas como problemas aislados casi siempre produce un enfoque fragmentario y localizado. La gestión integrada de crecientes supone adoptar un punto de vista totalmente diferente del enfoque tradicional fragmentado que se aplicaba a la gestión de crecidas.

La característica esencial de la gestión integrada de crecientes es la integración, expresada simultáneamente de diversas maneras: una apropiada combinación de estrategias, puntos de intervención, tipos de intervención (es decir, estructurales y no estructurales), a corto o a largo plazo, y un enfoque participativo y transparente en cuanto a la toma de decisiones sobre todo en lo que se refiere a la integración institucional y a la manera en que se toman decisiones dentro de una determinada estructura institucional. Por consiguiente en un plan de gestión integrada de crecientes se debe tomar

en cuenta los cinco elementos esenciales siguientes, que se derivan lógicamente en el marco de la gestión integrada de los recursos hídricos:

- Gestión del ciclo hidrológico en su conjunto
- Gestión integrada de la tierra y las aguas
- Adopción de una combinación de estrategias óptima
- Garantía de un enfoque participativo
- Adopción de enfoques de gestión integrada de los riesgos

Según el documento conceptual; Gestión integrada de crecientes OMM. No. 1047 editado por la Organización Meteorológica Mundial en el año 2009 y el Programa Asociado de Gestión de crecidas, la gestión integrada de crecientes abarca el desarrollo de recursos hídricos y de la tierra en una cuenca fluvial con miras a optimizar los beneficios de las llanuras inundables, reduciendo al mínimo la pérdida de vidas humanas y de bienes. Al igual que la gestión integrada de los recursos hídricos, la gestión integrada de crecientes debería alentar la participación de usuarios, los encargados de la planificación y las instancias normativas en todos los niveles. Un enfoque participativo debería ser abierto, transparente, integrador y comunicativo; debería requerir la descentralización del proceso de la toma de decisiones y debería abarcar amplias consultas con la población así como la participación de las partes interesadas en las actividades de planificación y aplicación.

Plantear los problemas de la gestión de crecidas en forma aislada resulta necesariamente en un enfoque limitado y poco sistemático. La gestión integrada de crecientes procura cambiar el paradigma del enfoque fragmentado tradicional y fomenta la utilización eficiente de los recursos de la cuenca fluvial como un todo, empleando estrategias para mantener o aumentar la productividad de las llanuras de inundación, al tiempo que se adoptan medidas de protección contra las pérdidas causadas por las inundaciones. Aplicar una gestión integrada de los recursos hídricos para conseguir un desarrollo sostenible tiene como objetivo mejorar, de forma duradera, las condiciones de vida de todos los habitantes en un entorno que goce de equilibrio, seguridad y libertad de elección.

Este tipo de gestión requiere integrar los sistemas naturales y humanos así como los de la gestión de tierras y la explotación de recursos hídricos. Tanto el crecimiento demográfico como el crecimiento económico ejercen mucha presión sobre los recursos naturales de un sistema. En las llanuras inundables, la creciente presión demográfica y el incremento de las actividades económicas, tales como la construcción de edificios e infraestructuras, están aumentando el riesgo de futuras inundaciones. En muchos casos, las llanuras inundables ofrecen, en teoría, excelentes oportunidades para ganarse fácilmente el sustento. En los países en desarrollo con economías principalmente agrícolas, la seguridad alimentaria es sinónimo de seguridad de los medios de subsistencia.

En México se ha instrumentado el manejo integrado del recurso hídrico, es decir, el manejo de crecientes se establece en función de compatibilizar el uso del recurso agua para la generación de energía eléctrica y el control de inundaciones para evitar daños en centros de población y áreas productivas. El manejo de las crecientes actualmente se basa en la operación anticipada de las presas para control de avenidas antes del arribo de un evento hidrometeorológico severo. En este manejo la comunicación entre el meteorólogo y el hidrólogo es crítica con el fin de evaluar escenarios y determinar el más probable, con el objeto de manejar las crecientes con la anticipación que otorga el pronóstico de la precipitación.

2.1 La perspectiva a largo plazo

Las diversas estimaciones coinciden en prever, hacia finales del siglo XXI, incrementos de la temperatura a nivel mundial, de dos a cuatro grados centígrados. Entre los escenarios generados por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), se espera que dicho aumento en la temperatura impacte de manera significativa el ciclo hidrológico, generando mayor variabilidad en patrones tradicionales de precipitación, humedad del suelo y escurrimiento, entre otras afectaciones o dificultará la actividad de otros sectores económicos que dependen de la disponibilidad de los recursos hídricos, como la producción alimentaria, generación de energía y conservación ambiental, además del suministro de agua po-

table y saneamiento. Para encarar esta problemática, es indispensable entonces desarrollar estrategias de adaptación que consideren el agua como un eje toral en un enfoque multisectorial.

Los fenómenos hidrometeorológicos extremos, tales como sequías, inundaciones y huracanes, son eventos naturales que con frecuencia resultan en desastres con pérdidas humanas y materiales. En el análisis de los desastres, se encuentra que los daños estimados como porcentajes del PIB son significativamente mayores en países subdesarrollados, lo que puede acentuarse de continuar la tendencia global a la concentración de la población en localidades urbanas.

Se consideran desastres de origen climático e hidrometeorológico, las sequías, inseguridad alimenticia, temperaturas extremas, inundaciones, incendios forestales, infestaciones de insectos, movimientos de tierra asociados a situaciones de origen hidrológico y las tormentas de viento. Este tipo de acontecimientos representa una porción significativa de los daños estimados ocasionados por desastres, lo que representó en 2009 daños por 35,409 millones de dólares, el 85% del total de daños ocasionados por todo tipo de desastres. Cabe destacar que los desastres, tanto en número como en sus consecuencias previsiblemente se incrementarán como resultado del cambio climático.

Al gestionar los actuales riesgos de las inundaciones y al planificar el futuro se debe encontrar un equilibrio entre enfoques de sentido común, que minimizan los impactos mediante una mejor gestión urbana y el mantenimiento de la infraestructura para la mitigación de las inundaciones y enfoques con visión de futuro que anticipen y defiendan contra las futuras amenazas de inundaciones construyendo nueva infraestructura o redefiniendo radicalmente el entorno urbano. Para tomar decisiones sobre la priorización apropiada de los esfuerzos de gestión de las inundaciones se requiere de una comprensión de los riesgos por inundación presentes y futuros (K, Jha, A et al. 2012).

Como el riesgo de inundaciones evoluciona con el tiempo, los diseñadores de políticas públicas también deben explorar cómo las decisiones se modifican a la luz del clima cambiante. Los procesos de toma de decisiones deben incorporar información sobre los modelos utilizados para

proyectar el cambio climático a distintas escalas y se deberá comprender las incertidumbres relacionadas con estos resultados.

2.2 Políticas y estrategias de gestión integrada de crecidas

La Asociación Mundial para el Agua define la gestión integrada de los recursos hídricos como “un proceso que impulsa la coordinación de la gestión y el desarrollo de los recursos hídricos, de la tierra y afines, para conseguir el máximo bienestar de forma equilibrada y sin poner en peligro la sostenibilidad de ecosistemas vitales”. Este enfoque pone de manifiesto que una única intervención afecta al sistema como un todo y que, por lo tanto, de una sola medida de integración del desarrollo y de la gestión de crecidas pueden derivarse numerosos beneficios. En la Estrategia 1.6.1 del Objetivo 1.6 del Programa Nacional de Desarrollo 2013-2018 se listan las siguientes líneas de acción correspondientes a salvaguardar a la población, a sus bienes y a su entorno ante un desastre de origen natural o humano.

- Promover y consolidar la elaboración de un Atlas Nacional de Riesgos a nivel federal, estatal y municipal, asegurando su homogeneidad.
- Impulsar la Gestión Integral del Riesgo como una política integral en los tres órdenes de gobierno, con la participación de los sectores privado y social.
- Fomentar la cultura de protección civil y la autoprotección.
- Fortalecer los instrumentos financieros de gestión del riesgo, privilegiando la prevención y fortaleciendo la atención y reconstrucción en casos de emergencia y desastres.
- Promover los estudios y mecanismos tendientes a la transferencia de riesgos.
- Fomentar, desarrollar y promover Normas Oficiales Mexicanas para la consolidación del Sistema Nacional de Protección Civil.
- Promover el fortalecimiento de las normas existentes en materia de asentamientos humanos en zonas de riesgo, para prevenir la ocurrencia de daños tanto humanos como materiales evitables.

Por otro lado, el documento del Programa Nacional Hídrico 2013-2018 (en consulta pública) responde a la problemática actual y a la visión de largo plazo con la definición de cinco objetivos, los cuales están orientados para avanzar en la solución de los desafíos identificados y en el logro de la sustentabilidad hídrica. Adicionalmente, las estrategias y acciones que contempla el presente programa preparan a la sociedad mexicana a fin de que pueda afrontar en mejores condiciones los posibles efectos del cambio climático, tanto en aquellas zonas donde existe la probabilidad de disminución de los regímenes pluviales como en aquellas donde se pueden intensificar los patrones de lluvia y provocar inundaciones catastróficas.

De igual manera los Programas Hídricos Regionales Visión 2030 de los 13 organismos de cuenca de la Conagua en el eje de asentamientos seguros frente a inundaciones catastróficas plantean el poder consolidar una política rectora de sustentabilidad hídrica que tenga ver con los riesgos ambientales que se presentan en cada región por los fenómenos hidrometeorológicos extremos que afectan a la población que se asienta en lugares vulnerables ante la presencia de inundaciones.

Asimismo se concluye en los 13 documentos que el no respetar las zonas federales ni el ordenamiento territorial y ecológico hace que ante la presencia de lluvias asociadas a ciclones y huracanes la población se encuentre en riesgos de sufrir afectaciones en sus bienes patrimoniales.

El fortalecimiento en la coordinación entre los gobiernos estatales y municipales, quienes son los responsables de vigilar el cumplimiento del ordenamiento territorial, es en gran medida, uno de los retos a 2030. Para resolver esta problemática, se plantea el siguiente objetivo:

Reducir los riesgos y mitigar los efectos nocivos de los fenómenos naturales extremos y del cambio climático.

En estos 13 documentos se proponen cuatro estrategias: una con medidas estructurales y tres con acciones no estructurales orientadas a controlar que no se den asentamientos humanos en zonas de riesgo, a prevenir y mitigar los fenómenos que ocasionan los riesgos ambienta-

les, a pronosticar y a alertar a la población ante situaciones de emergencia, y a desarrollar una cultura de prevención y mitigación de impactos por estos fenómenos.

La estrategia de acciones estructurales está enfocada a conservar, rehabilitar y construir obras para el control de inundaciones principalmente, para el control de avenidas, infraestructura urbana para protección de poblaciones, realizar estudios técnicos y socioeconómicos y realizar acciones de desazolve y rectificación de cauces

Fortalecer el ordenamiento de los asentamientos humanos se hace de fundamental importancia para la protección de la población frente a los fenómenos meteorológicos extremos, los cuales pueden arruinar en muy poco tiempo los esfuerzos realizados durante muchos años, especialmente en zonas rurales y urbanas marginadas, para lo cual se requiere fortalecer los siguientes puntos:

- Eficaz ordenamiento territorial.
- Zonas inundables libres de asentamientos humanos.
- Sistema de alertamiento y prevención con tecnologías modernas.

2.2.1 Marco jurídico del Organismo de Cuenca Península de Yucatán en materia de inundaciones

El marco jurídico de la gestión de las inundaciones o crecidas, en México y por ende en el *Organismo de Cuenca Península de Yucatán* y en los Estados que lo conforman, están integrados por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, diversas leyes reglamentos y decretos federales, tratados internacionales y organismos internacionales, leyes, reglamentos y decretos estatales y por el conjunto de reglamentos municipales, todos estos instrumentos jurídicos interrelacionadas entre sí, son la base sobre la cual las dependencias Federales, Estatales y Municipales elaboran programas, proyectos y realizan acciones encaminadas a proteger a la población, a sus bienes y cultivos, así como a la infraestructura pública de los daños que les pudiera causar un incremento en el nivel del agua de los ríos o de la presentación de fenómenos meteorológicos.

En este apartado se analiza cada una de las leyes de protección civil de cada Entidad Federativa, así como de algunos reglamentos municipales, (en forma representativa) con el objeto de verificar si efectivamente están homologadas y están acorde a las disposiciones que se señalan en la Ley General de Protección Civil, Ley General de Asentamientos Humanos (Federal) y en sus constituciones políticas estatales.

El propósito del presente estudio jurídico en materia de las inundaciones o de crecidas de acuerdo a las legislaciones de la Federación, los Estados y de los Municipios, en materia de protección civil y de asentamientos humanos, es detectar la problemática, la inconsistencia entre una y otra disposición legal e incluso los regímenes Ejidales y Comunales y los poblados indígenas o etnias en nuestro país y en específico en los Estados que forman parte del Organismo de Cuenca Península de Yucatán.

También se analiza la figura del pago por concepto de indemnizaciones a los afectados por las inundaciones, en sus bienes muebles e inmuebles o la posibilidad de que se regule en forma concreta una póliza de seguros contra estos fenómenos; se propone implementar una cultura de la legalidad en la materia que nos ocupa, dado que ninguna disposición de carácter federal en la materia la señala, por otro lado homologar los aspectos normativos entre los tres niveles de gobierno mexicano o que sólo exista una sola Ley General de Protección Civil y una Ley General de Asentamientos Humanos para los tres órdenes de gobierno y se eliminen las disposiciones Estatales y Municipales en la materia con el fin de evitar duplicidad de funciones, todo esto en forma coordinada con apoyo en la disposición reconocida en nuestra Carta Magna como la concurrencia entre los tres órdenes de gobierno, igual en materia de asentamientos humanos en todo el territorio nacional, dicho análisis arroja que existe un sistema de pre-alerta y alerta, se fomenta como bajar recursos económicos de la federación, además de definir claramente quien debería tener la facultad de declarar zona de desastre, declaración de incompetencia económica para afrontar estas contingencias de inundaciones o crecidas, *antes, durante y después* de ocurrido dichos fenómenos meteorológicos, prever en el Presupuesto de Egresos de la Federación de

cada ejercicio fiscal correspondiente una partida presupuestal para el pago de indemnizaciones por estos eventos o una póliza de seguro, se recomienda que la rectoría en materia de protección civil la tenga el Ejecutivo Federal de manera que no se violen las disposiciones seña-

ladas en el artículo 115 de nuestra Carta Magna, con apoyo en la figura de la concurrencia dado que las entidades federativas y municipios son incapaces de afrontar solos estos tipos de fenómenos meteorológicos.

Figura. 2.1 Gestión integrada de crecidas



Por otro lado se detecta que algunas entidades federativas y municipios no cuentan con el Atlas de Riesgo ni a nivel federal, por lo que se propone que los tres órdenes de gobierno en forma coordinada elaboren dicho Atlas y éstos sean reconocidos en la Ley General de Asentamientos Humanos y en la Ley General de Protección Civil, con el objeto de considerarlos para la toma de decisiones en la creación de nuevos centros de población, así como la reubicación de los mismos cuando estos estén asentados en zonas de posibles inundaciones indicadas por el Atlas. Estas disposiciones deberían ser de carácter obligatorio para los notarios públicos del país, cuando estos lleven a cabo el tiraje de las escrituras respectivas, igual para las instituciones de los tres órdenes de gobierno en materia de Registro Público de la Propiedad, por lo que se recomienda promover ante la población de la advertencia de adquirir o asentar alguna actividad comercial o habitacional en zonas de peligro de crecidas y de esta forma concientizar a la población y alcanzar una cultura de la legalidad, evitando se repitan daños humanos y materiales como hasta el día de hoy. Por último se

deberían aplicar las disposiciones en materia administrativa, civil y penal a las personas responsables de aplicar las normas previas a autorizar nuevos centros públicos de población en la materia. Todo lo anterior ayudaría a realizar mejores políticas en la gestión de crecidas.

Objetivo

Revisar el marco jurídico vigente en los niveles de gobiernos internacional, nacional, estatal y municipal, relacionado con las atribuciones, facultades, competencia del *Organismo de Cuenca Península de Yucatán* en materia de inundaciones o crecidas, con el fin de establecer si se cuenta con los instrumentos normativos suficientes o es necesario complementarlos para coadyuvar a la GIC durante las etapas: *antes, durante y después* derivado de la presentación de los fenómenos meteorológicos como en las inundaciones.

Marco Jurídico Federal, Internacional, Estatal y Municipal

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Tratados Internacionales
- Ley General de Protección Civil.
- Ley General de Asentamientos Humanos.
- Leyes de Aguas Nacionales
- Ley General de Bienes Nacionales
- Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público
- Ley Agraria
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Plan Nacional de Desarrollo 2013- 2018
- Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas
- Reglamento de la Comisión Nacional del Agua
- Comisión Intersecretarial para la atención de Sequías e Inundaciones.
- Constituciones Políticas de los Estados que forman parte de dichos organismos de cuenca.
- Leyes Estatales en materia de Protección Civil
- Leyes de Asentamientos Humanos Estatales
- Reglamentos Municipales en materia de Protección Civil
- Leyes Estatales de Agua (Yucatán, Campeche y Quintana Roo)
- Planes Estatales de Desarrollo de los Estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo.
- Leyes Orgánicas Estatales y Municipales
- Manual para el Control de Inundaciones

2.3 Declaratoria de Desastre Natural por fenómenos hidrometeorológicos

Los desastres naturales constituyen una fuente significativa de riesgo fiscal en países altamente expuestos a catástrofes naturales, presentando así pasivos contingentes de considerable magnitud para los Gobiernos de dichos países. La ausencia de mecanismos eficientes de preparación y atención de emergencias y de una adecuada planeación financiera para hacer frente a los desastres puede crear dificultades y demoras en la respuesta, lo que podría agravar las conse-

cuencias en términos de pérdidas humanas y económicas. En estado de emergencia por desastres naturales, los gobiernos pueden verse obligados a utilizar fondos que habían sido previamente destinados a proyectos fundamentales de desarrollo económico, y esto, en el largo plazo, puede impactar negativamente el proceso de desarrollo y crecimiento económico.

Los gobiernos son cada vez más conscientes que el riesgo fiscal derivado de desastres naturales no puede seguir siendo ignorado. El importante crecimiento económico en algunos países en desarrollo hace que éstos se enfrenten con pérdidas económicas cada vez más importantes. Al mismo tiempo, aunque la exposición de la población y de los activos físicos a los desastres sigue en crecimiento, poca atención se dirige a la construcción de una sociedad resiliente ante fenómenos naturales adversos. Incrementos en la frecuencia y magnitud de fenómenos climatológicos extremos que se prevén debido al cambio climático puede potencialmente agravar la tendencia creciente en las pérdidas económicas causadas por desastres. En este contexto, es de suma importancia que se le dé un mayor énfasis a la gestión integral del riesgo de desastres que incluya medidas de protección financiera y aseguramiento ante desastres para poder hacer frente a estas tendencias disruptivas.

México se encuentra en la vanguardia de iniciativas encaminadas al desarrollo de un marco integral en gestión del riesgo de desastres, incluyendo el uso efectivo de mecanismos de financiamiento del riesgo y aseguramiento para manejar el riesgo fiscal derivado de los desastres. Cabe mencionar que México está altamente expuesto a una gran variedad de fenómenos geológicos e hidrometeorológicos. Aproximadamente el cuarenta por ciento del territorio Mexicano y más de una cuarta parte de su población están expuestos a tormentas, huracanes e inundaciones. El Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) fue establecido por el Gobierno Federal de México en el marco de su estrategia de gestión integral del riesgo con el propósito de apoyar actividades de emergencia, recuperación y reconstrucción después de la ocurrencia de un desastre.

El FONDEN fue originalmente creado como un programa dentro del Ramo 23 del presupuesto

de egresos de la federación de 1996, y se hizo operacional en 1999 cuando se emitieron sus primeras reglas de operación. Los recursos del FONDEN originalmente se destinaban únicamente a la realización de actividades ex post de rehabilitación y reconstrucción de (i) infraestructura pública de los tres órdenes de gobierno - federal, estatal y municipal; (ii) vivienda de la población de bajos ingresos; y (iii) ciertos elementos del medio ambiente, tales como selvas, áreas naturales protegidas, ríos, y lagunas.

En la actualidad, el FONDEN está compuesto por dos instrumentos presupuestarios complementarios: el Programa FONDEN para la reconstrucción y el programa fondo para la prevención de desastres naturales (FOPREDEN), y sus respectivos fideicomisos. El instrumento original, y aún el más importante del FONDEN es el Programa FONDEN para la reconstrucción. Sin embargo, en reconocimiento de la necesidad de promover el manejo proactivo del riesgo, el gobierno de México comenzó, a inicios de los años 2000, a asignar recursos específicamente destinados a actividades preventivas. Aunque los recursos para la prevención siguen siendo significativamente menor que para la reconstrucción, el gobierno mexicano continúa dirigiendo esfuerzos a la transición de un enfoque del financiamiento del riesgo post-desastre a la gestión del riesgo financiero ante los desastres. La ejecución de los recursos financieros de los 2 instrumentos del FONDEN (de reconstrucción y de prevención) se realiza a través del Fideicomiso FONDEN y del fideicomiso preventivo (FIPREDEN), cuya institución fiduciaria en ambos casos es BANOBRAS, un banco de desarrollo del gobierno de México.

El proceso para acceder y ejecutar los recursos del programa FONDEN para la Reconstrucción permite equilibrio entre la necesidad del desembolso inmediato de los fondos ante la ocurrencia de un desastre y aspectos de rendición de cuentas y de transparencia. La Secretaría de Gobernación (SEGOB) es la instancia responsable del procedimiento de acceso a los recursos del FONDEN y de la emisión de las declaratorias de desastre natural. La Secretaría de Hacienda y Crédito Público es la instancia responsable de los recursos del FONDEN.

El FONDEN cuenta con un sistema electrónico y automatizado en línea que utiliza tecnología e

información de punta en el proceso de acceso a los recursos, tales como la captura en una plataforma de información geográfica de fotografías geo-referenciadas de todos los activos públicos afectados y que serán sujetos de apoyo para asegurar la eficacia y exactitud del proceso de evaluación y cuantificación de los daños sufridos por un determinado desastre natural. SEGOB revisa en el sistema en línea que las solicitudes de recursos señalen de manera detallada las acciones que se llevarán a cabo así como el costo requerido para la reparación de la infraestructura y viviendas dañadas.

Consecutivamente, SEGOB remite el expediente a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y le solicita convoque a sesión del comité técnico del fideicomiso FONDEN para que éste autorice los recursos los cuales quedan etiquetados en el Fideicomiso FONDEN en una subcuenta específica por cada programa de reconstrucción. Los recursos son transferidos por BANOBRAS (en su carácter de institución fiduciaria) de estas subcuentas a las empresas proveedoras de servicios de reconstrucción, previa presentación de las facturas de avance de la ejecución de las obras. Los recursos del FONDEN financian 100% los costos de reconstrucción de activos federales y 50 por ciento de los activos locales.

El procedimiento para acceder a los recursos del FONDEN se resume a continuación (DOF, 2010):

- La Entidad Federativa solicita, máximo en los tres días hábiles siguientes a la ocurrencia del Desastre Natural, a las Instancias Técnicas Facultadas (señaladas en el Art.5, fracción XX) que corroboren la ocurrencia del fenómeno natural perturbador (FNP).
- La Instancia Técnica Facultada máximo en tres días hábiles contados a partir del día siguiente a la recepción de la solicitud notifica a la Entidad Federativa el dictamen de corroboración del FNP.
- La Entidad Federativa debe entregar al representante de la SEGOB la solicitud de emisión de una Declaratoria de Desastre Natural, incluyendo entre otras cosas el dictamen de corroboración del FNP.
- La SEGOB, por conducto de la Coordinación, a más tardar a los cuatro días hábi-

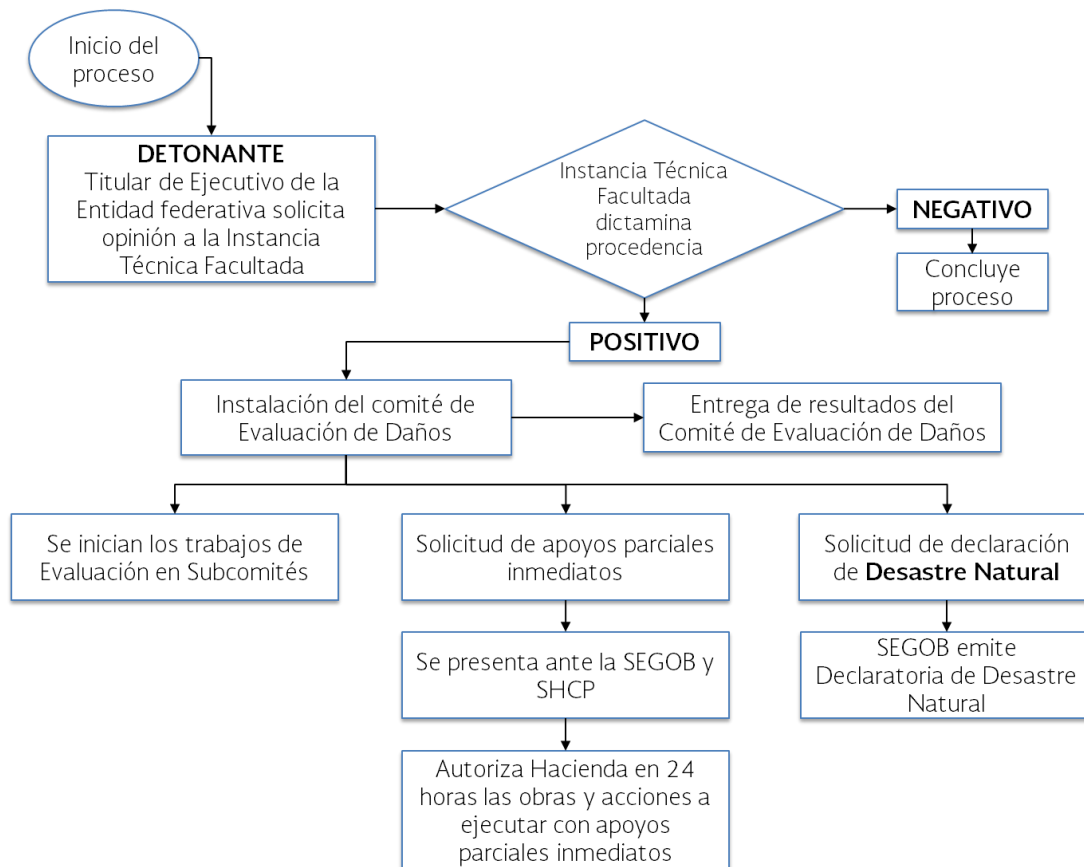
les siguientes deberá emitir y publicar en el Diario la Declaratoria de Desastre Natural respectiva.

- Se instala el comité de evaluación de daños, una vez que se recibe el dictamen de corroboración del FNP, convocando a todas las instancias competentes tanto federales como locales. Es importante señalar que desde la instalación del comité de evaluación de daños, las Dependencias y Entidades Federales, así como las Entidades Federativas, pueden solicitar Apoyos Parciales Inmediatos con cargo al FONDEN.
- La función del comité es evaluar y cuantificar los daños en los sectores y elaborar el diagnóstico de las obras y acciones a realizar. Este comité funciona en subcomités agrupados por sectores (vivienda, infraestructura urbana, residuos sólidos, carreteras, hidráulico, educativo, salud, monumentos históricos, artísticos y arqueológicos, áreas naturales protegidas, pesquero y acuícola, forestal y viveros y Zonas Costeras, así como otros, siempre y cuando su objetivo sea la cuantificación y evaluación de daños ocasionados por un FNP).
- Se lleva a cabo una sesión en donde cada subcomité entrega al comité, a más tardar en un plazo de diez días hábiles contados a partir de la instalación del comité, la evaluación de daños y sus acciones a realizar, y el plazo puede ser prorrogable hasta por diez días hábiles más.

- A partir de la sesión de entrega de resultados del comité de evaluación de daños la Dependencia o Entidad Federal en un plazo máximo de siete días hábiles, deberá presentar la solicitud de recursos y el diagnóstico definitivo de obras y acciones a realizar a la SEGOB.
- Las Dependencias y Entidades Federales, previo a la presentación de la solicitud de recursos, verificarán que cada una de las obras y acciones presentadas se encuentren debidamente capturados en la página Web de la SEGOB.
- La Dirección General del FONDEN, una vez recibida la solicitud de recursos, el diagnóstico de obras y acciones y demás información que señalan los Lineamientos de Operación, deberá dentro de un plazo de dos días hábiles elaborar la solicitud global de recursos y presentarla ante la Unidad de Política.
- La Unidad Política, una vez recibida de parte de la SEGOB la solicitud de recursos determinará si éstos se erogarán con cargo al Programa o al Fideicomiso FONDEN.

A través de la estrecha colaboración existente entre la Secretaría de Gobernación y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, el FONDEN ha podido establecer una sólida relación entre sus áreas técnicas y financieras en el manejo de desastres naturales. El Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) actúa como el área técnica enfocada en la reducción del riesgo y trabaja estrechamente con el FONDEN, el vehículo financiero para la administración de desastres.

Figura. 2.2 Gestión integrada de crecidas



Fuente: Protección Civil. FLOJUOGRAMA-FONDEM. www.proteccioncivil.gob.mx

2.4 Matriz de análisis de las leyes estatales de protección civil

En el manual para el control de inundaciones se llevó a cabo un análisis de las 32 leyes estatales de protección civil. Prácticamente todos hacen una clasificación de los riesgos que puedan afectar al estado y casi todos los clasifican regularmente en desastres por fenómenos naturales y desastres por actividades humanas. Sólo el estado de Hidalgo introduce la categoría de desastres tecnológicos. En todos los casos, el responsable del primer contacto con la emergencia es el municipio.

En la Ley de Protección Civil se propone realizar una declaratoria de emergencia con el propósito de aplicar las medidas de apoyo para esas circunstancias. En algunas ocasiones no se le llama emergencias sino alerta o algún otro nombre, en otras ocasiones se denominan declaratorias de desastre que indican un nivel mayor de in-

tensidad. Dos o tres de las leyes analizadas mencionan específicamente a las inundaciones, pero sólo como parte de la clasificación de las emergencias hidrometeorológicas. Aunque algunas de las leyes mencionan los albergues, ninguna llega a plantear la ubicación de los mismos.

La mayoría de las leyes establecen la posibilidad y en ocasiones la obligación de realizar simulacros, sin embargo no hay una sola ley que especifique que se deba realizar un simulacro específico en el caso de inundaciones.

La Ley de Protección Civil vigente en el estado de Quintana Roo es interesante el análisis de la misma ya propone la contratación de seguros para la infraestructura contra los efectos de desastres, principalmente desastres naturales. Estos seguros serían complementarios a los que pudieran existir para proteger la infraestructura de algunos sectores como la CONAGUA, la Comisión Federal de Electricidad, etcétera.

Tabla 2.1 Matriz de análisis de la Ley de Protección Civil

Características	Campeche	Quintana Roo	Yucatán
Año de emisión	2002	2009	1999
Número de artículos	87	141	144
Artículos transitorios	4	8	3
Clasificación de riesgos			
Desastres tecnológicos			
Transfiere la primera responsabilidad al municipio	X	X	
Declaratoria de emergencia		X	X
Declaración estado de alerta	X	X	
Declaratoria de desastre	X		
Declaratoria de desastre natural			
Publicación de declaratoria de emergencia			
Publicación de declaratoria de desastre	X		
Declaratoria de fin de emergencia			X
Establece Protección Civil (PC) nivel estatal	X	X	X
Establece PC nivel municipal	X	X	X
Promotor de estudios e investigaciones	X	X	X
Promueve cultura de PC	X	X	X
Coordina apoyos externos nacionales e internacionales			
Coordinación con otras entidades			X
Reconoce grupos voluntarios	X	X	X
Registro de grupos voluntarios	X	X	X
Promueve capacitación en PC	X	X	X
Promueve realización de simulacros	X	X	X
Solicitud declaratoria de desastre ante Gobernación		X	
Establece existencia de albergues			
Integración Atlas de Riesgo a nivel estatal	X	X	X
Integración Atlas de Riesgo nivel municipal			X
Actualizar el Atlas de Riesgos			
Requisa			
Promueve difusión de programas de PC	X	X	X
Posibilidad de solicitar Plan DNIII-E			
Financiamiento institucional	X	X	X
Puede recibir donaciones			
Evaluación expost			
Catálogo de recursos humanos	X	X	X
Coordinar sistemas de comunicación	X	X	X
Revisar y opinar sobre asentamientos humanos irregulares			
Apoyos para reubicación			
Programas especiales de PC			
Cualquier persona puede denunciar riesgos	X	X	X
Promueve cultura de prevención			X
Elaboración de peritajes de causalidad			
Declaración de área de protección			
Los medios de comunicación obligados a difundir programas de PC	X		X
Fondo estatal o municipal para la atención de desastres			X

Características	Campeche	Quintana Roo	Yucatán
CONAGUA forma parte del consejo estatal			
Otras leyes que toquen temas de PC		X	
Posibilidad creación órganos especiales de PC para algún tipo de emergencia			
Programa de premios y estímulos de PC			
Edad mínima para director de PC			
Rutas de evacuación para discapacitados			
Las universidades son parte de PC			
Centro de operaciones móvil			
Policía ecológica			
Constancia de factibilidad PC para nuevos asentamientos			
Promueve lugares para construcción de viviendas seguras			
PC coordina al H. Cuerpo de Bomberos			
Establecimiento de centros de acopio			
Cuotas por servicios de PC			
Estudios para definir albergues en el estado			
Contratación de seguros contra desastres			
Invitación a los medios de comunicación a las sesiones del consejo estatal			
Carta de corresponsabilidad			
Requisitos de medidas de evacuación			
Centros regionales permanentes de PC			
Vigila destino final de desechos sólidos			
Autoridad para decidir ubicación de un refugio temporal			
Declaratoria de zonas de riesgo, para reubicación			

2.5 Instituciones involucradas en la gestión de crecidas

El manejo integral y sostenible del agua debe sustentarse en aspectos normativos y legales partiendo del concepto de ciclo del agua. El concepto de integralidad para el manejo del agua desde el punto de vista técnico-administrativo debe de considerar la disponibilidad del agua de la cuenca y las condiciones para preservar y mejorar su cantidad y calidad, pasando por la administración de los procesos desarrollados por los organismos operadores de agua potable y saneamiento para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución, para después pasar a la recolección de las aguas residuales, transporte, tratamiento y disposición final. Por otro lado el manejo integral del agua genera una relación multidimensional de la gestión, como es la ambiental, la económica, la institucional, la tecnológica, la social y la política.

Figura. 2.3. Conceptualización del Sistema Nacional de Protección Civil



La *Ley General de protección Civil*, reconoce la figura de la Gestión Integrada de Riesgos, dicha gestión consiste en identificar, analizar, evaluar, control y reducción de los riesgos, en coordinación con los tres niveles de gobiernos, Federal, Estatal y Municipal, a través de la figura constitucional conocida como la concurrencia.

Es importante mencionar que el pasado mes de abril de 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el ACUERDO por el que se crea la Comisión Intersecretarial para la Atención de Sequías e Inundaciones, el cual señala en el ARTÍCULO PRIMERO, que se crea con carácter permanente la Comisión Intersecretarial para la atención de sequías e inundaciones, que tiene por objeto la coordinación de acciones entre las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en sus tres niveles, relativas al análisis de riesgos y la implementación de me-

das de prevención y mitigación de fenómenos meteorológicos extraordinarios y los efectos que éstos generan, tales como sequías e inundaciones.

Como puede verse a través de esta Comisión el Gobierno Federal pretende lograr que todas las Secretarías involucradas, la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Nacional del Agua trabajen de forma coordinada entre ellas y con los gobiernos estatales y municipales, en beneficio de la población.

Tabla 2.2 Matriz de análisis de la Ley de Protección Civil

Instituciones	Nivel	Artículos	Atribuciones
Secretaría de Gobernación (SEGOB)	Federal	5FXXIV,XXVII	Fracción XXIV, coordinar a las diversas dependencias y entidades que, por sus funciones, deban participar en las labores de auxilio, en caso de desastres o emergencias. Fracción XXVII, coordinar las acciones de Seguridad Nacional y establecer políticas de Protección Civil. Reglamento Interior D.O.F. 2/04/2013.
Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA)	Federal	28FXXXVI,38FVII	Reglamento Interior.- DOF.- 17-10-2011.- Artículo 28 fracción XXXVI. Proponer directivas orientadas a la prevención y control de desastres en asuntos de su competencia.- Artículo 38 fracción VII. Planear, dirigir y coordinar el trabajo de ingenieros en beneficio de la Secretaría y de la población civil, en casos de desastres y demás necesidades públicas.
Secretaría de Marina (SEMAR)	Federal	16FX,2FX	Reglamento Interior: DOF.-31-12-2012.- Artículo 16 fracción X.- Corresponde a la Dirección General de Investigación y Desarrollo.- Obtener procesar y difundir información meteorológica y de fenómenos oceánicos y atmosféricos, coordinando lo que proceda con el Servicio Meteorológico Nacional. Ley Orgánica de la Armada de México. DOF 31/12/2012.- Artículo 2 fracción X.- El de realizar actividades de investigación científica, oceanográfica, meteorológica, biológica y de los recursos humanos, actuando por sí sólo o en coordinación con otras instituciones nacionales o extranjeras, o en coordinación con dependencias y entidades de la Administración Pública Federal. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 30 fracción XXI.- Participar y llevar a cabo las acciones que le corresponda dentro del marco del Sistema Nacional de Protección Civil para la prevención, auxilio, recuperación y apoyo a la población en situaciones de desastre.
Secretaría de Gobernación.- Comisionado nacional de seguridad.	Federal	38FI	Reglamento Interior.- DOF 2-04-2013.- Artículo 38 fracción i.- Proponer al Secretario las Políticas, programas y acciones tendientes a garantizar la seguridad pública de la Nación y de sus habitantes, así como coordinar y supervisar su ejecución e informar sobre sus resultados. Reglamento del Servicio de Protección Federal.-DOF 9/112/2008.- Facultades del Comisionado.- Artículo 10 fracción VIII.- Apoyar la participación de las instituciones públicas federales en la implementación de programas de vigilancia y custodia, protección civil y prevención del delito, en los términos de las disposiciones aplicables.

Instituciones	Nivel	Artículos	Atribuciones
Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)	Federal	6FIV, 31FI	Reglamento interior. Artículo 6 fracción IV.- Coordinar, conjuntamente con la Secretaría de Desarrollo Social en el ámbito de su competencia, el otorgamiento de las autorizaciones de acciones e inversiones convenidas con los gobiernos locales y municipales tratándose de planeación nacional y regional. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 31 fracción XVI.- Normar, autorizar y evaluar los programas de inversión pública de la Administración Pública Federal.
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)	Federal	18 FI	Fracción I. Realizar la planeación necesaria para configurar estrategias, programas, proyectos y acciones para el desarrollo social.
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	Federal	31FXI, XXI	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 32 BIS fracción XI.- Evaluar y dictaminar las manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de desarrollo que le presenten las Secretarías públicas sociales y privadas, resolver sobre los estudios de riesgo ambiental, así como sobre los programas para la prevención de accidentes con incidencia ecológica. Fracción XXI.- Dirigir los estudios, trabajos y servicios meteorológicos, climáticos, hidrológicos y geohidrológicos, así como el Sistema Meteorológico Nacional, y participar en los convenios internacionales sobre la materia.
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	Federal	9Inciso a) FXL	Ley de Aguas Nacionales.- Artículo 9 inciso a).- Fracción XL.- Participar en el Sistema Nacional de Protección Civil y apoyar en la aplicación de los planes y programas de carácter federal para prevenir y atender situaciones de emergencias, causadas por fenómenos hidrometeorológicos extremos.
Secretaría de Energía (SENER)	Federal	33FI	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 33 fracción I.- Establecer y conducir la política energética del país, así como supervisar su cumplimiento con prioridad en la seguridad y diversificación energética, el ahorro de energía, entre otras acciones y en términos de las disposiciones aplicables, correctivas, realizar y promover programas, proyectos, estudios e investigación sobre las materias de su competencia.
Secretaría de Economía (SE)	Federal	34FIX	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 34 fracción IX.- Participar con las Secretarías de Desarrollo Social, de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la distribución y comercialización de productos y el abastecimiento de los consumos básicos de la población.
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	Federal	35FI	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 35 fracción I.- Formular, conducir y evaluar la política general de desarrollo rural, a fin de elevar el nivel de vida de las familias que habitan en el campo en coordinación con las dependencias competentes.- Fracción II.- Promover el empleo en el medio rural, así como establecer programas y acciones que tiendan a fomentar la productividad y la rentabilidad de las actividades económicas rurales.

Instituciones	Nivel	Artículos	Atribuciones
Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)	Federal	36FII XXI	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 36 fracción II.- Regular, inspeccionar y vigilar los servicios públicos de correos y telégrafos y sus servicios diversos; conducir la administración de los servicios federales de comunicación eléctricas y electrónicas y su enlace con los servicios similares públicos concesionados, con los servicios privados de teléfono, telégrafos e inalámbricos y con los estatales y extranjeros, así como del servicio público de procesamiento remoto de datos. Fracción XXI.- Construir y conservar los caminos y puentes federales, incluso los internacionales; así como las estaciones y controles de autotransporte federal.
Secretaría de Educación Pública (SEP)	Federal	38FXXI	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 38 fracción XXI.- Conservar, proteger y mantener los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos que conforman el patrimonio cultural de la Nación, atendiendo las disposiciones legales en la materia.- Referencia normativa.- Artículo 2.- Ley Federal sobre monumentos y zonas arqueológicas: El de utilidad pública, la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos.
Secretaría de Salud (SS)	Federal	39fi	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 39 fracción I.- Establecer y conducir la política nacional en materia de asistencia social, servicios médicos y salubridad general, con excepción de lo relativo al saneamiento del ambiente; y coordinar los programas de servicios a la salud de la Administración Pública Federal, así como los agrupamientos por funciones y programas a fines, en su caso, se determinen.
Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDA-TU)	Federal	41 fi INCISO A Y B	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 41 fracción I.- Impulsar en coordinación con las entidades estatales y municipales, la planeación y el ordenamiento del territorio nacional para su máximo aprovechamiento, con la formulación de políticas que armonicen: inciso a).- El crecimiento o surgimiento de asentamientos humanos y centros de población, inciso b).- la planeación habitacional y del desarrollo de viviendas.
Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal (CJEF)	Federal	43FII	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 43 fracción II.- Someter a consideración y, en su caso, firma del Presidente de la República todos los proyectos de iniciativa de leyes y decretos que se presenten al Congreso de la Unión o a una de sus cámaras, así como a la Asamblea de Representantes del Distrito Federal, y darle opinión sobre dichos proyectos.
ÓRGANOS DESCENTRALIZADOS			
Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra (CORRETT)	Federal	2FII	Decreto de creación: Promover la adquisición y enajenación de suelo y reservas territoriales para el desarrollo urbano y la vivienda en coordinación con otras dependencias y entidades federales, con los gobiernos de los estados con la participación de sus municipios, y del Distrito Federal, así como en concertación con los sectores social y privado particularmente con los núcleos agrarios.
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)	Federal	14 BIS 2FVII	Ley de Aguas Nacionales.- Atribuciones.- Artículo 14 BIS 3 fracción VII.- Realizar por sí o a solicitud estudios y brindar consultorías especializadas en materia de hidráulica, hidrología, control de calidad del agua, de gestión integrada de los recursos hídricos.
Comisión Federal de Electricidad (CFE)	Federal	10FII	Estatuto Orgánico: El de atender los aspectos técnicos operativos relacionados con la generación, transmisión, transformación, control y distribución de energía eléctrica.

Instituciones	Nivel	Artículos	Atribuciones
INSTITUCIONES VINCULADAS			
Secretaría de Marina - Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (SEMAR - CICESE)	Federal	5FXXI	Reglamento interior, aquellas otras facultades que con ese carácter le confieran expresamente las disposiciones legales, y le asigne el Presidente de la República.
Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)	Federal	2, 251FI	Ley del IMSS. DOF.- 31-03-2007.- Artículo 2.- Tiene como finalidad garantizar el derecho a la salud, la asistencia médica, la prestación de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo, así como el otorgamiento de una pensión que, en su caso y previo cumplimiento de los requisitos legales, será garantizado por el Estado. Artículo 251 fracción i.- Administrar los seguros de riesgos de trabajo, enfermedades y materiales, invalidez y vida, guardería y prestaciones sociales, salud para la familia, adicionales y otros, así como prestar los servicios de beneficios colectivos que señale esta Ley.
Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE)	Federal	4FII,23FVI	Ley del ISSSTE.-DOF.-28-05-2012.- Artículo 4 fracción II, inciso d).- Préstamos personales extraordinarios para damnificados por desastres naturales.- Estatuto Orgánico artículo 23 fracción VI.- El de resolver bajo su inmediata directa responsabilidad los asuntos urgentes del instituto, a reserva de informar a la Junta sobre las acciones y los resultados obtenidos.
Distribuidora de Conasupo (DI-CONSA)	Federal	2.1	Reglas de Operación, el de contribuir a mejorar la nutrición como una capacidad básica de la población que habita en localidades rurales. 2.2. Abastecer localidades rurales de alta y muy alta marginación con productos, en forma eficaz y oportuna.
Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)	Federal	109FI	El de investigar los peligros, riesgos y daños producidos por agentes perturbadores que puedan dar lugar a desastres integrando y ampliando los conocimientos de tales acontecimientos, en coordinación con las dependencias y entidades responsables.
Petróleos Mexicanos (PEMEX)	Federal	4FII	Estatuto Orgánico de Petróleos Mexicanos, el de emitir a propuesta del Comité correspondiente las políticas y lineamientos en materia de, inciso f).- Programar y proyectos, contratación de terceros experto independiente, prelación entre los proyectos de gran magnitud alta prioridad y otros proyectos relevantes, así como los criterios para definir los casos y la etapa de la fase de los proyectos y programas de inversión de los organismos subsidiarios que deberán ser aprobados por el Consejo de Administración, previo acuerdo del Consejo de Administración del Organismo Subsidiario correspondiente.
Desarrollo Integral de la Familia (DIF)	Federal	4FXXV	Estatuto Orgánico: Promover la atención y coordinación de las acciones de los distintos sectores sociales que actúen en beneficio de aquellos, en el ámbito de su competencia, en casos de desastres como inundaciones, terremotos, derrumbes, explosiones, incendios, y otros de naturaleza similar por los que se causen daños a la población, el organismo, sin perjuicio de las atribuciones que en auxilio de los damnificados lleve a cabo otras dependencias y entidades.

Instituciones	Nivel	Artículos	Atribuciones
Universidad Autónoma de México (UNAM)	Federal	1	La Universidad Nacional Autónoma es una corporación pública-organismo descentralizado del estado - dotada de plena capacidad jurídica y que tiene por fines impartir educación superior para formar profesionales, investigadores, profesores universitarios y técnicos útiles a la sociedad; organizar y realizar investigaciones principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales, y extender con la mayor amplitud posible, los beneficios de la cultura.
Cruz Roja Mexicana	Internacional, Federal	2. 8	Decreto presidencial del 21 de febrero de 1910, en su estatuto, artículo 2 inciso 8) el de proponer a mejorar la salud, prevenir las enfermedades y aliviar los sufrimientos espirituales y corporales, desarrollando al efecto toda acción humanitaria tendiente a estos fines, de acuerdo con sus posibilidades, las leyes y demás disposiciones legales vigentes en el país. La Cruz Roja debe considerar como auxiliar de los poderes públicos, la conformidad con el Convenio de Ginebra del 6 de julio de 1908, con el decreto firmado por el Presidente de los Estados Unidos Mexicanos el 21 de febrero de 1910.
Bomberos	Federal	3FVI	Señala que por auxilio se entenderá a las acciones destinadas primordialmente a salvaguardar la vida de las personas, sus bienes y la planta productiva y a preservar los servicios públicos y el medio ambiente, ante la presencia de un agente destructivo, en donde los agentes destructivos son los fenómenos de carácter hidrometeorológico que puede producir riego, emergencias o desastres. Para efectos de la presente Ley que nos ocupa, los cuerpos de seguridad pública en los Estados de la República Mexicana, por lo general son: Policía Preventiva Estatal, Protección civil y Bomberos, ya que estos están adheridos al Sistema Nacional de Protección Civil, independientemente de su normatividad que los rija en sus estados.

2.5.1 Federales

- Corresponde al Ejecutivo Federal en materia de protección civil, por conducto de la Secretaría de Gobernación, a través de la Coordinadora Nacional de Protección Civil.
- Comité Científico asesor sobre el Fenómeno Perturbador de carácter Hidrometeorológico, integrado por personal de la UNAM, CFE, CONAGUA, IMTA, SNEAM, CENAPRED.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público para efectos de transferir a los estados los recursos económicos con el objeto de afrontar los riesgos en materia de gestión integral de inundaciones.
- El Congreso de la Unión (Cámara de diputados y Cámara de Senadores)
- Secretaría de la Función Pública, hasta en tanto no se publique en el Diario Oficial

de la Federación la Comisión Anticorrupción.

- En su caso, conjuntamente con los tres niveles de gobierno, Federal, Estatal y municipal.

2.5.2 Estatales

- El Ejecutivo Estatal (Gobernador) o también llamado mandatario estatal.
- Protección civil estatal
- En su caso, conjuntamente con los tres niveles de gobierno, Federal, Estatal y municipal.

2.5.3 Municipales

- El Presidente Municipal
- El Cabildo
- Protección civil municipal
- En su caso, conjuntamente con los tres niveles de gobierno, Federal, Estatal y municipal.

2.5.4 Internacionales

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) Desde su creación, la OMM ha participado de forma excepcional e importante en la seguridad y el bienestar de la humanidad. En el marco de los programas de la OMM y bajo su dirección los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales contribuyen sustancialmente a la protección de la vida humana y los bienes frente a los desastres naturales, a la salvaguardia del medio ambiente y a la mejora del bienestar económico y social de todos los sectores de la sociedad en esferas como la seguridad alimentaria, los recursos hídricos y el transporte. Además, fomenta la colaboración entre los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales y favorece la aplicación de la meteorología a los servicios meteorológicos para el público, la agricultura, la aviación, la navegación, el medio ambiente, las cuestiones relacionadas con el agua y la atenuación de los efectos de los desastres naturales.

La Asociación Mundial del Agua [Global Water Partnership (GWP)] es una red internacional

abierta a todas las organizaciones que tienen que ver con la gestión de los recursos hídricos. Fue creada en 1996 con el objetivo de promover la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH)

El Programa Asociado de Gestión de Inundaciones, que se conoce por su sigla en inglés APFM, es una iniciativa conjunta de la Organización Meteorológica Mundial y la Asociación Mundial del Agua [Global Water Partnership (GWP)]. El Programa promueve el concepto de gestión integrada de inundaciones, nuevo enfoque en materia de gestión de crecidas. Cuenta con respaldo financiero de los gobiernos de Japón y los Países Bajos.

El Centro Internacional para la Gestión de los Desastres y Riesgos relacionados con el Agua (ICHARM), auspiciado por la UNESCO, fue creado en 2006. El ICHARM se encarga de los desastres relacionados con el agua, como las inundaciones y las sequías, que son los mayores desafíos que se necesita superar para garantizar un desarrollo humano sostenible y la reducción de la pobreza.

3 Caracterización de la cuenca y de las zonas inundables

El objetivo de este capítulo es dar a conocer las características de la región desde el punto de vista físico, climático e hidrológico, con el fin de identificar las zonas donde se presentan inundaciones, incluyendo información de las inundaciones que se han presentado en la Región

3.1 Identificación de zonas potencialmente inundables

A continuación se describen algunas zonas que debido a su ubicación se encuentran en riesgo de sufrir algún tipo de inundación, cabe mencionar que dicha información se tomó del “Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales” realizado en el 2013 de la región.

3.1.1 Yucatán

La región del Sur del estado de Yucatán está expuesta al paso de los ciclones tropicales que generalmente se forman en las costas de Centroamérica, en el mar Caribe y que entran a tierra por la parte media del vecino estado de Quintana Roo, por lo cual se le considera una

zona de alta vulnerabilidad a los efectos de dichos fenómenos naturales, los cuales al ocasionar lluvias intensas, provocan que se inunden las partes bajas, debido a la falta de drenaje natural de las mismas, la baja permeabilidad del suelo y al nivel freático profundo.

La presencia de pequeños depósitos de agua (conocidos localmente como “aguadas”) y la presencia de pequeñas lagunas en el estado de Quintana Roo (al Sureste de esta zona), propician el flujo superficial de Oeste a Este, hacia la laguna de Chichancanab, principalmente, ubicada en el estado de Quintana Roo. Actualmente este flujo se ha interrumpido debido a la construcción de carreteras con estructuras de drenaje superficial insuficientes, propiciando mayores tirantes de inundación aguas arriba, así como el drenado más lento de las zonas inundables.

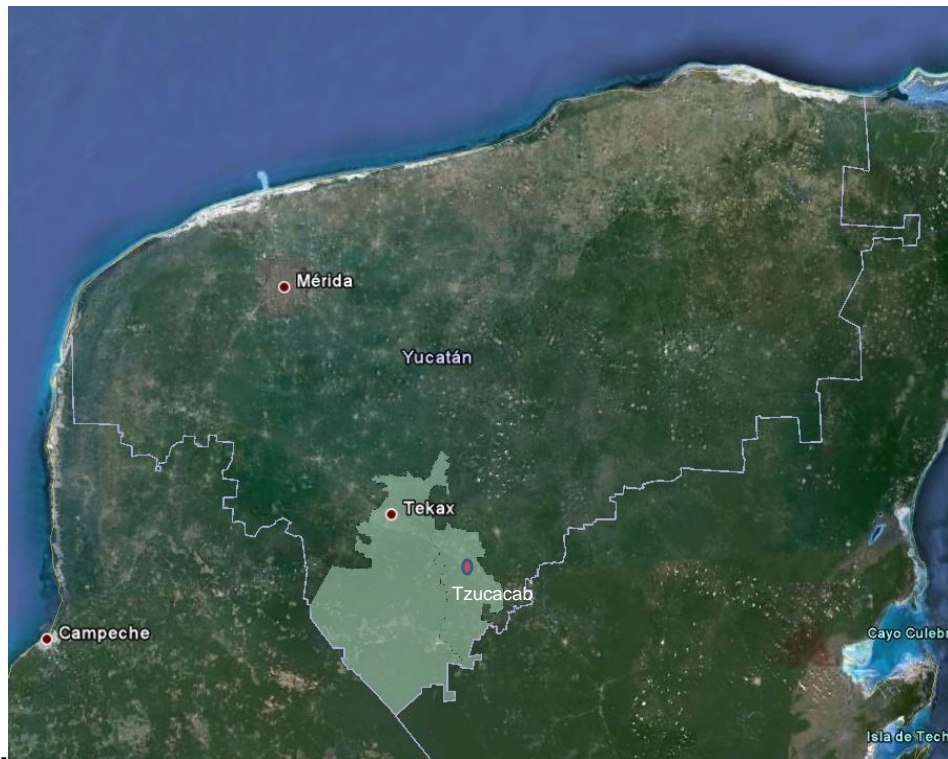
En la zona sur y oriente de entidad, existen zonas con presencia de suelos de baja permeabilidad, que propicia el escurrimiento hacia sitios más bajos que drenan al acuífero a través de sumideros, que eventualmente no tienen la capacidad de desalojar dichos volúmenes rápidamente, propiciando inundaciones.

Tabla 3.1 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Cono Sur Yucatán

Localidad y/o municipio	Expectativa de daños					
	Casas (habitación)		Población (Habitantes)		Superficie (m ²)	
	Total	En riesgo	Total	En riesgo	Total	En riesgo
Dos Aguadas, Tekax.	10	10	40	40	16,450	16,450
Sudzal Chico, Tekax	35	35	126	126	60,565	60,565
San Diego Buenavista, Tekax.	43	43	126	126	45,816	45,816
Ayim, Tekax	3	3	11	11	16,660	16,660
San Juan, Tekax	23	23	98	98	43,230	43,230
Alfonso Caso, Tekax	89	52	393	230	218,450	127,846
Nohalal, Tekax	12	12	49	49	19,750	19,750
Tigre Grande, Tzucacab	41	41	135	135	35,775	35,750
El Escondido Tzucacab	45	45	150	150	52,924	52,924
Total	301	264	1,128	965	509,620	418,991

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

Figura. 3.1 Municipios de Tekax y Tzucacab, Yucatán, que constituyen el “Cono Sur”



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

La zona de mayor vulnerabilidad en la entidad, corresponde a la franja costera del estado, ya que ahí se presentan los efectos de oleaje, marea de tormenta, viento e inundación.

El régimen de precipitación en el estado de Yucatán es de 1,006 mm anuales, con precipitaciones de 1,200 a 1,300 mm en el sur y oriente del estado y de 500 a 900 mm en la zona costera, con variaciones anuales que en ocasiones presentan déficit de lluvia (sequía), los casos más relevantes en los últimos años corresponden al año 2009 con un déficit del 33% y 2007 con un déficit del 28%, respecto a la media.

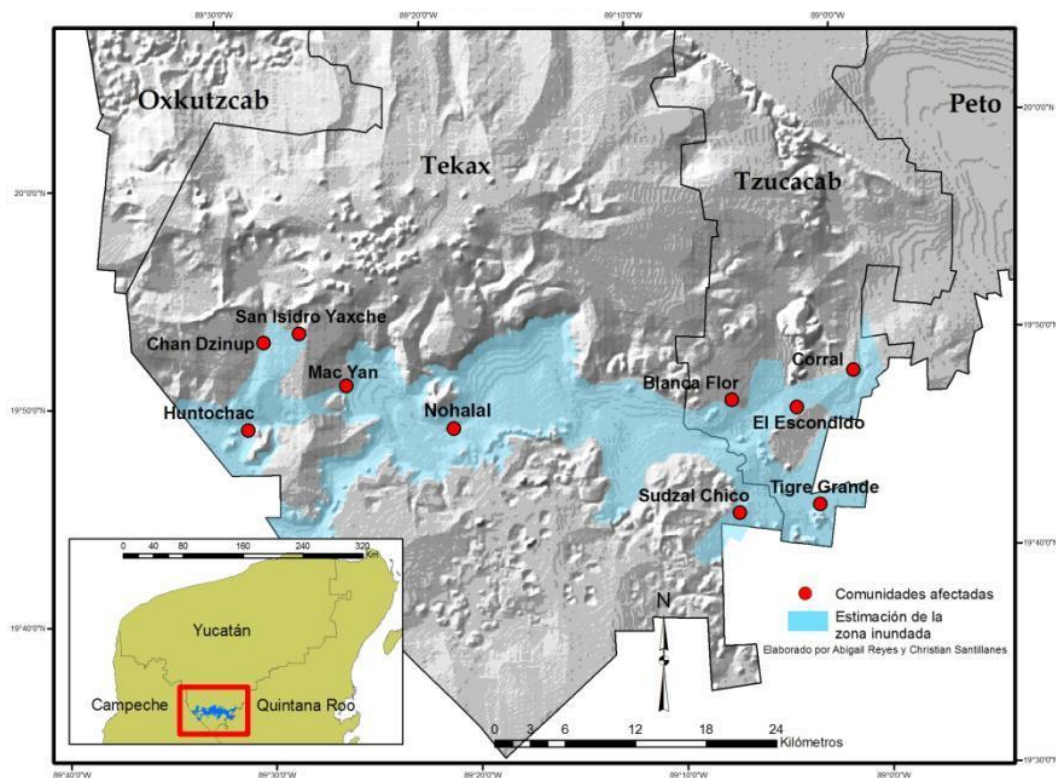
Con la inundación de grandes extensiones de terreno, se presenta también la inundación de algunos tramos de las carreteras que comunican a las localidades de la zona, quedando incomunicadas gran parte de ellas. En la siguiente tabla se presentan las localidades con alto riesgo o susceptibles a inundaciones:

Tabla 3.2 Zonas afectadas por inundaciones

Localidades	Casas	Habitantes
Sudzal Chico	25	126
Tigre Grande	29	135
El Escondido	26	150
San Juan Tekax	17	98
Nohalal	9	49
Chan Dzinup	31	159
Benito Juárez	38	195
San Pedro Dzulá	17	103
San Isidro Yaxche	12	63
San Diego Buenavista	24	126
San Felipe II	19	79
Alfonso Caso	89	393
San Isidro Mackiam	14	42
Kantemó	76	425
Salvador Alvarado	21	95
Polhuacxil	21	122
Nohbec	63	352
X'cobiakal	24	101
Sacbecan	45	230
Total	600	3,043

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012.

Figura. 3.2 Asentamientos humanos con riesgo alto de inundación



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

3.1.2 Campeche

Por lo que respecta al estado de Campeche la zona de riesgo se encuentra en la llamada *zona de los ríos*, donde se ubican las principales corrientes, que abarcando los municipios de

Champutón, Carmen, Candelaria y Palizada. En estos sitios la población se ha ubicado en las riberas para tener acceso al agua para labores agrícolas, de ganadería y pesca, esto genera un riesgo debido a las crecientes que se presentan cada año en mayor o menor grado.

Figura. 3.3 Rio Palizada, 30-10-2010



Fuente: Conagua. Dirección Local Campeche, 2013

Para el caso del municipio de Palizada el río del mismo nombre es el que reporta afectaciones por crecientes con mayor periodicidad, ya que formar parte de la cuenca Grijalva-Usumacinta siendo un efluente de este último. Sus escurrimientos se ven altamente influidos por la

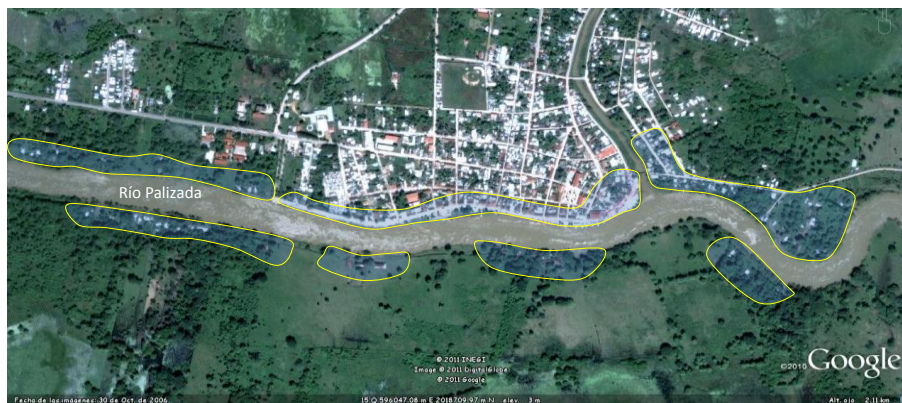
situación aguas arriba, también se ven afectados por cortes de la carretera que va de la ciudad de Palizada a Ribera Gómez. La población en riesgo de inundación asciende a 6,396 habitantes.

Tabla 3.3 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Palizada

Localidad y/o municipio	Expectativa de daños					
	Casas (habitación)		Población (habitantes)		Superficie (m ²)	
	Total	En riesgo	Total	En riesgo	Total	En riesgo
Rancho San Román	1	1	25	25	12,000	2,400
Rancho San Francisco	1	1	5	5	2,500	500
Rancho San Bartolo	1	1	13	13	2,500	250
Ribera Mariche	22	22	129	129	419,000	83,800
Ribera La Toza	31	31	132	132	223,000	44,600
Ribera Borbotón	36	36	98	98	269,000	53,800
Ribera Paraíso	32	32	192	192	181,500	36,300
Ribera La Rebeza	29	29	490	490	187,500	37,500
Cd. De Palizada	750	750	3,267	3,267	98,000	19,600
Ribera El Mangal	25	25	156	156	126,500	25,300
Ribera Tila	27	27	286	286	149,000	29,800
Ribera La Corriente	39	39	204	204	126,500	25,300
Ribera Las Bodegas	31	31	268	268	244,500	48,900
Ribera Gómez	29	29	173	173	252,500	50,500
Ribera San Eduardo	25	25	288	288	326,500	65,300
Ribera Legón Dulce	27	27	247	247	300,500	60,100
Ribera Puerto Arturo	32	32	146	146	419,000	83,800
Ribera El Porvenir	27	27	136	136	134,000	26,800
Ribera Canales	12	12	96	96	292,000	58,400
Boca Chica	14	14	45	45	577,000	115,400
Total	1,191	1,191	6,396	6,396	4,343,000	868,350

Fuente: Conagua. Coordinación General de Atención de Emergencias y Consejos de Cuenca. Dirección Local Campeche, 2010

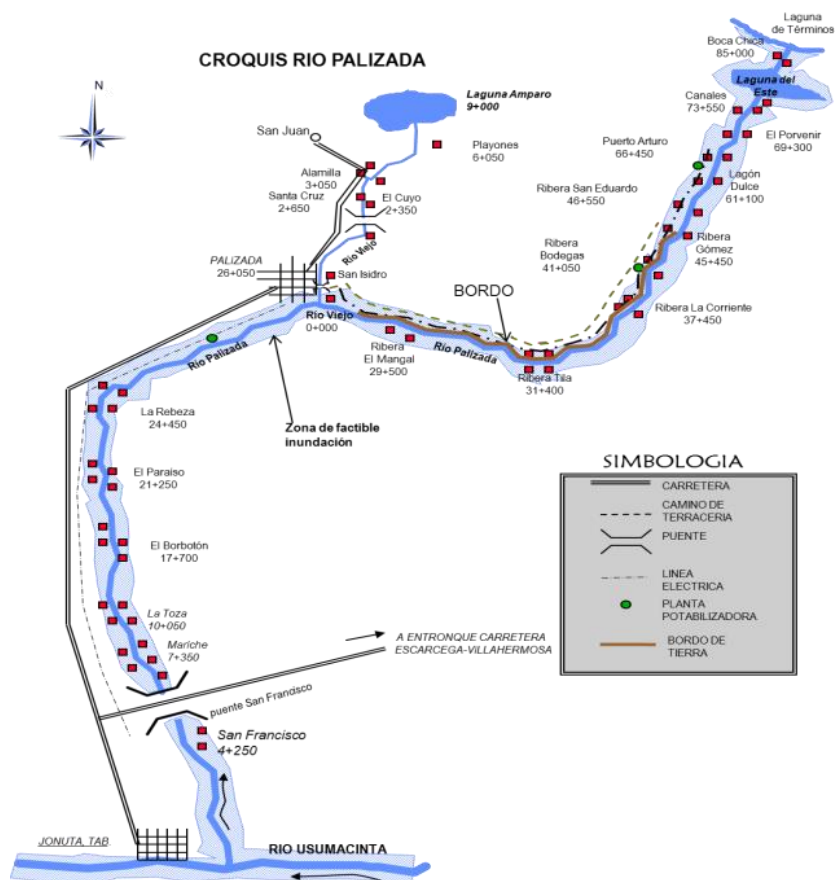
Figura. 3.4 Zonas identificadas como inundables



Zona de afectación
Ciudad de Palizada

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

Figura. 3.5 Asentamientos humanos ubicados en las márgenes del río



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

Como puede observarse en la figura se han identificados asentamientos humanos en las riberas del río, lo que vuelve a la población vulnerable al riesgo de inundación por el desbordamiento del mismo. En el municipio de

Candelaria en el que transitan los ríos Caribe y Candelaria, la cabecera municipal asentada en las márgenes del río presenta riesgo por inundación. El número de personas ubicadas en zonas de riesgo es de 2,493.

Tabla 3.4 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Candelaria

Localidad y/o Municipio	Expectativa de daños					
	Casas (habitación)		Población (habitantes)		Superficie (m ²)	
	Total	En riesgo	Total	En riesgo	Total	En riesgo
Nuevo Coahuila	83	16	415	80		
Las Golondrinas	145	14	708	78		
Miguel Hidalgo	281	25	1,393	115		
La Palma	21	13	99	60		
Pedro Baranda	76	11	380	50		
Estado de Mexico	74	12	382	50		
Monclova	105	12	510	60		
Luinal	39	16	193	80		
El Tigre	32	12	152	45		
El Chilar	34	16	169	79	3,400	3,400
Las Delicias	87	30	428	150		
El Cuyo	10	6	47	27	4,000	2,000

Localidad y/o Municipio	Expectativa de daños					
	Casas (habitación)		Población (habitantes)		Superficie (m ²)	
	Total	En riesgo	Total	En riesgo	Total	En riesgo
Venustiano Carranza	129	16	635	80	2,000	1,000
Conquista Campesina	140	36	702	180	2,000	1,000
Ignacio Zaragoza	55	16	252	60	980	490
Rancho Diana Vanessa	2	2	7	7	5,000	1,000
Rancho Salto Ahogado	1	1	3	3	5,000	1,000
Rancho San Vicente	1	1	2	2	5,000	1,000
Rancho Martin Salas	1	1	3	3	5,000	1,000
Rancho La Plata	1	1	3	3	5,000	1,000
Rancho Paso Real	1	1	1	1	5,500	1,100
Rancho Salto Grande	2	2	8	8	9,000	1,800
Rancho El Zapote	1	1	2	2	8,000	1,600
Rancho Finca Franco	3	3	8	8	5,000	1,000
Rancho La Huerta	2	2	6	6	3,000	600
Rancho Los Naales	1	1	1	1	2,500	500
Rancho Las Delicias	1	1	2	2	2,500	500
Hacienda Antigua Arrozal	2	2	12	12	3,500	700
Polboxal	2	2	6	6	11,000	2,200
Rancho Isla De Guano	1	1	5	5	6,000	1,200
Rancho Merida	1	1	4	4	6,500	1,300
Rancho Corozal	1	1	5	5	5,000	1,000
Rancho San Pablo	2	2	7	7	11,000	2,200
Candelaria	1,630	48	8,129	235		
		15		78	48,000	16,000
		5		19	12,000	3,100
		15		76	12,500	2,500
		5		21	15,000	3,100
		8		41	21,000	4,300
Pablo Torres Burgos	43	12	463	50		
San Rafael	17	6	84	30		
Santa Lucia	40	11	200	30		
Pedregal	96	11	480	50		
Rancho Dos Plebes	3	3	9	9	3,000	1,000
Rancho Santa Clara	3	3	10	10	4,000	800
El Desengaño	682	54	3,404	250	7,500	1,500
Arroyo De Cuba	31	11	150	45	3,200	4,000
El Destino	14	8	65	30		
Emiliano Zapata	78	13	378	60		
El Tulipan	30	14	148	50		
Tenancingo	22	17	109	60		
La Esperanza	41	23	200	70		
Total	4,067	559	20,379	2,493		

Fuente: Conagua. Coordinación General de Atención de Emergencias y Consejos de Cuenca. Dirección Local Campeche, 2010

Figura 3.6 Zonas identificadas como inundables



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

Figura 3.7 Zonas identificadas como inundables



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

Como puede observarse en la figura se han identificados asentamientos humanos en las riberas del río, lo que vuelve a la población vulnerable al riesgo de inundación por el desbordamiento del mismo. En el municipio de Champotón el río del mismo

nombre se encuentra a una distancia considerable de las comunidades, sin embargo, las viviendas son de madera, bloques y bovedillas y el número de personas en zona de riesgo es de 1,065 incluyendo la zona ribereña de la ciudad de Champotón y la colonia Paraíso.

Tabla 3.5 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Candelaria

Localidad y/o Municipio	Expectativa de daños					
	Casas (habitación)		Población (Habitantes)		Superficie (m ²)	
	Total	En riesgo	Total	En riesgo	Total	En riesgo
Ulumal	153	50	762	250		
El Zapote	52	13	200	60		
Canasayab	53	12	257	70		
Villa Guadalupe	160	35	792	199		
San Juan Carpizo	54	11	259	9		
San Miguel	43	9	210	128		
San Antonio Del Rio	41	9	176	70		
Moquel	221	47	1,080	268		
Rancho Diogenes Narvarez	1	1	3	3	3,200	800
Rancho Hnos Huchin	1	1	5	5	3,600	900
Rancho Alfredo Chío	1	1	3	3	4,000	1,000
Total	780	189	3,747	1,065		

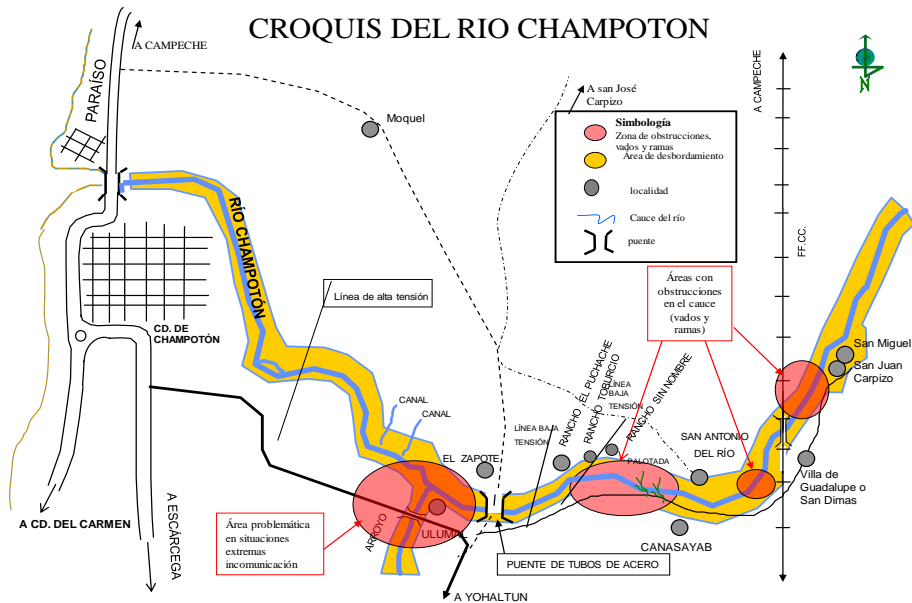
Fuente: Conagua. Coordinación General de Atención de Emergencias y Consejos de Cuenca. Dirección Local Campeche, 2010

Figura. 3.10 Zonas identificadas como inundables



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

Figura. 3.11 Asentamientos humanos ubicados en las márgenes del río



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

Se han identificados asentamientos humanos en las riberas del río, la población asentada en la zona es vulnerable al riesgo de inundación por el desbordamiento del río.

Para el caso del municipio de Carmen se localizan los ríos Chumpán y Mamantel, existen

pocas comunidades pero muchos ranchos cuya población quedaría incomunicada en caso de presentarse un desastre natural. La población en riesgo ubicada en las riberas del río Mamantel es de 210 y la que se encuentra en las márgenes del río Chumpán es 312 personas.

Tabla 3.6 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Mamantel

Localidad y/o municipio	Expectativa de daños					
	Casas (habitación)		Población (habitantes)		Superficie (m ²)	
	Total	En riesgo	Total	En riesgo	Total	En riesgo
Mamantel	11	8	50	41		
Ptital Viejo	63	30	305	158		
Rancho Salvador	1	1	2	2	1,000	200
Rancho Montaraz	1	1	1	1	1,000	200
Rancho El Momal	1	1	2	2	1,000	200
Rancho El Abandonado	1	1	0	0		
Rancho La Presita	1	1	1	1	1,000	200
Rancho Carbonel	1	1	1	0	5,000	500
Rancho El Angel	1	1	5	5		

Fuente: Conagua. Coordinación General de Atención de Emergencias y Consejos de Cuenca. Dirección Local Campeche, 2010

Tabla 3.7 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Chumpán

Localidad y/o municipio	Expectativa de daños					
	Casas (habitación)		Población (Habitantes)		Superficie (m ²)	
	Total	En riesgo	Total	En riesgo	Total	En riesgo
La Florida	10	6	47	29	5,000	1,000
Rancho La Ilusion	2	2	6	6	3,200	800
Rancho El Arenal	1	1	1	1	3,500	700
Rancho Santa Fe	1	1	1	1	2,500	500
Rancho San Jose	1	1	1	1	2,400	600
Rancho El Narciso	2	2	2	2	4,000	800
Rancho El Ramiro	1	1	1	1	2,800	700
Aguacatal	262	16	1,306	91	50,000	10,000
Rancho La Daga	1	1	2	2	2,500	500
Rancho San Lorenzo	2	2	1	1	2,500	500
Rancho San Lorenzo li	2	2	1	1	2,400	600
San Antonio	1	1	2	2	2,800	700
Parcela Jose Hernandez	3	3	4	4	2,000	500
Rancho Francisco Correa	1	1	2	2	16,000	4,000
Rancho El Astillero	1	1	1	1	3,000	600
Rancho El Astillero li	1	1	5	5	4,000	800
San Miguel	1	1	5	5	4,000	800
Ejido Santa Rita	63	17	315	102	20,500	4,100
Rancho Santa Beatriz	1	1	3	3	4,500	900
Cristo Rey	1	1	10	0	4,000	800
El Manatinero	1	1	2	0	2,500	500
Rancho Isla Coquito	1	1	11	11	4,000	1,000
Rancho La Muñeca	1	1	6	6	3,000	800
San Isidro	16	6	93	7	15,000	3,000
El Salvaje	1	1	3	0	2,400	600
El Bronco	1	1	10	10	3,500	700
Rancho Quemado	2	2	5	5	2,500	500
Rancho Azabache	2	2	5	5	3,500	700
Rancho El Desecho l	1	1	3	3	3,200	800
Rancho El Delirio	2	2	4	4	2,800	700
Rancho El Jobo	1	1	1	1	2,400	600
Rancho Balchaka	1	1	0	0	4,500	900
Total	388	82	1,859	312	190,900	40,700

Fuente: Conagua. Coordinación General de Atención de Emergencias y Consejos de Cuenca. Dirección Local Campeche, 2010

Figura. 3.12 Zonas identificadas como inundables



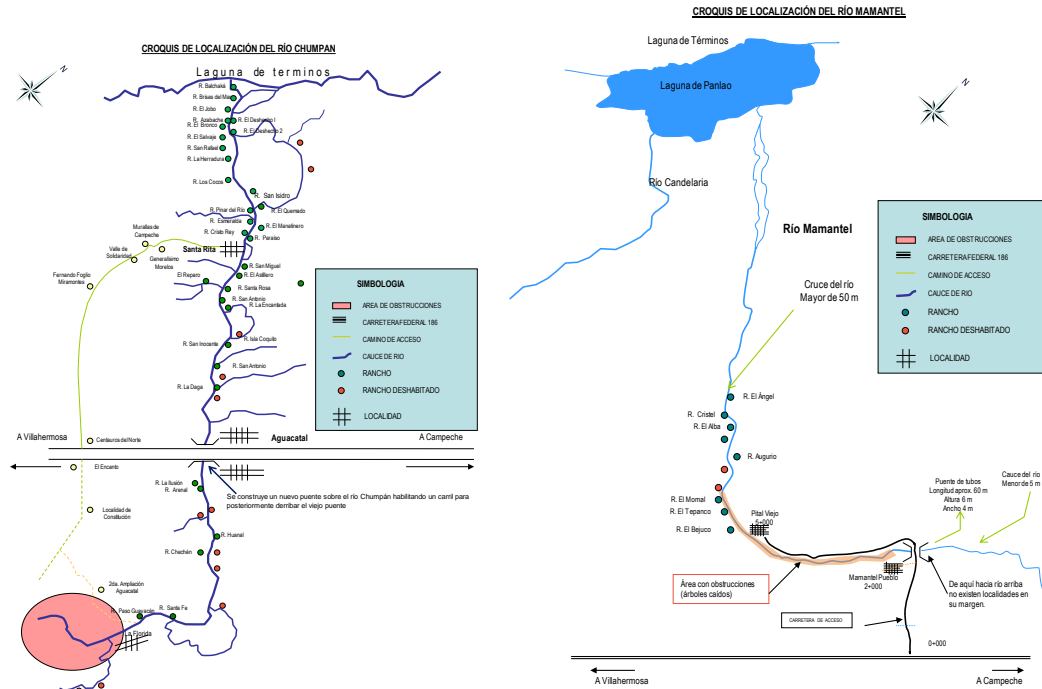
Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

Figura. 3.13 Zonas identificadas como inundables



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

Figura. 3.14 Asentamientos humanos ubicados en las márgenes del río



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

3.1.3 Quintana Roo

El estado de Quintana Roo una buena parte de su territorio está en un alto nivel de exposición al peligro por ubicarse en la ruta de los ciclones tropicales. Es claro que la ocurrencia de estos fenómenos naturales es cada vez más intensa. En el municipio de Othón P. Blanco se localiza el

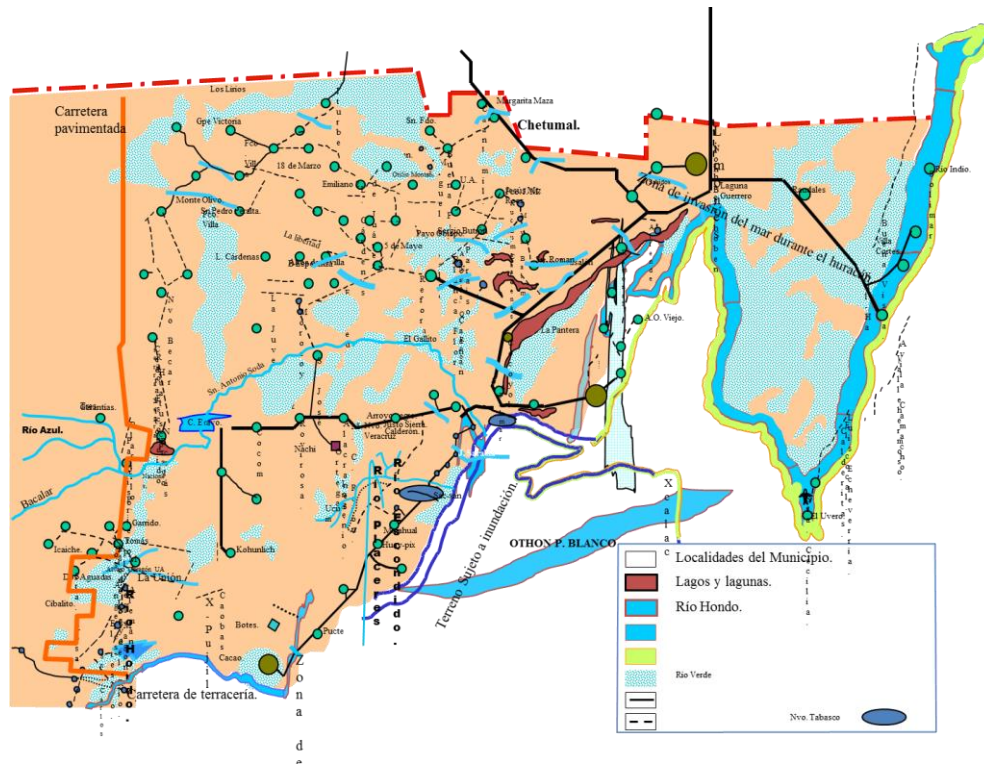
río Hondo, el riesgo es latente en su población si se desbordara el río, afectando al poblado de “La Unión”, que está ubicado en la margen izquierda del arroyo Azul, al igual que las poblaciones cercanas del país de Belice; así mismo se puede ver afectada la carretera paralela a la ribera del río Hondo que comunica a diversos poblados de la misma.

Tabla 3.8 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Quintana Roo

Localidad y/o municipio	Expectativa de daños					
	Casas (habitación)		Población (Habitantes)		Superficie (m²)	
	Total	En riesgo	Total	En riesgo	Total	En riesgo
La Unión Municipio de Othón Pompeyo Blanco	337	252	1,685	1,260	55	41
Juan Sarabia Municipio de OPB	229	15	918	75	111	9
Sacxan Municipio de OPB	206	12	825	60	75	5
Palmar Municipio de OPB	270	8	1,130	40	105	4
Ramonal Municipio de OPB	249	10	995	50	97	5
Allende Municipio de OPB	240	14	1,004	70	53	4
Cacao Municipio de OPB	426	16	2,050	80	177	7
Cocoyol Municipio de OPB	358	9	1,255	45	64	3
San Fco. Botes Municipio de OPB	139	12	695	60	263	24
Total	2,454	348	10,557	1,740	1,000	102

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

Figura. 3.15 Asentamientos humanos ubicados en las márgenes del río



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

Otra ciudad importante en el estado que está en riesgo de inundación es la ciudad de Cancún, por el paso de huracanes originados en el Mar Caribe y Océano Atlántico, aunado a esto, existen problemas de crecimiento desmedido de la población, falta de mantenimiento en el sistema de drenaje pluvial falta de una cultura

en el manejo de desechos sólidos que obstruye los sistemas de desalojo de aguas. A continuación se presenta un resumen de las zonas afectadas por inundaciones, indicando las causas y la población vulnerable a la problemática identificada.

Tabla 3.9 Zonas afectadas por inundaciones

No	Zona de riesgo	Localidad	Municipio	Estado	Problema identificado	Causas	Población en Riesgo	Afectaciones
1	Río Palizada	Varias	Palizada	Campeche	Inundación por desbordamiento del río	Concentración de escurrimientos originados por lluvias aguas arriba	6,502	Inunda o incomunica aproximadamente a 21 localidades. Incomunicación de la población por afectaciones a la carretera que va de la ciudad de Palizada a Ribera Gómez. La población mueve al ganado a sitios seguros
2	Ríos Caribe y Candelaria	Cd. de Candelaria El Chilar Ignacio de Zaragoza	Candelaria	Campeche	Inundación por desbordamiento del río	Asentamientos humanos en ambas márgenes de los ríos	20,905	Imposibilidad de abastecimiento de servicios y bienes por daños a carreteras
3	Río Champotón	Ciudad de Champotón Valle de Yohaltum	Champotón	Campeche	Inundación por desbordamiento del río	Asentamientos humanos en ambas márgenes de los ríos	3,757	Inunda o incomunica aproximadamente a 11 localidades. Pérdidas de viviendas debido a que están construidas con madera, bloques y bovedillas
4	Ríos Chumpán y río Mamantel	Santa Rita El Aguacatal	Carmen	Campeche	Inundación por desbordamiento del río	Asentamientos humanos en ambas márgenes de los ríos	2,232	Incomunicación de la población de. Afectación a casas de madera, lámina y de cartón
5		Celestún	Celestún	Yucatán	Inundación		1,039	
6		Moctezuma, Santa Rosa y Anexas, Nuevo Tesoco, El Limonar, Santa María, Nuevo León,	Tizimin	Yucatán	Inundación por lluvias intensas		1,502	
7		San Felipe	San Felipe	Yucatán	Inundación por lluvias intensas		495	

No	Zona de riesgo	Localidad	Municipio	Estado	Problema identificado	Causas	Población en Riesgo	Afectaciones
8		Progreso	Progreso	Yucatán	Inundación por lluvias intensas		4,067	
9	Cono Sur	El Escondido, Dos Aguadas, Sudzal Chico, San Diego Buenavista, Ayim, San Juan, Alfonso Caso, Nohalal, Tigre Grande,	Tekax Tzucacab	Yucatán	Inundaciones por lluvias intensas	Paso de ciclones tropicales, falta de drenaje natural, baja permeabilidad del suelo y al nivel freático profundo. Interrupción del flujo natural del agua debido la construcción de carreteras con estructuras de drenaje superficial insuficientes. Los municipios de Tekax y Tzucacab no cuentan con sistema de drenaje pluvial	917	Inundación de grandes extensiones de terreno e incomunicación de la población por afectaciones a carreteras
10	Chetumal	Chetumal	Othón Blanco P.	Quintana Roo	Inundaciones por lluvias intensas	Precipitaciones pluviales intensas, efectos de marea de tormenta, creciente explosión demográfica y falta de planeación. Falta de infraestructura y mantenimiento del drenaje pluvial. Inadecuado manejo de la basura lo que propicia el acumulación de azolves y la reducción de la capacidad hidráulica en la red del drenaje pluvial	13,250	Integridad física de las personas y pérdidas de bienes. Pérdidas económicas originadas por la suspensión de actividades productivas
11	Playa del Carmen	Playa del Carmen	Solidaridad	Quintana Roo		Carece de un adecuado sistema de drenaje pluvial y debido a su revestimiento con pendientes no muy bien diseñadas se forman ollas donde se estanca el agua	14,640	Integridad física de las personas y pérdidas de bienes. Pérdidas económicas originadas por la suspensión de actividades productivas
12	Río Hondo	La Unión	Othón Blanco P.	Quintana Roo	Inundación por desbordamiento del río	Asentamientos humanos en ambas márgenes de los ríos	480	Inunda aproximadamente 96 casas de 8 localidades de la margen izquierda
13	Arroyo Azul	La Unión	Othón Blanco P.	Quintana Roo	Inundación por desbordamiento del río	Asentamientos humanos en ambas márgenes de los ríos	1,260	Inunda aproximadamente 252 casas del poblado La Unión

No	Zona de riesgo	Localidad	Municipio	Estado	Problema identificado	Causas	Población en Riesgo	Afectaciones
14	Ciudad de Cancún	Ciudad de Cancún	Cancún	Quintana Roo	Inundaciones por lluvias intensas	Presencia de huracanes originados en el Mar Caribe y Océano AtlánticoEl crecimiento desmedido de la población , falta de mantenimiento al sistema de drenaje pluvial y la falta de una cultura para el manejo de desechos sólidos	26,838	Afectación en carreteras, casas y bins en general

Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales. OCPY, septiembre 2012. OCPY, 2013. Listado de Municipios en riesgo por inundación (Yucatán)

3.2 Socioeconómica

El recurso natural agua es fundamental para el desarrollo y el crecimiento económico, con el paso del tiempo se ha convertido en un factor económico debido a que se considera un sustento de vida e integrante de la producción, por lo que su utilización y aprovechamiento debe ser regido por criterios económicos y ecológicos, principalmente.

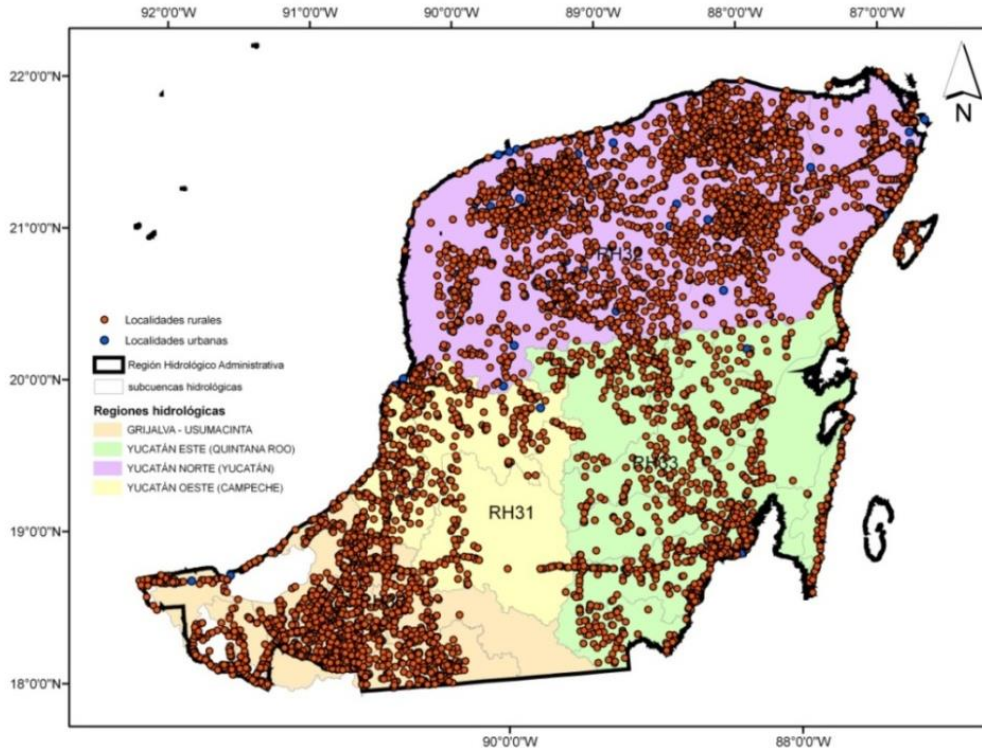
Los datos socioeconómicos que aquí se describen son tomados en cuenta para el cálculo de la vulnerabilidad que hace referencia al contexto físico, social, económico y ambiental de una región, sector o grupo social suscep-

tible de ser afectado por un fenómeno meteorológico o climático.

3.2.1 Datos socioeconómicos

Las regiones hidrológicas están integradas por 7,529 localidades que cuentan con una población de 4'103,596 habitantes. El 98% de las localidades en la región son rurales, concentrando una población de 678,911 habitantes, mientras que solo el 2% son localidades urbanas con una población de 3'424,685 habitantes y el 82% de la población está ubicada en zonas urbanas.

Figura. 3.16 Localidades urbanas y rurales



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

El estado con mayor población es Yucatán con 1'955,577 habitantes, seguido por Quintana Roo con 1'325,578 habitantes y por último

Campeche con 822,441 habitantes. La mayor población económicamente activa corresponde a Yucatán.

Tabla 3.10 Distribución de la población por estado y características sociales

Estado	Población (hab)	Localidades	Viviendas particulares habitadas	Población menor a 5 años y mayor a 60	Población con limitaciones	Grado promedio de escolaridad*
Campeche	822,441	2,800	163,010	126,678	30,503	5.8
Quintana Roo	1,325,578	2,011	336,096	205,643	37,126	6.3
Yucatán	1,955,577	2,718	501,200	383,923	100,805	5.4
Total	4,103,596	7,529	1,000,306	716,244	168,434	5.8

Fuente: Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2010

*Grado promedio de escolaridad: Resultado de dividir el monto de grados escolares aprobados por las personas de 15 a 130 años de edad entre las personas del mismo grupo de edad. Excluye a las personas que no especificaron los grados aprobados.

Tabla 3.11 Distribución de la población por estado y características sociales

Estado	Población económicamente activa	Población sin derechohabencia	Viviendas con piso de tierra	Viviendas con servicios	Viviendas sin bienes
Campeche	245,618	245,618	136,503	7576	121,425
Quintana Roo	547,374	547,375	368,732	12,635	286,833
Yucatán	793,589	793,608	468,374	13,555	385,587
Total	1,586,581	1,586,601	973,609	33,766	793,845

Fuente: Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2010

La región hidrológica Yucatán Norte además de contar con el mayor número de localidades, tiene la mayor cantidad de población con un total de 2, 944, 494 habitantes.

Tabla 3.12 Distribución de la población por región hidrológica

Región hidrológica	Cantidad de localidades	Población (hab)
Grijalva - Usamacinta	1,788	139,716
Yucatán Este (Quintana Roo)	1,297	370,607
Yucatán Norte (Yucatán)	3,359	2,944,494
Yucatán Oeste (Campeche)	599	374,126
Total	7,043	3,828,943

Fuente: INEGI 2010.

Cabe señalar que la población total estimada por región hidrológica no corresponde al total de la región hidrológica administrativa debido a que la región hidrológica no cubre el total de los estados de la RHA.

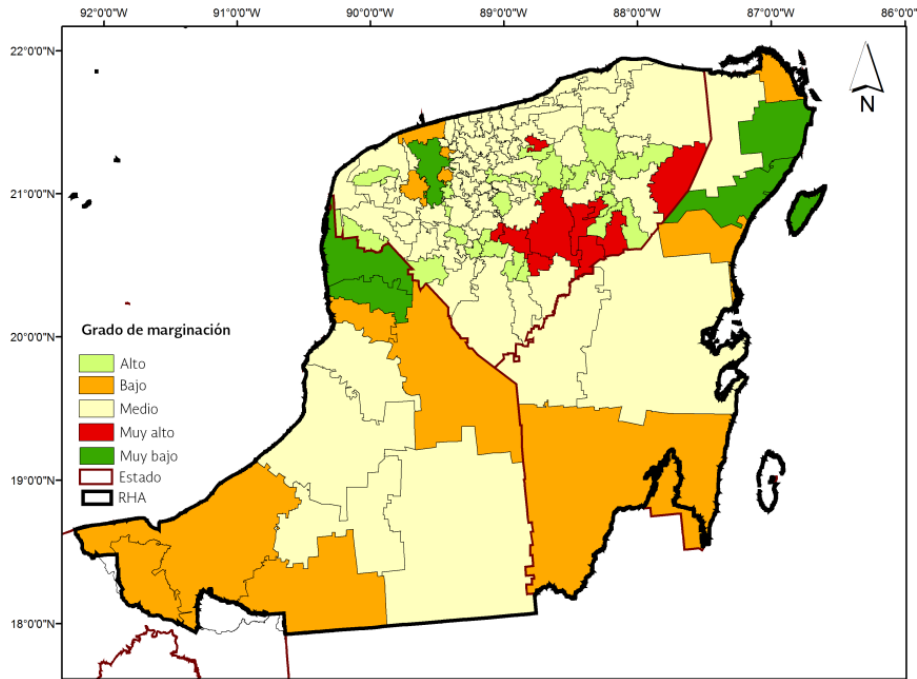
Cabe señalar que dentro de la Región XII Península de Yucatán, existen serias desigualdades en cuanto al desarrollo socioeconómico de sus pobladores y del equipamiento de servicios básicos de sus poblaciones. Un ejemplo palpable es la distribución espacial del agua, la cual es desigual entre los centros turísticos y las comunidades nativas. En las zonas populares de las ciudades turísticas, donde reside la población nativa no se cuenta con el servicio de agua entubada las 24 horas del día y solamente por horas se brinda el servicio, mientras en las zonas hoteleras se abastece todo el tiempo.

Tabla 3.13 Clasificación de la marginación por cantidad de municipios

Grado de marginación	Campeche		Quintana Roo		Yucatán		Total	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Muy alto	0	-	0	-	10	9.4	10	7.8
Alto	0	-	0	-	23	21.7	23	17.8
Medio	4	36.4	3	25.0	68	64.2	75	58.1
Bajo	5	45.5	4	33.3	4	3.8	13	10.1
Muy bajo	2	18.2	5	41.7	1	0.9	8	6.2
Total	11	100.0	12	100.0	106	100.0	129	100.0

Fuente: CONABIO Grados de marginación municipal, 2010. INEGI, Áreas Geoestadísticas Municipales, 2010' CONAPO, Anexo B. Índices de marginación por municipio, 2010'

Figura. 3.17 Grado de marginación a nivel municipal



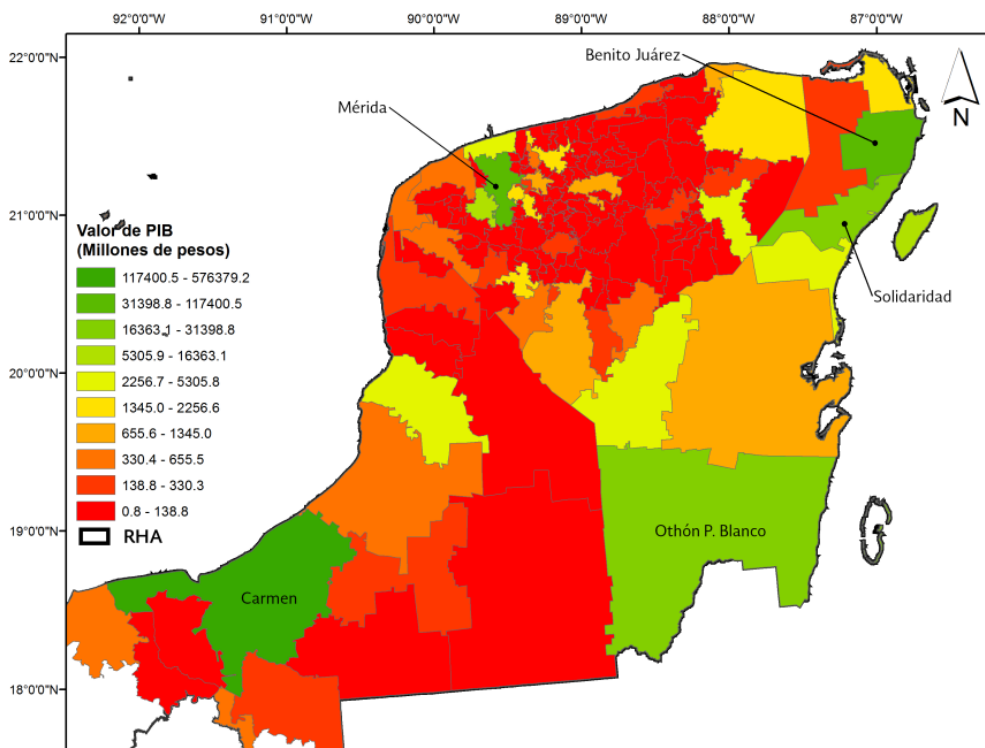
Fuente: CONABIO Grados de marginación municipal, 2010. INEGI, Áreas Geoestadísticas Municipales, 2010. CONAPO, Anexo B. Índices de marginación por municipio, 2010.

3.2.1 Producto Interno Bruto PIB

El producto interno bruto (PIB) es una medida económica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final de un país durante un período de tiempo, generalmente un año. El PIB es usado como una

medida del bienestar material de una sociedad y es objeto de estudio de la economía. El PIB más alto está en el municipio de Carmen, seguido por los municipios de Mérida, Benito Juárez, Othón P. Blanco y Solidaridad teniendo el mayor valor el estado de Quintana Roo.

Figura. 3.18 Municipios con su respectivo valor de PIB



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

Actividades productivas en los estados

Como puede observarse en la

Tabla 3.14 las actividades primarias de los estados de la región son la agricultura, la ganadería, el aprovechamiento forestal, la pesca y la caza, siendo las actividades terciarias las que

generan mayor aportación del PIB. La mayor población económicamente activa también se localiza en la región hidrológica Yucatán Norte por ser esta la región con mayor número de habitantes.

Tabla 3.14. Principales sectores de actividad, Yucatán

Sector de actividad económica	Porcentaje de aportación al PIB estatal(año 2009)
Actividades primarias	4.24
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	4.24
Actividades secundarias	24.71
Minería	0.44
Construcción y Electricidad, agua y gas	9.85
Industrias Manufactureras	14.42
Actividades terciarias	71.05
Comercio, restaurantes y hoteles	19.72
Transportes e Información en medios masivos	15.48
Servicios financieros e inmobiliarios	15.21
Servicios educativos y médicos	9.88
Actividades del Gobierno	4.57
Servicios profesionales, científicos y técnicos.	6.19
Total	100.00

Fuente: INEGI 2010.

Tabla 3.15. Principales sectores de actividad, Campeche

Sector de actividad económica	Porcentaje de aportación al PIB estatal(año 2009)
Actividades primarias	0.58
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0.58
Actividades secundarias	88.78
Minería	83.23
Construcción y Electricidad, agua y gas	5.03
Industrias Manufactureras	0.52
Actividades terciarias	10.64
Comercio, restaurantes y hoteles	2.37
Transportes e Información en medios masivos	1.82
Servicios financieros e inmobiliarios	1.87
Servicios educativos y médicos	1.12
Actividades del Gobierno	0.80
Servicios profesionales, científicos y técnicos	2.66
	100.00

Fuente: INEGI 2010

Tabla 3.16. Principales sectores de actividad, Quintana Roo

Sector de actividad económica	Porcentaje de aportación al PIB estatal(año 2009)
Actividades primarias	0.78
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0.78
Actividades secundarias	13.78
Minería	0.22
Construcción y Electricidad, agua y gas	11.10
Industrias Manufactureras	2.46
Actividades terciarias	85.44
Comercio, restaurantes y hoteles	34.40
Transportes e Información en medios masivos	10.55
Servicios financieros e inmobiliarios	13.47
Servicios educativos y médicos	5.30
Actividades del Gobierno	4.48
Servicios profesionales, científicos y técnicos.	17.24
Total	100

Fuente: INEGI 2010.

3.3 Fisiográfica, meteorológica e hidrológica de la cuenca

3.3.1 Territorio

La Región Hidrológica Administrativa (RHA) XII Península de Yucatán comprende los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche, está integrada por 127 municipios de los cuales 11 pertenecen al estado de Campeche, 106 al estado de Yucatán y 10 al estado de Quintana Roo. Esta región se localiza en la porción sureste de la República Mexicana; colinda al norte y al poniente con el Golfo de México, al sur con la República de Guatemala con la cual comparte la cuenca del río Candelaria y la cuenca del río Hondo, al oriente con el Mar Caribe, al suroeste

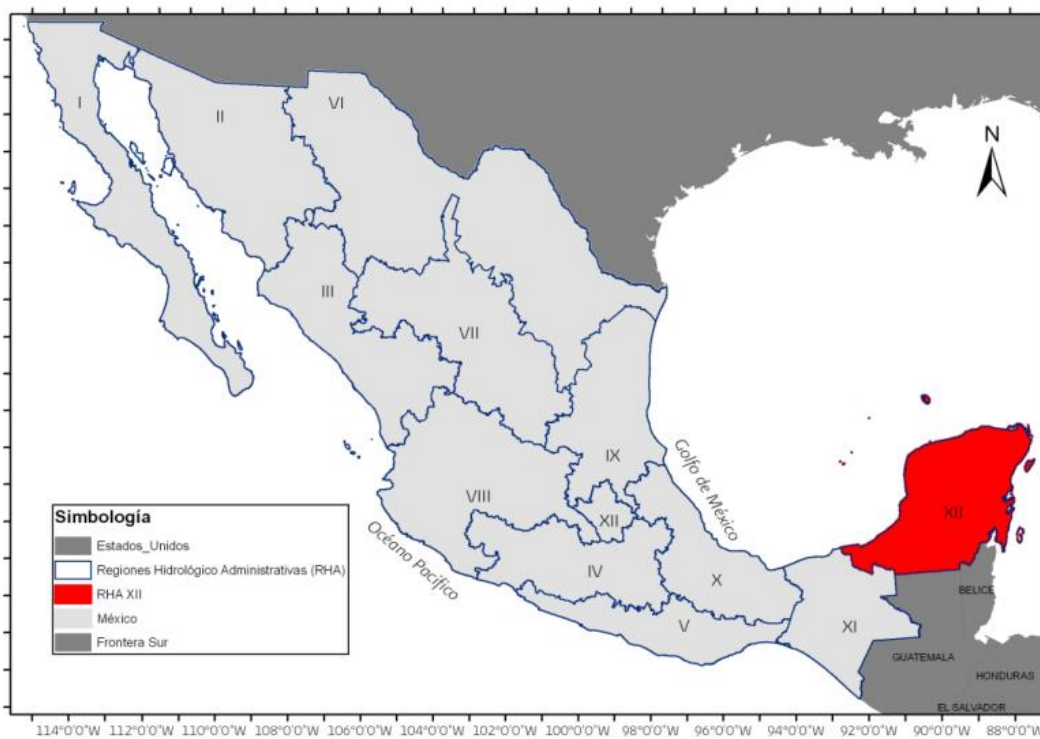
con la Región Hidrológica Administrativa XI Frontera Sur y al sureste con el país Belice, con él comparte la cuenca del río Hondo. Cuenta con una extensión territorial total de 141,736 km² (INEGI, 2010) que representa el 7% de la superficie terrestre de la República Mexicana.

Tabla 3.17 Extensión territorial por estados

Extensión Territorial por estados (km ²)	
Campeche	57,507
Quintana Roo	39,524
Yucatán	44,705
Total	141,736

Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua, 2012.

Figura. 3.19 Ubicación de la RHA XII



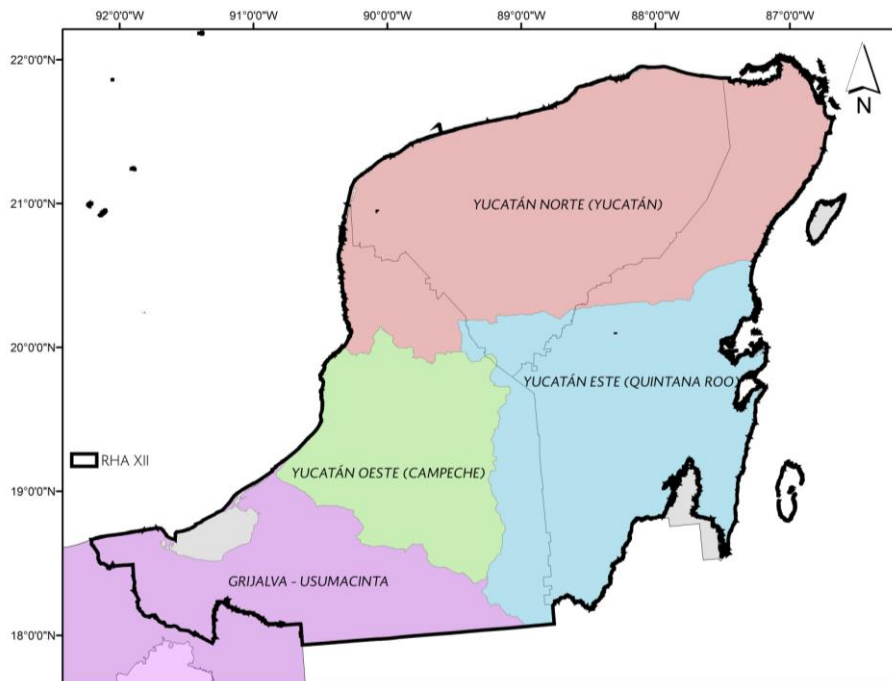
Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua, 2012.

3.3.2 Regiones hidrológicas

Dentro de la RHA XII se localizan las Regiones hidrológicas 30 Grijalva-Usumacinta, 31 Yucatán Oeste, 32 Yucatán Norte y 33 Yucatán

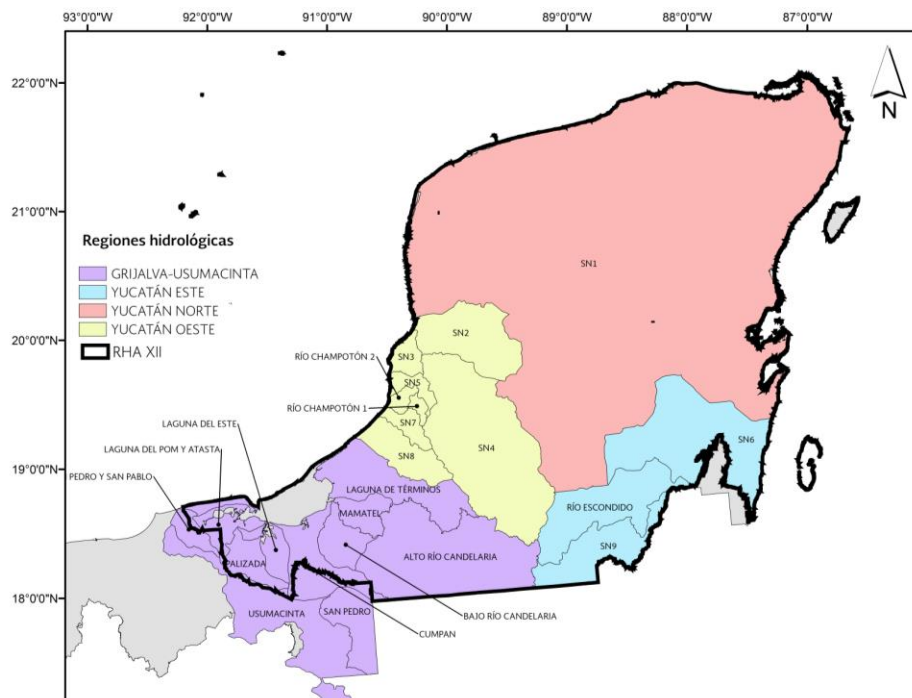
Este.

Figura. 3.20 Regiones hidrológicas



Fuente: Conagua 2013, Cuencas del Diario Oficial, información proporcionada por GASIR

Figura. 3.21 Cuencas hidrológicas



Fuente: Conagua 2013, Cuencas del Diario Oficial, información proporcionada por GASIR

Tabla 3.18 Extensión territorial por estados

No.	Nombre de la región	Cuenca
30	Grijalva-Usumacinta	Laguna de Términos
30	Grijalva-Usumacinta	Mamatel
30	Grijalva-Usumacinta	Alto Río Candelaria
30	Grijalva-Usumacinta	Bajo Río Candelaria
30	Grijalva-Usumacinta	Cumpan
30	Grijalva-Usumacinta	Laguna del Pom Y Atasta
30	Grijalva-Usumacinta	San Pedro y San Pablo
30	Grijalva-Usumacinta	Laguna del Este
30	Grijalva-Usumacinta	Usumacinta
30	Grijalva-Usumacinta	Palizada
30	Grijalva-Usumacinta	San Pedro
31	Yucatán Oeste	SN2
31	Yucatán Oeste	SN3
31	Yucatán Oeste	SN4
31	Yucatán Oeste	SN5
31	Yucatán Oeste	SN7
31	Yucatán Oeste	SN8
31	Yucatán Oeste	Río Champotón 2
31	Yucatán Oeste	Río Champotón 1
32	Yucatán Norte	SN1
33	Yucatán Este	SN6
33	Yucatán Este	Río Escondido
33	Yucatán Este	SN9
Total		

Fuente: Conagua 2013, Cuencas del Diario Oficial, información proporcionada por GASIR

De acuerdo al diario oficial, las características generales de las cuencas se enuncian a continuación:

Cuenca Hidrológica Laguna de Términos. El volumen disponible a la salida de 449.30 millones de metros cúbicos, pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal al mar, tiene una superficie de aportación de 4,100.962 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país; se origina en el Estado de Campeche, desemboca en la Laguna de Términos.

Cuenca Hidrológica Mamatel. El volumen disponible a la salida de 132.20 millones de metros cúbicos, pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal al mar, tiene una superficie de aportación de 1,212.466 kilómetros cuadrados, y se ubica en el Sureste del país.

Cuenca hidrológica Alto Río Candelaria. El volumen disponible a la salida de 1,598.03 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta, comprendida desde los límites del territorio mexicano con el de Guatemala hasta donde se

localiza la estación hidrométrica Candelaria. Tiene una superficie de aportación de 9,470 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes cuencas y regiones hidrológicas: al Norte por la región hidrológica número 31 Yucatán Oeste, al Sur por el país de Guatemala, al Este por la región hidrológica número 33 Yucatán Este y al Oeste por su propia región hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta.

Cuenca hidrológica Bajo Río Candelaria. El volumen disponible a la salida de 1,850.59 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta, comprendida desde la estación hidrométrica Candelaria hasta su desembocadura en la Laguna de Término. Tiene una superficie de aportación de 1,645.3 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes cuencas y regiones hidrológicas: al Norte por la cuenca hidrológica del Río Mamatel, al Sur por la propia región hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta, al Este por la cuenca hidrológica Alto Río Candelaria y al Oeste por la cuenca hidrológica del río Chupán y la Laguna de Término.

Cuenca Hidrológica Cumpan. El volumen disponible a la salida es de 226.19 millones de metros cúbicos, pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal al mar, tiene una superficie de aportación de 1,760.604 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país; se origina en la localidad Escárcega, Estado de Campeche, desemboca en la Laguna de Términos.

Cuenca Hidrológica Laguna del Pom y Atasta: El volumen disponible a la salida es de 153.92 millones de metros cúbicos pertenecen a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal al mar, tiene una superficie de aportación de 1,310.966 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país se origina cerca de la localidad Palizada, Estado de Campeche, desemboca en la Laguna de Términos

Cuenca Hidrológica San Pedro y San Pablo. El volumen disponible a la salida de 21,850.79 millones de metros cúbicos que se señala en el párrafo anterior, comprende las cuencas hidrológicas de referencia, las cuales pertenecen a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal al mar, tiene una superficie de aportación de 783.805 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país; se origina en el Río Usumacinta, su principal afluente es el Río San Pedro y San Pablo, desemboca en el Golfo de México.

Cuenca Hidrológica Laguna del Este. El volumen disponible a la salida de 22,559.15 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal al mar, tiene una superficie de aportación de 1,099.314 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país; se origina en la localidad Huapanapa Estado de Campeche, desemboca en la Laguna del Este.

Cuenca Hidrológica Usumacinta. El volumen disponible a la salida de 64,149.56 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal a las cuencas hidrológicas 74, 75 y 76, tiene una superficie de aportación de 7,045.209 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país; se origina cerca de la localidad Crucero Corozal, Municipio de Ocosingo, su principal afluente es el Río Usumacinta, desemboca a la altura de la localidad Tres Brazos del Estado de Tabasco.

Cuenca Hidrológica Palizada. El volumen disponible a la salida de 22,407.93 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal a la cuenca hidrológica 77, tiene una superficie de aportación de 1,272.683 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país; se origina en el Estado de Campeche, su principal afluente es el Río Palizada, desemboca en la Laguna Las Cruces.

Cuenca Hidrológica San Pedro. El volumen disponible a la salida de 2,438.34 millones de metros cúbicos la cual pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal a la cuenca hidrológica 73, tiene una superficie de aportación de 2,435.732 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país; se origina en las inmediaciones de la República de Guatemala, su principal afluente es el Río San Pedro, desemboca en el Río Usumacinta.

Cuenca hidrológica Río Champotón 1. El volumen disponible a la salida de 591.90 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 31 Yucatán Oeste, comprendida desde el nacimiento del Río Champotón hasta donde se localiza la estación hidrométrica Canasayab. Tiene una superficie de aportación de 258.7 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes cuencas y regiones hidrológicas: al Norte por la región hidrológica número 32 Yucatán Norte y la cuenca hidrológica Río Champotón 2, al Sur la región hidrológica número 30 Grijalva-Usumacinta, al Este por la región hidrológica número 33 Yucatán Este y al Oeste por la cuenca hidrológica Río Champotón 2.

Cuenca hidrológica Río Champotón 2. El volumen disponible a la salida de 706.64 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 31 Yucatán Oeste, comprendida desde la estación hidrométrica Canasayab hasta su desembocadura al Golfo de México. Tiene una superficie de aportación de 390.5 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes cuencas y regiones hidrológicas: al Norte por la región hidrológica número 32 Yucatán Norte, al Sur por la región hidrológica número 30 Grijalva-Usumacinta, al Este por la cuenca hidrológica Río Champotón 1 y al Oeste por el Golfo de México.

Cuenca hidrológica Bajo Río Escondido. El volumen disponible en la cuenca es de 576.10 millones de metros cúbicos, la cual pertenece a la región hidrológica No. 33 Yucatán Este, comprendida desde su origen hasta su desembocadura al Río Hondo. Tiene una superficie de aportación de 4,592.8 kilómetros cuadrados, y se

encuentra delimitada por las siguientes cuencas y regiones hidrológicas: al Norte por la propia región hidrológica 33 Yucatán Este, al Sur por la cuenca hidrológica del Río Hondo, al Este por el país de Belice y al Oeste por las regiones hidrológicas números 30 Grijalva-Usumacinta y 31 Yucatán Oeste.

Tabla 3.19 Datos de disponibilidad

Cuenca	Cp	Ar	Uc	R	Ab	Rxy	D
Laguna del Este	151.22	22,407.94	0	0	22,559.151	0	22,559.15
Laguna de Términos.	449.3	0	0	0	449.3	0	449.3
Palizada	1,014.15	21,393.94	0.24	0.08	22,407.936	0	22,407.93
San Pedro y San Pablo	458.35	21,393.94	7.32	5.81	21,850.786	0	21,850.79
Laguna de Términos	449.3	0	0	0	449.3	0	449.3
Cumpan	226.34	0	0.27	0.13	226.194	0	226.19
Laguna del Pom y Atasta	153.93	0	0.03	0.02	1,53.919	0	153.92
Río Champotón 1	592	0	0.04	0	591.96	0.06	591.90
Río Champotón 2	114.76	591.96	0.07	0	706.64	0.00	706.64
Alto Río Candelaria.	1,346.40	260.59	2.06	0	0	1,604.93	1,598.03
Bajo Río Candelaria	253.65	1,604.93	7.99	0	0	1,850.59	1850.59
Río Escondido	576.14	0	0.04	0			576.10

Fuente: Diario Oficial de la Federación 18-junio-2010; 17-junio-2010; 09-agosto-2010

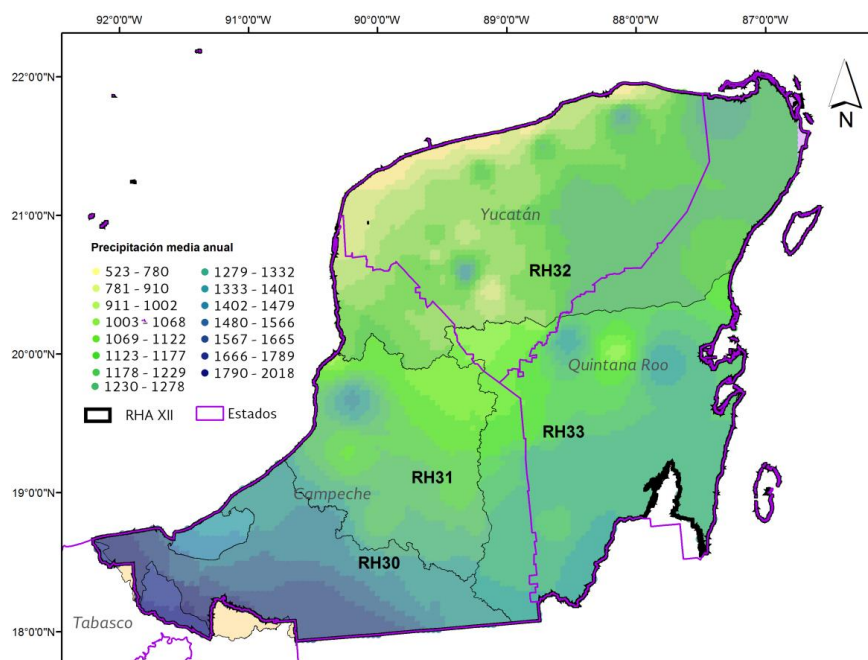
3.3.3 Precipitación

El clima se determina por su nivel latitudinal más que por su orografía. Los factores o fenómenos característicos de la circulación atmosférica que configuran su clima son los vientos alisios; la sequía intraestival; las ondas del Este y los ciclones; los vientos polares y nortes; la influencia de las altas presiones y las corrientes marinas. De éstos, los vientos alisios son los que más favorecen las lluvias porque penetran con fuerza a la Península de Yucatán durante el verano. La presencia y contribución al clima de estos factores depende de la época del año, por lo que se observan dos épocas muy marcadas: la de lluvias (entre mayo y noviembre), en la que se incluyen los fenómenos extremos como huracanes y tormentas tropicales, y la de nortes (de noviembre al de abril).

En el período de lluvias se precipita el 83% de la lluvia, siendo los meses de junio y septiembre los de mayor precipitación, los cuales acumulan el 32% de la precipitación normal anual, en tanto que el período de secas está comprendido del mes de diciembre a abril, siendo los meses de febrero y marzo los de menor precipitación, los cuales representan tan solo el 5% de la precipitación normal anual.

Por las condiciones topográficas de la región, en las superficies planas o de baja altitud, la precipitación alcanza los 500 mm en la franja costera norte, por el contrario en la zona sur la precipitación es mayor a los 2000 mm al suroeste en los límites con el estado de Tabasco y los 1,300 mm al sureste, en los límites con Belice. Como puede observarse, las precipitaciones máximas se presentan en las zonas suroeste y sureste y las mínimas en la costa norte.

Figura. 3.22 Precipitación media anual



Fuente: Elaborado a partir de la base de datos CLICOM actualizado a 2009.

3.3.4 Estaciones meteorológicas

La Región Hidrológica Administrativa XII cuenta con nueve estaciones hidrométricas y 186 estaciones climatológicas operadas por la Conagua y 104 operadas por otras instituciones, universidad, Protección Civil, Estado, etc.

Tabla 3.20 Estaciones hidrométricas

Estado	Operada por Conagua
Yucatán	0
Campeche	4
Quintana Roo	5
Total	9

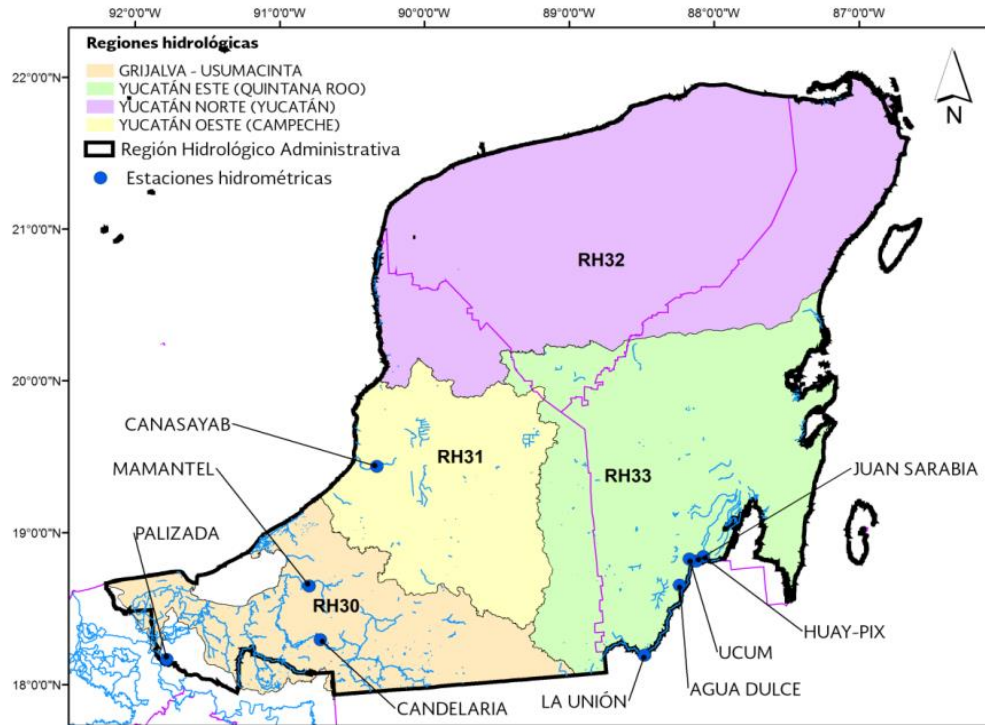
Fuente: OC Península de Yucatán de la Conagua actualizada a 2013.

En el estado de Yucatán existe una red meteorológica que se compone de tres observatorios meteorológicos de superficie localizados en Mérida, Progreso y Valladolid cada uno con su respectiva estación sinóptica meteorológica (ESIME); además, en la ciudad de Mérida está una estación de radiosondeo – viento y un receptor de imágenes de satélite GOES. Por otro lado, hay seis estaciones meteorológicas automáticas (EMAS) en las localidades de Celestún, Oxkutzcab, Dzilam de Bravo, Río Lagartos, Ti-

zimín, Tantakim así como una red de 66 estaciones climatológicas convencionales distribuidas en todo el estado.

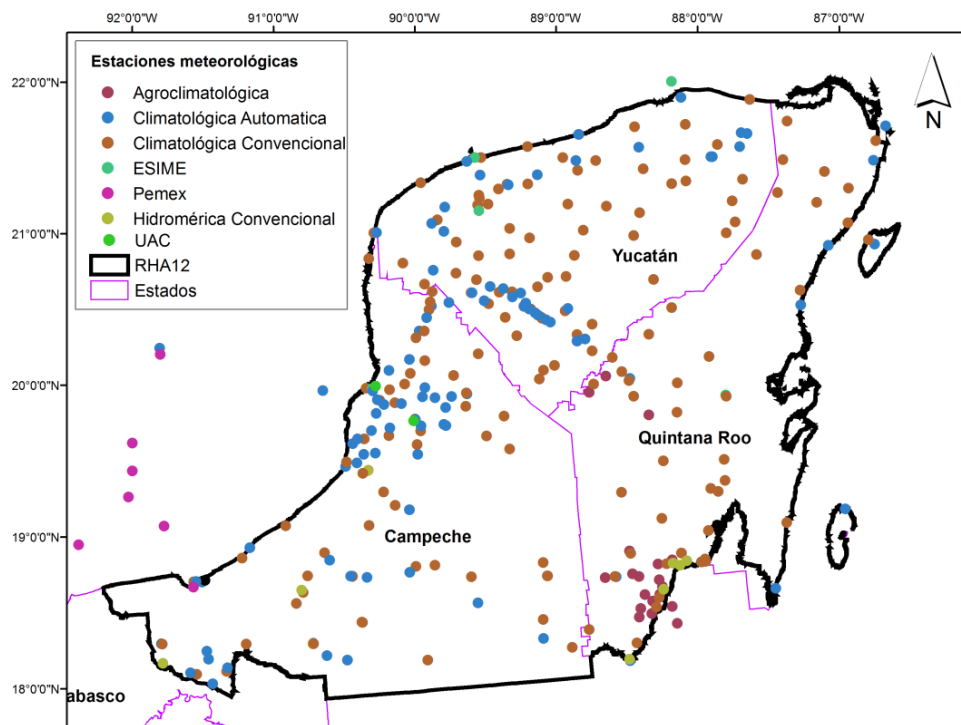
El estado de Campeche existe una red meteorológica a cargo de varias organizaciones gubernamentales, de las cuales la Conagua, a través de la Dirección Local de Campeche, opera 56 estaciones climatológicas y cuatro estaciones hidrométricas con aforos convencionales en los ríos de Champotón en Canasayab, Candelaria, Palizada y Mamante. Además en las estaciones de Palizada y Canasayab se cuenta con un limnógrafo digital. También se operan a través del SMN, cinco EMAS localizadas una en Ciudad del Carmen, una en Escárcega, una en Monclova, una en Yohaltun y una en la reserva de la biósfera de Calakmul y a través de la CONANP dos EMAS ubicadas en Calakmul y Campeche. Se cuenta además con una ESIM ubicada en la Ciudad de Campeche. El estado cuenta además con un observatorio meteorológico localizado en la ciudad de Campeche. Existen tres estaciones con mediciones de niveles que son “Las Golondrinas” en el río Candelaria, “Pablo Torres Burgos” en el río Caribe y “Chumpán” en el río del mismo nombre, y un radar meteorológico localizado en la localidad de Sabancuy.

Figura. 3.23 estaciones hidrométricas



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

Figura. 3.24 Estaciones meteorológicas existentes en la región



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

Tabla 3.21 Red meteorológica del estado de Campeche

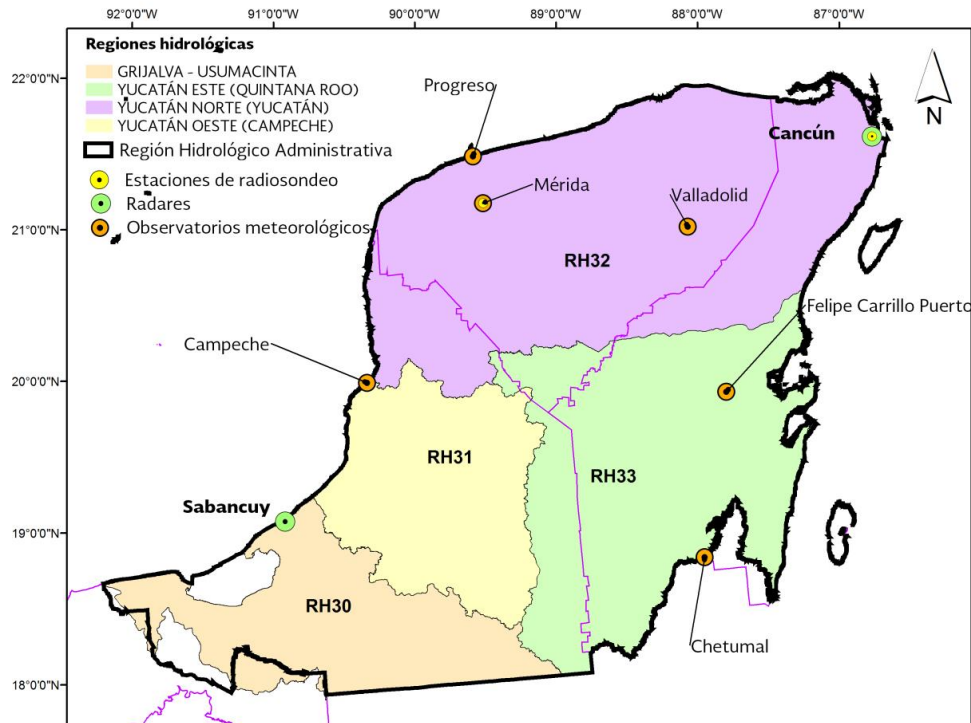
Operador de la estación	Tipo	Cantidad
CENECAM	Climatológica Automática	11
CONAGUA /DLCAMP	Climatológica Convencional	57
	Hidrométrica Convencional	4
CONAGUA/ SMN	Climatológica Automática	5
	ESIME	1
CONANP	Climatológica Automática	2
INIFAP-FUPROCAM	Agrometeorológicas	32
SCT/SENEAM	Climatológica Automática	1
SECRETARÍA DE MARINA (SEMAR)	Climatológica Automática	2
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE		3
GERENCIA DE LOGÍSTICA MARINA. PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN		6
Total		124

Fuente: Dirección Local Campeche, 2013

En el estado de Quintana Roo hay 42 estaciones climatológicas convencionales distribuidas en todo el estado, ocho estaciones meteorológicas automáticas (EMA'S) en Chetumal, Cancún, Cozumel, Sian ka'an, José María Morelos, Nicolás Bravo, La Unión, y X-calak, dos estaciones sinópticas meteorológicas (ESIME'S) en Felipe Carrillo Puerto Y Chetumal. Dos observa-

torios meteorológicos de superficie en las localidades de Chetumal y Felipe Carrillo Puerto; un radar meteorológico y una estación de radiosondeo en la ciudad de Cancún; así como, cinco estaciones hidrométricas (equipadas con limnímetros) en Huay-Pix, Ucum, Juan Sarabia, Agua Dulce y la Unión.

Figura. 3.25 Observatorios, radares y estaciones de radiosondeo



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca de la Península de Yucatán, 2013

3.3.5 Uso del suelo

En la Región Hidrológica XII Península de Yucatán, las clases de la cobertura vegetal que tiene la mayor presencia en cuanto a extensión son la selva subcaducifolia, selva caducifolia, selva espinosa, selva perennifolia y los pastizales.

Por otro lado se encuentran diversos tipos de vegetación, todos relacionados con sistemas tropicales de baja altitud y con escasos elementos de bosque boreal. La mayor parte de la península está cubierta por vegetación tropical estacional como la selva baja caducifolia, mediana subcaducifolia y mediana subperennifolia. Los bosques húmedos como las selvas altas subperennifolia y altas perennifolias sólo ocupan áreas reducidas al sur de la península.

Tabla 3.22 Distribución de usos de suelo

Uso de suelo	Área (km ²)
Selva Perennifolia	49,447.11
Selva Subcaducifolia	29,530.85
Pecuario	15,482.58
Selva Espinosa	11,064.40
Selva Caducifolia	10,889.71
vegetación Hidrófila	9,064.98
Agrícola	6,906.49
No Aplicable	2,011.20
Pastizal	960.86
Sin vegetación Aparente	417.61
Vegetación Inducida	386.17
Bosque de Encino	278.40
Especial (Otros Tipos)	165.75
Forestal	40.44
Acuícola	3.06
Total	136,649.62

Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

Tabla 3.23 Distribución de usos de suelo por Región Hidrológica

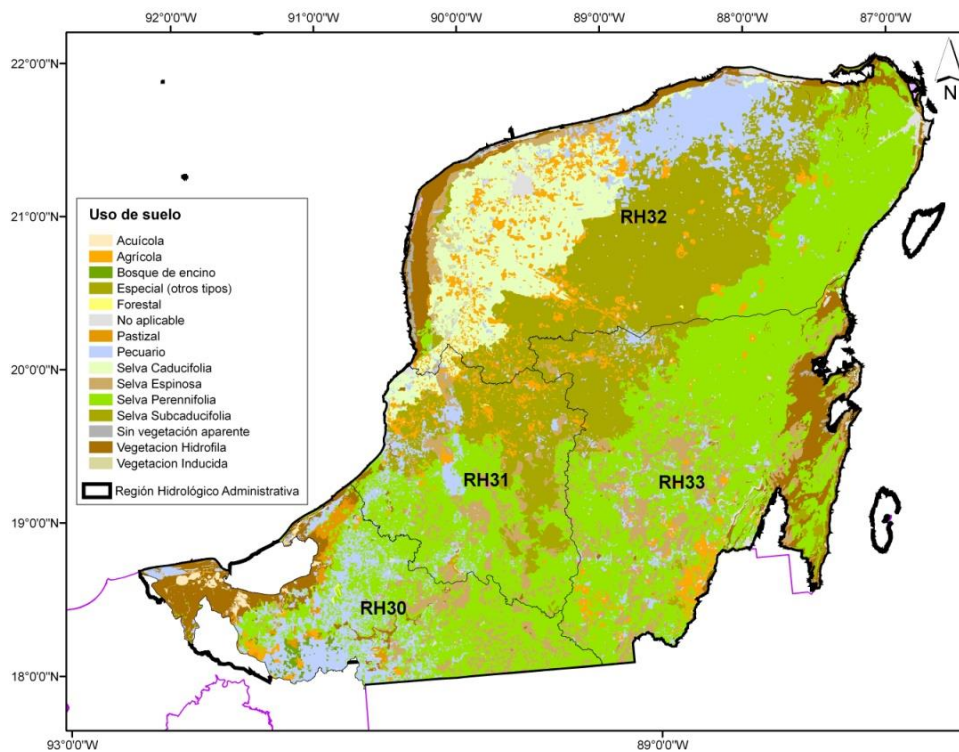
Región hidrológica	Cuenca hidrológica	Uso de suelo	Área (km ²)
30 Grijalva - Usumacinta	Laguna de Términos	Agrícola	364.94
		Bosque de Encino	278.4
		Forestal	26.08
		No Aplicable	192.1
		Pastizal	739.82
		Pecuario	5,061.55
		Selva Espinosa	2,099.24
		Selva Perennifolia	9,009.20
		Selva Subcaducifolia	7.75
		Sin vegetación Aparente	43.34
		Vegetación Hidrófila	2,796.73
Total		20,619.14	
Total Grijalva - Usumacinta			20,619.14
31 Yucatán Oeste (Campeche)	Cuencas Cerradas	Agrícola	77.87
		No Aplicable	34.26
		Pastizal	36.8
		Pecuario	680
		Selva Espinosa	2,012.07
		Selva Perennifolia	5,647.34
		Selva Subcaducifolia	2,206.50
		Vegetación Hidrófila	14.46
	Total		10,709.30
	Río Champotón y Otros	Acuícola	1.31
		Agrícola	1,149.72
		Forestal	9.65
		No Aplicable	81.26
		Pastizal	11.17
Pecuario		1,225.03	
Selva Caducifolia	724.16		
Selva Espinosa	745.17		

Región hidrológica	Cuenca hidrológica	Uso de suelo	Área (km²)
		Selva Perennifolia	2,276.99
		Selva Subcaducifolia	4,255.78
		Sin vegetación Aparente	1.63
		Vegetación Hidrófila	114.31
		Vegetación Inducida	18.11
		Total	10,614.29
Total Yucatán Oeste (Campeche)			21,323.59
32 Yucatán Norte (Yucatán)	Quintana Roo	Agrícola	214.95
		Especial (Otros Tipos)	40.54
		Forestal	4.43
		No Aplicable	335.53
		Pastizal	1.83
		Pecuario	264.88
		Selva Caducifolia	42.82
		Selva Espinosa	2.04
		Selva Perennifolia	10,522.47
		Selva Subcaducifolia	2,035.77
		Sin vegetación Aparente	7.26
		Vegetación Hidrofila	627.87
		Total	14,100.37
	Yucatán	Acuícola	1.75
		Agrícola	3,426.86
		Especial (Otros Tipos)	51.81
		Forestal	0.29
		No Aplicable	922.79
		Pastizal	118.32
		Pecuario	6,564.67
		Selva Caducifolia	10,122.74
		Selva Espinosa	875.52
		Selva Perennifolia	524.66
		Selva Subcaducifolia	16,295.82
		Sin vegetación Aparente	308.64
		Vegetación Hidrofila	2,217.63
Vegetación Inducida	366.92		
Total	41,798.43		
Total Yucatán Norte (Yucatán)			55,898.80
33 Yucatán Este (Quintana Roo)	Cuencas Cerradas	Agrícola	480.37
		Especial (Otros Tipos)	7.26
		No Aplicable	112.1
		Pastizal	30.6
		Pecuario	653.78
		Selva Espinosa	1,816.31
		Selva Perennifolia	10,309.37
		Selva Subcaducifolia	4,406.30
		Sin Vegetación Aparente	1.62
		Vegetación Hidrófila	305.53
		Vegetación Inducida	1.14
	Total	18,124.38	
	Bahía de Chetumal y Otras	Agrícola	1,191.79
		Especial (Otros Tipos)	66.14
No Aplicable		333.16	

Región hidrológica	Cuenca hidrológica	Uso de suelo	Área (km²)
		Pastizal	22.31
		Pecuario	1,032.67
		Selva Espinosa	3,514.05
		Selva Perennifolia	11,157.08
		Selva Subcaducifolia	322.92
		Sin Vegetación Aparente	55.13
		Vegetación Hidrófila	2,988.44
		Total	20,683.70
Total Yucatán Este (Quintana Roo)			38,808.09
		Total	136,649.62

Fuente: Elaborado a partir de: INEGI serie IV. Uso de suelo y vegetación, 2010. Semarnat. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (ed.), Publicado en 2001. <http://infoteca.Semarnat.gob.mx/metadateexplorer/explorer.jsp>

Figura. 3.26 Uso de suelo



Fuente: Elaborado a partir de: INEGI serie IV. Uso de suelo y vegetación, 2010. Semarnat. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (ed.), Publicado en 2001. <http://infoteca.Semarnat.gob.mx/metadateexplorer/explorer.jsp>

3.3.6 Humedales

Los humedales son ambientes de transición entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos, incluyendo a los ambientes costeros, con una biodiversidad característica y valiosa que debe conservarse (Semarnat, 2013).

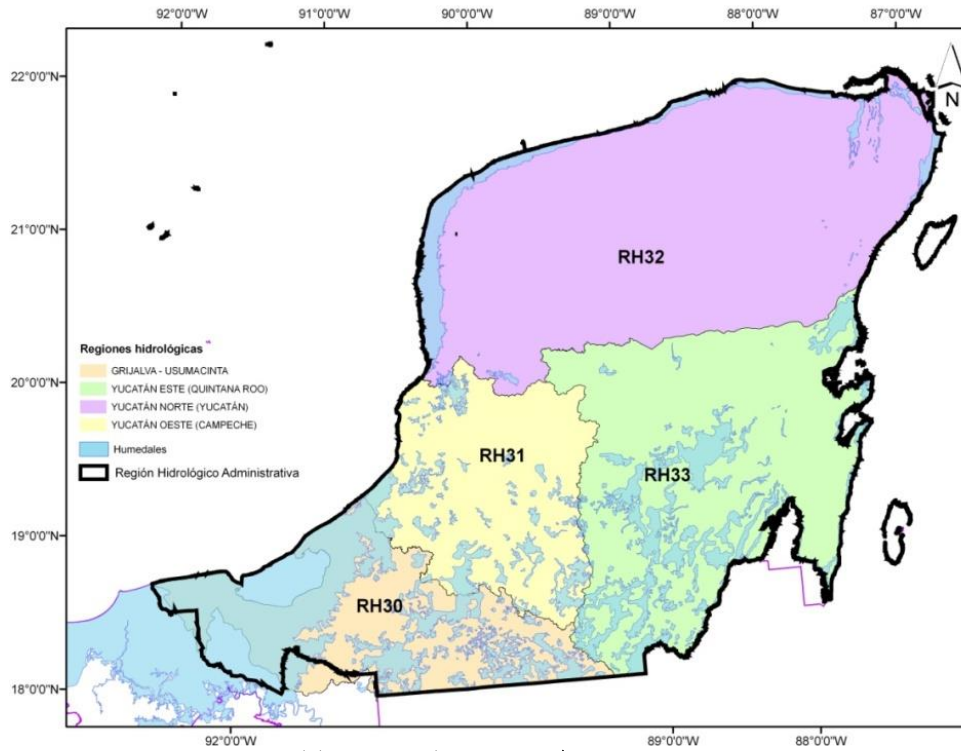
Los sistemas de humedales sustentan directamente a millones de seres humanos y aportan bienes y servicios al mundo exterior. Por otro lado, los manglares son un tipo de humedales

que se desarrollan alrededor de las lagunas costeras, esteros y desembocaduras de ríos y arroyos, reducen la energía de las olas, protegiendo a las comunidades costeras, reciclan el nitrógeno, mejorando la calidad del agua corriente abajo. Como dato adicional, el 55% (423,751 ha) de los manglares del país están en esta región y el estado de Campeche posee la mayor superficie de manglar del país con 194,190 ha (Conabio, 2009).

Son algunos ejemplos de humedales en la región son: Ciento Doce, Lago Chac Chooben, Lago Milagros, Lago San José, Laguna Conil, laguna Mensura del Porvenir, Laguna Nichupte, Laguna

Nohbec, Rio Azul, ZSI Aguas Turbias, ZSI El Clavillazo, ZSI La Mensura, ZSI Lago Macanguas, Lago Noha, ZSI Rio Escondido, Lago Milagros, Laguna Punta Laguna.

Figura. 3.27 Humedales



Fuente: IMTA, INEGI. Humedales potenciales, 2007. México, 2010.

3.3.7 Acuíferos

Gran parte de la región presenta rasgos estructurales característicos de formaciones cársticas, se caracteriza por su alta permeabilidad y un gradiente hidráulico casi nulo; parte del agua de origen meteórico se infiltra y acumula en el subsuelo, formando una lente de agua dulce delgada que flota sobre una masa de agua salina, más densa, cuyo origen es la intrusión marina natural. Derivado de esta estructura, el acuífero de la región se ve favorecido por la recarga del agua de lluvia.

En esta región, el acuífero subterráneo es la principal fuente de agua dulce y representa el complemento en la práctica de la agricultura, además de sustentar el desarrollo de los demás sectores. Gracias a la abundante precipitación pluvial de la región y a las peculiares características topográficas y geológicas de la Península,

el volumen renovable del acuífero es muy superior a las demandas, inclusive las esperadas al mediano y largo plazos.

Se considera a la Península de Yucatán como una Unidad Regional denominada “Acuífero Península de Yucatán”, conformada por trece Unidades Hidrogeológicas, seis ubicadas en Quintana Roo: Cerros y Valles, Cuencas Escalonadas, Planicie Interior, Costas Bajas, Costera e Isla de Cozumel; tres en Campeche: Cerros y Valles, Costera y Xpujil y las cuatro restantes en Yucatán: Costera, Círculo de Cenotes, Planicie Interior y Cerros y Valles. De acuerdo con la información proporcionada por el REPDA al 31 de diciembre de 2007, la extracción de aguas subterráneas en los estados que conforman esta Región Administrativa asciende a 2,104 hm³/año en los que el estado de Yucatán utiliza poco más del 50%, seguido del estado de Cam-

peche con el 25.8 % y Quintana Roo con el 21.8% (Conagua, 2012).

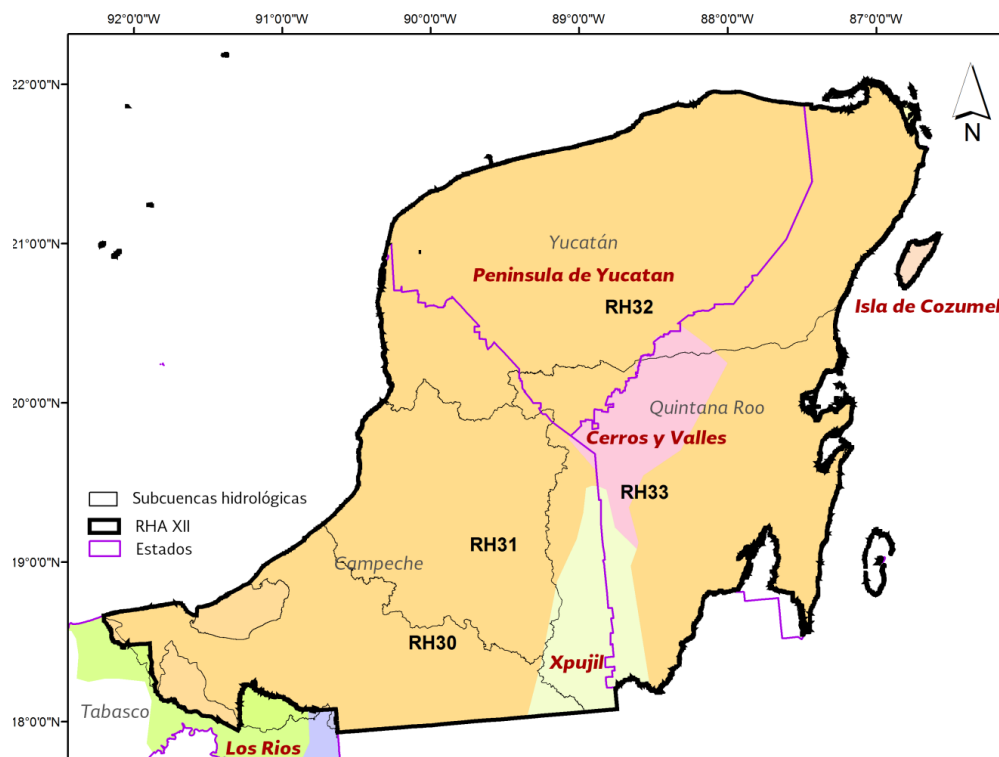
La unidad hidrogeológica *Xpujil* comprende una superficie estimada en 11,061 km², con una profundidad que varía de los 30 hasta los 150 m. De acuerdo al diario oficial de la federación del 28 de agosto de 2009 se publicó que la recarga media anual renovable al acuífero es de 2,099.4 hm³, de los cuales se determina una descarga media anual de 1,784.1 hm³ de descarga natural comprometida, por lo que se tiene un volumen a nivel regional de 315.0 hm³ de aguas subterráneas que pueden ser concesionadas para los distintos usos.

La unidad hidrogeológica *Cerros y Valles* comprende una superficie estimada en 4,410.8 km². De acuerdo al diario oficial de la federación del 28 de agosto de 2009 se publicó que la recarga media anual renovable al acuífero es de 1,194.2

hm³, de los cuales se determina una descarga media anual de 854.9 hm³ de descarga natural comprometida, por lo que se tiene un volumen a nivel regional de 334.7 hm³ de aguas subterráneas que pueden ser concesionadas para los distintos usos.

La unidad hidrogeológica *Península de Yucatán* (considerando la unidades Cuencas Escalonadas, Planicie Interior, Costas Bajas, Costera , Costera , Costera, Círculo de Cenotes, Planicie Interior) de acuerdo al diario oficial de la federación del 28 de agosto de 2009 se publicó que la recarga media anual renovable al acuífero es de 21,813.4 hm³, de los cuales se determina una descarga media anual de 14,542 hm³ de descarga natural comprometida, por lo que se tiene un volumen a nivel regional de 5,005.6 hm³ de aguas subterráneas que pueden ser concesionadas para los distintos usos.

Figura. 3.28 Acuíferos



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

3.3.8 Zonas agrícolas

Existe un área agrícola de 6,786.81 Km² de las cuales 5,430.93 Km² corresponden a agricultura-

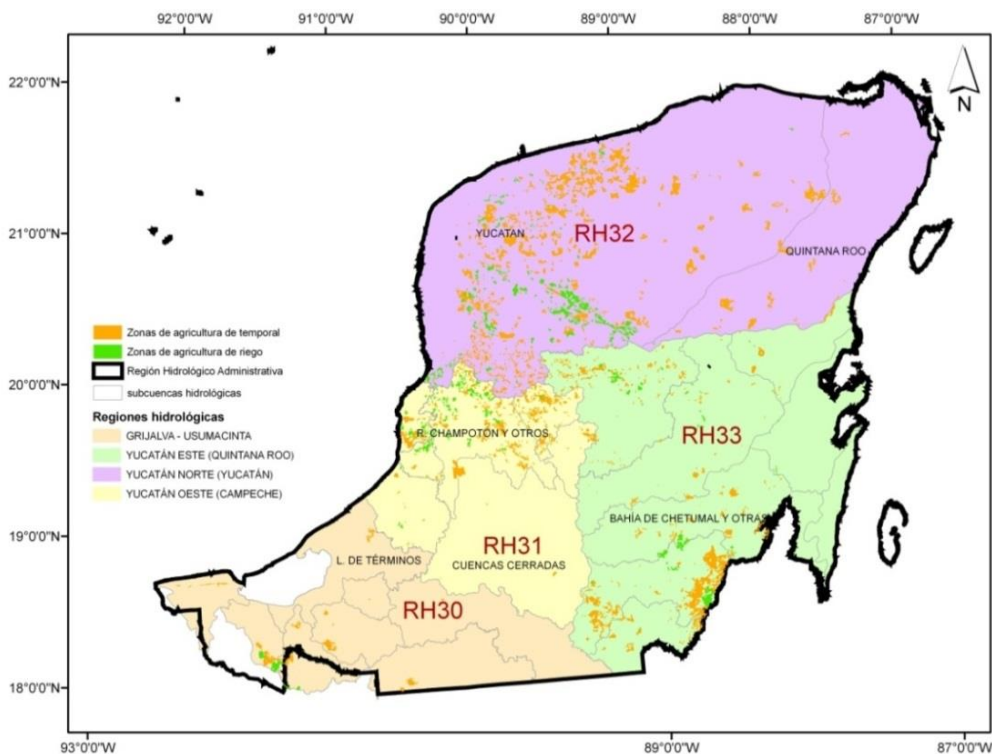
ra de temporal y 1,355.88 Km² a agricultura de riego.

Tabla 3.24 Zonas agrícolas de temporal y riego

Región hidrológica	Cuenca	Temporal	Riego
		Área (km ²)	Área (km ²)
Grijalva - Usumacinta	L. de Términos	232.74	69.88
Yucatán Oeste (Campeche)	Cuencas Cerradas	77.87	
	R. Champotón y Otros	796.62	306.46
	Sub-total	874.49	306.46
Yucatán Norte (Yucatán)	Quintana Roo	213.25	1.69
	Yucatán	2,682.70	744.17
	Sub-total	2,895.95	745.86
Yucatán Este (Quintana Roo)	Cuencas Cerradas	401.84	78.53
	Bahía de Chetumal y Otras	1,025.90	155.15
	Sub-total	1,427.74	233.67
Total		5,430.93	1,355.88

Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua, 2012.

Figura. 3.29 Zonas agrícolas



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua, 2012.

3.3.9 Cultivos en la región

De acuerdo a las estadísticas agrícolas de los distritos de riego, año agrícola 2006-2007, se

identificaron 7 cultivos representativos de la región

Tabla 3.25 Cultivos representativos de la región

RHA	Cultivo	% de superficie sembrada (promedio)	PMR (\$/Ton)	Rendimiento T/ha	Curva Tipo
XII	Caña de Azúcar	24.08	364.22	88.74	C2
XII	Naranja	23.12	982.75	14.98	C1
XII	Cítricos Asociados	16.99	757.67	19.94	C1
XII	Maíz Grano	6.47	2145.5	4.77	CMAIZ
XII	Otros Frutales	4.08	1459.38	21.65	C1
XII	Limón	4.06	1936	15.86	C1
XII	Maíz Elotero	1.67	4215.5	5	CMAIZ

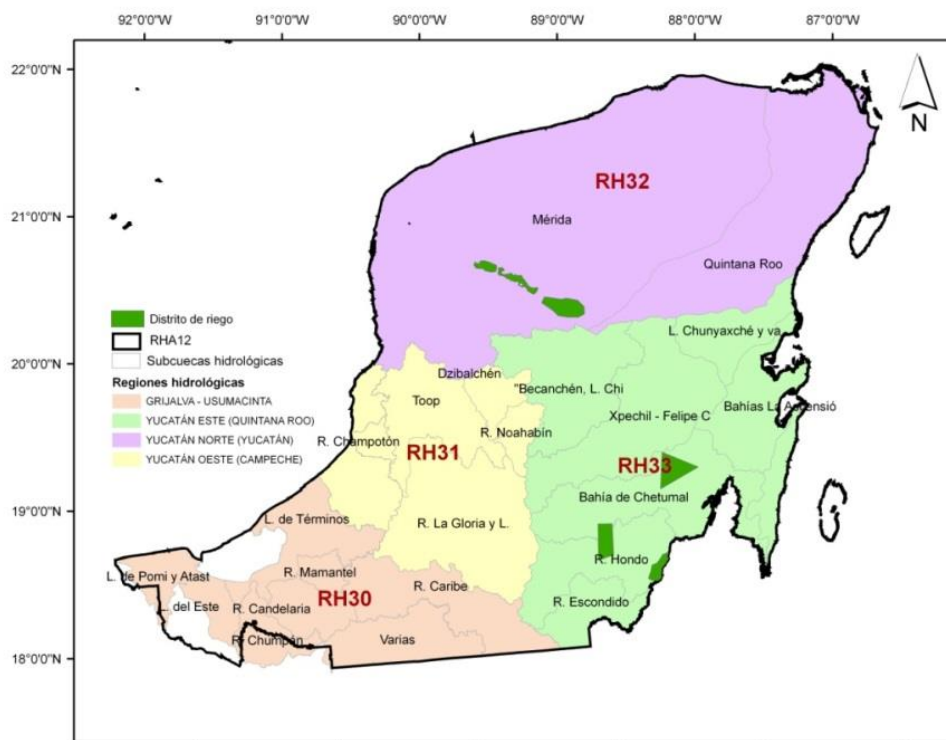
Fuente: Conagua. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego, año agrícola 2006-2007, Mayo

3.3.10 Distritos de riego

En la región hidrológica 32 Yucatán Norte (Yucatán) se localiza el distrito de riego: 048 Ticul (Yucatán) con 9,689 hectáreas en de la subcuenca *Ba Mérida*. En la región hidrológica 33

Yucatán Este (Quintana Roo) se localiza el distrito de riego: 102 Río Hondo con 27,182 hectáreas, dicho distrito se encuentra localizado dentro de la subcuenca *Ac Bahía de Chetumal*.

Figura. 3.30 Distritos de riego



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua, 2012

3.3.11 Distrito de Temporal Tecnificado

Con la creación de los Distritos de Temporal Tecnificados (DTT) se busca el desarrollo

agropecuario a través del manejo sustentable de los recursos naturales para incrementar la calidad de vida de los usuarios.

Tabla 3.26 Información de los DTT

	DTT 008	DTT 024	DTT 015	DTT 025	DTT 026
	Oriente de Yucatán	Sur de Yucatán	Edzna - Yohaltun	Río Verde	Valle de Ucum
Superficie total, según acuerdo de creación (ha)	667,000	67,332	85,167	134,906	104,781
Superficie potencial de Preservación (37%) (ha)	248,855	31,700	76,650.30	82,296	57,629.55
Superficie con Preservación (1.4%) (ha)	9,565	9,614	10,378	10,275	10,833
Productores	25,021	880	1,120	1,984	1,739
Municipios	Tizimin, Calotmul, Temozón, Chemax y Valladolid	Tekax y Tzucacab	Campeche, Champoton	Campeche, Tenabo y Hopelchen	Othón P. Blanco
Asociaciones Civiles	Temozón y Muuch meya lakín kaah Chemax	Ma'alob lu umil nohol	Valles unidos de Edzna-Yohaltun	Esperanza del Nuevo Milenio	Cuna del mestizaje y Central flores
Jefe de Distrito	Ing. Jesús Kú Quej	Ing. Jesús Kú Quej	Ing. Marco Moreno García	Ing. Marco Moreno García	Ing. Jesús Cosío Rodríguez

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca de la Península de Yucatán, 2013

3.4 Características geomorfológicas de los cauces y planicies de inundación

La Península de Yucatán presenta rasgos estructurales característicos de formaciones cársticas, los cuales evolucionan como resultado de la acción erosiva del agua sobre las formaciones calizas que actúan sobre la piedra, disolviéndola, lo cual, tras largos periodos de tiempo, deriva en la formación de cámaras o cavidades subterráneas, conocidas como conductos de disolución. Estas condiciones no permiten la presencia de corrientes superficiales importantes, por lo que gran parte de la precipitación pluvial se evapotranspira y el resto se infiltra al manto subterráneo a través de fracturas, oquedades y conductos cársticos de las calizas.

3.4.1 Relieve

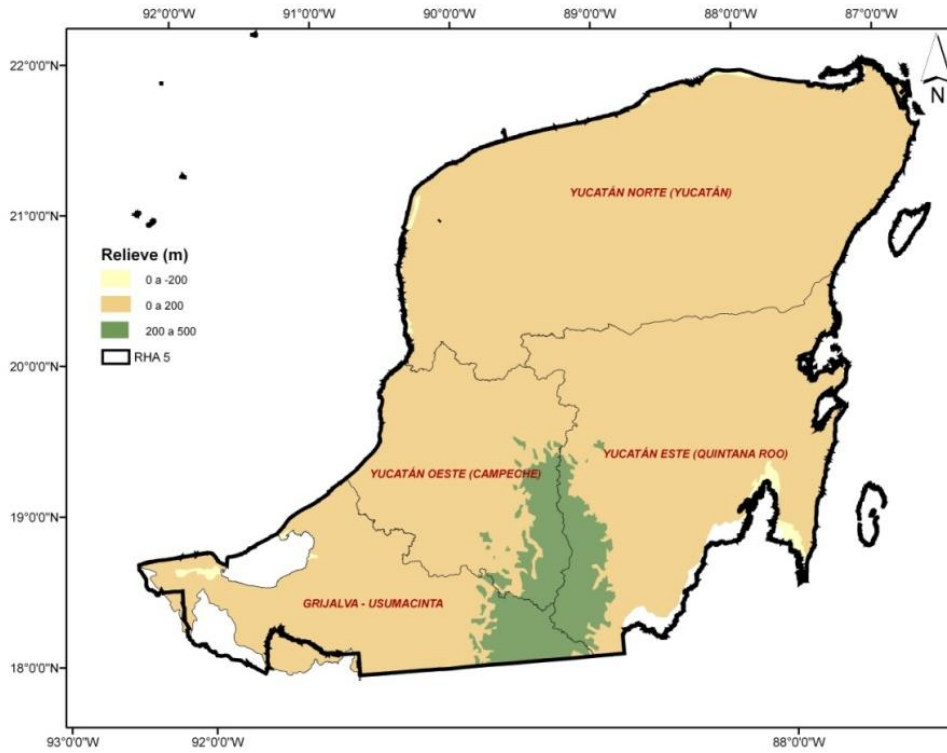
Los datos de relieve son valores de altura con respecto a una superficie de referencia que permiten caracterizar las formas del terreno. Estos valores son necesarios por que hacen posible modelar el conjunto de formas

estructurales que constituyen la parte más superficial de la corteza terrestre, tanto en las áreas emergidas como en las que se encuentran por debajo del agua

La mayor parte del territorio de la Región Hidrológica Administrativa XII Península de Yucatán lo conforma una llanura que se formó como producto de la aparición de una plataforma marina compuesta por roca calcárea (que contiene cal) y en donde se han formado cenotes. En la zona costera, se han desarrollado playas y cuerpos de agua como el estero de Celestún, Yucalpetén, El Islote y Ría Lagartos.

Como resultado del movimiento de fragmentos o placas tectónicas de la corteza terrestre se formó una elevación muy estrecha y alargada en dirección noroeste-sureste a la que se conoce como Sierrita de Ticul, que tiene una extensión de 110 km y elevación hasta de 300 metros sobre el nivel del mar. En la figura se muestra el relieve característico de la Región, mostrando las zonas o rangos de elevación; la información corresponde de la Hipsobatimetría de INEGI escala 1:1,000,000.

Figura. 3.31Relieve



Fuente: INEGI, Información de Relieve (Hipsobatimetría), 2002.

3.4.2 Cauces

En la Región Hidrológica XII Península de Yucatán, la elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, han propiciado que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido, desarrollándose principalmente en la subregión Candelaria, donde el río del mismo nombre es el

principal escurrimiento de tipo perenne, con un patrón de drenaje dendrítico y la subregión poniente que limita al sur y suroeste con Guatemala y el estado de Tabasco, por donde corre el río Palizada. Además de las corrientes antes mencionadas existen otros ríos importantes como: Caribe, Champotón, Chumpán, Mamantel, Palizada, Escondido y Hondo.

Tabla 3.27 Características de las principales corrientes superficiales de la Región

Río/arroyo	Región hidrológica	Longitud (km)	Área drenada (km ²)
Río Candelaria	30 Grijalva Usumacinta	150	11,115
Río Champotón	31 Yucatán Oeste	47.8	649
Río Palizada	30 Grijalva Usumacinta	85	1,272
Río Chumpán	30 Grijalva Usumacinta	91	S/D
Río mamantel	30 Grijalva Usumacinta	45	1,225
Río Hondo	33 Yucatán Este	115	13,465
Arroyo Azul	33 Yucatán Este	45	S/D
Río Escondido	33 Yucatán Este	173	4,592

Fuente: CONAGUA, 2012. OCPY. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales S/D (sin dato)

Las características principales de los ríos y arroyos de la región son:

- **Río Palizada.** Se origina en la Boca de Amatitán cerca de Jonuta en el estado de Tabasco; presenta un recorrido sinuoso; corre a través de un terreno aluvial arcillo-arenoso, bajo y pantanoso, cubierto de vegetación, su longitud aproximada es de 85 km, en promedio tiene una profundidad de 7 m y un ancho de 80 m aproximadamente. Los primeros 10 km de su trayectoria desde su origen hasta la comunidad de La Toza, mantiene una dirección noroeste, en los siguientes 15 km mantiene su dirección nor-noreste hasta la comunidad de La Rebeza, en los siguientes 1.5 km hasta la ciudad de Palizada (donde se deriva el río Viejo) se mantiene en dirección este, cambiando al sureste en los siguientes 11.5 km hasta la Ribera Tila; posteriormente cambia hacia el noreste hasta su desembocadura directa en la Laguna del Este, Laguna del Vapor, Boca Chica y Laguna de Términos.
- **Río Candelaria.** Es un río de escurrimiento permanente se origina en la República de Guatemala, en la zona del Petén, su cauce corre hacia el Norte y entra a territorio mexicano; a partir de este punto tiene un recorrido de 150 km a lo largo de su cauce principal hasta su desembocadura directa en la laguna de Términos, a través de la Boca de Pargos en la Laguna de Panlao, drena 11,115 km² y tiene un escurrimiento medio anual de 1,859 hm³. El río Caribe es uno de sus principales afluentes.
- **Río Champotón.** Nace en la parte central del estado de Campeche a la altura de la comunidad de San Miguel municipio de Champotón, 6 kilómetros río arriba, su recorrido es sinuoso en dirección Noroeste sobre suelo calizo y sin afluentes, desemboca en el Golfo de México, entre la ciudad de Champotón y la localidad conurbada de Paraíso. Su desembocadura es en forma de barra, la cual forma depósitos de material aluvial que se extiende desde el islote El Cuyo y el poblado de Paraíso, en su anchura media alcanza hasta 60 m y en profundidad 4 m.
- **Río Chumpán.** Queda aislado en la llanura, se forma por la unión de varios arroyos como el Salsípedes, San Joaquín y Piedad. El río Chumpán corre en dirección Sur-Norte y tiene su origen en una zona cercana al río Usumacinta a partir de ahí tiene una longitud aproximada de 60 km, y desemboca en la laguna de términos por la boca de la laguna de Balchacah.
- **Río Mamantel.** Se localiza en el poblado del mismo nombre y tiene como afluente los arroyos del Cheneil, Montaraz y Xothucan, presenta un drenaje deficiente sobre la superficie del terreno; fluye sobre un suelo calizo en los primeros kilómetros cercanos al poblado de Nuevo Pital, su longitud aproximada es de 45 km, corre de Este a Oeste y desemboca en la Laguna de Términos a través de la boca de Pargos, después de atravesar la Laguna de Panlao con una profundidad promedio de 3.10 m, sus aguas son muy oscuras de flujo lento, el ancho en su parte más amplia es de 250 metros y sus poblados principales son Nuevo Pital y Francisco Villa.
- **Río Hondo.** Nace en Guatemala con el nombre de Azul, continua hacia México con el nombre de X'can. Al llegar a Quintana Roo se convierte en arroyo Azul; continúa su recorrido en dirección noreste para convertirse en límite natural entre México y Belice, conocido como río Hondo, aguas abajo del poblado "La Unión". El ancho del cauce varía de 4 a 16 m y las profundidades máximas varían de los 8.33 a los 8.78 m, el desnivel correspondiente es de 0.25 % y en el fondo es casi horizontal; el gasto medio oscila entre 20 m³/seg en estiaje hasta 180 m³/seg en época de lluvias; tiene un régimen permanente de escurrimiento con fuertes oscilaciones en su caudal y se le estima un escurrimiento medio anual de 1,397.1 hm³, de los cuales 500 hm³ se quedan en territorio Guatemalteco y Belice. El río tiene un cauce principal de cuarto orden, sus principales afluentes son el arroyo Azul, Booth's river (Belice), arroyo Grande, Ucum-Escondido, estero Chac y numerosos tributarios de primer orden a lo largo de su trayectoria.
- **Arroyo Escondido.** Denominado también como arroyo Ucum; nace en una pequeña serranía cerca del estado de Campeche y

desemboca a la altura de Santa Rosa en forma deltaica. no es navegable debido a que la gran caudal se desliza en pequeñas cascadas a lo largo de todo su recorrido en un lecho que además en muchos puntos no alcanzan los 0.30 m de profundidad de profundidad. Se denomina arroyo Escondido en la parte superior de la cuenca, donde se le unen varias corrientes intermitentes con sus propios ramales como “La Doctora” que se origina en la parte suroeste de la cuenca del arroyo Escondido o “el chorro” más al norte. Recoge las aguas de la zona sureste de Campeche y drena los bajos de las localidades de Nicolás Bravo y Morocoy.

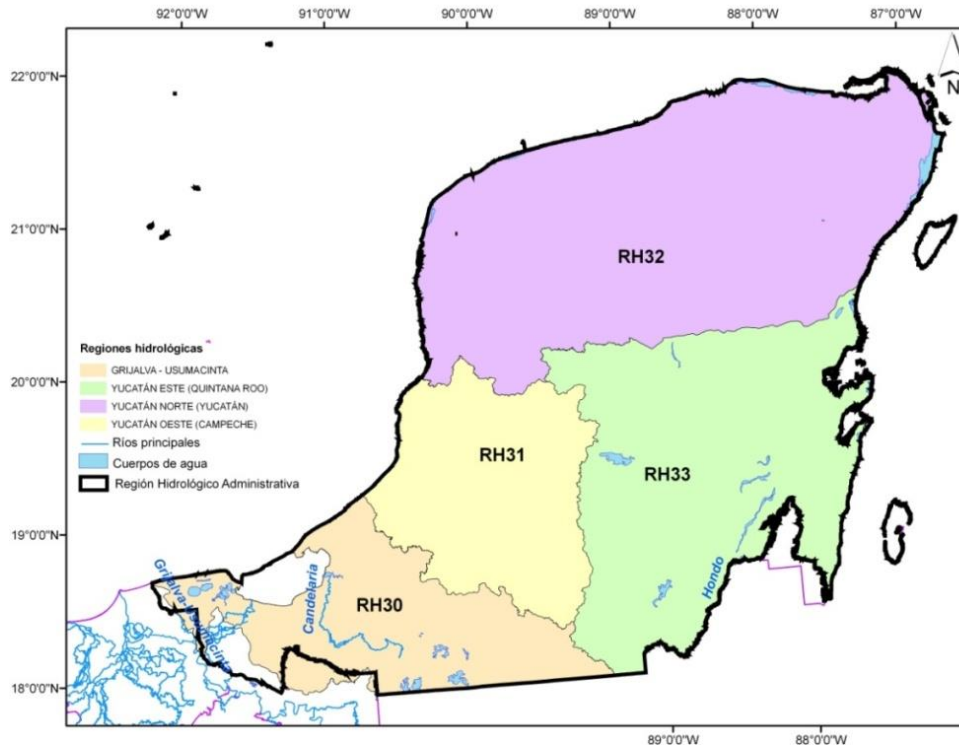
- **Arroyo Xnoshá.** Es un afluente de tercer orden con un régimen intermitente-permanente a partir de Tomás Garrido, tiene como tributarios tres corrientes intermitentes: el arroyo escondido de segundo orden y dos sin nombre de segundo y primer orden respectivamente.
- **Arroyo Grande.** Es un tributario del río Hondo de primer orden, nace en Belice y tiene un régimen permanente con una longitud de 37.5 km aproximadamente.
- **Arroyo Agua Dulce.** Es un tributario del río Hondo de primer orden, tiene un régimen permanente con una longitud de 16 km aproximadamente.
- **Arroyo Estero Chac.** Es un tributario del río Hondo de primer orden, tiene un régimen permanente con una longitud de 10 km aproximadamente.
- **Arroyo El Chorro.** Es un tributario del arroyo Escondido de tercer orden, drena aguas de Campeche y recorre 27 km aproximadamente.

- **Arroyo La Doctora.** Es un tributario del arroyo escondido de primer orden, drena aguas de Campeche y recorre 44 km aproximadamente.
- **Arroyo La Esperanza.** Es el segundo principal afluente del río Candelaria, su longitud aproximada es de 25 km, drena las aguas de la laguna Los Campeones, tiene un recorrido con rumbo oeste y vierte su caudal al río Candelaria en un punto cercano a la localidad de Monclova, en períodos de estiaje cesa su aportación, en promedio tiene un ancho de cauce de 8 m y profundidad de 3 m.
- **Arroyo Las Golondrinas.** Es un pequeño afluente del río Candelaria, su longitud aproximada es de 10 km, tiene un recorrido con rumbo oeste noroeste, en períodos de estiaje cesa su aportación.

3.4.3 Cuerpos de agua

Lagunas. Están formadas por las corrientes menores que desembocan en depresiones topográficas, su origen es tectónico. En la cuenca hidrológica 33-a están orientadas de noreste a suroeste y tienen la misma dirección en que están alineados la bahía de Chetumal y el río hondo, a lo largo de esta depresión. El nivel freático se encuentra muy somero y en ocasiones aflora dando origen a una serie de lagunas de menor dimensión como la laguna de los cerros en Álvaro Obregón. En el interior del área se forman en depresiones y oquedades que son alimentadas principalmente por aguas subterráneas como la laguna de San José Aguilar y las numerosas aguadas que se encuentran distribuidas en toda el área.

Figura. 3.32 Ríos y lagunas principales



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012

Cenotes

También se cuenta con cenotes que se forman por adelgazamiento del techo de las cavernas y que al colapsarse forman una depresión. En la zona del río Hondo se encuentran los siguientes:

- Calderón.- ubicado muy cerca al río hondo a 4.5 km del poblado de calderón, mide aproximadamente 150 m de diámetro.
- Los Cuates.- se localizan a 7.3 km de la unión. son dos cenotes muy cercanos entre sí, separados por una pequeña barra de baja altura. no hay comunicación visible pero sí probable filtración a través de la barra. el primer cenote tiene una longitud máxima de 500 m aproximadamente. el otro es más pequeño y posee una longitud máxima de 250-300 m con una forma irregular.
- Dos Bocas.- muy cercano al río hondo, se encuentra aproximadamente a 2 km del poblado de la unión. posee aproximadamente 150 m de longitud máxima.

Manantiales

Existen en la región manantiales que se encuentran repartidos a lo largo del río Hondo, sus aguas brotan o trasminan del subsuelo. Algunos de ellos son: Pucté, Cocoyol, Palmar, Álvaro Obregón, Sac-Xan, Cacao entre otros. El manantial Miguel Hidalgo en el poblado del mismo nombre, forma una pequeña laguna que se comunica mediante un canal de 120 m de longitud con el río Candelaria. Existen otros afluentes de escasa importancia, entre los cuales se mencionan los arroyos intermitentes Monterrey y El Mango, localizados en los últimos 25 km del cauce principal.

Ciénegas

También se cuenta con ciénegas que se distribuyen en ambas márgenes del río Hondo. Localizadas en depresiones o bajos y de suelos impermeables identificados como suelos gleysoles vérticos, son verdaderos vasos de almacenamiento de agua alimentados por escurrimientos menores. Al interior de la cuenca se distribuyen en forma alargada de suroeste a

noreste desde Guatemala hasta la región de Morocoy.

La zona conocida como “Cono Sur” de Yucatán comprende los municipios de Tekax y Tzucacab. no existen corrientes superficiales, la superficie del terreno es plana, clasificada como llanura de barrera y los factores geohidrológicos del subsuelo determinan su vulnerabilidad a un mayor riesgo de inundación que otras partes del estado, ya que poseen características de baja conductividad hidráulica y nivel freático profundo, lo que propicia la tendencia a la inundación por la saturación de las capas de baja permeabilidad, cuenta con la presencia de pequeños depósitos de agua (conocidos localmente como “aguadas”) y la presencia de pequeñas lagunas en el estado de Quintana Roo (al sureste de esta zona) contribuyen también durante una inundación, propiciando el flujo superficial de Oeste a Este, hacia la laguna de

Chichancanab, principalmente, ubicada en el estado de Quintana Roo

3.5 Descripción de inundaciones históricas relevantes

Por su ubicación geográfica, la Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán, año con año se ve amenazada por los ciclones tropicales durante la temporada comprendida de junio a noviembre.

La temporada de ciclones tropicales en el Atlántico, Caribe y Golfo de México inicia el 1 de junio y terminan el 30 de noviembre. Del año 1960 a 2011 se han registrado 557 ciclones tropicales, de los cuales 63 afectaron a la Península de Yucatán.

Los Huracanes que se han impactado en la Península de Yucatán con información histórica de 1886 al 2007.

Tabla 3.28 Huracanes que han impactado en la región

Nombre	Categoría	Año	Mes	Presión mínima (rnmm)
<i>Carla</i>	<i>Huracán III</i>	1961	septiembre 3-16	1002.7
<i>Inés</i>	<i>Huracán III</i>	1966	septiembre 21, octubre 11	1008.5
<i>Beulah</i>	<i>Huracán II</i>	1967	septiembre 5-22	1002.4
<i>Edith</i>	<i>Huracán I</i>	1971	septiembre 5-18	
<i>Gilbert</i>	<i>Huracán V</i>	1988	septiembre 8-20	998.4
<i>Opal</i>	<i>Huracán V</i>	1995	septiembre 27, octubre 5	997.8
<i>Roxanne</i>	<i>Huracán III</i>	1995	octubre 10 al 17	998.2
<i>Micht</i>	<i>Huracán V</i>	1998	octubre 21, noviembre 5	998.5
<i>Keith</i>	<i>Huracán IV</i>	2000	septiembre 28, octubre 6	1002.5
<i>Chantal</i>	<i>Huracán I</i>	2001	agosto 15-22	1008.6
<i>Isidore</i>	<i>Huracán III</i>	2002	septiembre 14-27	987.4
<i>Wilma</i>	<i>Huracán V</i>	2005	octubre 15-25	1003.2
<i>Dean</i>	<i>Huracán V</i>	2007	agosto	986.9
<i>Carmen</i>	<i>Huracán IV</i>	1974	agosto 29, septiembre 10	1000.8
<i>Emily</i>	<i>Huracán IV</i>	2005	julio 10-21	1006.9

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales. rnmm=relativo al nivel medio del mar.

Gran parte de estos Ciclones Tropicales tenían la categoría de Huracán antes de entrar en la península de Yucatán pero al momento de estar en tierra disminuyeron su intensidad, por lo que al estado solo lo afectaron como Tormenta Tropical. En algunos casos, estos ciclones llegaron a disiparse antes de salir al Golfo de México.

Muchas de las tormentas tropicales que afectaron a la región causaron daños, no por su intensidad, si no por una larga estancia en el territorio, provocando gran cantidad de precipitación y consecuentes inundaciones y desbordamientos de ríos y lagunas.

3.5.1 Inundaciones históricas a nivel municipal

En la Región Hidrológica Administrativa se han detectado en los tres estados inundaciones

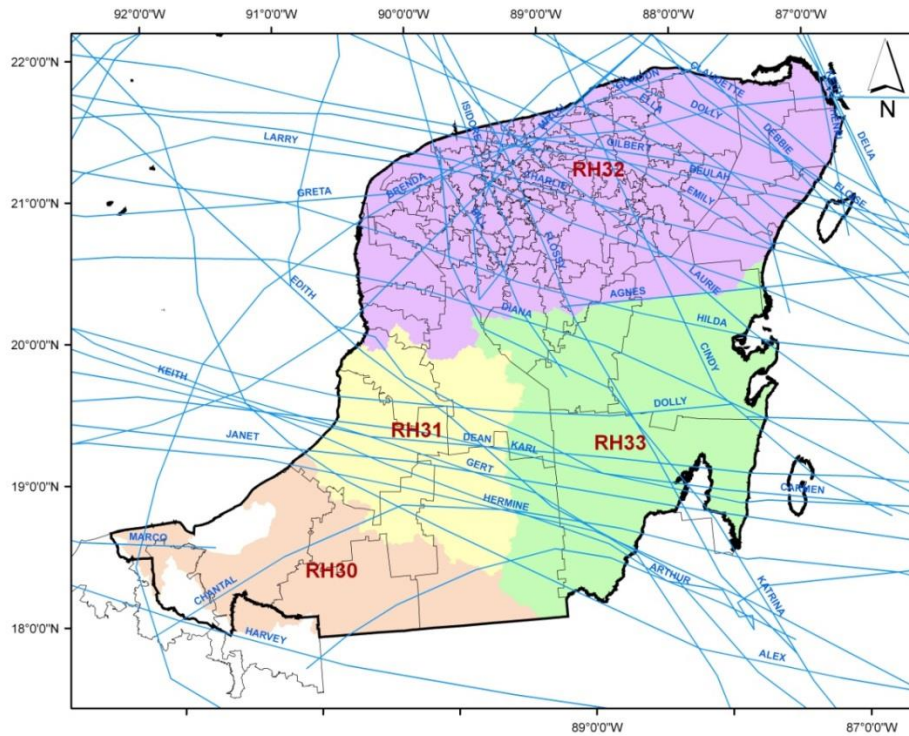
importantes, en la tabla 17 se muestran los municipios más afectados, siendo el de Othon P. Blanco en Quintana Roo con más incidencias registradas.

Tabla 3.29 Municipios con eventos registrados

Estado	Fecha de ocurrencia	Observaciones	Municipio
Campeche	12 de octubre, 2011		Palizada
	13 de octubre, 2011		Campeche
	9 de agosto, 2012	Ernesto, Tormenta tropical	Calakmul
		Ernesto, Tormenta tropical	Candelaria
		Ernesto, Tormenta tropical	Carmen
Del 1 al 21 de octubre, 2011	Ernesto, Tormenta tropical	Palizada	
Quintana Roo	11 al 13 de junio, 2004	Lluvia Atípica e Impredecible	Cozumel
	11 y 12 de junio, 2004	Lluvias extremas	Cozumel
	2 de junio, 2008	Lluvias extremas	Othon P. Blanco
	22 al 24 de septiembre, 2002	Lluvia Atípica, Afectaron el Patrimonio	Benito Juárez
	25 al 29 de mayo, 2001	Inundaciones y Lluvias Atípicas	Othon P. Blanco
	27 y 28 de octubre, 2002	Inundaciones Atípicas	Othon P. Blanco
		Ernesto, Huracán	Bacalar
		Ernesto, Huracán	Felipe Carrillo Puerto
8 de agosto, 2012	Ernesto, Huracán	Othon P. Blanco	
Yucatán	22 de septiembre, 2004	Lluvias extremas	Tixmehuac
	30 de septiembre al 3 de octubre, 2005	Lluvias extremas	Akil
		Lluvias extremas	Chacsinkin
		Lluvias extremas	Motul
		Lluvias extremas	Muna
		Lluvias extremas	Opichen
		Lluvias extremas	Oxkutzcab
		Lluvias extremas	Peto
		Lluvias extremas	Santa Elena
		Lluvias extremas	Sinanche
		Lluvias extremas	Tahdziu
		Lluvias extremas	Tekax
		Lluvias extremas	Telchac Pueblo
		Lluvias extremas	Ticul
		Lluvias extremas	Tixmehuac
Lluvias extremas	Tzucacab		
Lluvias extremas	Yaxcaba		
Lluvias extremas	Yobain		

Fuente: Cenapred 2012.

Figura. 3.33 Trayectoria de tormentas tropicales



Fuente: CENAPRED, 2012.

Las trayectorias de las tormentas tropicales viajan de sur a norte y de este a oeste. Se consideran importantes por ser causantes de daños a las personas y a sus bienes.

Los huracanes que mayor daño han ocasionado a la Región XII se muestran en el Anexo A.

De acuerdo a los datos históricos contenidos en la base de datos de CENAPRED, en el estado de Yucatán se han registrado 18 contingencias

climatológicas en 17 municipios del estado, de esas dos se han presentado el municipio de Tixmehuac. En el estado de Campeche se han declarado 4 zonas de desastre y 2 situaciones de emergencias en 5 municipios y en el estado de Quintana Roo 8 situaciones de desastre y una de emergencia.

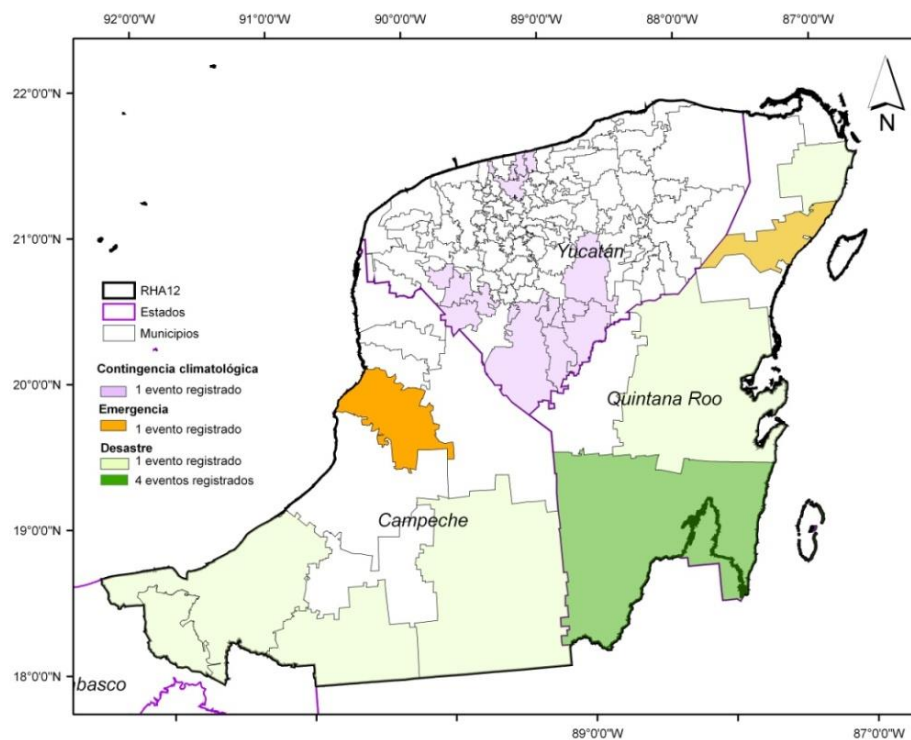
Tabla 3.30 Tipos de eventos registrados en la región

Estado	Fecha de ocurrencia	Observaciones	Contingencia climatológica	Desastre	Emergencia	Total
Campeche	12 de octubre, 2011				1	1
	13 de octubre, 2011				1	1
	9 de agosto, 2012	Ernesto, Tormenta tropical		3		3
	Del 1 al 21 de octubre, 2011			1		1
Quintana Roo	11 al 13 de junio, 2004	Lluvia Atípica e Impredecible		1		1
	11 y 12 de junio, 2004	Lluvias Extremas			1	1
	2 de junio, 2008	Lluvias Extremas		1		1
	22 al 24 de septiembre, 2002	Lluvia Atípica, Afectaron el Patrimonio		1		1
	25 al 29 de mayo, 2001	Inundaciones y		1		1

Estado	Fecha de ocurrencia	Observaciones	Contingencia climatológica	Desastre	Emergencia	Total
		Lluvias Atípicas				
	27 y 28 de octubre, 2002	Inundaciones Atípicas		1		1
	8 de agosto, 2012	Ernesto, Huracán		3		3
Yucatán	22 de septiembre, 2004	Lluvias Extremas	1			1
	30 de septiembre al 3 de octubre, 2005	Lluvia Extrema	17			17
Total			18	12	3	33

Fuente: Cenapred 2012

Figura. 3.34 Municipios en donde se han emitido declaratorias por Cenapred



Fuente: Cenapred 2012.

3.6 Obras de protección contra inundaciones y acciones no estructurales existentes

Es este apartado se presenta la situación actual de la infraestructura tanto de medición de variables hidrometeorológicas, incluidos en los Sistemas de Alerta Temprana (SAT), las obras para la protección de avenidas, así como del uso de modelos para el pronóstico de avenidas y acciones no estructurales.

3.6.1 Principales obras hidráulicas existentes en la región

En las siguientes tablas se muestran las obras diseñadas para proteger a centros de población de contingencias hidrometeorológicas en los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo. Cabe mencionar que en el 2013 se inició en la Cd. de Campeche la obra del mega drenaje de la ciudad por el Gobierno del Estado.

Tabla 3.31 Infraestructura para el control de avenidas existente en el estado de Yucatán

Municipio	Localidad	Obra de protección o drenaje pluvial
Tzucacab y Tekax	Cono sur	Dren parcelario del Cono Sur (9 Km), Desemboca en dos sumideros naturales
San Felipe	San Felipe	Muro de protección de 2 m y 2,400 m de longitud
San Felipe	San Felipe	Drenaje pluvial de San Felipe
Río Lagartos	Río Lagartos	Muro de protección de 2,100 m de longitud y 2 m

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca de la Península de Yucatán, 2013

Tabla 3.32 Infraestructura para el control de avenidas existente en el estado de Campeche

Municipio	Localidad	Obra de protección	Objetivo
Palizada	Ciudad de Palizada	Malecón de la ciudad	Protección de zona urbana y vialidades
Palizada	Ribera Gómez	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Palizada	Bodegas	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Palizada	La Corriente	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Palizada	Tila	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Palizada	Mangal	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Palizada	San Isidro	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Palizada	Boca de Amatlán-Amatlán	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Palizada	Santa Lucía-Boca de Amatlán	Bordo de tierra	Protección de viviendas y ganado
Candelaria	Ciudad de Candelaria	Malecón de la ciudad	Protección de zona urbana y vialidades
Champotón	Ciudad de Champotón	Malecón de la ciudad	Protección de zona urbana y vialidades
		Muelle de API	
Campeche	San Francisco de Campeche	Red de drenaje de canales: ría Universidad y Plan Chac	Protección de zona urbana y vialidades
Campeche	San Francisco de Campeche	Red de drenajes centro, Lázaro Cárdenas, sistema Centro, Patricio Trueba	Protección de zona urbana y vialidades
Campeche	San Francisco de Campeche	Red de drenaje Presidentes de México	Protección de zona urbana y vialidades
Champotón	Champotón	Red de drenaje costero (tres canales 1 a cielo abierto 2 entubados)	Protección de zona urbana y vialidades
Carmen	Carmen	Red de drenaje de canales: Av. Contadores, Tierra y Libertad	Protección de zona urbana y vialidades
		Cárcamo de rebombeo en zona urbana	Protección de zona urbana y vialidades
		Arroyo la caleta (drenaje natural)	Protección de zona urbana y vialidades
Tenabo, Campeche y Hopelchén	Tenabo, Campeche y Hopelchén	Dren principal DTT Río Verde	Protección de zona urbana y vialidades
Champotón	Champotón	Tajo de Alivio	Protección de zona urbana

Fuente: Conagua. Dirección Local Campeche, 2013

Tabla 3.33 Acueducto existente en el estado de Campeche

Nombre	Longitud (km)	Capacidad (l/s)	Función
Santa Rosa-Chiná Campeche	10	1000	Abastece a un sector de la ciudad de San Francisco Campeche
Chicbul-Ciudad del Carmen	120	380	Abastece las localidades Sanbacuy, Isla Aguada y Ciudad del Carmen

Nombre	Longitud (km)	Capacidad (l/s)	Función
Ulumal-Champotón	20	110	Abastece la ciudad de Champotón
López Mateos-Xpujil	100	60	Abastece la ciudad de X'pujil y algunas localidades del municipio que quedan en su trayectoria
Santa Rosa -Xpujil	88.5	20	Abastece la ciudad de X'pujil y algunas localidades del municipio que quedan en su trayectoria
Paralelo Chicbul-Ciudad del Carmen	120	420	En construcción. Abastecerá a Ciudad del Carmen

Fuente: Conagua. Dirección Local Campeche, 2013

Tabla 3.34 Infraestructura para el control de avenidas existente en el estado de Quintana Roo

Municipio	Localidad	Obra de protección	Objetivo
Othón Pompeyo Blanco	Chetumal	Bahía-Río Hondo	Protección de zona urbana y vialidades
	Unión	Arroyo Azul	
	Sarabia	Río Hondo	
	Sacxan		
	Palmar		
	Ramonal		
	Allende		
	Cacao		
	Cocoyol		
	Botes		

Fuente: Conagua. Dirección Local Quintana Roo, 2013

Diversas dependencias como, SCT, PEMEX, SEDESOL, SEGOB, SEDENA, SEMARNAT (CONAGUA), Gobiernos estatales y municipales administran y construyen estructuras que obstruyen el flujo en corrientes y llanuras de inundación y dificultan el mantenimiento y la operación de ríos y lagunas de inundación.

3.6.2 Principales acciones no estructurales existentes

En la Región Hidrológica XII, "Península de Yucatán", existe un sólo Consejo de Cuenca que se creó el 14 de diciembre de 1999.

Existen otras instancias organizativas para la gestión del agua, como son las Comisiones y los Comités de Cuenca, dichos espacios fueron creados como auxiliares de los Consejos de Cuenca, para atender problemáticas muy específicas en zonas geográficas más localizadas.

En la actualidad, los únicos mecanismos que existen para informar a la sociedad peninsular, son los comunicados de prensa que emiten las

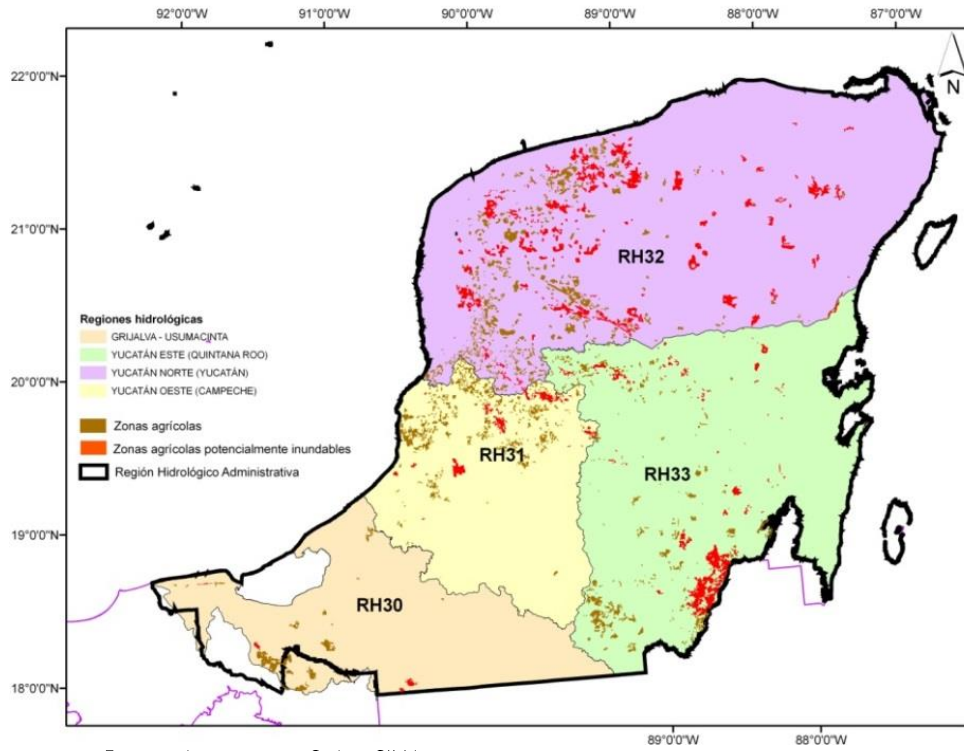
autoridades cada vez que sesiona el Consejo de Cuenca Península Yucatán (una vez al año). En dichas ocasiones las autoridades de la Conagua y los gobernadores de los estados involucrados, dan a conocer los resultados y acuerdos a los que llegaron en la reunión anual. Sin, embargo, no se le da seguimiento informativo al desarrollo y alcances de dichos acuerdos.

3.7 Identificación de actividades productivas actuales en las planicies de inundación

De los 6,906 km² de zonas agrícolas que existen en la región 3,101 Km² se encuentran en zonas con potencial de inundaciones, lo que podría afectar a los principales cultivos de la región como son caña de azúcar, naranja, cítricos asociados, maíz grano y elotero y limón.

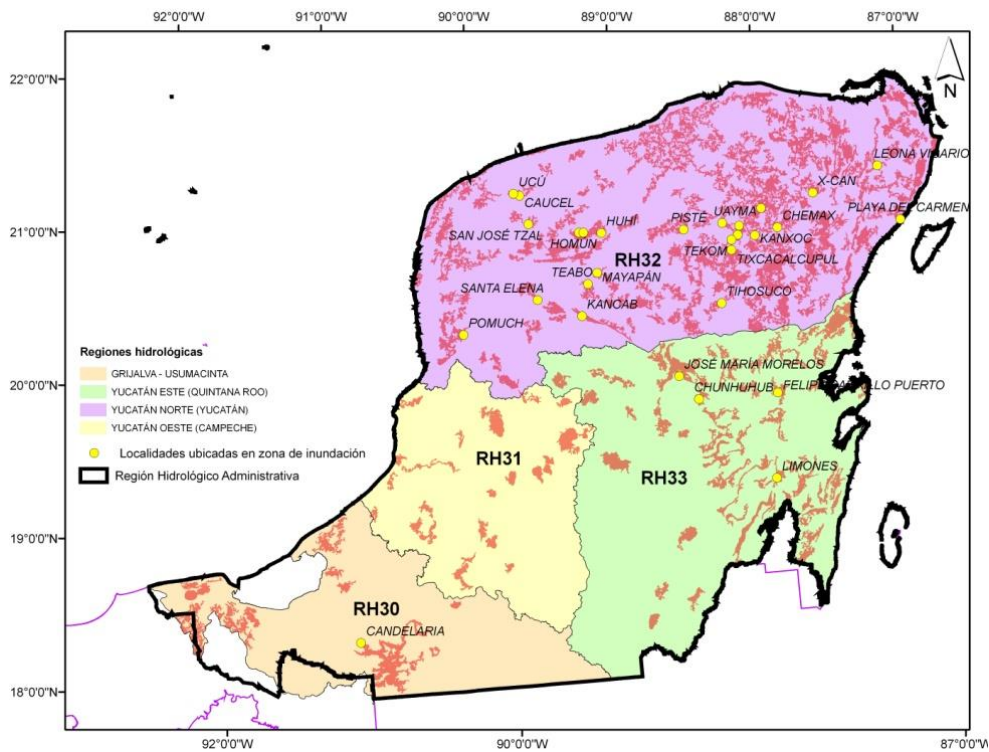
Por otro lado, 1,422 localidades se encuentran en zonas potencialmente inundables, de las cuales 29 son zonas urbanas importantes:

Figura. 3.35 Zonas agrícolas potencialmente inundables



Fuente: Agroasemex S. A. y SINA

Figura. 3.36 Localidades ubicadas en zonas potencialmente inundables



Fuente: Agroasemex S. A. y SINA

Se identifica que en el estado de Campeche, 224 localidades de 10 municipios están ubicadas en zonas potencialmente inundables.

Tabla 3.35 Localidades ubicadas en zonas potenciales de inundación, Campeche

Municipio	Localidades	Población (hab)
Campeche	30	3,176
Candelaria	68	14,669
Carmen	53	445
Champotón	23	1,415
Escárcega	3	12
Hecelchakán	8	10,541
Hopelchén	17	1,468
Palizada	6	47
Tenabo	6	465
Calkiní	10	673
Total	224	32,911

Fuente: Agroasemex S. A. y SINA

Se identifica que en el estado de Quintana Roo 500 localidades de 8 municipios que están ubicadas en zonas potencialmente inundables.

Tabla 3.36 Cantidad de localidades ubicadas en zonas potenciales de inundación, Quintana Roo

Municipio	Localidades	Población (hab)
Benito Juárez	148	7,201
Felipe Carrillo Puerto	89	51,884
Isla Mujeres	24	305
Lázaro Cárdenas	32	7,588
Othón P. Blanco	54	4,977
Solidaridad	56	150,820
Tulum	57	5,454
José María Morelos	40	20,384
Total	500	248,613

Fuente: Agroasemex S. A. y SINA

Para el estado de Yucatán se identifican 697 localidades de 67 municipios que están ubicadas en zonas potencialmente inundables.

Tabla 3.37 Localidades ubicadas en zonas potenciales de inundación, Yucatán

Municipio	Localidades	Población (hab)
Abalá	5	5,314
Acanceh	4	240
Buctzotz	17	294
Cacalchén	1	1
Calotmul	11	1,290
Cansahcab	1	187
Cantamayec	2	413
Cenotillo	7	21
Chankom	2	1,125
Chemax	57	28,541

Municipio	Localidades	Población (hab)
Chichimilá	14	7,051
Chicxulub Pueblo	4	8
Chikindzonot	4	57
Cuncunul	2	51
Cuzamá	5	4,268
Dzemul	1	69
Dzilam de Bravo	6	8
Dzilam González	4	12
Espita	4	1,228
Halachó	1	738
Hocabá	2	1,923
Hunucmá	4	11
Ixil	2	8
Kaua	2	4
Kopomá	1	421
Mayapán	1	3,263
Mérida	27	15,738
Muna	3	15
Oxkutzcab	10	1,697
Panabá	16	60
Peto	4	35
Sacalum	2	149
San Felipe	7	8
Santa Elena	3	3,461
Seyé	8	858
Sucilá	8	18
Suma	1	4
Tahmek	2	4
Teabo	6	6,134
Tecoh	9	5,933
Tekal de Venegas	1	1
Tekax	19	5,328
Tekit	2	8
Tekom	3	2,553
Telchac Pueblo	2	16
Temax	2	223
Temozón	28	3,674
Tetiz	1	777
Ticul	1	6
Tinum	3	5,532
Tixcacalcupul	10	3,927
Tixmehuac	7	963
Tzucacab	3	340
Uayma	1	3,126
Umán	28	797
Valladolid	97	63,754
Yaxcabá	11	3,681
Huhí	3	4,755
Maní	2	953
Río Lagartos	3	5
Tizimin	169	4,886
Celestún	1	1
Dzidzantún	4	7
Homún	7	7,228
Maxcanú	3	1,254
Tahdziú	7	86
Ucú	9	3,466
Total	697	208,007

Fuente: Agroasemex S. A. y SINA

4 Diagnóstico de las zonas inundables

Debido a la ubicación de la región, ésta se ha visto afectada por diversos fenómenos hidrometeorológicos que han generado daños en los tres estados, a continuación se describe a forma en la que se han presentado dichos eventos en cada estado.

Yucatán

Debido a la ubicación geográfica del estado, la mayoría de los eventos hidrometeorológicos se generan en el océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México y en menor escala en el Pacífico.

En la zona sur y centro de la entidad, existen zonas con presencia de suelos de baja permeabilidad, que propicia el escurrimiento hacia sitios más bajos que drenan al acuífero a través de sumideros, los cuales eventualmente, no tienen la capacidad de desalojar dichos volúmenes rápidamente, propiciando inundaciones.

La zona de mayor vulnerabilidad en la entidad, corresponde a la franja costera del estado (380 km), ya que ahí se presentan los efectos de oleaje, marea de tormenta, viento e inundación. Por otro lado, por el tipo de suelo, el cono sur del estado presenta drenaje deficiente, lo que sumado a la presencia de zonas bajas y la construcción de carreteras con estructura de drenaje insuficiente ocasiona la concentración de la lluvia afectando a los poblados de la zona.

Aunado a esto, las lluvias que se presentan en el estado no tienen una distribución homogénea, lo cual perjudican a los cultivos debido a que existen temporadas con escasa precipitación o existen épocas de lluvias intensas, llegando a registrar arriba de los 200 milímetros en 24 horas lo que provoca problemas en las actividades económicas y afecta la salud de la población. Las lluvias son superiores en la zona sur que en el resto del estado.

Quintana Roo

Por su posición geográfica es uno de los estados con mayor probabilidad de sufrir los embates de los fenómenos meteorológicos dentro de la llamada zona intertropical de convergencia,

dentro de esta misma zona se encuentra la zona ciclogénica que es la zona donde se tiene mayor probabilidad de formarse un ciclón tropical considerando las condiciones de temperatura de la superficie del mar (mayor a 26°C), un centro de baja presión inicial (moderado) y una fuerza de Coriolis no nula, aunado a un impulso de giro inicial.

La zona de impacto en Quintana Roo es amplia, por tener alrededor de 960 Km de costa. Esto hace que sus principales poblaciones localizadas en la zona costera como son: Chetumal, Cozumel, Cancún, Isla Mujeres, Playa del Carmen, Tulum, Isla Holbox y Puerto Juárez (juntas concentran al 65 % de la población de todo el estado) sean las de mayor probabilidad de sufrir los embates de los ciclones tropicales entre junio y noviembre de cada año.

En muchas de las ocasiones el paso de los ciclones Tropicales que afectan a Quintana Roo, dado la intensidad de los vientos y las intensas precipitaciones pluviales, provocan inundaciones y daños a la infraestructura, paralizando todas las actividades productivas del estado, por otro lado existe otro fenómeno dado por la incidencia de precipitaciones pluviales extraordinarias, las cuales son un factor de impacto para considerar debido a que el Estado de Quintana Roo es igualmente vulnerable a este tipo de fenómenos meteorológicos, en cualquier periodo de tiempo lluvioso.

Campeche

El estado de Campeche tiene una topografía sensiblemente plana, con el aumento de población en los últimos años se han ido habitando gran cantidad de lomeríos, sin embargo, debido a que el suelo es de origen calizo presenta bastante estabilidad a pesar de las lluvias provocadas por fenómenos meteorológicos extremos, la zona de bajo riesgo se encuentra en la llamada zona de los ríos que abarca los municipios de Champotón, Carmen, Candelaria y Palizada, donde se ubican las principales corrientes. En estos sitios, la población se ha ubicado en las riberas para tener acceso al agua y utilizarla en labores agrícolas, de ganadería y pesca, lo cual la coloca en situación de riesgo debido a las crecientes que cada año se presentan en mayor o menor grado.

El proceso de urbanización acelerado en las últimas décadas, ha propiciado los daños potenciales que pueden provocar los ciclones en áreas densamente pobladas, las poblaciones que han presentado los problemas más críticos son las ciudades: San Francisco de Campeche, Carmen, Champotón, Escárcega, Palizada y Candelaria; dichos daños son generados por intensas lluvias y dependen de la concentración de los escurrimientos, la capacidad de drenaje de la propia cuenca y sobre todo del libre tránsito del agua a través de las zonas urbanas .

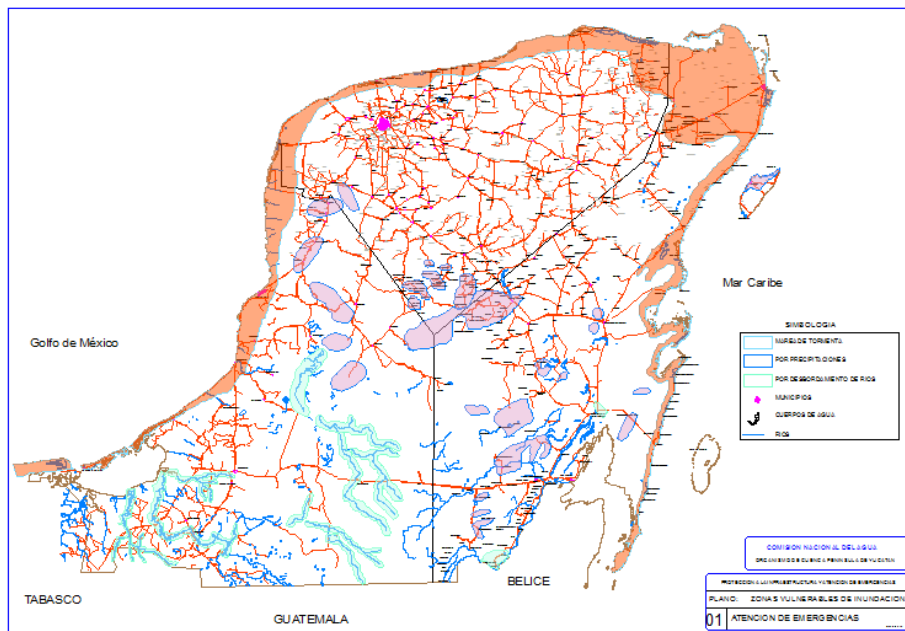
En las ciudades de San Francisco de Campeche, Champotón, Escárcega, Hopelchén y Xpujil existe riesgo de inundación debido a las malas con-

diciones en las que se encuentra la infraestructura hidráulica o la insuficiencia de la misma.

En las ciudades de Candelaria y Palizada, existe el riesgo de afectación por el desbordamiento de ríos, así también gran cantidad de asentamientos humanos que se ubican en las riberas de sus cauces. Estos ríos, por ser de poca pendiente van depositando los sólidos en suspensión en todo su trayecto hasta llegar a su desembocadura por lo que se puede apreciar una gran cantidad de azolve, ocasionando reducción en la capacidad de drenaje.

En las ciudades de Carmen y San Francisco de Campeche, existe riesgo de afectación por marea de tormenta, tanto por frentes fríos como por huracanes.

Figura. 4.1 Zonas vulnerables a fenómenos meteorológicos



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2013

4.1 Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas

Las consecuencias de las crecidas que terminan en inundaciones es variable: ya sea en lesiones a personas, pérdidas masivas de cultivos o ganado, daños a infraestructuras o efectos ambientales a escala local o regional. Por tal motivo es vital aunar esfuerzos para monitorear y dar seguimiento al comportamiento del agua, de tal manera que los datos, la información y el cono-

cimiento hidrológico, hidrogeológico y oceanológico, permitan obtener mejores estimaciones y pronósticos, y con soporte en indicadores del recurso hídrico se concrete una administración del agua y gestión del recurso hídrico con decisiones mucho más provechosas en el futuro cercano.

Para monitorear y dar seguimiento a los eventos hidrometeorológicos que afectan a la región XII, se cuenta con una red meteorológica compuesta por estaciones climatológicas: conven-

cionales y automáticas; estaciones hidrométricas; observatorios meteorológicos; radares y estaciones de radiosondeo, en las siguientes secciones se presenta la situación actual en la que se encuentran.

4.1.1 Estaciones convencionales

La red de estaciones convencionales que se ubican en el estado de Campeche se detecta que carecen de equipo actualizado, debido a que los que utilizan son antiguos, con más de 20 años de uso. De manera general en la región se identifica la problemática siguiente:

- Los recursos que se asignan para mantenimiento y rehabilitación de las estaciones climatológicas son insuficientes, irregulares y no se cuenta con una adecuada programación.
- La asignación de equipo para las estaciones convencionales es irregular e insuficiente, ya que no atienden las demandas solicitadas.
- El personal que supervisa la operación de las redes convencionales es insuficiente y con sobrecarga de trabajo por atender otras actividades.

- La generación de información no es totalmente confiable debido a falta de interés del personal que la opera por pagos insuficientes, así como a la escasa supervisión.
- El esquema de gratificados presenta dificultades administrativas, jurídicas y técnicas, ya que el monto de gratificación no se ha actualizado y desde el punto de vista jurídico los equipos están instalados en terrenos particulares, sin ningún sustento legal, y técnicamente no existe un mecanismo que garantice la calidad y continuidad de los datos.
- Insuficiente asignación de vehículos apropiados para la supervisión.
- Los equipos de radiocomunicación son objeto de vandalismo, robos, por tal motivo existe carencia de información en tiempo real.

4.1.2 Estaciones hidrométricas

De las 9 estaciones que conforman la red hidrométrica de la región, 4 de ellas no cuentan con equipo actualizado (tienen más de 20 años de uso), estas estaciones están a cargo de la dirección local de Campeche (ver Tabla 4.1).

Tabla 4.1 Estaciones que presentan problemas en Campeche

No	Nombre	Municipio	Estado	Problema detectado	Causas
1	Palizada	Palizada	Campeche	El equipo no está actualizado	Falta de recurso para la actualización del equipo
2	Candelaria	Candelaria			
3	Canasayab	Chamotón			
4	Mamantel	Carmen			

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2013

La problemática general de la red se resume en que el equipo no está operando al 100 %

Tabla 4.2 Estaciones que presentan problemas en la región

No	Nombre	Municipio	Estado	Operador/ Estación	Causas
1	Palizada	Palizada	Campeche	CONAGUA /DLCAMP	Falta de personal operativo (Candelaria, Chamotón) por jubilación del personal existente.- Suspensión de aforos por beneficios sindicales.- Comunicación inadecuada por Falta de equipo de radiocomunicación.- No hay infraestructura apropiada para realizar los aforos.
2	Candelaria	Candelaria	Campeche	CONAGUA /DLCAMP	
3	Canasayab	Chamotón	Campeche	CONAGUA /DLCAMP	
4	Mamantel	Carmen	Campeche	CONAGUA /DLCAMP	
5	Huay-Pix	Othón P. Blanco	Quintana Roo	CONAGUA	
6	Juan Sarabia	Othón P. Blanco	Quintana Roo	CONAGUA	
7	Ucum	Othón P. Blanco	Quintana Roo	CONAGUA	
8	Agua Dulce	Othón P. Blanco	Quintana Roo	CONAGUA	
9	La Unión	Othón P. Blanco	Quintana Roo	CONAGUA	

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2013

4.1.3 Observatorios meteorológicos

La región cuenta con seis observatorios que tienen una operación deficiente debido a las

causas que se muestran en la

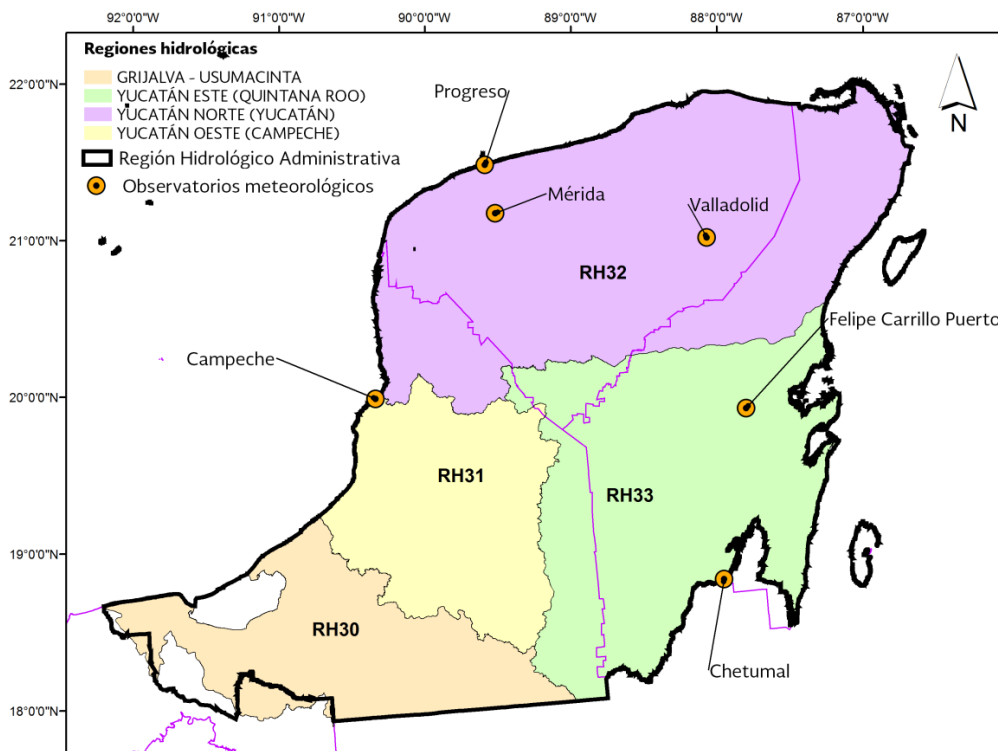
Tabla 4.3

Tabla 4.3 Observatorios meteorológicos que presentan problemas en la región

Nombre	Estado	Problema detectado	Causas
Mérida	Yucatán	Deficiente operación	Falta personal técnico para emitir datos en forma continua durante las 24 h. Equipos e instrumental obsoletos. Falta de mantenimiento para el inmueble y la sustitución de los equipos e instrumental. Insuficiencia e irregularidad de recursos para la adquisición de equipo y modernización de los mismos.
Progreso	Yucatán		
Valladolid	Yucatán		
San Francisco de Campeche	Campeche		
Chetumal	Quintana Roo		
Felipe Carrillo Puerto	Quintana Roo		

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2013

Figura. 4.2 Observatorios meteorológicos con problemas de operación



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2013

4.1.4 Radares

Aun cuando la región cuenta con dos radares que cubren la mayor parte de la zona, falta cubrir parte de los municipios de Progreso, Mérida, Telchac Puerto, Sisal, Celestún.

De manera general los problemas para los dos radares son los siguientes:

- Falta de presupuesto para el mantenimiento del inmueble
- Falta de presupuesto para mantenimientos preventivos y correctivo del inmueble y dispositivos.

- Falta de comunicación alterna que garantice el servicio continuo para transmisión de datos
- Falta de vehículos que operen en condiciones adecuadas.

- Falta de personal técnico que reporte errores o que los corrija.
- Falta de capacitación para el personal.

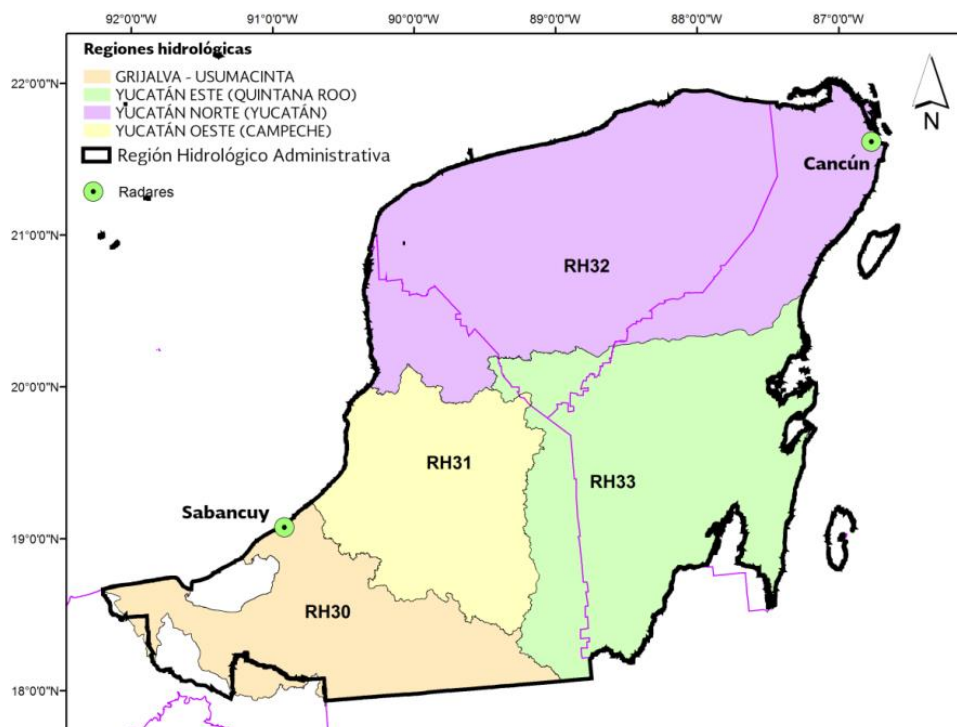
De los radares existentes se detectaron los siguientes problemas:

Tabla 4.4 Radares que presentan problemas en la región

Nombre	Municipio	Estado	Problema detectado	Causas
Campeche	Campeche	Campeche	Deficiente operación	No existe un responsable que lleve el control de la estación sobre todo en caso de falla se vuelve un problema para hacer valer la garantía del equipo.
Cancún	Cancún	Quintana Roo	Operación intermitente	El terreno donde se ubica es una zona inundable

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2013

Figura. 4.3 Radares con deficiente operación



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2013

4.1.5 Estaciones automáticas

La red de estaciones automáticas existentes, además de no transmitir los datos en tiempo

real, no cubren toda la región y no cuentan con un programa de mantenimiento preventivo.

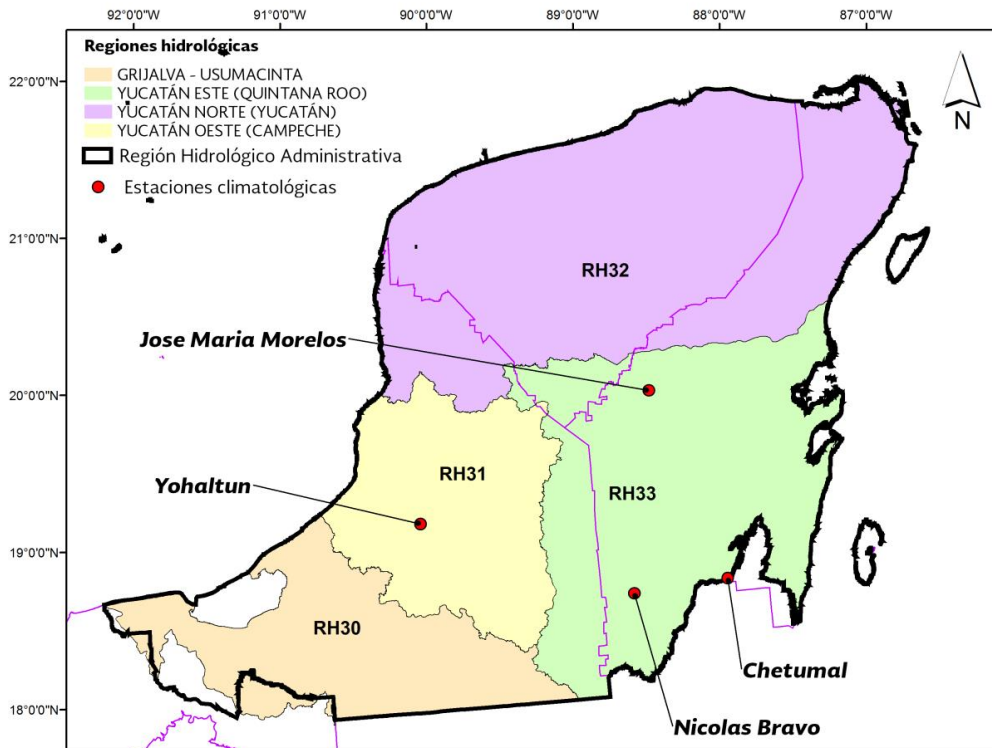
Las estaciones que actualmente requieren de instrumentos y/o equipo se muestran en la Tabla 4.5

Tabla 4.5 Estaciones automáticas que presentan problemas en la región

Nombre	Municipio	Estado	Operador/Estación	Problema detectado	Causas
Yohaltum	Champotón	Campeche	CONAGUA/ SMNSE-MAR/CONANP	No operan	El equipo está dañado
Chetumal	Othón P. Blanco	Quintana Roo	CONAGUA		La batería no funciona.
Nicolás Bravo	Othón P. Blanco				
José María Morelos	José María Morelos				

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2013

Figura. 4.4 Estaciones climatológicas que presentan problemas



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2013

4.1.6 Estaciones de radiosondeo

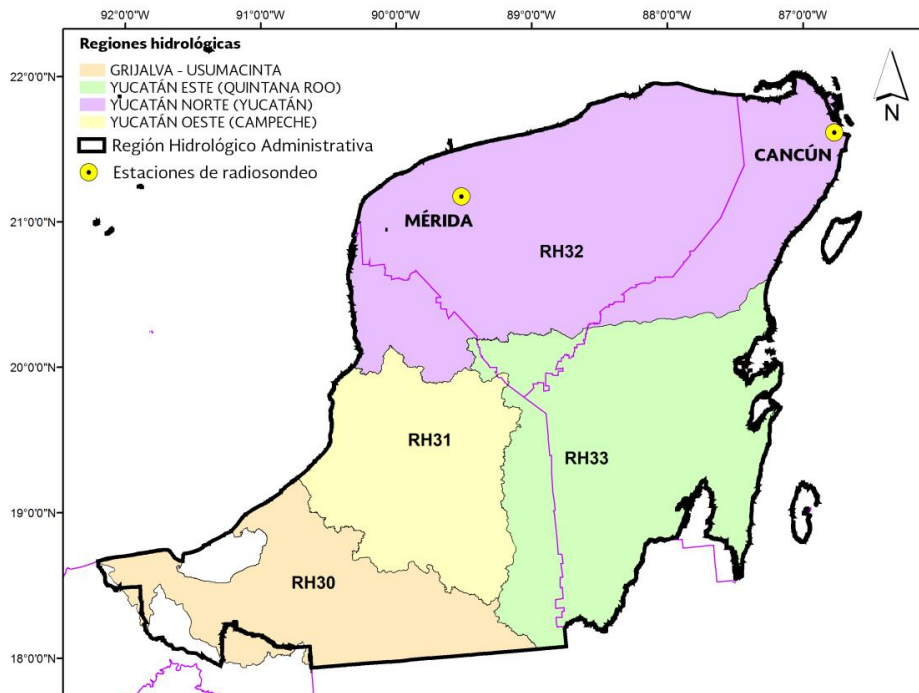
Como puede observarse en la Tabla 4.6, la región cuenta con dos estaciones de radio sondeo que requieren recursos para mantenimiento y capacitación.

Tabla 4.6 Estaciones de radiosondeo que presentan problemas en la región

Nombre	Municipio	Estado	Problema detectado	Causas
Radiosondeo – viento	Mérida	Yucatán	No operaran eficientemente	-No cuentan con recursos para el mantenimiento del inmueble - Falta capacitación al personal para operar y dar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo
Radiosondeo	Cancún	Quintana Roo		- No cuentan con recursos para el mantenimiento del inmueble - Falta capacitación al personal para operar y dar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo - Se requiere cambiar la planta generadora de hidrógeno.

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2013

Figura. 4.5 Estaciones de radiosondeo con problemas en la operación



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2013

4.2 Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana

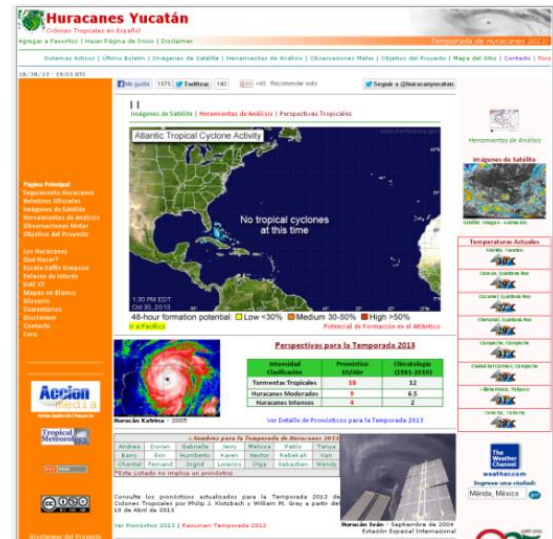
En los tres estados que componen la Región Hidrológica Administrativa de Península de Yucatán se llevan diferentes acciones para atender el pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana.

En el estado de Yucatán existe un “Manual de Administración de Emergencias Meteorológicas para la Península de Yucatán” (MAEMPY), en el que se especifican las actividades que cada una de las áreas del Organismo de Cuenca que deben realizar en las distintas etapas de alertamiento por ciclón tropical.

Además cuenta con un Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales el cual entra en funcionamiento cuando el ciclón se encuentra aproximándose o alejándose del territorio nacional o acercándose a un Área afectable. Funciona por medio de 5 fases en 2 etapas.

La Dirección General de Protección Civil (DGPC) es la única instancia que determine la etapa que corresponda y lo hará a través de los "Boletines de Alertamiento de Protección Civil", mismos que contendrán la información que la DGPC Considere pertinente, así como las etapas de alertamiento que correspondan a las áreas afectables. Esta información sirve

como base para la operación y desarrollo de las medidas a tomar correspondientes.



El nivel de alerta de cada fase es:

- Azul. Peligro mínimo
- Verde. Peligro bajo
- Amarilla. Peligro moderado
- Naranja. Peligro alto
- Roja. Peligro alto

Tabla 4.7 Fase de acercamiento - Parte delantera del Ciclón

	Detección ó más de 72 hrs.	72 a 60 horas	60 a 48 horas	48 a 36 horas	36 a 24 horas	24 a 18 horas	18 a 12 horas	12 a 6 horas	menor a 6 horas
Tormenta Tropical	Blue	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Orange	Red
Huracán Cat. 1	Blue	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Red
Huracán Cat. 2	Blue	Green	Green	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange	Red
Huracán Cat. 3	Blue	Green	Green	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange	Red
Huracán Cat. 4	Blue	Green	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange	Red	Red
Huracán Cat. 5 +	Blue	Green	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Red	Red	Red
Etapa ->	Aviso	Prevención	Preparación	Alarma	Alarma	Afectación	Afectación	Afectación	Afectación

Fuente: Protección Civil Yucatán, Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales.2013

Tabla 4.8 Fase de alejamiento - parte trasera del Ciclón

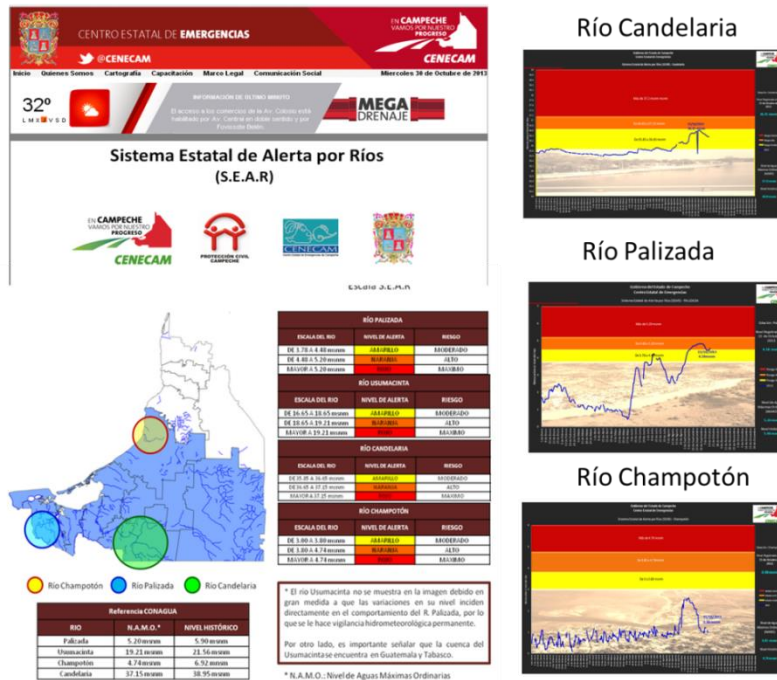
	0 a 100 km.	100 a 150 km.	150 a 200 km.	200 a 250 km.	250 a 300 km.	300 a 350 km.	350 a 400 km.	400 a 500 km.	500 a 750 km.	Mayor a 750 km.
Tormenta Tropical	Red	Orange	Light Orange	Yellow	Light Green	Green	Dark Green	Blue	Dark Blue	Very Dark Blue
Huracán Cat. 1	Red	Orange	Light Orange	Yellow	Light Green	Green	Dark Green	Blue	Dark Blue	Very Dark Blue
Huracán Cat. 2	Red	Red	Light Orange	Yellow	Light Green	Green	Dark Green	Blue	Dark Blue	Very Dark Blue
Huracán Cat. 3	Red	Red	Light Orange	Yellow	Light Green	Green	Dark Green	Blue	Dark Blue	Very Dark Blue
Huracán Cat. 4	Red	Red	Red	Light Orange	Yellow	Light Green	Dark Green	Blue	Dark Blue	Very Dark Blue
Huracán Cat. 5 +	Red	Red	Red	Red	Light Orange	Yellow	Dark Green	Blue	Dark Blue	Very Dark Blue
Etapa ->	Afectación			Alarma			Seguimiento	Vigilancia	Monitoreo	

Fuente: Protección Civil Yucatán, Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales.2013

En Campeche, los sistemas de alertamiento existentes son prioritarios para efectuar los trabajos de mantenimiento, así como de cambio de instrumentos meteorológicos para su correcta operación. El estado cuenta con un Sistema Estatal de Alerta por Ríos

(S.E.A.R) el cual está accesible a través de CENECAMP, consiste en la emisión de alertas en base al nivel de peligro que represente el comportamiento en la escala diaria de los principales ríos del estado cuando se encuentren en su nivel de aguas Máximas ordinarias.

Figura. 4.6 Interfaz del Sistema Estatal de alerta por Ríos, Campeche



En el estado de Quintana Roo, se hace uso del Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales (SIAT CT) que es un sistema que reúne información que permite advertir sobre situaciones de riesgo a la población, permite la elección de respuestas apropiadas. Se compone de dos tablas de alertamiento, una de acercamiento y otra de alejamiento, que indican en qué etapa se encuentra el ciclón

tropical. Sin embargo, aun cuando se tiene toda esta infraestructura a disposición de la ciudadanía, no es suficiente; la población reclama más eficiencia para atender las contingencias, y que se implementen los mecanismos necesarios para la interacción entre la CONAGUA, el gobierno del Estado y la ciudadanía.

Figura. 4.7 Interfaz del Sistema Estatal, Quintana Roo



4.3 Funcionalidad de las acciones estructurales y no estructurales existentes

Por la alta vulnerabilidad que presenta la región ante fenómenos hidrometeorológicos, se requiere contar con una adecuada infraestructura con el objetivo de proteger a centros de población y áreas productivas, sin perder de vista el mantenimiento que se debe dar a las mismas.

En general el Centro Regional de Atención a Emergencias del Organismo de Cuenca Península de Yucatán opera de manera aceptable, sin embargo, en ocasiones no se cumplen las

expectativas que demanda la población, porque aun cuando se atiende las situaciones de emergencia, no se atienden de manera expedita, debido a la distancia y tiempo de traslado. Por otra parte es necesaria la actualización de los diagnósticos de la infraestructura vigente para la elaboración de un adecuado programa de mantenimiento de dicha infraestructura.

A continuación se presentan las obras de infraestructura existentes en la región que presentan daños o ineficiencias que impiden su correcto funcionamiento, dicha información se muestra por estado.

4.3.1 Equipos para atención de emergencias

Actualmente se cuenta con equipo especializado para la atención de emergencias, sin embargo es necesaria la actualización y ampliación del mismo, esto con el fin de apoyar más a la población en caso de un siniestro.

Equipos para atención de emergencias

Actualmente en la región se cuenta con equipo especializado para la atención de emergencias el cual se describe en la siguiente tabla, indicando la cantidad en cada estado.

Tabla 4.9 Equipo existente para la atención de emergencias

Equipo	Quintana Roo	Campeche	Yucatán	Total
Generadores de energía eléctrica	1	3	8	12
Generadores portátil e/eléctrica (gasolina)	6			6
Planta Potabilizadora Portátil		4	17	21
Motobomba 3"	3	1		4
motobomba charquera de 2"		2		2
Motobomba Autocebante de 3" Ø			16	16
Motobomba Autocebante de 4" Ø		1	1	2
Motobomba Autocebante de 6" Ø		3	4	7
Motobomba Autocebante de 8" Ø		3	1	4
Estación de Bombeo Hydraflo de 18"Ø		4	2	6
Tracto-camión 5a. Rueda y cama baja			1	1
Torre de Iluminación		1	2	3
Tanque de combustible de 3,000 l			1	1
Camión Pipa 10,000 l		1		1
Camión Pipa 20,000 l		1		1
Retroexcavadora			1	1
Camión plataforma con grua hiab		2	1	3
Camión plataforma			1	1
Camión Aquatech			1	1
Polipasto para 6 ton		1	1	2
Lancha		2	3	5
Motor fuera de borda		2 (20 y 65 hp)	1 (25 hp)	3
Remolque		1		1
Camión 3 ton		1	1	2
Total	10	30	62	104
Personal				
Personal Chetumal	7			7
Personal Cancún	4			4
Personal Mérida			26	26
Personal Campeche		11		11
Total	11	11	26	48

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012.

4.3.2 Yucatán

Tabla 4.10 Infraestructura que presentan problemas en el estado de Yucatán

Municipio	Localidad	Obra de protección o drenaje pluvial	Clasificación	Problema detectado	Causas
Tzucacab y Tekax	Cono sur	Dren parcelario del Cono Sur (9 Km), Desemboca en dos sumideros naturales	Dren parcelario	Infraestructura en malas condiciones de operación	Falta mantenimiento.
San Felipe	San Felipe	Muro de protección de 2 m y 2400 m de longitud	Obra de protección	Opera sin problemas	
San Felipe	San Felipe	Drenaje pluvial de San Felipe	Drenaje pluvial	Opera sin problemas	
Río Lagartos	Río Lagartos	Muro de protección de 2100 m de longitud y 2 m	Obra de protección	Opera sin problemas	

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012

4.3.3 Campeche

Tabla 4.11 Infraestructura que presentan problemas en el estado de Campeche

Municipio	Localidad	Obra de protección	Clasificación	Problema detectado	Causas
Campeche	San Francisco de Campeche	Red de drenaje de canales: ría Universidad y Plan Chac	Red de drenaje	Operación deficiente	La capacidad para desalojar aguas pluviales es insuficiente
Campeche	San Francisco de Campeche	Red de drenajes centro, Lázaro Cárdenas, sistema Centro, Patricio Trueba	Red de drenaje	Operación deficiente	La capacidad del sistema pluvial es insuficiente
Campeche	San Francisco de Campeche	Red de drenaje Presidentes de México	Red de drenaje	Fuera de operación	No está funcionando por estar en construcción
Champotón	Champotón	Red de drenaje costero (tres canales 1 a cielo abierto 2 entubados)	Red de drenaje	Operación deficiente	Falta mantenimiento
Carmen	Carmen	Red de drenaje de canales: Av. Contadores, Tierra y Libertad	Red de drenaje	Operación deficiente	La red requiere limpieza
-	-	Arroyo la caleta (drenaje natural)	Red de drenaje	Operación deficiente	Requiere limpieza y desazolve
Palizada	Palizada	Reconstrucción de bordos en palizada	Bordo		Requiere reconstrucción
Palizada	Palizada	Desazolve arroyo viejo	Desazolve		Requiere excavaciones en dren
Palizada	Palizada	Reconstrucción de muro de contención	Muro de contención		Requiere reconstrucción
Candelaria	Candelaria	Desazolve del arroyo efluente al río candelaria	Desazolve		Requiere excavaciones en dren
Palizada	Palizada	Bordos del río palizada dañados	Mantenimiento de bordo		Requiere reconstrucción
Tenabo, Campeche y Hopelchén	Tenabo, Campeche y Hopelchén	Dren principal DTT Río Verde	Canalización	Opera sin problemas	
Champotón	Champotón	Tajo de Alivio	Canalización	Opera regularmente	
Campeche	San Francisco de Campeche	Encauzamiento Ría de San Francisco	Encauzamiento		

Fuente: Conagua. Dirección Local Campeche, 2013

4.3.4 Quintana Roo

Tabla 4.12 Infraestructura que presentan problemas en el estado de Quintana Roo

Municipio	Localidad	Obra de protección	Clasificación	Problema detectado	Causa
Othón Pompeyo Blanco	Chetumal	Bahía-Río Hondo	Protección de zona urbana y vialidades		
	Unión	Arroyo Azul			
	Sarabia	Río Hondo			
	Sacxan				
	Palmar				
	Ramonal				
	Allende				
	Cacao				
	Cocoyol				
	Botes				

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2012. Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

4.4 Identificación de los actores sociales involucrados en la gestión de crecidas

Los actores sociales que intervienen, antes, durante y después de un evento de inundación pueden ser organizaciones civiles, asociaciones de productores, asociaciones vecinales, personas que habitan en zonas de riesgo de inundación, etc. Para esta Región no se cuenta con

información para identificar las formas de participación de estas asociaciones.

4.5 Identificación de la vulnerabilidad a las inundaciones

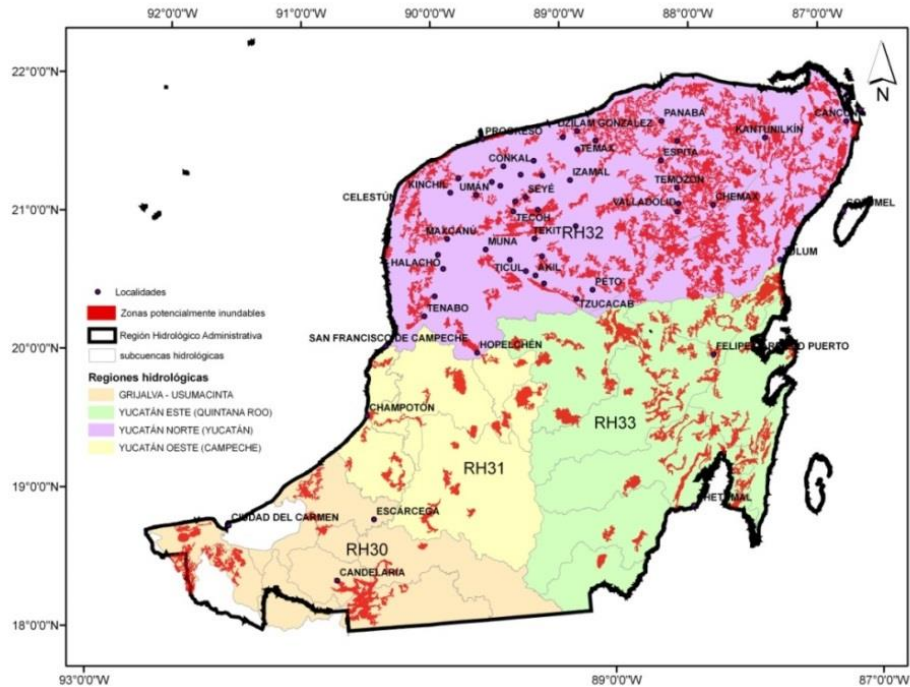
De acuerdo al Mapa Nacional de Índice de Inundación en la RHA XII existe una extensa superficie de aproximadamente 21,018.50 km² de zonas potencialmente inundables, aproximadamente 15 % de la superficie de la RHA.

Tabla 4.13. Áreas potencialmente inundables de las regiones hidrológicas

Región hidrológica	Cuenca hidrológica	Área de la cuenca (Km ²)	Área potencialmente inundable (Km ²)	%
Grijalva - Usumacinta	L. de Términos	21,022.25	1,878.12	1.61
Yucatán Norte (Yucatán)	Quintana Roo	14,252.39	4,355.74	3.74
	Yucatán	41,900.06	8,909.45	7.66
	Sub-total	56,152.45	13,265.19	11.40
Yucatán Este (Quintana Roo)	Cuencas Cerradas	18,170.81	2,729.30	2.35
	Bahía de Chetumal y Otras	20,727.60	1,748.83	1.50
	Sub-total	38,898.41	4,478.12	3.85
Yucatán Oeste (Campeche)	Cuencas Cerradas	10,709.30	533.82	0.46
	R. Champotón y Otros	10,615.96	863.24	0.74
	Sub-total	21,325.26	1,397.06	1.20
Total general		116,376.12	21,018.49	18.06

Fuente: Agroasemex S. A. 2010

Figura. 4.8 Zonas potencialmente inundables



Fuente: Agroasemex S. A, 2010

4.5.1 Índice de vulnerabilidad

Desde el punto de vista hídrico, la península de Yucatán tiene una vulnerabilidad alta debido a que se encuentra expuesta al embate periódico de fenómenos hidrometeorológicos extremos. Debido a lo anterior es importante tener una idea sobre la respuesta que podría tener la población ante dichos eventos, considerando la condición socioeconómica en la que se encuentra (la que la hace más o menos vulnerable), por lo que se debe estimar un índice de vulnerabilidad que permita, con base en ello, establecer los planes de emergencia, sistemas de alerta temprana y medidas necesarias para proteger en primera instancia a los más desprotegidos. Para calcular la vulnerabilidad de la población ante el fenómeno de inundación se deben considerar diversos factores económicos, sociales, el grado de conectividad de la zona y las condiciones materiales del lugar que se habita.

$$I_{Vul} = I_{Pei}_i + I_{Vph_S_Serv}_i + I_{Vph_PisoTi}_i + I_{P_0a5_60yMa}_i + I_{GraProNoEs}_i + I_{PSinDer}_i + I_{Vph_SinBien}_i + I_{PCon_Lim}_i$$

Donde:

I_{VUL} = índice de vulnerabilidad

I_{PEI} = índice de población económicamente inactiva.

$I_{VPH_S_SERV}$ = Índice de viviendas particulares habitadas que no tienen luz eléctrica, agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno, así como drenaje.

I_{VPH_PISOTI} = Índice de viviendas particulares habitadas con piso de tierra.

$I_{P_0A4_60YMAS}$ = Índice de población menor a 5 años y mayor a 60 años.

$I_{GRADOPRONOES}$ = Índice del grado promedio de no escolaridad en un rango de 0 a 1.

$I_{VPH_SINBIEN}$ = Índice de viviendas particulares habitadas que no disponen de radio, televisión, refrigerador, lavadora, automóvil, computadora, teléfono fijo, celular ni internet.

I_{PCON_LIM} = Índice de personas que tienen dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana.

Nota: el índice de cada variable se divide entre nueve por ser este el número de variables y asignarles el mismo peso a cada una. Los índices oscilan en un rango de 0 a 1.

Para equilibrar el grado de importancia de cada una de las variables que determinan el índice de

vulnerabilidad con respecto a las otras, se les asigna un valor que de más peso a las condiciones físicas o limitaciones que pueden existir en la población, para ello se utilizaron los valores mostrados en la tabla.

Tabla 4.14 Asignación de pesos a los índices para el cálculo de la vulnerabilidad

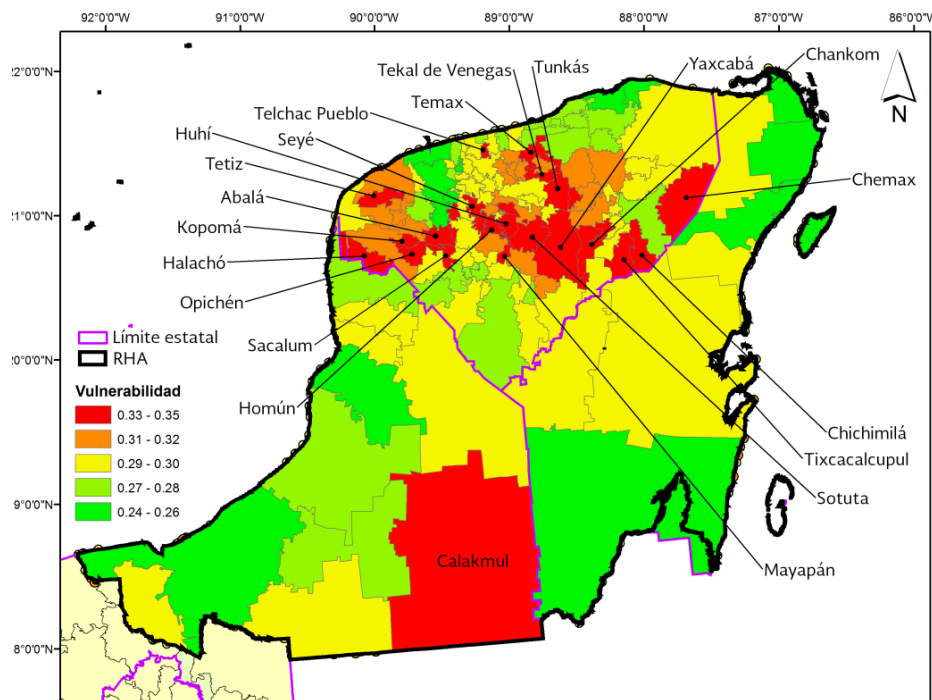
Índice	Peso asignando
I_P_OA4_60YMAS	0.18
I_PCON_LIM	0.2
I_GRAPRONOES	0.09
I_PEI	0.14
I_PSINDER	0.14
I_VPH_PISOTI	0.08
I_VPH_S_SERV	0.08
I_VPH_SNBIEN	0.09

Fuente: IMTA, 2013.

Índice de vulnerabilidad social

Haciendo un análisis nacional se definieron los niveles de vulnerabilidad en bajos (0-0.25), media (>0.25 y ≤ 0.35), alta (≤ 0.35 y ≤ 0.45) y muy alta (>0.45); la RHA 12 presenta vulnerabilidad social media y baja, debido a que el índice estimado a nivel municipal no rebasa los 0.35. Los municipios que presentan un mayor índice de vulnerabilidad con respecto a la región, en su mayoría están ubicados en el estado de Yucatán.

Figura. 4.9 Municipios que presentan mayor vulnerabilidad social a nivel municipal, análisis regional

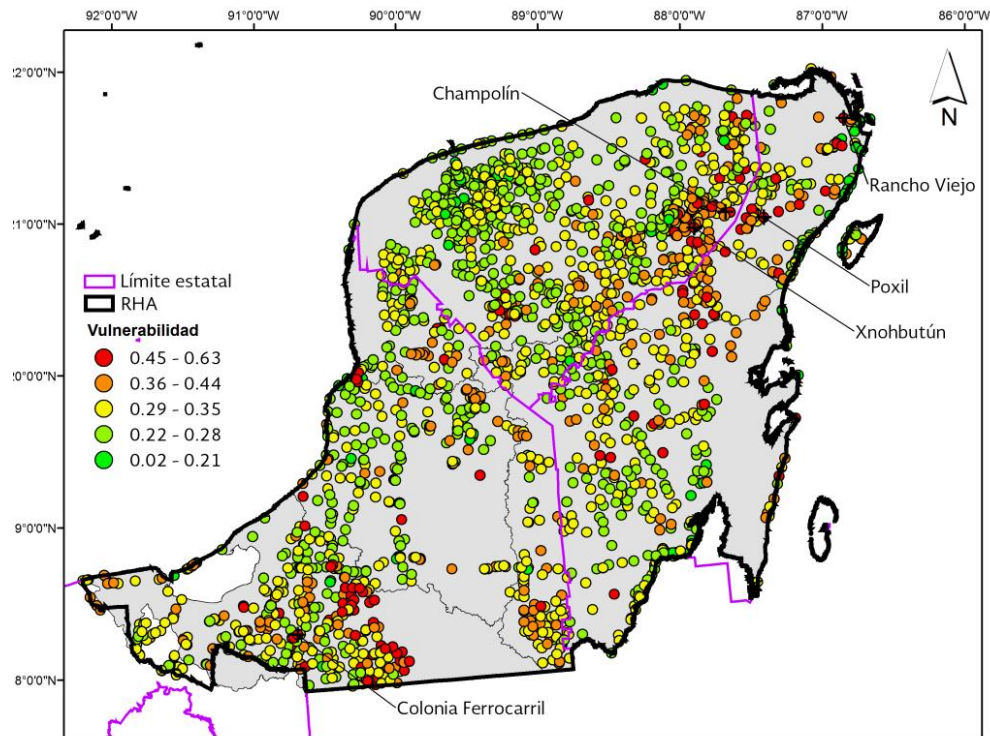


Fuente: IMTA, 2013. Elaborado con información de INEGI 2010 e INE 2010

A nivel localidad, la vulnerabilidad social se encuentra en un rango de 0.02 a 0.63, la población más vulnerable en caso de que se presente este fenómeno está ubicada al sur de Campeche y al norte de Yucatán, siendo 5 localidades las que presentan una vulnerabilidad muy alta con respecto al rango nacional.

Como puede observarse en el mapa, existen pocas localidades altamente vulnerables socialmente a fenómenos hidrometeorológicos, sin embargo, existe un nivel de vulnerabilidad que hay que considerar en el momento de identificar y/o proponer las medidas.

Figura. 4.10 Índice de vulnerabilidad a nivel localidad



Fuente: Elaborado con información de INEGI 2010 e INE 2010. IMTA 2013

4.5.2 Valor del Producto Interno Bruto (PIB) en zonas inundables

El producto interno bruto (PIB) es una medida económica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final de un país durante un periodo de tiempo, generalmente un año.

El PIB es usado como una medida del bienestar material de una sociedad y es objeto de estudio de la economía. El PIB más alto está en la zona suroeste de la Península de Yucatán, que se refiere a la zona aledaña a la Laguna de Términos y en Ciudad del Carmen. Otros valores altos del PIB se ven reflejados en las zonas turísticas de la región.

Figura. 4.11 Zonas inundables con su respectivo valor de PIB

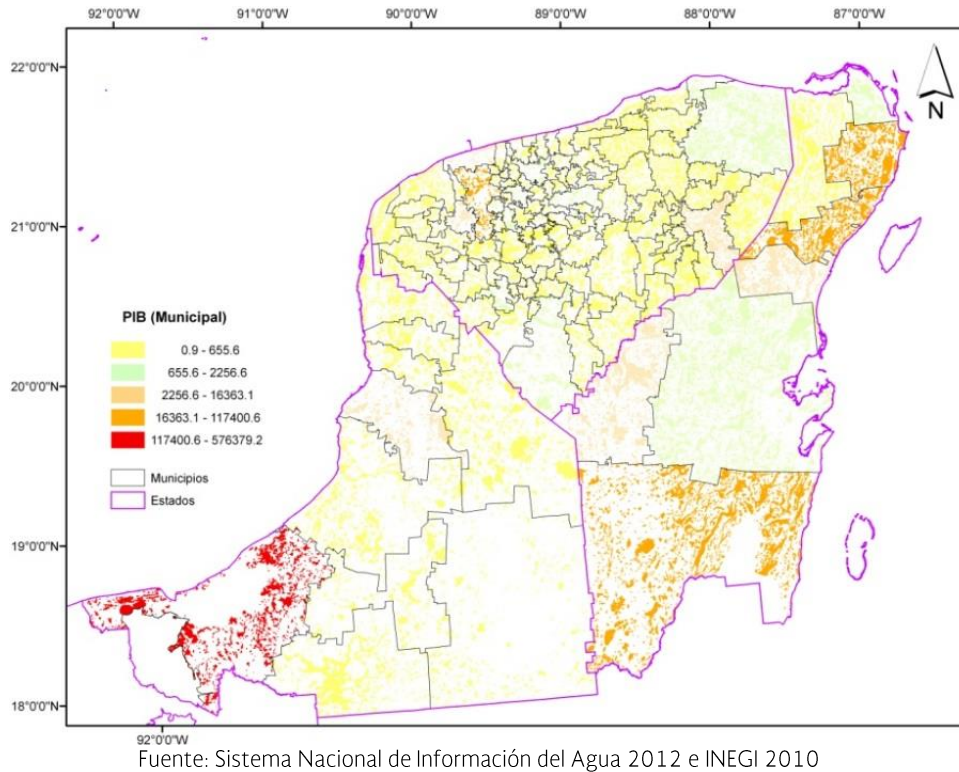


Tabla 4.15. Valor del PIB en municipios con áreas de más del 30% de inundación

Municipio	Población	Estado	PIB (millones de pesos)	% de zona inundable
Benito Juárez	661176	Quintana Roo	82,425.18	0.36
Solidaridad	159310	Quintana Roo	27,828.83	0.36
Tulum	28263	Quintana Roo	5,305.81	0.36
Valladolid	74217	Yucatán	3,218.59	0.51
Tizimín	73138	Yucatán	2,256.63	0.33
Isla Mujeres	16203	Quintana Roo	1,787.15	0.33
Ticul	37685	Yucatán	1,544.53	0.32
Acanceh	15337	Yucatán	1,497.36	0.38
Maxcanú	21704	Yucatán	515.02	0.31
Celestún	6831	Yucatán	485.04	0.48
Baca	5701	Yucatán	444.41	0.31
Centla	102110	Tabasco	437.01	0.48
Dzilam de Bravo	2463	Yucatán	309.70	0.32
Lázaro Cárdenas	25333	Quintana Roo	296.66	0.31
Temozón	14801	Yucatán	267.57	0.51
Tekit	9884	Yucatán	264.49	0.37
Muna	12336	Yucatán	216.51	0.31
Tinum	11421	Yucatán	208.90	0.37
Akil	10362	Yucatán	192.65	0.34
Chemax	33490	Yucatán	115.25	0.43
Espita	15571	Yucatán	111.90	0.39
Conkal	9143	Yucatán	110.26	0.33
Tecoh	16200	Yucatán	108.35	0.52
Buctzotz	8637	Yucatán	105.80	0.51

Municipio	Población	Estado	PIB (millones de pesos)	% de zona inundable
Abalá	6356	Yucatán	64.84	0.46
Seyé	9276	Yucatán	64.24	0.33
Sucilá	3930	Yucatán	60.74	0.46
Dzilam González	5905	Yucatán	55.48	0.52
Dzán	4941	Yucatán	52.79	0.36
Homún	7257	Yucatán	52.77	0.52
Teabo	6205	Yucatán	50.57	0.43
Panabá	7461	Yucatán	50.54	0.38
Maní	5250	Yucatán	47.20	0.33
Telchac Pueblo	3557	Yucatán	47.04	0.39
Huhí	4841	Yucatán	44.95	0.34
Tekantó	3683	Yucatán	39.41	0.34
Calotmul	4095	Yucatán	29.63	0.55
Tetiz	4725	Yucatán	28.15	0.32
Cenotillo	3701	Yucatán	27.92	0.32
Tekom	3100	Yucatán	26.98	0.49
Mayapán	3269	Yucatán	25.59	0.42
Kantunil	5502	Yucatán	23.79	0.31
Cuzamá	4966	Yucatán	22.89	0.56
Uayma	3782	Yucatán	22.12	0.46
Tahmek	3609	Yucatán	21.61	0.36
Dzitas	3540	Yucatán	21.01	0.42
Tahdziú	4447	Yucatán	20.40	0.45
Palizada	8352	Campeche	18.23	0.36
Chicxulub Pueblo	4113	Yucatán	17.12	0.35
Chichimilá	7952	Yucatán	15.97	0.40
Cuncunul	1595	Yucatán	14.90	0.37
Tekal de Venegas	2606	Yucatán	13.02	0.34
Chacsinkín	2818	Yucatán	10.50	0.39
Chapab	3035	Yucatán	9.60	0.38
Kaua	2761	Yucatán	8.50	0.45
Timucuy	6833	Yucatán	7.80	0.32
Tixcacalcupul	6665	Yucatán	7.21	0.61
Teya	1977	Yucatán	5.21	0.32
Chikindzonot	4162	Yucatán	4.90	0.43
Sanahcat	1619	Yucatán	3.93	0.67
Chankom	4464	Yucatán	0.86	0.35

Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

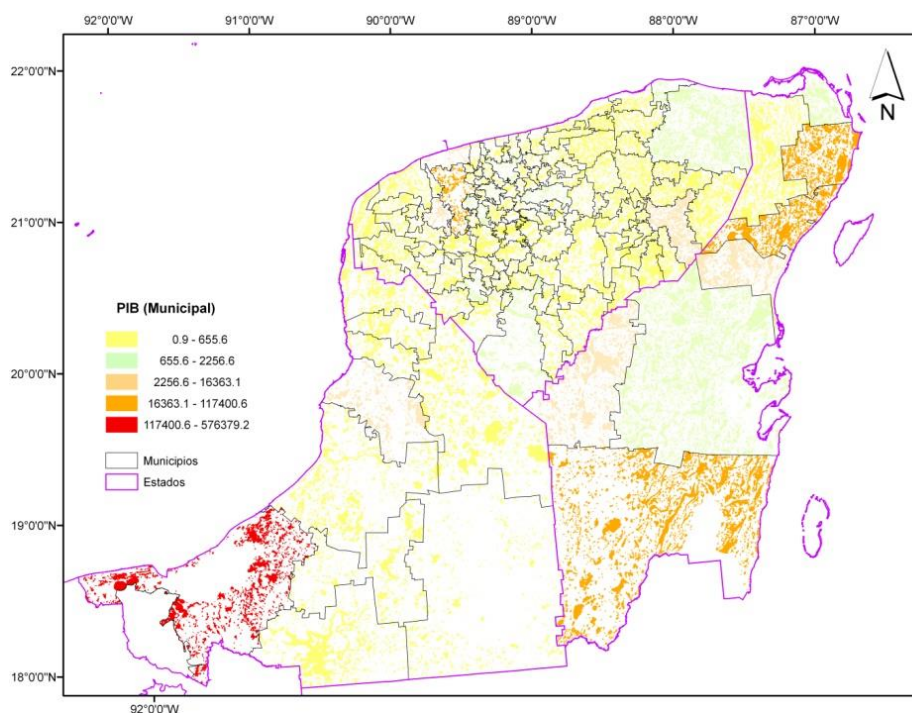
4.5.3 Zonas inundables con su respectivo valor de PIB

Por otro lado, es importante tomar en cuenta la actividad productiva de la región, esto con el objetivo de realizar un análisis de las afectaciones que pueden darse a la economía de la zona en caso de que se presente una inundación en

alguna que genere un valor agregado a la economía de la región.

Como puede observarse en la imagen y en la tabla, en la región se ubican 61 municipios que presentan más del 30 % de área inundable y que tienen alta productividad para la región.

Figura. 4.12 Zonas inundables con su respectivo valor de PIB



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

Tabla 4.16. Valor del PIB en municipios con áreas de más del 30% de inundación, Yucatán

No.	Municipio	Población	PIB	% de zona inundable
1	Valladolid	74,217	3,218.59	0.51
2	Tizimín	73,138	2,256.63	0.33
3	Ticul	37,685	1,544.53	0.32
4	Acanceh	15,337	1,497.36	0.38
5	Maxcanú	21,704	515.02	0.31
6	Celestún	6,831	485.04	0.48
7	Baca	5,701	444.41	0.31
8	Dzilam de Bravo	2,463	309.70	0.32
9	Temozón	14,801	267.57	0.51
10	Tekit	9,884	264.49	0.37
11	Muna	12,336	216.51	0.31
12	Tinum	11,421	208.90	0.37
13	Akil	10,362	192.65	0.34
14	Chemax	33,490	115.25	0.43
15	Espita	15,571	111.90	0.39
16	Conkal	9,143	110.26	0.33
17	Tecoh	16,200	108.35	0.52
18	Buctzotz	8,637	105.80	0.51
19	Abalá	6,356	64.84	0.46
20	Seyé	9,276	64.24	0.33
21	Sucilá	3,930	60.74	0.46
22	Dzilam González	5,905	55.48	0.52
23	Dzán	4,941	52.79	0.36
24	Homún	7,257	52.77	0.52

No.	Municipio	Población	PIB	% de zona inundable
25	Teabo	6,205	50.57	0.43
26	Panabá	7,461	50.54	0.38
27	Maní	5,250	47.20	0.33
28	Telchac Pueblo	3,557	47.04	0.39
29	Huhí	4,841	44.95	0.34
30	Tekantó	3,683	39.41	0.34
31	Calotmul	4,095	29.63	0.55
32	Tetiz	4,725	28.15	0.32
33	Cenotillo	3,701	27.92	0.32
34	Tekom	3,100	26.98	0.49
35	Mayapán	3,269	25.59	0.42
36	Kantunil	5,502	23.79	0.31
37	Cuzamá	4,966	22.89	0.56
38	Uayma	3,782	22.12	0.46
39	Tahmek	3,609	21.61	0.36
40	Dzitás	3,540	21.01	0.42
41	Tahdziú	4,447	20.40	0.45
42	Chicxulub Pueblo	4,113	17.12	0.35
43	Chichimilá	7,952	15.97	0.4
44	Cuncunul	1,595	14.90	0.37
45	Tekal de Venegas	2,606	13.02	0.34
46	Chacsinkín	2,818	10.50	0.39
47	Chapab	3,035	9.60	0.38
48	Kaua	2,761	8.50	0.45
49	Timucuy	6,833	7.80	0.32
50	Tixcacalcupul	6,665	7.21	0.61
51	Teya	1,977	5.21	0.32
52	Chikindzonot	4,162	4.90	0.43
53	Sanahcat	1,619	3.93	0.67
54	Chankom	4,464	0.86	0.35

Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

Tabla 4.17. Valor del PIB en municipios con áreas de más del 30% de inundación, Campeche

No.	Municipio	Población	PIB	% de zona inundable
1	Palizada	8,352	18.23	0.36

Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

Tabla 4.18. Valor del PIB en municipios con áreas de más del 30% de inundación, Quintana Roo

No.	Municipio	Población	PIB	% de zona inundable
1	Benito Juárez	661,176	82,425.18	0.36
2	Solidaridad	159,310	27,828.83	0.36
3	Tulum	28,263	5,305.81	0.36
6	Isla Mujeres	16,203	1,787.15	0.33
14	Lázaro Cárdenas	25,333	296.66	0.31

Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua 2012 e INEGI 2010

4.6 Identificación y análisis de la coordinación entre instituciones involucradas en la atención de emergencias por fenómenos hidrometeorológicos.

La adopción de un enfoque que enfatiza la prevención, la mitigación del riesgo y reducción de daños, exige la participación de una amplitud de actores en el proceso de la comunicación. En el caso de la región se cuenta con diferentes actores organizados en niveles:

- Organismos gubernamentales
- Instituciones científicas y académicas
- Medios de comunicación
- Organizaciones civiles
- Sector privado
- Población

Organismos gubernamentales

Bajo la óptica del manejo integral de riesgos se identificaron los organismos gubernamentales de los diferentes órdenes de gobierno que están involucrados o pueden jugar un papel en el proceso de comunicación. La importancia de los diferentes actores puede variar en las diversas fases del manejo integral del riesgo hídrico (MIRH) de acuerdo a sus responsabilidades, atribuciones y capacidades.

Estas instituciones cuentan con el equipo, la tecnología y los recursos humanos, financieros y materiales para generar información crucial para prevenir y disminuir los riesgos por contingencias hídricas. Son, además, los principales responsables del manejo integral de riesgos en los diversos órdenes de gobierno.

A nivel federal las principales instituciones son las siguientes:

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Es la cabeza de sector en materia ambiental incluyendo el manejo y administración de los recursos hídricos a nivel federal. Las instancias más relevantes relacionadas con el MIRH son:

- ✓ *Comisión Nacional del Agua.* Órgano descentrado de la SEMARNAT con importantes responsabilidades en materia de riesgos hidrometeorológicos.
- ✓ *Unidad de Servicio Meteorológico Nacional (USMN).* Depende de la Conagua, a

cargo del Servicio Meteorológico Nacional responsable de proporcionar información sobre el estado del tiempo a escala nacional y local. Mantiene informado al Sistema de Protección Civil de las condiciones meteorológicas que pueden afectar a la población y sus actividades económicas. Realiza estudios climatológicos y es responsable del Banco Nacional de Datos Climatológicos.

- ✓ *Organismos de Cuenca de la Península de Yucatán.* Los organismos de cuenca y las direcciones locales son los responsables de administrar y preservar las aguas nacionales en sus regiones hidrológicas-administrativas, cuenta cada uno con un Director General, un Consejo Consultivo y un Consejo de Cuenca. Los organismos de cuenca serán los responsables de la instrumentación de los Programas Regionales de Prevención de Contingencia Hídrica.
- ✓ *El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.* El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) es un organismo público descentralizado de la SEMARNAT que enfrenta los retos nacionales y regionales asociados con el manejo del agua, y perfila nuevos enfoques en materia de investigación y desarrollo tecnológicos para proteger el recurso y asignarlo de manera eficiente y equitativa entre los distintos usuarios.

Secretaría de Gobernación. Es la cabeza de sector en materia de protección civil. Coordina las acciones de las instituciones públicas que integran el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC). El Secretario de la SEGOB, junto con el Presidente, está por ley autorizado para determinar si una situación puede ser considerada como emergencia o desastre:

- ✓ *Coordinación General de Protección Civil (CGPC).* Es la oficina que coordina el SINAPROC. Es responsable de la elaboración de programas de protección civil a nivel federal, estatal y municipal y de la coordinación inter-institucional de respuestas en caso de emergencia y desastre.

- ✓ *El Fondo Nacional de Desastres (FONDEN)*. Canaliza recursos necesarios a las zonas y poblaciones afectadas durante la etapa de emergencia y después de ocurrido el desastre, siempre y cuando el estado afectado no tenga la capacidad financiera ni operativa para responder de manera adecuada. El FONDEN analiza y evalúa las solicitudes de declaratoria de emergencia y de desastre emitidas por los gobiernos de los estados y determina la distribución de fondos a los sectores más afectados de acuerdo a las reglas de operación de dicho fondo.
- ✓ *El Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEM)*. Tiene como finalidad financiar proyectos preventivos enfocados a la reducción de riesgos hídricos. Los fondos se operan a través de subcuentas específicas mediante un *Fideicomiso Preventivo de Desastres Naturales (FIPREDEM)*
- ✓ *Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)*. Es un centro de investigación científica y tecnológica. Contribuye a la prevención de los desastres a través de la producción de conocimiento científico y técnico; asimismo, realiza tareas de alertamiento y fomento de una cultura de autoprotección.

La Secretaría de la Defensa Nacional. Es parte del SINAPROC y tiene un papel importante en casos de desastre a través de:

- ✓ *Fuerza de Apoyo para Casos de Desastre*. Opera el Plan DNIIIE que consiste en actividades de preparación para reaccionar en forma oportuna y controlar el riesgo de desastres, apoya en el alertamiento a la población, contribuye en tareas de evacuación, rescate, refugios temporales, aprovisionamiento y en la rehabilitación de los caminos y recuperación de los servicios básicos de salud, luz y agua.

El Sistema Nacional de Protección Civil. Es una figura de coordinación interinstitucional con la concurrencia de los tres órdenes de gobierno, la sociedad civil y las comunidades. La organización de este Sistema está basada en un Consejo

Nacional de Protección Civil que integran el Presidente de la República, los representantes de las dependencias, organismos e instituciones de la Administración Pública Federal, el Centro Nacional de Prevención de Desastres, y los grupos voluntarios, así como los sistemas de protección civil de las entidades federativas, el Distrito Federal, los municipios y las delegaciones políticas.

Gobiernos Estatales y Municipales. A nivel de los estados y municipios existen también un conjunto de instituciones responsables de la gestión de los recursos hídricos, incluyendo el manejo integral de riesgos con instancias estatales responsables de la protección civil. Destacan:

- ✓ Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil
- ✓ Coordinaciones Estatales y Coordinaciones Municipales de Protección Civil con formas de organización y coordinación similar a las nacionales.
- ✓ Sistemas Estatales de Protección Civil (integrados de manera inter-institucional).

Otras instituciones gubernamentales. Hay instituciones de gobierno que cuentan con instancias y programas para prevenir, reducir y/o mitigar los riesgos y contingencias hídricas, muchas de ellas integradas en el SINAPROC. Sus acciones van desde el monitoreo del clima, la formulación de mapas de riesgo para zonas y sectores específicos, hasta programas para la recuperación productiva, medidas estructurales en la gestión de cuencas, el aseguramiento de cosechas y la remodelación y reubicación de viviendas y asentamientos humanos, atención a problemas sanitarios, entre otras. Entre las instituciones que cuentan con áreas o programas específicos en materia de gestión integral de riesgos hídricos se encuentran:

- ✓ Secretaría de Desarrollo Social
- ✓ Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
- ✓ Comisión Nacional Forestal de la SEMARNAT
- ✓ Secretaría de Salud
- ✓ Secretaría de Economía
- ✓ Nacional Financiera

- ✓ Instituto Mexicano del Transporte (dependiente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes).

Grupos de trabajo o subprogramas estatales

En caso de una situación de emergencia ocasionada por un ente perturbador, las demás instancias de gobierno estatal y municipal, deberán cumplir con las disposiciones orde-

nadas por el Centro Estatal de Emergencias para la atención de la contingencia y auxilio a la población. El Titular del Consejo Estatal de Emergencias será designado por el Gobernador del Estado.

Existen grupos de trabajo o programas que actúan de acuerdo al evento y a la alarma emitida. Para el caso de la Región de la Península de Yucatán, los grupos de trabajo así como los responsables de dirigir los mismos por estado se presentan en la Tabla 4.19

Tabla 4.19 Grupos de trabajo por estado en caso de presentarse situaciones de emergencia

Grupos de trabajo o subprogramas estatales	Campeche	Yucatán	Quintana Roo
	Responsables	Responsables	Responsables
A. Coordinación General de Emergencias (Administración de la Emergencia)	CENECAM	Unidad estatal de protección civil	Dirección estatal de protección civil
B. Rescate y Salvamento (Auxilio)	Bomberos, Seguridad pública, Marina, Ejército	Bomberos, Seguridad pública, Marina, Ejército	Bomberos, Seguridad pública, Marina, Ejército
C. Atención hospitalaria y salud	Secretaría de Salud	Secretaría de Salud	Secretaría de Salud
D. Refugios temporales y servicios asistenciales	CENECAM, Secretaría de Educación (SE), Marina (apoyo)	Secretaría de Educación Estatal	Sistema Estatal de Protección Civil y 34 zona militar
E. Detección y evaluación de daños o pérdidas	Centro Estatal de Emergencias y representantes federales (Conagua y CAPAE, Secretaría Desarrollo Rural (SDR))	Representantes federales JAPAY, Conagua y SDR)	Representantes federales Conagua y CAPA y SEDARI (Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural e indígena)
F. Rehabilitación y restablecimiento (Recuperación)	Centro Estatal de Emergencias y representantes federales (Conagua y CAPAE, Secretaría Desarrollo Rural (SDR))	Representantes federales JAPAY, Conagua y SDR)	Representantes federales Conagua y CAPA y SEDARI (Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural e indígena)
G. Seguridad y vialidad	Secretaría de Seguridad pública (seguridad y vialidad) y policía estatal y federal (caminos), SEDENA y SEMAR	Secretaría de Seguridad pública (seguridad y vialidad) y policía estatal y federal (caminos), SEDENA y SEMAR	Secretaría de Seguridad pública (seguridad y vialidad) y policía estatal y federal (caminos), SEDENA y SEMAR
H. Adquisiciones de emergencia	Centro Estatal de Emergencias y representantes federales (Conagua y CAPAE, Secretaría Desarrollo Rural (SDR), CENECAM	Representantes federales JAPAY, Conagua y SDR), Todas las Secretarías	Representantes federales (Conagua y CAPA y SEDARI) Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural e indígena), Todas las Secretarías
I. Abasto	DIF, LICONSA	DIF, LICONSA	DIF, LICONSA
J. Donaciones	Cruz Roja y Asociaciones Civiles (ONG)	Cruz Roja y Asociaciones Civiles,	Cruz Roja y Asociaciones Civiles,

Grupos de trabajo o subprogramas estatales	Campeche	Yucatán	Quintana Roo
	Responsables	Responsables	Responsables
K. Comunicación Social	Área de Comunicación Social del Estado, CENECAM, Conagua	Área de Comunicación Social del Estado	Área de Comunicación Social del Estado
L. Apoyo Jurídico	Subdirección Jurídica de la Conagua, Área Jurídica del Gobierno del Estado	Dirección de Asuntos Jurídicos de la Conagua, Área Jurídica del Gobierno del Estado	Unidad Jurídica de la Conagua, Área Jurídica del Gobierno del Estado
M. Sistemas Informáticos	Gobierno en los tres niveles	Gobierno en los tres niveles	Gobierno en los tres niveles
N. De reconstrucción (Recuperación)	Centro Estatal de Emergencias y representantes federales (Conagua y CAPAE, Secretaría Desarrollo Rural (SDR))	Representantes federales JAPAY, Conagua y SDR)	Representantes federales (Conagua y CAPA y SEDARI) Secretaria de Desarrollo Agropecuario, Rural e indígena)
O. Prevención y Gestión de riesgos	Municipios y Estado	Municipios y Estado	Municipios y Estado
P. Aprendizaje	Gobierno en los tres niveles y sociedad	Gobierno en los tres niveles y sociedad	Gobierno en los tres niveles y sociedad
Q. Investigación	Academia e Instituciones	Academia e Instituciones	Academia e Instituciones

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 2013.

Actualmente se tienen identificados algunos problemas en cuanto a la ejecución y seguimiento de dichos programas en las diferentes entidades:

- Falta de continuidad de los programas de capacitación y actualización por cambio total del personal cada tres años ante los cambios de autoridades municipales y cada seis años ante los cambios estatales y federales.
- Los municipios no cuentan con los recursos humanos ni materiales para responder ante eventos meteorológicos extremos.
- Escasa respuesta a la política de prevención y gestión de riesgo.
- Los recursos estatales son asignados preferentemente con criterios partidistas y no llegan oportunamente.

4.6.1 Programa de acción de urgencias epidemiológicas y desastres.

Ante urgencias epidemiológicas y de desastre, la SSA realiza acciones encaminadas a la protección de la salud de la población por medio de la activación social y la atención coordinada, oportuna e integral; y toma las medidas preven-

tivas y de control pertinentes, para reducir los riesgos a la salud de la población.

Para evitar y controlar la presencia de casos y brotes epidémicos en zonas desastre, realiza lo siguiente:

- Pone en marcha los planes de intervención.
- Garantiza la atención médica gratuita, oportuna y de calidad con personal capacitado y los insumos necesarios.
- Realiza una difusión oportuna de medidas para el autocuidado de la salud de acuerdo con el evento en estudio.
- Disminuye riesgos epidemiológicos mediante la participación oportuna de grupos como las brigadas de salud.
- Apoya en acciones específicas de atención psicológica.
- Construye una plataforma para generar un cambio de actitud y comportamiento, encaminado a una nueva cultura de prevención y protección de la salud.

La secretaría de salud tiene como reto el de proporcionar atención universal y gratuita a la población afectada en las unidades de salud, refugios temporales o módulos comunitarios durante la fase aguda posterior a la presencia de un desastre provocado por un fenómeno

natural u ocasionado por el hombre, así como proveer de medicamentos necesarios.

Los coordinadores técnicos son los responsables de dirigir, asesorar y apoyar técnicamente a los participantes, así como promover e integrar la planeación, operación y evaluación de las tareas que se efectúan, además de la consecución de las operaciones y actividades propias de su competencia.

Los coordinadores corresponsables aportan y apoyan, sus programas, planes de emergencia y los recursos humanos y materiales, además de desarrollar sus propias actividades.

Durante la etapa de auxilio, el sector salud toma el papel de coordinador técnico en el rubro de salud, y coordinador corresponsable en la evaluación de daños; planes de emergencia; coordinación de emergencia; búsqueda, salvamento y asistencia; servicios estratégicos, equipamiento y bienes y aprovisionamiento.

Durante la recuperación actúa como coordinador corresponsable en el componente de reconstrucción y vuelta a la normalidad.

4.6.2 Corresponsabilidad interinstitucional en la atención de emergencias por fenómenos hidrometeorológicos.

Para cada una de las etapas de la atención de emergencias por fenómenos hidrometeorológicos las dependencias de gobierno, sociedad civil y universidades tienen un papel importante que desempeñar a veces como coordinadores ejecutivos o técnicos o de responsables y corresponsables. En la siguiente tabla se muestra el papel que juega cada uno de los actores en caso de presentarse un evento de contingencia por inundaciones.

Tabla 4.20. Corresponsabilidad interinstitucional

Funciones/Dependencias	Alertamiento	Comunicación social de la emergencia	Coordinación de la emergencia	Planes de emergencia	Evacuación, búsqueda y rescate	Seguridad pública	Asistencia social y albergues	Servicios estratégicos, equipamiento y bienes	Salud pública	Aprovisionamiento	Evaluación de daños
Centro Estatal de Operaciones			R								R
Secretaría General de Gobierno	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE
Coor. Gral. De Protección Civil	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT
SEDENA	Cr		Cr	Cr	R	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr
Secretaría de Marina	Cr		Cr	Cr	R	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr
SAGARPA			Cr	Cr	Cr			Cr			Cr
S. C. T.	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr			Cr		Cr	Cr
Capitanías de Puerto	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr						
S. E. P.				Cr	Cr		Cr				Cr
SEDESOL			Cr	Cr	Cr		Cr	CT		Cr	Cr
S. S. A.			Cr	Cr			Cr	Cr	CT	Cr	Cr
Secretaría de Energía			Cr	Cr				Cr		Cr	Cr
SECTUR				Cr	Cr		Cr				
P. F.				Cr	Cr	Cr					
I.M.S.S.				Cr			Cr		Cr	Cr	Cr
I.S.S.S.T.E.				Cr			Cr		Cr	Cr	Cr
CONAGUA	R		Cr	Cr	Cr						Cr
C.I.L.A.	Cr			Cr							
DICONSA				Cr				Cr		Cr	
SEDESOL ESTATAL			Cr	Cr	Cr		Cr	R		Cr	Cr

Funciones/Dependencias	Alertamiento	Comunicación social de la emergencia	Coordinación de la emergencia	Planes de emergencia	Evacuación, búsqueda y rescate	Seguridad pública	Asistencia social y albergues	Servicios estratégicos, equipamiento y bienes	Salud pública	Aprovisionamiento	Evaluación de daños
Secretaría de Finanzas			Cr	Cr						Cr	Cr
Secretaría de Admón.			Cr	Cr						R	Cr
Secretaría de Desarrollo Rural	Cr		Cr	Cr	Cr			Cr			Cr
SECUDE				Cr			Cr				Cr
Secretaría de Salud			Cr	Cr				Cr	R		Cr
Secretaría de Seg Pub			Cr	Cr		R				Cr	Cr
Subsecretaría de Turismo				Cr							Cr
P. G. J. E.				Cr	Cr	Cr	Cr				Cr
Coord. Gral de Com Soc.		R	Cr	Cr							
DIF			Cr	Cr			R		Cr	Cr	
PEMEX				Cr	Cr			Cr		Cr	Cr
C. F. E.				Cr	Cr			Cr			Cr
ANIQ	Cr		Cr	Cr							
A.S.A.				Cr				Cr			Cr
TELMEX				Cr				Cr			Cr
FERROMEX				Cr				Cr			Cr
Universidad				Cr			Cr			Cr	Cr
DGETI				Cr			Cr				Cr
Radio Aficionados	Cr	Cr		Cr							
Cruz Roja				Cr	Cr				Cr	Cr	
Bomberos				Cr	Cr						
Club Social				Cr			Cr				
Grupos Voluntarios				Cr			Cr			Cr	

Fuente: Coordinación General de Protección Civil, Tamaulipas, 2011. Plan de Contingencias: Temporadas de ciclones tropicales 2011.

- CE Coordinador Ejecutivo
- CT Coordinador Técnico
- R Responsable
- Cr Corresponsable

5 Evaluación De Riesgos De Inundación

En las últimas décadas la vulnerabilidad de México frente a los desastres ha propiciado impactos humanos, económicos, sociales y ambientales de enorme trascendencia para los gobiernos y las poblaciones. El cambio climático, entre otros factores, ha actuado como acelerador y amplificador de vulnerabilidades, y ha influido en la intensidad e impacto de los fenómenos extremos. Es por ello que la GASIR elabora estudios a fin de reducir sus consecuencias sobre la población, y definir acciones de mitigación y respuesta, para la preparación, planificación a mediano y largo plazo en el manejo de emergencias, así como proponer políticas públicas al respecto.

5.1 Estimación del riesgo

El término “riesgo”¹ se utiliza coloquialmente de muchas maneras y no necesariamente con un significado formal uniforme. En este manual se maneja el concepto como lo hace el Sistema Nacional de Protección Civil de México. El riesgo es la probabilidad de que una cierta magnitud de daño ocurra bajo la presencia de un peligro (o amenaza) de cierta magnitud, dada una cierta vulnerabilidad y exposición de personas, infraestructura, bienes materiales hasta actividades humanas a dicho peligro o amenaza. La vulnerabilidad es una medida del grado de daño que puede ocurrir a una persona, edificación, obra, bien mueble o inmueble o actividad humana para diversas magnitudes del peligro. La exposición es una medida del grado en el que una cierta persona, edificación, obra, bien o actividad está sujeta a la acción del peligro en términos de su ubicación en el tiempo y el espacio. Así pues, una zona es más o menos riesgosa, no solamente en términos de la frecuencia e intensidad con la que se presenten el peligro, sino también por el grado de vulnerabilidad y exposición que los habitantes, edificaciones, obras, bienes y actividades tengan en dicha zona.

¹ Manual para el control de inundaciones. Conagua, febrero de 2011.

De manera general el riesgo está en función del peligro, de la vulnerabilidad y de la exposición:

$$R = f(P, V, E)$$

Donde:

- R = Riesgo, magnitud de daño bajo la presencia de un peligro
- P = Certeza de un peligro (amenaza), valores de 0 a 1
- V = Pérdida total del bien ante el peligro ocurrido, valores de 0 a 1
- E = Exposición al peligro, valores de 0 a 1

El riesgo asumido en este Programa está representado de la siguiente manera, Escurder et all (2010):

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

En donde el peligro o amenaza está en función del tirante o altura de la inundación asociado a una probabilidad de ocurrencia (inverso del periodo de retorno) y la vulnerabilidad está dada por el tipo de vivienda (bienes expuestos) y el índice de marginación de la zona inundada.

El Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) cuenta con el Sistema de Análisis y Visualización de Escenarios de Riesgo (SAVER) publicado vía web, y uno de sus módulos es el Atlas Nacional de Riesgo por Inundación en México (ANRI).

El ANRI trasladado a una plataforma para Computadora Personal (ANRI-PC) se utiliza para estimar los daños en zonas habitacionales por evento de inundación en la zona de interés. El ANRI-PC evalúa daños en una mancha de inundación bajo el supuesto de que por cada celda (pixel) de una malla (archivo raster) se tiene un mismo tirante de inundación.

Metodología

El proceso a seguir durante el cálculo de los daños económicos por inundación puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Delimitación de la zona de inundación.
2. Definición de la probabilidad de ocurrencia del evento (inverso del periodo de retorno) para los cuales será evaluado el daño.
3. Cálculo de los tirantes de inundación y velocidad, con base en algún modelo hidrológico-hidráulico, para cada uno de los periodos de retorno seleccionados.

4. Selección de curvas de daño (urbanas, agrícolas, etc.) mismas que relacionan tirante o duración de la inundación con los daños económicos.
5. Con base en las curvas de daño, las características socioeconómicas en la zona de estudio y el tirante alcanzado en la inundación para cada evento, se calculan los daños económicos.
6. Determinación del Daño Anual Esperado (DAE).

La estimación del riesgo en términos de daños por año resulta importante en la toma de decisiones cuando se presenta la cantidad total del daño esperada considerando más de un evento de inundación, lo que permite construir curvas de daño-probabilidad para una zona o región. De tal manera que el área total bajo la curva representa el Daño promedio Anual Esperado (DAE) por año para todos los eventos considerados, Messner et al (2007). El DAE se calcula con la fórmula (Meyer et al, 2012):

$$\overline{DAE} = \sum_i^k D_i \cdot \Delta P_i$$

$$D_i = \frac{D(P_i - 1) + D(P_i)}{2}$$

$$\Delta P_i = |P_i - P_{i-1}|$$

Donde D_i es el daño promedio de dos eventos de probabilidad de excedencia i , ΔP_i es el intervalo de probabilidad entre las probabilidades de excedencia de ambos eventos.

5.1.1 Aplicación de la metodología a nivel nacional

Para aplicar la metodología, son necesarios los siguientes insumos:

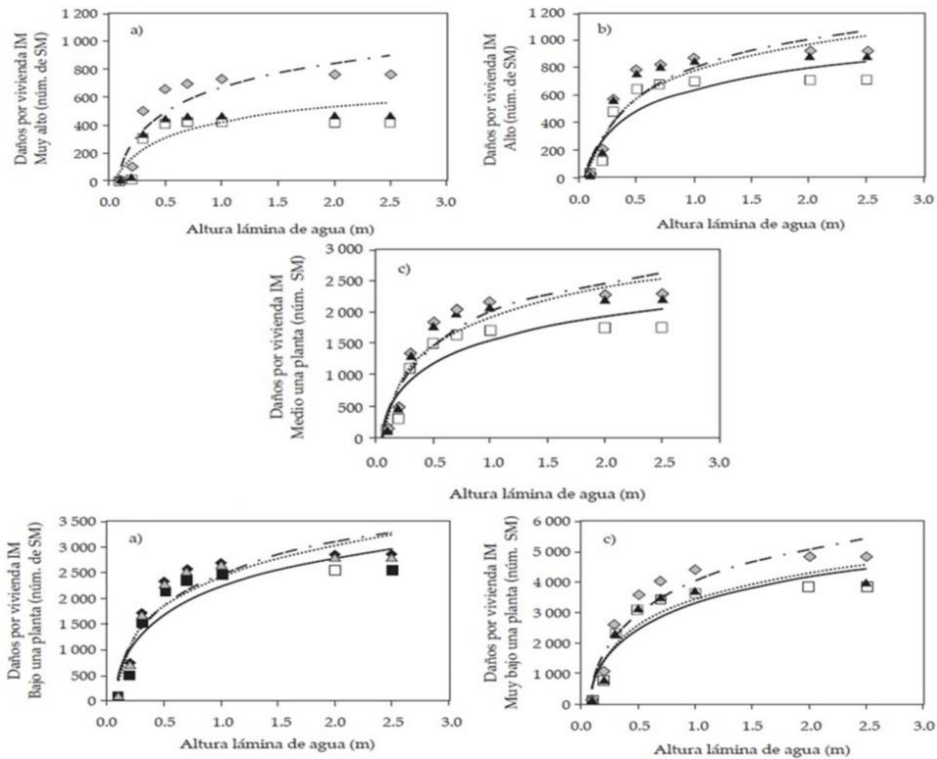
- a. Polígono que delimita la zona de inundación. Es el área donde se estimarán los daños.
- b. Modelo digital de elevaciones (MDE) usado por el ANRI-PC. Es el continuo de elevaciones escala 1:50,000 del INEGI con una resolución de 50 x 50 m y es utilizado para las zona piloto. El ANRI-PC tiene integrado

el modelo SRTM (Shuttle Radar Topography) de cobertura mundial, publicado por el Instituto de Tecnología de California cuya resolución más aproximada es de 90 x 90 m y es usado para estimaciones de daños en viviendas para el modo de procesamiento por lotes.

- c. *Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB)*. Constituyen la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional. De las AGEB urbanas se obtiene el conjunto de índices de marginación existentes en la zona de inundación.
- d. *Tirante*, estimado con base en modelos hidrológicos-hidráulicos en formato raster para diferentes probabilidades. En particular para el nivel nacional, el tirante fue estimado a través de promedios móviles por el mismo ANRI-PC.
- e. *Curvas de daños*. Curvas que relacionan características de la inundación (por ejemplo tirante y duración) y los daños en pesos y pueden ser de tipo urbano y agrícola. En este Programa las curvas utilizadas corresponden a daños en viviendas, publicadas por Baró et al, 2007 y 2011 quien calculó el valor del daño con base en el costo de cada bien, obteniendo así el valor en pesos de los daños económicos para cada altura de lámina de agua alcanzada y para cada una de las AGEB presentes en la zona de inundación.

Estos daños totales se convirtieron en número de salarios mínimos, lo que permite que las curvas generadas no pierdan validez con el tiempo, ya que al actualizar el salario mínimo, también se actualizan las curvas. Baró et al, 2007 y 2011, además generó ocho tipos de curvas en función del índice de marginación, donde el eje horizontal corresponde a valores de altura de lámina de agua (tirante) en metros y el eje vertical a los daños económicos en unidades de número de salarios mínimos. El ANRI-PC maneja cinco de las ocho curvas tipo arriba citadas y corresponden a: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo nivel de marginación (Figura 5.1).

Figura. 5.1 Curvas tipo de daños en zonas habitacionales



Fuente: Baró et all, 2007

Cálculo de los daños económicos

Con base en la previa definición del riesgo, éste fue calculado a través del ANRI-PC con base en los insumos anteriores.

En el caso de las curvas de daño, estas pueden ser expresadas de manera matemática con la siguiente ecuación:

$$No. SMG = a * \ln(h) + b$$

Donde:

- No. SMG Es el número de salarios mínimos generales
- h Es el valor de la lámina de agua (tirante)
- a y b Constantes que dependen del índice de marginación

De manera que el valor monetario o daño para cada una de las viviendas en la zona de inundación, es el número de salarios mínimos multiplicado por el valor actual del salario mínimo.

Para el cálculo de daños a nivel nacional se realizaron los siguientes procesos:

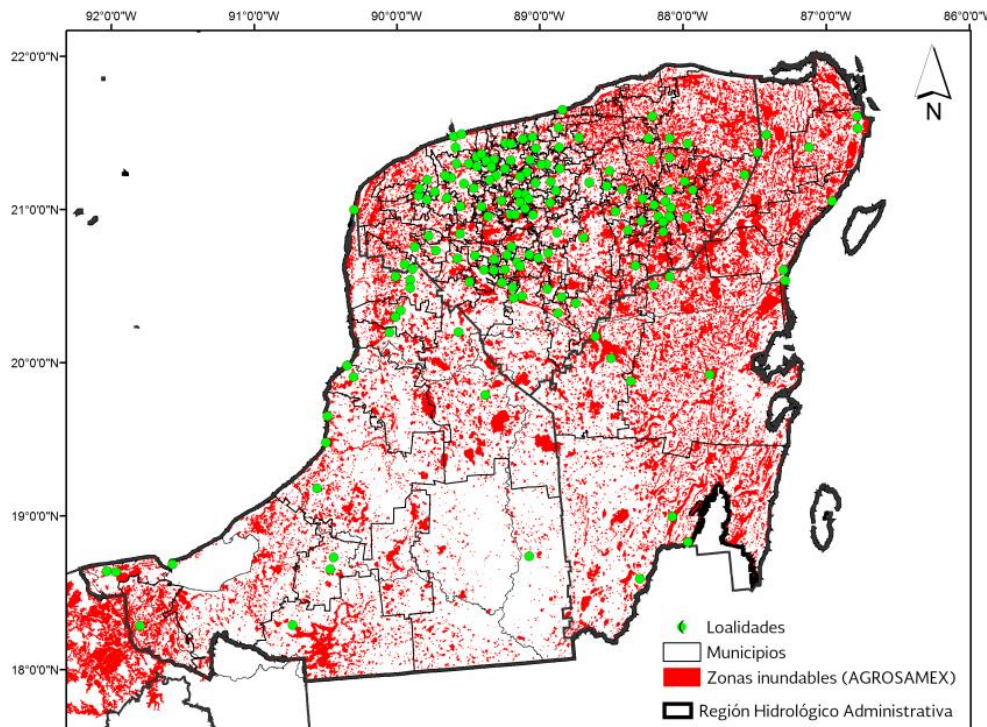
- De los polígonos de inundación asociados a un período de retorno de 40 años, procedentes de Agroasemex se llevó a cabo la selección de polígonos, descartando aquellos que no cruzaran con AGEBS ni con áreas agrícolas.
- Se estimó para cada polígono una altura de agua (tirante), utilizando el MDE del terreno y el método de promedios móviles para asignarle a cada celda del raster un valor de tirante, restando ambas cotas de elevación. Este proceso fue realizado en procesamiento "batch".

Del cálculo nacional se obtuvo el daño total para la República Mexicana por un monto de \$179,334 millones, del cual el daño total para la Península de Yucatán es de 6,800 millones de pesos.

Tabla 5.1. Daños económicos en la Península de Yucatán

Estado	Viviendas	Población	Costo Mínimo (\$)	Costo Máximo (\$)	Costo Probable (\$)
Campeche	12,593	50,143	458,718,117.08	563,085,722.23	523,802,597.48
Quintana Roo	66,813	262,799	2,877,988,359.86	3,534,097,184.85	3,219,247,500.87
Yucatán	65,729	278,088	2,805,448,123.04	3,538,474,606.19	3,057,508,086.79
Total general	145,135.49	591,030.86	6,142,154,599.98	7,635,657,513.28	6,800,558,185.14

Figura. 5.2 AGEB y Zona inundables de Agrosemex



A continuación se muestra la caracterización y diagnóstico de la zona piloto definida para la región así como la metodología seguida para estimar el daño en zonas habitacionales por período de retorno de una zona de inundación y su Daño Anual Esperado (DAE).

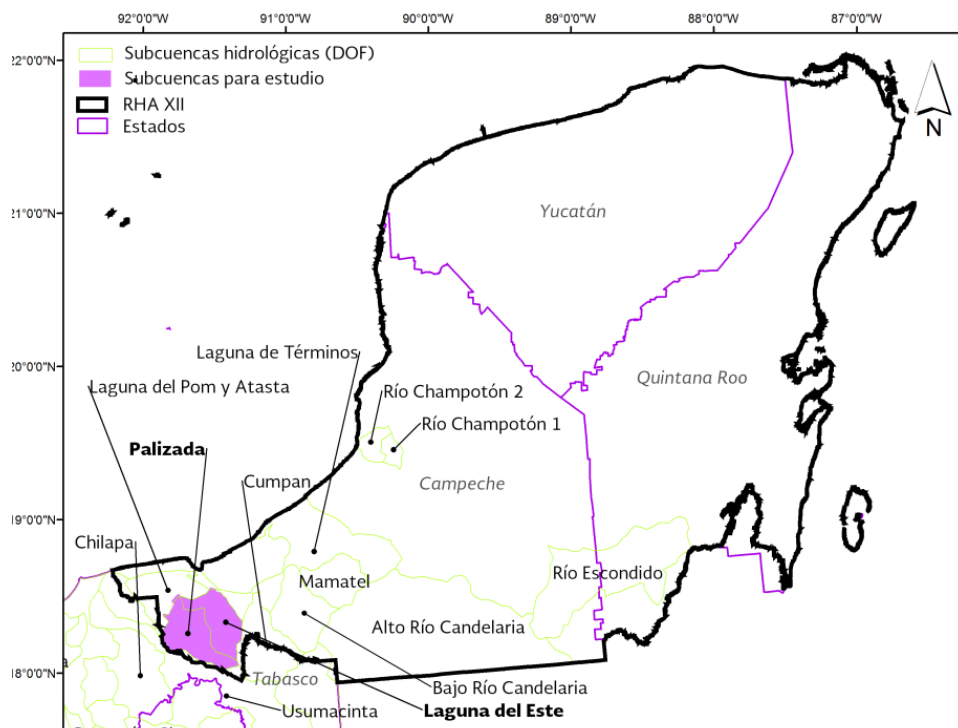
5.2 Cuenca piloto, Río Palizada

La cuenca del *Río Palizada* pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y su caudal descarga en la cuenca Laguna del Este. Esta cuenca tiene una superficie de aportación de

1,272.683 kilómetros cuadrados y se ubica al sureste del país, originándose en el estado de Campeche, siendo su afluente el Río Palizada y desembocando en la Laguna Las Cruces.

La cuenca *Laguna del Este* pertenece a la región hidrológica No. 30 Río Usumacinta y aporta su caudal al mar, tiene una superficie de aportación de 1,099.314 kilómetros cuadrados y se ubica al sureste del país, originándose en la localidad de Huapanapa, Campeche, y desembocando en la Laguna del Este.

Figura. 5.3 Ubicación de la zona de estudio

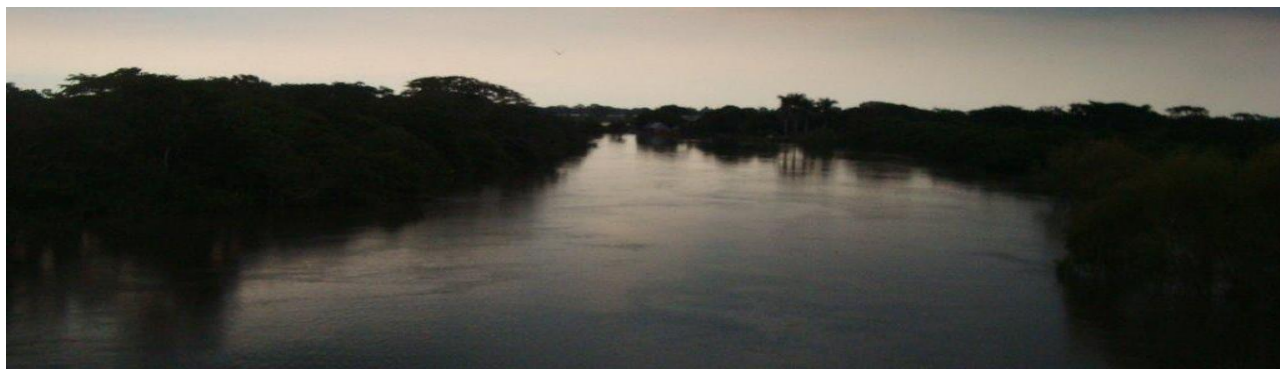


Fuente: Diario Oficial de la Federación, 2009

El polígono correspondiente a la zona piloto del Río Palizada tiene un área aproximada de 2,367.16 km² y queda comprendido en la cuenca hidrológica Laguna de Términos.

El Río Palizada es el principal afluente de la zona, se origina en la Boca de Amatitán cerca de Jonuta en el estado de Tabasco, presenta un recorrido sinuoso; corre a través de un terreno aluvial arcillo-arenoso, bajo y pantanoso, cubierto de vegetación, su longitud aproximada es de 85 km, en promedio tiene una profundidad de 7 m y un ancho de 80 m aproximadamente. Los primeros 10 km de su

trayectoria desde su origen hasta la comunidad de La Toza, mantiene una dirección noroeste, en los siguientes 15 km mantiene su dirección nor-noreste hasta la comunidad de La Rebeza, en los siguientes 1.5 km hasta la ciudad de Palizada (donde se deriva el río Viejo) se mantiene en dirección este, cambiando al sureste en los siguientes 11.5 km hasta la Ribera Tila; posteriormente cambia hacia el noreste hasta su desembocadura directa en la Laguna del Este, Laguna del Vapor, Boca Chica y Laguna de Término.

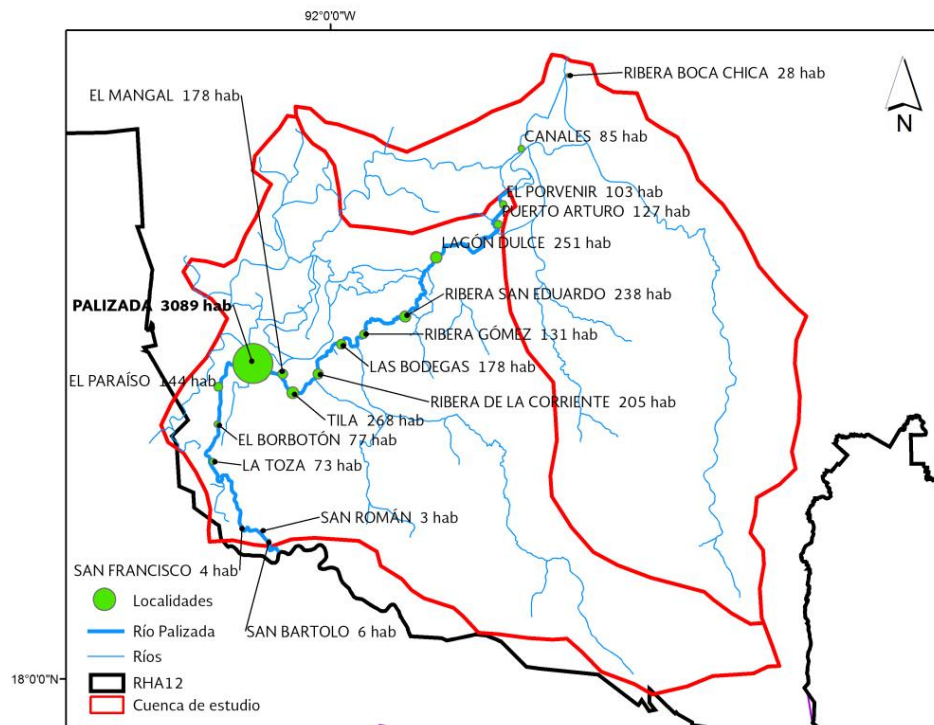


Fuente. Dirección Local Campeche. Río Palizada (30-10-2011)

Localidad y/o municipio	Expectativa de daños					
	Casas (habitación)		Población (habitantes)		Superficie (m ²)	
	Total	En riesgo	Total	En riesgo	Total	En riesgo
Ribera El Mangal	25	25	156	156	126,500	25,300
Ribera Tila	27	27	286	286	149,000	29,800
Ribera La Corriente	39	39	204	204	126,500	25,300
Ribera Las Bodegas	31	31	268	268	244,500	48,900
Ribera Gómez	29	29	173	173	252,500	50,500
Ribera San Eduardo	25	25	288	288	326,500	65,300
Ribera Legón Dulce	27	27	247	247	300,500	60,100
Ribera Puerto Arturo	32	32	146	146	419,000	83,800
Ribera El Porvenir	27	27	136	136	134,000	26,800
Ribera Canales	12	12	96	96	292,000	58,400
Boca Chica	14	14	45	45	577,000	115,400
Total	1,191	1,191	6,396	6,396	4,343,000	868,350

Fuente: Conagua. Coordinación General de Atención de Emergencias y Consejos de Cuenca. Dirección Local Campeche, 2010

Figura. 5.5 Localidades identificadas con riesgo de inundación

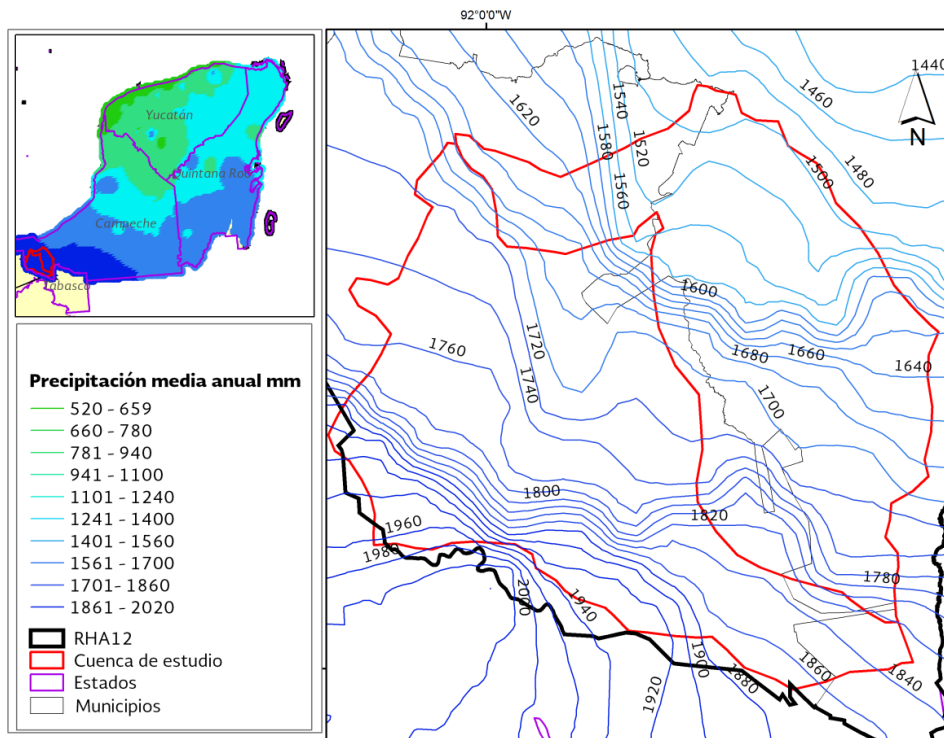


Fuente: Sistema de Información Nacional del Agua, 2012. DL Campeche, 2013, INEGI, ITER 2010

La zona es relativamente plana, por lo que el crecimiento del río es lento, lo que permite que la población tome las medidas para disminuir los daños a su patrimonio.

La precipitación que se presenta en la zona de estudio asciende hasta los 2020 mm, sin embargo, el incremento del cauce del río es debido a los escurrimientos que recibe de la cuenca Grijalva-Usumacinta.

Figura. 5.6 Precipitación



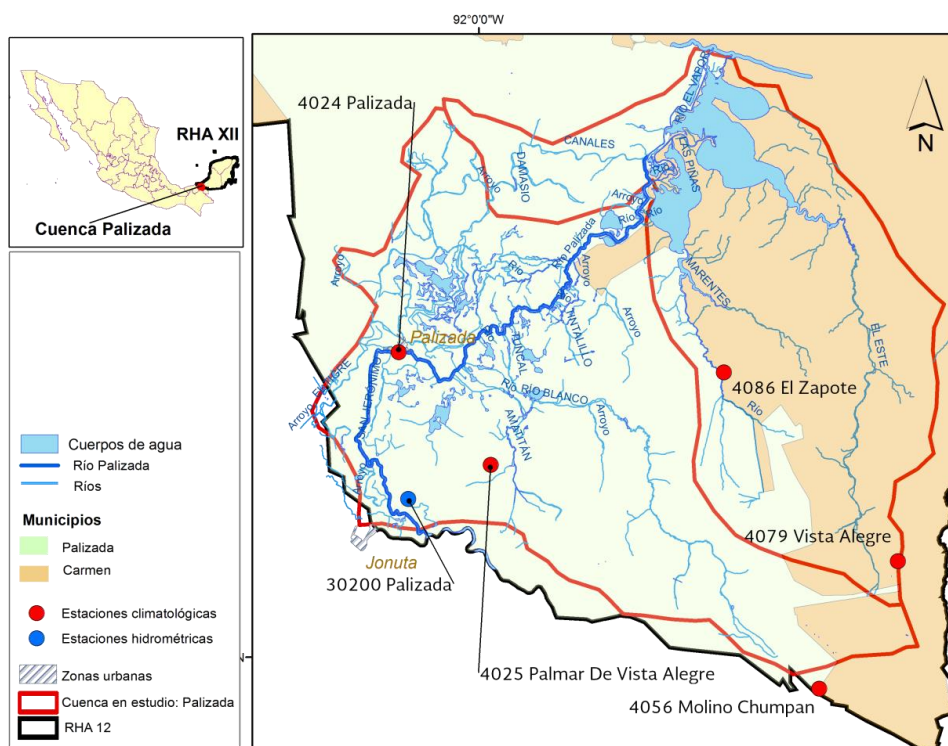
Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua, 2012. Cuencas proporcionadas por la UNAM, 2013.

Para el seguimiento de los niveles del río en la zona de estudio, existe la estación hidrométrica Palizada, la toma de datos se realiza diariamente, sin embargo, el envío de los datos se hace vía telefónica, la edad del equipo supera los 20 años de uso por lo que es necesario su modernización. De acuerdo con la OMM relacionada con la densidad mínima de estaciones hidrométricas, ésta cuenca requiere de por lo menos dos estaciones, lo que significa que para cubrir la

zona hace falta la implementación de una estación más.

En el caso de las estaciones climatológicas, la cuenca tiene cuatro que se ubican dentro de la zona y una muy cercana a ella, de acuerdo a la norma OMM se requieren 4.11 estaciones para cubrir el área de la cuenca, por lo que podría considerarse que si cumple. Sin embargo, estas estaciones requieren de modernización ya que, al igual que las hidrométricas, los equipos son muy viejos.

Figura. 5.7 Estaciones meteorológicas, Palizada



Fuente: Sistema de Información Nacional del Agua, 2012. Cuencas UNAM 2013

Cabe mencionar que la población que habita en las márgenes del río ha sufrido un proceso de adaptación que los ha ayudado a aprovechar las crecidas del mismo para el desarrollo económico de la zona, sobre todo en la actividad pesquera.

Los principales problemas que se identifican en la zona es la incomunicación de la misma. En la zona piloto del río Palizada existe infraestructura orientada a la protección a centros de población y zonas productivas, sin embargo, la mayoría de ellas requiere mantenimiento.

Tabla 5.3 Listado de infraestructura orientada a protección de centros de población y zonas productivas

Nombre de la obra	Problemática identificada	Municipio	Ciudad/Localidad	Población (hab)	Longitud (m)
Red de drenaje de canales: Av. Contadores, Tierra y Libertad	Operación deficiente debido a que la red requiere limpieza	Carmen	Carmen		
Reconstrucción de bordos en Palizada		Palizada	Palizada	11,209	17,445
Desazolve Arroyo Viejo		Palizada	Palizada	3,089	4,200
Reconstrucción de muro de contención		Palizada	Palizada	3,089	280
Bordos del río Palizada dañados	Requiere Mantenimiento de bordo	Palizada	Palizada	11,209	30,000

Fuente: Conagua. Dirección Local Campeche, 2013

Diversos tramos de los bordos del río Palizada fueron dañados por desbordamientos, los cuales fueron reparados con recursos del FONDEN, pero faltan 47 kilómetros adicionales que requieren ser reparados

Inundaciones históricas

Uno de los eventos que afectó de manera importante a las comunidades cercanas al Río Palizada fueron las lluvias extraordinarias generadas en octubre de 2011, las cuales provocaron el crecimiento del Río Palizada, como consecuencia del suceso algunos bordos de protección sufrieron daños significativos principalmente en las comunidades de Rancho Morelia, la Corriente, Bodegas, Juntal y Lagon Dulce. Para evitar que estas afectaciones afectaran vías de comunicación: Palizada-Santa Adelaida, camino Palizada-Ribera Gómez, así como a la actividad ganadera de la región, se realizaron trabajos de reforzamiento de bordos con la colocación de 14 mil 700 costalillos y 560 metros cúbicos de arena, esto con apoyo del personal de Protección Civil, Soldados, Marina, Policías de la Estatal Preventiva, Policías Municipales y trabajadores de ranchos afectados. La población que se encuentra en riesgo asciende a 3,645 personas.

5.3 Evaluación del riesgo preliminar de inundación con información disponible

Para realizar la evaluación del riesgo en la zona, se utilizó la aplicación ANRY que usa las funciones de vulnerabilidad publicadas por Baró-Suárez, relativas a la estimación de daños económicos provocados por inundaciones en zonas habitacionales y agrícolas de México, en dicho artículo se obtiene el valor en pesos de los da-

ños económicos para cada altura de lámina de agua alcanzada y para cada una de las AGEBs presentes en la zona de inundación. Estos daños totales se convirtieron en número de salarios mínimos, considerando un promedio nacional de SM (salario mínimo) equivalente a \$53.19 para el año 2009. Dicho monto se divide por el número de viviendas habitadas en cada una de las AGEBs, y así se genera el valor de los daños para una vivienda. Finalmente, se obtiene, para cada altura de lámina de agua, el monto de los daños económicos en una vivienda ubicada en una AGEB con IM (índice de marginación) muy alto, valorado en número de salarios mínimos. Debido a que en la cuenca piloto existían AGEB's muy pequeñas, se optó por realizar el análisis a nivel localidad.

5.3.1 Aplicación de la metodología en la cuenca piloto

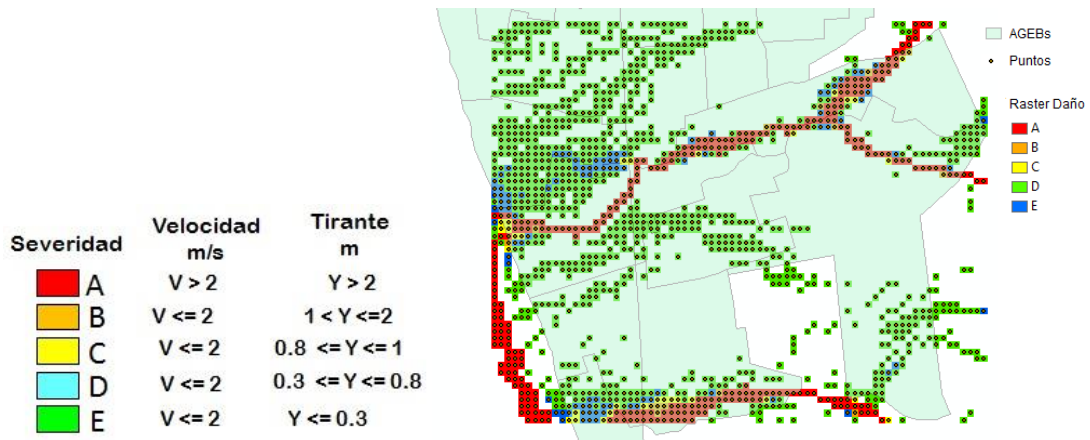
Para aplicar la metodología, es necesario hacer las siguientes precisiones relacionadas con los insumos y cálculos:

- *El polígono que delimita la zona de inundación corresponde a la zona piloto.*

Es importante señalar que en caso de encontrar zonas de inundación que no crucen con AGEB, se llevará a cabo la estimación considerando información a nivel localidad.

El tirante, velocidad y severidad de la zona de inundación son proporcionados por el Instituto de Ingeniería de la UNAM (II-UNAM) estimados con base en modelos hidrológicos-hidráulicos en formato raster. La severidad sigue los criterios establecidos en la denominada curva de Dorriego, en la cual se tiene la siguiente clasificación de severidad del daño, asociada a letras y colores.

Figura. 5.8 Ejemplo de raster por severidad del daño en zona de inundación

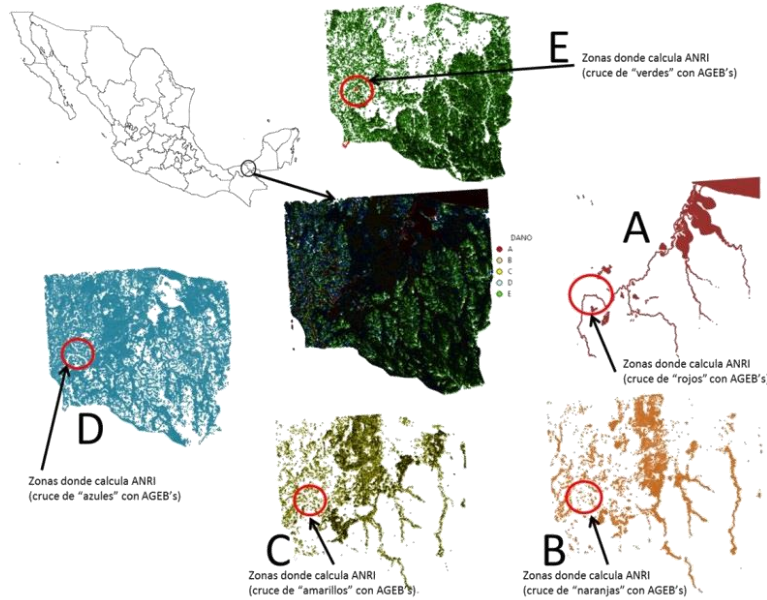


Fuente. Elaborada con información del II-UNAM.

- El valor económico de los daños se calcula para dos grupos de datos; el primero sin tomar en cuenta la severidad para cada uno de los cinco periodos de retorno considerados por el estudio (2, 5, 10, 50 y 100 años); y el segundo, separando cada una de las severi-

dades (A, B, C, D, E) para estimar el daño por severidad, figura. Para este segundo grupo, se calcula también el monto económico del daño estimado por índice de marginación presente en la zona de inundación.

Figura. 5.9 Ejemplo de separación de severidades, aplicado a la zona piloto Palizada



Estimación del Daño Anual Esperado (DAE)

El DAE para la cuenca piloto resulta de alrededor de 5.5 millones de pesos por el método de AGEB y 3 millones por el método de localidades y su distribución por severidad se muestra en las dos tablas siguientes. Se usó el método de índice de marginación por localidades, debido a

que la cobertura de AGEB para esta zona piloto es muy pobre. Se han estimado 230 habitantes en riesgo por el método de AGEB, sin embargo por el método a través de localidades no es posible estimar dicho valor. Las probabilidades consideradas en el DAE son 1/2, 1/10, 1/20, 1/50, 1/100.

Tabla 5.4 Daños y habitantes en riesgo en la Península de Yucatán (método por AGEB)

Concepto	Severidad f(velocidad y altura de agua)					Total
	A: Rojo	B: Naranja	C: Amarillo	D: Azul	E: Verde	
Hab. en riesgo	77	0	0	31	123	230
Daños \$	3,710,687.27	0	0	632,082.42	1,195,627.23	5,538,396.92

Tabla 5.5 Daños y habitantes en riesgo en la Península de Yucatán (método por localidades)

Concepto	Severidad f(velocidad y altura de agua)					Total
	A: Rojo	B: Naranja	C: Amarillo	D: Azul	E: Verde	
Daños \$	1,937,708.39	85,730.22	121,170.08	679,859.45	296,974.41	3,121,442.57

Sin embargo, de acuerdo con el gobierno municipal, en octubre de 2011, los costos más altos por concepto de inundaciones se registraron en los sectores carretero e hidráulico con más de 550 millones de pesos. Los principales daños fueron a infraestructura carretera, a plantas potabilizadoras, reconstrucción de bordos y muros de contención.

Otros daños no menos importantes fueron al sector ganadero, infraestructura educativa, casa habitación, salud y otros.

En el municipio de Palizada, se ha instalado un sistema de alerta temprana, que permite a los pobladores tomar precauciones para salvaguardar sus vidas y sus bienes pues una vez que el nivel de agua supera los 5.20 m de altura, la población toma medidas de seguridad; sin embargo estas medidas no se han implantado eficientemente puesto que aún se siguen regis-

trando daños a casa habitación, servicios y ganadería principalmente.

Para la estimación del daño al sector carretero, hidráulico, ganadero, educativo, salud y otros, se realizó lo siguiente:

- Con la tabla de daños y habitantes en riesgo (método por localidades) se calcularon los porcentajes correspondientes a cada color de la severidad.
- Ese porcentaje se utilizó de referencia para la estimación del daño para los conceptos: carretero, hidráulico, ganadero, educativo, salud y otros.
- Los datos de costos para cada sector se tomaron con base en los reportados por el municipio en octubre del 2011.

En la Tabla 5.6 se muestra la estimación del daño para infraestructura carretera, hidráulica, habitantes, ganadera, sector educativo, salud y otros.

Tabla 5.6 Daños en diferentes sectores en la Península de Yucatán

Concepto	Severidad f(velocidad y altura de agua)					Total
	A: Rojo	B: Naranja	C: Amarillo	D: Azul	E: Verde	
Carretero	296,729,665.74	13,128,239.34	18,555,298.37	104,109,817.76	45,476,975.72	478,000,000.00
Hidráulico	57,099,084.94	2,526,240.35	3,570,558.26	20,033,640.09	8,751,041.77	91,980,566.00
Habitantes en riesgo	1,937,708.39	85,730.22	121,170.08	679,859.45	296,974.41	3,121,442.57
Ganadero	1,861,575.15	82,361.85	116,409.27	653,147.53	285,306.18	2,998,800.00
Educativo	1,118,276.65	49,476.02	69,928.83	392,355.71	171,387.78	1,801,425.00
Salud	124,154.67	5,492.99	7,763.72	43,560.59	19,028.02	200,000.00
Otros	93,116.00	4,119.74	5,822.79	32,670.44	14,271.02	150,000.00
Total	358,963,581.55	15,881,660.51	22,446,951.32	125,945,051.58	55,014,984.91	578,252,233.57

6 Propuesta de medidas para disminuir los daños

Con base en el resultado de la evaluación del riesgo de inundación en el polígono Río Palizada, se proponen medidas no estructurales que permitirán reducir los daños ocasionados por inundaciones.

De acuerdo con el documento *SUFRI, 2010*, las medidas no estructurales permiten reducir las consecuencias de la inundación, específicamente la pérdida de vidas humanas, además buscan disminuir la vulnerabilidad de la población en riesgo a partir de las acciones llevadas a cabo antes, durante y después de la catástrofe.

Las medidas para mitigar el riesgo incluyen medidas estructurales y no estructurales. En Schanze J. et al (2008) se define a las medidas estructurales (MS) como intervenciones basadas en obras de ingeniería hidráulica y a las me-

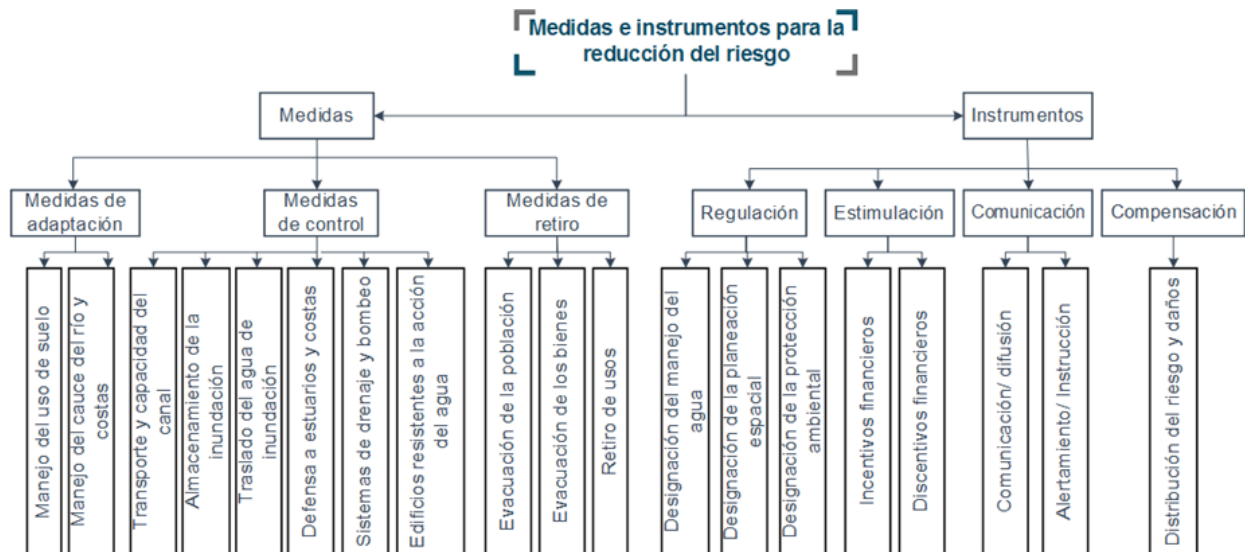
didias no-estructurales (MNS) al resto de intervenciones.

Es importante señalar, que el nuevo paradigma del manejo de gestión de riesgo de inundación (FRM por sus siglas en inglés) intenta mitigar riesgos no solamente con MS si no también considerando MNS, Meyer et al (2012).

A pesar de que el nuevo concepto es ampliamente promovido en Europa y existen políticas de inundaciones nacionales y regionales, en la práctica aún hay una inclinación fuerte sobre las MS. Un factor importante que genera la subutilización de las MNS es la escasez de técnicas usadas para evaluar, comparar y priorizar las diferentes clases de medidas, Meyer et al (2012).

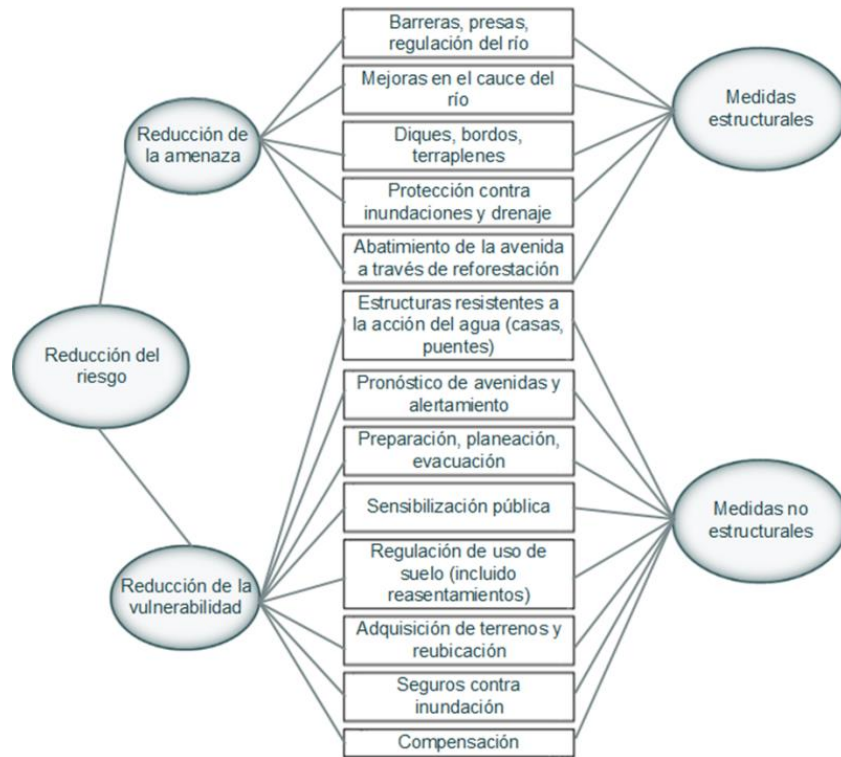
A continuación se presentan dos diagramas de clasificación de medidas, en donde se observa, por un lado la diferencia de nombrar a las MNS como instrumentos.

Figura. 6.1 Clasificación de medidas e instrumentos de Olfert y Schanze (2007)



Fuente: Tomado de la referencia Schanze J. et al (2008))

Figura. 6.2 Clasificación de medidas no estructurales de Parker (2007)



Fuente: Tomado de la referencia Schanze J. et al (2008)

6.1 Medidas no estructurales

Las medidas no estructurales engloban todas aquellas acciones que tienen relación con políticas, concientización, desarrollo del conocimiento, reglas de operación, mecanismos de participación pública e información a la población con el fin de reducir el riesgo existente y los impactos derivados de la inundación así como la vulnerabilidad de la población en riesgo a partir del planeamiento y la gestión llevados a cabo antes, durante y después de la catástrofe, todo esto al menor costo.

Las MNS cubren todas las intervenciones que no pertenecen a obras estructurales, como se mencionó anteriormente.

En nuestro país se empieza a adoptar y poner en práctica el nuevo enfoque de la gestión del riesgo y que se traduce, entre otras cosas, en proponer MNS y visualizar su efecto en la reducción de daños. Debido a la poca experiencia que existe en México y el nivel de este Programa (gran visión) como propuesta preliminar se propone la utilización de factores de reducción de daños (FRD) basados en estudios de caso principalmente en Europa (Italia, Alemania, Es-

paña, Inglaterra, Escocia, Austria) y así poder percibir los beneficios esperados al implementar las medidas.

Las MNS que se van a analizar y a las que se les va a asociar un FRD, son las siguientes:

- Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas
- Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana
- Medidas de protección civil (programas o acciones gubernamentales)
- Medidas de ordenación territorial y urbanismo (control del desarrollo urbano)
- Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones
- Promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes
- Medidas para mejorar la gestión de crecidas

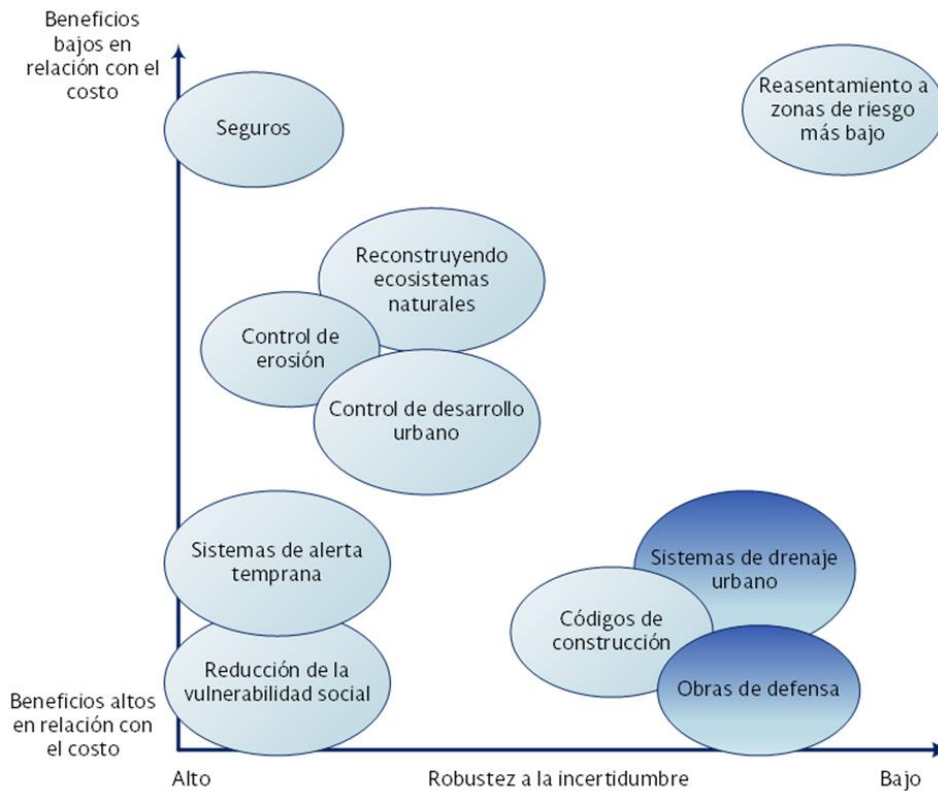
Debido a que es difícil estimar los beneficios en términos económicos que se obtendrían de una MNS, la decisión de su selección no es fácil. Ante esta situación se muestra una figura que resulta de gran utilidad para orientar la toma de

decisiones, misma que fue tomada en cuenta para proponer el factor de reducción de daños (FRD) mostrados en la tabla siguiente.

La figura muestra la relación costo-beneficio en el eje vertical y se observa que las medidas ubicadas en la parte baja de la figura tienen los beneficios más altos en relación al costo y aquellas en la parte alta tienen los beneficios más bajos. La relación costo-beneficio es solamente un factor importante en la toma de decisiones, pero otro factor importante es la robustez de las medidas de adaptación a las incertidumbres acerca del clima futuro, y esto es mostrado en el eje horizontal de la figura. La robustez mide el grado para el cual los beneficios varían considerando un cambio futuro y su unidad de

medida es conocida como “remordimiento”, ya que la incertidumbre puede llevar a la indecisión, ésta cuantifica la diferencia en desempeño de una estrategia comparada con el mejor desempeño de la estrategia a lo largo de un rango de posibles escenarios de clima futuro. Por ejemplo, en el lado izquierdo de la figura se encuentran las opciones “sin-remordimiento” (robustez alta) tales como sistemas de alerta, mejoramiento de la educación y atención a la salud las cuales tienen beneficios fuertes para cualquier variación de clima. En el lado derecho están las opciones de “alto-remordimiento” (robustez baja) tales como mantenimiento y modernización de sistemas de drenaje y obras de control, Ranger y Garbet-Sheils (2011).

Figura. 6.3 Relación costo-beneficio de opciones de gestión de inundaciones



Fuente: Jha et al (2011)

6.1.1 Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas

Conociendo la situación actual de la región en cuanto a la red de monitoreo y vigilancia de las variables hidrometeorológicas, se proponen, de manera general, las siguientes medidas que ayudarán a mejorar el sistema:

Estaciones convencionales

Para el caso de las estaciones convencionales, se propone:

- Actualizar el inventario de estaciones, incluyendo información de las diversas dependencias.
- La semiautomatización de las mismas, esto con la finalidad que la transmisión de datos se realice vía GPRS (radiofrecuencia a través de celulares, dispositivos móviles, antenas satelitales).
- Realizar un programa de mantenimiento en donde se definan los periodos de revisión de las estaciones, implementando el uso de hojas de control que especifiquen si existe algún problema, la solicitud de la corrección del mismo y el reporte de resultados, esto con el fin de dar seguimiento a las acciones realizadas en todas las estaciones y generar un historial.
- Realizar un programa de asignación del recurso enfocado al monitoreo que tenga relación directa con el programa de mantenimiento.
- Establecer programas de renovación de personal y capacitación continua del mismo para asegurar una continua recolección de información.

Para el caso de la zona piloto, se propone dar mantenimiento y rehabilitar las 3 estaciones convencionales que se encuentran en la zona, incluyendo el equipo y la instrumentación, lo ideal es realizar el trabajo de mantenimiento anualmente y la revisión y cambio de instrumentación cada dos años.

- Estación VISTA ALEGRE
- Estación PALIZADA
- Estación EL ZAPOTE (JUNKAL)

Estaciones hidrométricas

Para mejorar la red de estaciones hidrométricas en la zona es conveniente:

- Implementar un programa de mantenimiento en donde se realicen revisiones periódicas para conocer las deficiencias del mismo, así como la utilización de hojas de control que permitan llevar a cabo un seguimiento en cuanto a la realización de acciones de mejora en cada estación.
- Realizar un programa para la asignación de recursos para la actualización del equipo
- Implementar un programa de capacitación al personal así como la renovación del mismo para asegurar la obtención continua de datos
- Automatizar las estaciones hidrométricas y modernizarlas

Para el caso de la zona de estudio sólo se cuenta con una estación hidrométrica la cual requiere ser rehabilitada y asignarle un programa de mantenimiento anual para asegurar su correcto funcionamiento. Adicionalmente se debe instalar otra estación antes de la entrada a la Laguna del Este.

Observatorios meteorológicos

Para hacer más eficiente el uso de los observatorios meteorológicos se proponen realizar acciones como:

- Implementar un programa de mantenimiento en donde se realicen revisiones periódicas para conocer las deficiencias del mismo, así como la utilización de hojas de control que permitan llevar a cabo un seguimiento en cuanto a la realización de acciones de mejora en cada estación.
- Realizar un programa para la asignación de recursos para dar mantenimiento, corregir o modernizar el equipo, relacionado con el programa de mantenimiento definido en el punto anterior.
- Implementar un programa de capacitación al personal así como la renovación del mismo para asegurar la obtención continua de datos

Radares

- Se propone la instalación de un radar para cubrir los municipios de Progreso, Mérida, Telchac Puerto, Sisal, Celestún, esto con el objeto de ampliar la cobertura en la zona.
- Para el caso del radar que opera en Cancún, se plantea la reubicación del mismo.
- Implementar un programa de capacitación para el personal así como la renovación del mismo.
- Implementar un programa de mantenimiento en donde se realicen revisiones periódicas para conocer las deficiencias del mismo, así como la utilización de hojas de control que permitan llevar a cabo un seguimiento en cuanto a la realización de acciones de mejora en cada estación.

Estaciones automáticas

- Actualizar el inventario de estaciones, incluyendo información de las diversas dependencias.
- Ampliar la red de estaciones automáticas
- Realizar un cambio de software con el fin de mejorar el tiempo de transmisión y obtención de datos de las redes.
- Implementar un programa de mantenimiento en donde se realicen revisiones periódicas para conocer las deficiencias del mismo, así como la utilización de hojas de control que permitan llevar a cabo un seguimiento en cuanto a la realización de acciones de mejora en cada estación.

Para el caso de la zona piloto, se propone dar mantenimiento y rehabilitar las 4 estaciones convencionales incluyendo el equipo y la instrumentación, lo ideal es realizar el trabajo de mantenimiento anualmente y la revisión y cambio de instrumentación cada dos años.

- Rehabilitación de la estación PALIZADA / EMA
- Rehabilitación de la estación CIUDAD DEL CARMEN / EMA
- Rehabilitación de la estación CD. DEL CARMEN/EMA
- Rehabilitación de la estación ISLA AGUADA /EMA

Estaciones de radiosondeo

- Implementar un programa de mantenimiento en donde se realicen revisiones periódicas para conocer las deficiencias del mismo, así como la utilización de hojas de control que permitan llevar a cabo un seguimiento en cuanto a la realización de acciones de mejora en cada estación.
- Implementación de un programa de asignación de recursos relacionado con el programa de mantenimiento para la mejora del inmueble y el equipo.
- Implementar un programa de capacitación y renovación del personal

Para el caso de la zona de estudio correspondiente al río palizada, una labor que se considera importante para el mejoramiento de la red meteorológica existente es el establecimiento de un programa de mantenimiento continuo, que establezca los periodos de supervisión, el levantamiento de solicitudes de cambios, actualizaciones o correcciones, así como el reporte de acciones realizadas en cada una de las estaciones, así como un programa de asignación de recurso que permita realizar en tiempo y forma, los trabajos solicitados con el objetivo de mantener la operación continua de dichas estaciones.

Por otro lado, la implementación de programas de capacitación al personal encargado de la operación de la red, así como la transmisión de conocimientos hacia nuevo personal para su renovación a largo plazo podría asegurar que los datos transmitidos sean confiables y continuos. Para esta zona, debido a que el riesgo de inundación está latente cada año en la temporada de lluvias, se propone la implementación de un sistema de alerta temprana.

Para definir el grado de disminución que se alcanza al aplicar esta medida en la zona, se determinó el porcentaje de reducción de daño con el que contribuye, el cual depende del tipo de zona de riesgo que se identificó en la estimación de daños.

Tabla 6.1. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas

REDUCCIÓN (%)				
A: Rojo	B: Naranja	C: Amarillo	D: Azul	E: Verde
1	2	3	4	5

Fuente: OCPY, DLC, DLQR, IMTA, 2013

6.1.1 Medidas de pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana

La Península de Yucatán no cuenta con sistemas de alerta temprana de ríos y ciclones. Protección civil del estado así como el CENECAMP tienen páginas en las que muestran un seguimiento de las mediciones en tiempo real y se establecen alarmas de acuerdo al nivel alcanzado. Sin embargo, debido a que la zona es plana, sería muy conveniente mejorar el tiempo en cuanto a transmisión de datos, por lo que se propone realizar una actualización de software y plataforma que permita el envío y recepción de datos en tiempos más cortos. Por otro lado, se propone mejorar la difusión de la información a través del establecimiento de medios de comunicación dependiendo de la zona y el nivel de infraestructura con el que se cuente.

Por otro lado se proponen la utilización de métodos de pronóstico de escurrimiento incluyendo modelos programados en plataformas de uso libre como el IBER para la simulación de flujos en ríos y estuarios (<http://iberaula.es/modelo-iber/modelo>). Este tipo de modelos ayudan a establecer diferentes escenarios de pronóstico de avenidas.

Para el caso de la zona de estudio del río Palizada, debido a que el crecimiento del río se da de manera lenta, la población está acostumbrada a estar al tanto del mismo, por lo que el establecimiento de un sistema de alerta temprana ayudaría en un bajo grado a disminuir los daños en caso de desbordamiento del río, sin embargo, es importante llevarlo a cabo por que en conjunto con las demás acciones tanto estructurales como no estructurales reduce el riesgo a la población.

En coordinación con el Organismo de cuenca de la Península de Yucatán, las Direcciones Locales de Campeche y Quintana Roo, así como el Insti-

tuto Mexicano de Tecnología del Agua, se determinó el porcentaje de reducción de daño con el que contribuye la implementación de esta medida en la cuenca piloto, el cual depende del tipo de zona de riesgo que se identificó en la estimación de daños.

Tabla 6.2. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas de pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana

REDUCCIÓN (%)				
A: Rojo	B: Naranja	C: Amarillo	D: Azul	E: Verde
10	11	12	13	14

Fuente: OCPY, DLC, DLQR, IMTA, 2013

6.1.2 Medidas de restauración fluvial

En esta medida se deberá abordar primero las causas para proponer acciones de restauración en la cuenca alta con técnicas orientadas a la consecución de la restauración hidrológico-agroforestal de las cuencas, posteriormente se abordan acciones relacionadas con los efectos asociados al comportamiento natural de las zonas inundables, destacando las que tienen por objeto la integración de las actividades humanas en la protección y mejora de los medios fluviales. Es claro que la deforestación modifica el régimen de escurrimiento que llega a los ríos, produce mayor erosión que a su vez puede cambiar la configuración de las redes de drenaje aguas abajo, así como la intensificación de los caudales que se presentan, es por eso que se insiste en que una primera actividad promueve la restauración de la cuenca alta.

La restauración hidráulica está orientada principalmente a la capacidad de conducción de los cauces y llanuras de inundación, en este sentido es necesario recordar el concepto conocido como factor de conducción, el cual depende tanto de las características geométricas del río como del coeficiente de rugosidad de Manning. En cuanto al coeficiente de rugosidad, las medidas de restauración fluvial en cauces y zonas de inundación están orientadas en primera instancia a la limpieza del río, en donde se propone lograr reducir la rugosidad o resistencia al flujo al retirar malezas y en algunos casos, árboles que llegan a nacer dentro de los cauces y que modifican su funcionamiento, una segunda op-

ción en la restauración necesaria por la reducción del espacio fluvial, es el dragado para los casos en los que una gran cantidad de sedimentos fueron depositados, dichos sedimentos no tienen un gran impacto en el cambio de la rugosidad, pero modifican las características geométricas impactando también en el factor de conducción y produciendo una disminución de la capacidad de conducción, todo esto tanto en los cauces, como en las llanuras de inundación, recordando que las zonas de inundación son generalmente parte importante del sistema de drenaje natural de las cuencas, para la restauración de llanuras de inundación es importante recordar de manera natural tienen plantas propias del lugar.

6.1.3 Medidas de protección civil

La península de Yucatán cuenta con planes de emergencia en algunos municipios que sufren el problema de inundación, sin embargo, existen localidades que aún no cuentan con ese tipo de programas, por lo que es recomendable hacer un inventario de los sitios donde se cuenta con esos programas.

Para las localidades que cuentan con esos programas, se propone revisar que por lo menos contengan:

- Mapas de zonas inundables
- Rutas de evacuación de cada una de las zonas inundables
- Listas de albergues existentes en la zona
- Mapa de instalaciones particularmente sensibles o vulnerables (escuelas, hospitales, asilos, etc.).
- Directorio de autoridades locales, señalando su función.
- Directorio de personas que coordinan los grupos formados para la atención de inundaciones (Ejército, municipales, sociales, etc.) y su principal función.
- Boletines para alerta de emergencia.

Para el caso de la cuenca en estudio se ha identificado que cuentan con algunos mapas de zonas inundables, sin embargo es conveniente actualizarlos.

Por otro lado, no existen identificadas las rutas de evacuación para cada una de las zonas inundables por lo que es necesario realizar un estudio

que identifique las zonas más aptas para movilizar a la población afectada.

Realizando una consulta de la información disponible que presenta CENECAM (<http://www.cenecam.gob.mx/>) la zona no cuenta con un mapa de instalaciones particularmente sensibles o vulnerables a la inundación, por lo que se deben generar dichos mapas.

La zona de Palizada cuenta con un directorio de funcionarios que se puede consultar fácilmente, sin embargo es necesario complementar esa información indicando la función que tiene cada uno, así como la manera en la que debe actuar en caso de suscitarse el evento.

El municipio de Palizada y en general el estado de Campeche cuenta con boletines informativos a través de páginas Web, trípticos, entre otros, sin embargo se propone la actualización de los mismos y ampliar su difusión a través de spots de radio y televisión.

En general se propone la realización de un atlas de riesgo del municipio de Palizada así como actualizar los planes de emergencia con los que actualmente cuenta Protección Civil del Municipio.

En general las acciones que se proponen para reducir los riesgos de inundaciones son:

- Actualización de Mapas de inundación para la cuenca Palizada.
- Identificación de rutas de evacuación en las localidades del municipio de Palizada.
- Estudios para identificar instalaciones particularmente sensibles o vulnerables a inundaciones en Palizada.
- Estudios para identificar las funciones de autoridades en caso de Inundación
- Campaña de difusión para alertar a la población de Palizada.

En la zona piloto del río Palizada se podría reducir el daño con la implementación de un plan de emergencia y el porcentaje de reducción dependerá del tipo de zona de riesgo que se identificó en la estimación de daños.

Tabla 6.3. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas de protección civil

REDUCCIÓN (%)				
A: Rojo	B: Naranja	C: Amarillo	D: Azul	E: Verde
4	5	6	7	8

Fuente: OCPY, DLC, DLQR, IMTA, 2013

Para la zona piloto del río Palizada se determinó el porcentaje de reducción de daño con el que contribuye la implementación de esta medida en la cuenca piloto, el cual depende del tipo de zona de riesgo que se identificó en la estimación de daños.

Tabla 6.4. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas de ordenación territorial y urbanismo

REDUCCIÓN (%)				
A: Rojo	B: Naranja	C: Amarillo	D: Azul	E: Verde
2	3	4	5	6

Fuente: OCPY, DLC, DLQR, IMTA, 2013

6.1.5 Medidas de mejora del drenaje natural

En muchos de los casos el drenaje natural es insuficiente, y el drenaje transversal e infraestructuras obstaculizan el flujo, por lo tanto es importante realizar estudios donde se requiera mejora del drenaje, rehabilitación de cauces para evitar la acumulación de agua y posibles inundaciones. En el caso de la zona en estudio se propone la realización de las siguientes acciones:

- Realizar un estudio y proyecto de obra para desazolve en la desembocadura del río Palizada

6.1.6 Estandarización de protocolos

El proceso de estandarización permite fortalecer, homogeneizar y hacer comparable la producción de datos estadísticos con calidad, basados en la implementación de protocolos, su importancia radica en la armonización de los procedimientos que a su vez posibilitan la comparabilidad e integración de la información proveniente de diferentes operaciones.

De acuerdo con estándares internacionales, la predicción oportuna de crecientes permite a las autoridades tomar acciones con anticipación para salvaguardar a la sociedad, además de emitir instrucciones preventivas como; restringir la navegación, abrir compuertas, acortar el intervalo de tiempo de monitoreo y vigilancia hidrológica, y dar instrucciones relacionadas con

planes de emergencia, emisión de alertas generalizadas, puesta en marcha de operativos de emergencia, movilizandoy evacuando a la población asentada en zonas de alto riesgo, con la coordinación de la vigilancia y monitoreo de variables hidrológicas, así como al pronóstico adecuado de crecientes y puesta en marcha de sistemas de alerta temprana contra inundaciones. El pronóstico de crecientes, siempre debe estar acompañado de la vigilancia y monitoreo de variables hidrológicas y utilización continua del sistema de alerta, de manera independiente a la frecuencia con que es utilizado.

En 2011 la CONAGUA a través de la Dirección General Técnica publicó el Manual para el control de inundaciones, que tiene por objeto dar a conocer y aplicar de ser necesario, las técnicas de análisis adecuadas, los equipos de medición existentes y sobre todo la importancia de la oportunidad en la disponibilidad de información básica. Asimismo, conocer los elementos disponibles para la toma de decisiones oportuna que pueda salvar vidas humanas. Finalmente, pretende apoyar al personal del más alto nivel a cargo de los operativos de atención de las emergencias por inundaciones, mediante la relación de puntos por verificar para una atención satisfactoria de una inundación.

La Organización Meteorológica mundial (OMM), publica en 2011 La Guía de prácticas hidrológicas, en la que se abordan los temas de la modelación de temas hidrológicos y predicciones hidrológicas, entre otros. Asimismo, se hacen recomendaciones en la aplicabilidad de los diferentes métodos lluvia escurrimiento, con base en la disponibilidad de datos y la fisiografía. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) cuenta con procedimiento de actividades en donde definen los diferentes niveles de toma de decisiones desde la fase de diagnóstico, realizado con base en modelos matemáticos (MM5, WRF, GFS y NAM), pasando por la fase de UNO en donde el Centro Nacional de Pronóstico del Tiempo (CNPT) emite aviso de la fase UNO y finalmente la fase DOS en donde se da seguimiento al fenómeno severo en las horas posteriores inmediatas, aplicando los planes de contingencia que consisten en comunicados oficia-

les de los procedimientos a las diferentes instancias involucradas.

En los lugares donde se tengan formulados planes de prevención debidamente difundidos entre los usuarios y claramente instruidas a las autoridades implicadas en las entidades de gobierno involucradas, se mitigarán los efectos relacionados con las pérdidas de vidas y pérdidas materiales, por lo que es importante mantener de manera adecuada un sistema de comunicación robusto, antes, durante y después de la ocurrencia de los fenómenos hidrometeorológicos extremos.

6.1.7 Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones

La población que habita en la zona del río Palizada ha aprendido a convivir con las crecientes del río, por lo que se recomienda documentar dichas acciones y así poder difundirlas a través de la región.

Sin embargo, dado a que el riesgo está latente en las comunidades que habitan en las riberas del río, es conveniente establecer mecanismos de difusión de acciones que deben realizarse

antes, durante y después de una inundación tales como:

- Difusión de la información con el uso de spot de radio, televisión e internet.
- Difusión de la información a través de reuniones comunitarias
- Difusión de información a través de las escuelas

Para ello, es importante crear el material correspondiente al medio de transmisión a utilizar, de tal manera que sea amigable y claro para todo tipo de población.

Para la zona piloto del río Palizada se determinó el porcentaje de reducción de daño con el que contribuye la implementación de esta medida en la cuenca piloto, el cual depende del tipo de zona de riesgo que se identificó en la estimación de daños.

Tabla 6.5. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones

REDUCCIÓN (%)				
A: Rojo	B: Naranja	C: Amarillo	D: Azul	E: Verde
5	6	7	8	9

Fuente: OCPY, DLC, DLQR, IMTA, 2013

Existen diferentes mecanismos de comunicación que se muestran en la tabla.

Tabla 6.6. Medios y canales de comunicación

Medios	Recursos
Televisión: cadenas nacionales y estatales	Boletines informativos Noticiarios Reportajes especiales Cortometrajes Cápsulas informativas o educativas Campañas Programas educativos Telenovelas
Radiodifusoras: cadenas nacionales, estatales y radio comunitaria	Boletines informativos Noticiarios Reportajes especiales Cápsulas informativas o educativas Campañas Programas educativos Radionovelas

Medios	Recursos
Prensa: periódicos nacionales, estatales y locales	Boletines informativos Notas, artículos y reportajes especiales Inserciones informativas y/o educativas Suplementos científicos y culturales Cartones y otros gráficos (fotografías)
Revistas: Temáticas (culturales, científicas, de instituciones públicas)	Notas, artículos y reportajes especiales Inserciones informativas y/o educativas Historietas y otros materiales gráficos
Medios electrónicos: páginas, portales, redes sociales, blogs, twitter, facebook	Boletines informativos Ligas a recursos sobre el GIC de: instituciones públicas, universidades, centros de investigación, organismos civiles especializados Cápsulas informativas y educativas (auditivas, visuales, audiovisuales y gráficas) Medios interactivos para intercambio de información y opiniones (instituciones-sociedad) Comunicación interinstitucional vía correo electrónico (grupos y redes)
Telefonía fija y celular	Centros informativos y líneas de emergencia Redes de comunicación interpersonal en momentos de emergencia Mensajes de texto (informativos y educativos) dirigidos a usuarios de la telefonía celular
Espectaculares, vallas y carteles fijos y móviles	Mensajes informativos y educativos Campañas y lemas
Impresos: folletos, carteles, trípticos, manuales, guías, calcomanías, artículos promocionales, papelería en documentos públicos y privados (facturas, recibos, etc.)	Difusión de información específica (programas institucionales asociados a el GIC) Materiales educativos y de generación de capacidades Campañas y lemas
Perifoneo, pizarrones informativos, vocería, mensajería, comunicación interpersonal	Boletines informativos Intercambio de información en situación de emergencia Redes de comunicación grupal e interpersonal
Rádios de onda corta, intercomunicadores, mensajería	Mensajes orales en situación de emergencia Redes de comunicación grupal e interpersonal

6.1.8 Medidas consideradas para promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes

Debido a la recurrencia de afectaciones identificadas en la zona, se considera una acción pertinente el uso de seguros para la protección de bienes y vidas que están en riesgo debido a los fenómenos meteorológicos. Por lo cual se propone realizar campañas de difusión de las posibles pérdidas que se producirían en la zona así como los beneficios que se tienen al tener los bienes asegurados. Por lo tanto es importante:

- Realizar estudios sociales que den una pauta del grado de aceptación de la población con respecto al tema. Para esto es conveniente que a través de universidades y personal de protección civil lleven a cabo la creación y aplicación de encuestas a la población que se ubica en zonas de riesgo.
- Realizar material de difusión que dé a conocer la lista de seguros disponibles que existen en la zona así como los datos básicos que se requieren para la contratación de un seguro.

Tabla 6.7. Datos básicos requeridos para la contratación de un seguro

Datos necesarios (Hogar, Vida)	Datos necesarios (Agrícola)
Nombre del asegurado (nombre(s), apellido paterno, apellido materno).	Datos generales del productor: nombre, nombre del rancho, ubicación del predio, domicilio, teléfono, correo electrónico, estado, municipio.
Nombre del beneficiario (si es diferente al asegurado)	Tipo de fenómeno climatológico le afecta al cultivo, para nuestro caso sería riesgo de inundación.
Nombre de la aseguradora (empresa) y agente	Nombre del cultivo que se podría ver afectado.
Domicilio fiscal (calle, número exterior, número interior, Colonia, Código Postal, Municipio, Ciudad y Estado).	Superficie
Domicilio del riesgo (calle, número exterior, número interior, Colonia, Código postal, Municipio, Ciudad y Estado).	Tipo de ambiente del cultivo: riego, temporal, punta de riego, otros.
Tipo de materiales de construcción de muros, entrepisos y techos.	Fecha de siembra
Número de niveles: sótanos, planta baja, mezanine y pisos altos	Esquema de aseguramiento: garantía de producción, inversión con ajuste a rendimiento, inversión con ajuste a daño directo, planta; Seguro Agrícola Catastrófico con Evaluación en Campo y Seguro Agrícola Catastrófico Paramétrico; etc.
Naturaleza del riesgo cubierto: incendio edificio, incendios contenidos, gastos extraordinarios y/o remoción de escombros, rotura de cristales, robo en domicilio, equipo electrodoméstico, asistencia en hogar y/o asistencia en viajes.	
Designación de los objetos asegurados y de su situación.	
Suma asegurada para cada una de las secciones que se desean contratar.	
Coberturas adicionales a la básica: fenómenos hidrometeorológicos y/o terremoto y erupción volcánica	
Inicio y fin de vigencia	
Forma de pago: contado, semestral, trimestral o mensual	
Importe de la prima a pagar, recargos e impuestos.	

Fuente: AMIS. Seguros Daños

Figura. 6.5 Lista de aseguradoras y tipos de seguro

Actualizada entre Septiembre y Noviembre 2012

Información actualizada al 2012		no había reportado en el 2010					
Información actualizada al 2010							
No reportaron información							
Seguros que la Compañía Vende							
Seguros que la Compañía Vende como nuevos o que							
Tipo de seguro o producto de daños que la Compañía vende	1	2	3	4	5	38	
	1-BANORTE GENERALI	2-ABA/SEGUROS	3-ALLIANZ MEXICO	4-METROPOLITANA	6-PATRIMONIAL INBURSA	109 FM GLOBAL DE MÉXICO	
	Casa Habitación	✓	✓	✓	✓	✓	
	Casa Habitación con servicio de asistencia en el hogar	✓	✓	✓	✓	✓	
	PYMES (producto específico)	✓	✓	✓	✓	✓	
	PYMES (producto específico) con asistencia en la empresa	✓	✓	✓	✓	✓	
	Riesgos Hidrometeorológicos	✓	✓	✓	✓	✓	
	Construcción (Obra Civil)	✓	✓	✓	✓	✓	
	Obra Civil Terminada	✓	✓	✓	✓	✓	
	Objetos Personales	✓	✓	✓	✓	✓	
	Agrícola						
	Pecuario						
	Pecuario Multianual						
Comercio	✓	✓	✓	✓	✓		
Familiar	✓	✓	✓	✓	✓		
Hoteles	✓	✓	✓	✓	✓		
Industria	✓	✓	✓	✓	✓		
Productos	✓	✓	✓	✓	✓		
Talleres	✓	✓	✓	✓	✓		
Tipo de seguro o producto de daños que la Compañía vende	7	8	9	10	11	12	
	8-EL POTOSI	9-GENERAL DE SEGUROS	10-RSA	12-CHARTIS SEGUROS MÉXICO	13-LA LATINOAMERICANA	16-SEGUROS MULTIVA	
	Casa Habitación	✓	✓	✓	✓	✓	
	Casa Habitación con servicio de asistencia en el hogar	✓	✓	✓	✓	✓	
	PYMES (producto específico)	✓	✓	✓	✓	✓	
	PYMES (producto específico) con asistencia en la empresa	✓	✓	✓	✓	✓	
	Riesgos Hidrometeorológicos	✓	✓	✓	✓	✓	
	Construcción (Obra Civil)	✓	✓	✓	✓	✓	
	Obra Civil Terminada	✓	✓	✓	✓	✓	
	Objetos Personales	✓	✓	✓	✓	✓	
	Agrícola						
	Pecuario						
	Pecuario Multianual						
Comercio	✓	✓	✓	✓	✓		
Familiar	✓	✓	✓	✓	✓		
Hoteles	✓	✓	✓	✓	✓		
Industria	✓	✓	✓	✓	✓		
Productos	✓	✓	✓	✓	✓		
Talleres	✓	✓	✓	✓	✓		
Tipo de seguro o producto de daños que la Compañía vende	19	20	21	22	23	25	
	36 INTERACCIONES	37 QBE DE MÉXICO	39 ACE SEGUROS	41 MAPFRE TEPEYAC	43 GRUPO NACIONAL PROVINCIAL	47 PROTECCION AGROPECUARIA	
	Casa Habitación	✓	✓	✓	✓	✓	
	Casa Habitación con servicio de asistencia en el hogar	✓	✓	✓	✓	✓	
	PYMES (producto específico)	✓	✓	✓	✓	✓	
	PYMES (producto específico) con asistencia en la empresa	✓	✓	✓	✓	✓	
	Riesgos Hidrometeorológicos	✓	✓	✓	✓	✓	
	Construcción (Obra Civil)	✓	✓	✓	✓	✓	
	Obra Civil Terminada	✓	✓	✓	✓	✓	
	Objetos Personales	✓	✓	✓	✓	✓	
	Agrícola						
	Pecuario						
	Pecuario Multianual						
Comercio	✓	✓	✓	✓	✓		
Familiar	✓	✓	✓	✓	✓		
Hoteles	✓	✓	✓	✓	✓		
Industria	✓	✓	✓	✓	✓		
Productos	✓	✓	✓	✓	✓		
Talleres	✓	✓	✓	✓	✓		

Fuente: AMIS. Seguros Daños

Como puede observarse en la imagen, es importante establecer la lista de aseguradoras que ofrecen los servicios para cubrir cultivos, casa, vidas, ganado ante la presencia de fenómenos meteorológicos.

Establecer mecanismos de difusión a través de los cuales se le haga llegar a la población el material correspondiente al uso de seguros. Por lo cual se propone realizar campañas de difusión de las posibles pérdidas que se producirían en la zona así como los beneficios que se tienen al tener los bienes asegurados., esto a través de páginas Web, spots de radio, trípticos y reuniones informativas, entre otras.

Para la zona piloto del río Palizada se determinó el porcentaje de reducción de daño con el que contribuye la implementación de esta medida en la cuenca piloto, el cual depende del tipo de zona de riesgo que se identificó en la estimación de daños.

Tabla 6.8. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas consideradas para promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes

REDUCCIÓN (%)				
A: Rojo	B: Naranja	C: Amarillo	D: Azul	E: Verde
30	31	32	33	34

Fuente: OCPY, DLC, DLQR, IMTA, 2013

6.1.9 Medidas de operación de embalses aguas arriba

Para el caso de Palizada se consideran las medidas de operación de llanuras de inundación debido a la existencia de canales que desfogon el agua en ellas, por lo que es importante establecer la metodología de operación que establezca las acciones a realizar de acuerdo a los niveles del río.

Por otro lado, es indispensable realizar estudios que identifiquen las posibles llanuras de inundación que existen en la zona, con el objetivo de hacer uso de ellas durante la crecida del río con el objeto de reducir sus niveles y que no afecten a zonas agrícolas, ganaderas o a la población misma.

Otra acción que podría ayudar a reducir el riesgo, es la realización de modelaciones hidrológicas con diferentes escenarios, considerando la

situación meteorológica futura para predecir las inundaciones resultantes.

Para la zona piloto del río Palizada se determinó el porcentaje de reducción de daño con el que contribuye la implementación de esta medida en la cuenca piloto, el cual depende del tipo de zona de riesgo que se identificó en la estimación de daños.

Tabla 6.9. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas de operación de llanuras de inundación

REDUCCIÓN (%)				
A: Rojo	B: Naranja	C: Amarillo	D: Azul	E: Verde
20	25	30	35	40

Fuente: OCPY, DLC, DLQR, IMTA, 2013

6.1.10 Medidas para mejorar la gestión de crecidas

Este tipo de medidas intenta lograr una mejora en la comunicación que existe entre diferentes organizaciones y actores con un papel de relevancia en la gestión del riesgo de inundación, permitiendo que la participación de los actores sea eficaz y efectiva respetando la sustentabilidad del medio ambiente. Para ello es importante establecer una guía de comunicación en cuanto al manejo integral de riesgos por contingencias hídricas, debido que la comunicación se considera un instrumento clave y eficaz para crear una cultura de la prevención tanto en las instituciones responsables de la gestión de los recursos hídricos y la protección civil como en la población y otros muchos otros actores. Para ello se ha definido el enfoque que debe tener el programa de comunicación propuesto en este documento:

- La comunicación es una herramienta para la gestión del conocimiento, entendida no sólo como la transmisión de conceptos e información sino como su apropiación, interpretación y enriquecimiento a partir de la propia experiencia.
- La comunicación contribuye a la generación de capacidades para reducir los riesgos y las vulnerabilidades frente a las inundaciones u otros fenómenos hidrometeorológicos.

- La comunicación favorece el cambio de percepciones y la cultura del riesgo de actitudes reactivas, pasivas y de miedo hacia comportamientos preventivos, proactivos y de auto protección.
- La comunicación es multidireccional, y la información tiene camino de ida y vuelta en la que los/as emisores/as y receptores/as intercambian roles como una forma de mejorar las medidas emprendidas a partir de las necesidades reales y sentidas por la población en situación de riesgo.
- La comunicación es un proceso continuo que abarca los momentos de contingencia y todo el ciclo del manejo integral del riesgo y que se ajusta a los cambios de la naturaleza y los procesos sociales.
- La comunicación se basa en los principios éticos de integridad, responsabilidad, acceso a la información, respeto a la digni-

dad de las personas, respeto a la diversidad cultural, promoción de la paz

- La comunicación reconoce las distintas percepciones, saberes y conocimientos y valora tanto la información científica como la que proviene de los saberes tradicionales, la experiencia y el contacto directo con la realidad.

La adopción de un enfoque que enfatiza la prevención, la mitigación del riesgo y reducción de daños, exige la participación de una amplitud de actores en el proceso de la comunicación. Para lograr una comunicación ordenada y eficaz es preciso identificar con claridad el papel y la responsabilidad de cada actor (o grupo de actores) y los canales de coordinación y colaboración entre ellos así como en cada grupo pueden ubicarse diferentes áreas de actuación y responsabilidad y diversos niveles o ámbitos de influencia, como se desglosa en el cuadro.

Tabla 6.10. Grupos de actores de acuerdo a su papel en el MIRH

Grandes Grupos	Responsabilidades /rol actuales y factibles
Organismos gubernamentales ✓ Organismos Federales ✓ Organismos Estatales ✓ Organismos Municipales ✓ Autoridades locales (agente o delegado/a municipal, comisario/a ejidal o comunal, etc.)	Intervienen directamente en la administración de los recursos hídricos y la protección civil relacionados con el MIRH. Intervienen o pueden intervenir en las actividades de previsión, prevención, respuesta y recuperación del MIRH.
Instituciones científicas y académicas ✓ Universidades nacionales, estatales y regionales ✓ Centros de investigación, asociaciones y redes ✓ Escuelas técnicas y de nivel medio ✓ Escuelas de educación básica	Contribuyen a la generación, divulgación de conocimiento para el MIRH (estudios, mapas de riesgo, proyectos). Participan en la formación y capacitación relacionadas con la MIRH dentro y fuera de las instituciones académicas y escolares.
Medios de comunicación ✓ Medios masivos (radio y televisión) nacional y estatal ✓ Medios locales y comunitarios (radios, perifoneo, voceo) ✓ Medios alternativos (redes sociales) ✓ Comunicación grupal e interpersonal	Divulgan información proporcionada por las instituciones competentes sobre situaciones de riesgo y de desastre. Informan y documentan contingencias hídricas y la situación de la población afectada y recogen opiniones de diversos actores y personas Contribuyen (o pueden hacerlo) a difundir información a personas aisladas. Comunican necesidades y visiones de la población afectada.
Organizaciones civiles ✓ OSC ✓ Fundaciones ✓ Grupos sociales (deportivos, iglesia, culturales)	Contribuyen a la generación del conocimiento regional y local. Son potenciales intermediarios en la comunicación de “abajo hacia arriba” sobre las necesidades y propuestas de las poblaciones en riesgo y/o afectadas. Desarrollan metodologías y proyectos para la acción comunitaria y la incidencia en instituciones y programas públicos en diversos niveles.
Sector Privado	Realizan contribuciones económicas y en especie para atención de desastre.

Grandes Grupos	Responsabilidades /rol actuales y factibles
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Empresas ✓ Fundaciones ✓ Asociaciones gremiales y cámaras 	<p>Llevan a cabo acciones para la restauración de las actividades económicas que les compete.</p> <p>Son potenciales aliados en todas las etapas del MIRH tanto en la comunicación como en las tareas de emergencia (transporte, aprovisionamiento, rescate).</p>
<p>Población</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Consejos de Cuenca ✓ Asambleas comunitarias ✓ Organizaciones y comités vecinales y comunitarias ✓ Grupos asociados a actividades y servicios comunitarios (clínicas, escuelas) ✓ Población no organizada 	<p>Son actores principales de las medidas de autoprotección y participantes con las instituciones públicas responsables de todas las medidas y actividades del MIRH.</p> <p>Son las personas afectadas (o potenciales) a quienes se dirigen las medidas de todo el proceso del MIRH.</p> <p>Son potenciales emisores de información esencial para orientar a las instituciones responsables sobre las necesidades y la eficiencia de las acciones del MIRH.</p>

Para generar una mejora en la gestión de crecida, se debe tomar en cuenta las instituciones que actualmente existen en la región y definir sus funciones, por lo que se propone para cada una de ellas lo siguiente:

Instituciones científicas y académicas. Las universidades, tecnológicos, centros de investigación y académicos/as generan un bagaje muy amplio de estudios y documentos, trabajan en coordinación o consultoría con las instancias de gobierno a nivel federal, estatal y municipal, otros se coordinan con grupos de la sociedad civil o directamente con la población. Entre sus investigaciones es posible encontrar modelos, métodos, propuestas, evaluaciones, documentación de experiencias, cursos de sensibilización y capacitación que pueden contribuir a enriquecer la comunicación para un manejo integral del riesgo hídrico.

Organizaciones de la sociedad civil. Las organizaciones de la sociedad civil y los organismos internacionales contribuyen al manejo de riesgos mediante la formulación de metodologías, actividades de capacitación, organización comunitaria y elaboración de mapas de riesgos a nivel local. Algunos organismos de carácter internacional contribuyen también con fondos para la provisión de servicios o bienes en momentos de emergencia como alimentos, equipamiento, asesoría, etc. Estos actores son potenciales aliados en materia de comunicación, especialmente en lo que se refiere a tareas de educación y concientización para la generación de capacidades y de una cultura de la prevención y la autoprotección. También pueden contribuir a fortalecer canales de comunicación

multidireccional, ofreciendo herramientas para que la población, a través de sus organizaciones comunitarias, se capacite en el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TICs), establezcan mecanismos de vocería y se fomente la formación de redes de comunicación. Entre las organizaciones que han acumulado experiencia se encuentran:

- ✓ El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo mediante el Programa de Manejo de Riesgos de Desastres (PMR) con un conjunto de organizaciones de la sociedad civil en los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo.
- ✓ Oxfam México, también en asociación con organizaciones civiles, ofrece asesoría y apoyo en momentos de emergencia.
- ✓ Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza que contribuye con gobiernos municipales en la gestión de cuencas y micro-cuencas, incluyendo medidas para la prevención de riesgos hídricos.

Existen otro tipo de organismos que no están directamente involucrados en los temas de manejo de riesgos pero que podrían jugar un papel en actividades de comunicación y/o difusión con sectores específicos, por ejemplo las asociaciones de deporte, los grupos de iglesia o aquellos que realizan actividades culturales. Estos podrían ser considerados receptores y distribuidores de materiales de difusión y pueden constituirse en potenciales aliados para la formación de redes informales de comunicación.

Medios de comunicación. Los medios de comunicación, en especial los masivos (radio y

televisión) constituyen la única fuente de información de una importante porción de la población, especialmente en situaciones de alto riesgo por eventos de gran magnitud como huracanes, tormentas tropicales, lluvias torrenciales, etc. Simultáneamente, al cubrir las zonas que se encuentran en situación de emergencia, los medios contribuyen a mostrar las necesidades de grupos de la población (casi siempre los que padecen mayor marginación) y obligan, con ello, a la atención a zonas que se encuentran aisladas o sin recursos para responder a la contingencia.

Esta capacidad de los medios masivos, podría potenciarse y modularse hacia un tratamiento más integral, sobre todo, en la generación de una cultura de la prevención y la autoprotección. También pueden contribuir a generar nuevos valores como la solidaridad, la acción colectiva, la ayuda mutua y la autogestión por parte de la población y de la transparencia, la honestidad y la rendición de cuenta por parte de las instituciones responsables de los programas y los recursos públicos.

Tabla 6.11. Medios y canales de comunicación

Medios	Recursos
Televisión: cadenas nacionales y estatales	Boletines informativos Noticiarios Reportajes especiales Cortometrajes Cápsulas informativas o educativas Campañas Programas educativos Telenovelas
Radiodifusoras: cadenas nacionales, estatales y radio comunitaria	Boletines informativos Noticiarios Reportajes especiales Cápsulas informativas o educativas Campañas Programas educativos Radionovelas
Prensa: periódicos nacionales, estatales y locales	Boletines informativos Notas, artículos y reportajes especiales Inserciones informativas y/o educativas Suplementos científicos y culturales Cartones y otros gráficos (fotografías)
Revistas: Temáticas (culturales, científicas, de instituciones públicas)	Notas, artículos y reportajes especiales Inserciones informativas y/o educativas Historietas y otros materiales gráficos
Medios electrónicos: páginas, portales, redes sociales, blogs, twitter, facebook	Boletines informativos Ligas a recursos sobre el GIC de: instituciones públicas, universidades, centros de investigación, organismos civiles especializados Cápsulas informativas y educativas (auditivas, visuales, audiovisuales y gráficas) Medios interactivos para intercambio de información y opiniones (instituciones-sociedad) Comunicación interinstitucional vía correo electrónico (grupos y redes)
Telefonía fija y celular	Centros informativos y líneas de emergencia Redes de comunicación interpersonal en momentos de emergencia Mensajes de texto (informativos y educativos) dirigidos a usuarios de la telefonía celular

Medios	Recursos
Espectaculares, vallas y carteles fijos y móviles	Mensajes informativos y educativos Campañas y lemas
Impresos: folletos, carteles, trípticos, manuales, guías, calcomanías, artículos promocionales, papelería en documentos públicos y privados (facturas, recibos, etc.)	Difusión de información específica (programas institucionales asociados a el GIC) Materiales educativos y de generación de capacidades Campañas y lemas
Perifoneo, pizarrones informativos, vocería, mensajería, comunicación interpersonal	Boletines informativos Intercambio de información en situación de emergencia Redes de comunicación grupal e interpersonal
Radios de onda corta, intercomunicadores, mensajería	Mensajes orales en situación de emergencia Redes de comunicación grupal e interpersonal

Sector Privado. El sector privado como actor presente y potencial en el MIRH tiene una multiplicidad de identidades. Hay empresas, comercios, transporte y negocios que pueden ir desde grandes corporativos hasta pequeños establecimientos con necesidades y características diferentes en cada caso. En materia de comunicación los empresarios (de todos los niveles) podrían contribuir a la divulgación de información en sus establecimientos, medios de transporte, servicios (equipos y medios de comunicación) y formar parte de las redes de comunicación.

De acuerdo a las características de cada uno su participación puede variar. Por ejemplo, hay grandes empresas o corporativos que cuentan con fundaciones que proporcionan financiamiento bajo esquemas de responsabilidad social, quienes podrían contribuir al financiamiento de campañas de prevención, actividades educativas y de sensibilización relacionados con el MIRH. Estas actividades pueden realizarse en

colaboración con instituciones de gobierno y organismos de la sociedad civil.

Los pequeño y medianos empresarios, por su cuenta, pueden constituir excelentes aliados en la distribución de materiales de difusión (carteles, trípticos, folletos). Por su parte, las asociaciones gremiales (uniones ganaderas, agrícolas, pesqueras, de comercio, industriales, etc.) pueden constituirse en un canal de las instituciones hacia sus agremiados para difundir los programas y recursos disponibles para las medidas de recuperación y previsión. A su vez, pueden constituir un canal de “abajo hacia arriba” concentrando información sobre los daños sufridos y las necesidades de sus agremiados derivado de las contingencias hídricas. Estos grupos también son susceptibles de sumarse a redes de comunicación en el ámbito municipal y local.

Para el diseño del plan de comunicación se propone definir una matriz que presente en forma horizontal los contenidos de acuerdo a las etapas del MIRH para establecer con claridad el tipo y detalle de información que se va a proporcionar.

Tabla 6.12. Matriz del plan de comunicación

Previsión	Prevención	Respuesta	Recuperación
Información sobre estudios climatológicos	Condiciones del clima en época de ciclones (mayo a noviembre)	Ocurrencia y evolución de eventos severos	Evaluación de daños
Sistemas de consulta de atlas y mapas de riesgo	Planes, programas y guías de MIRH	Rutas de evacuación, albergues, servicios de emergencia	Declaratoria de desastres y condiciones de acceso al FONDEN

En las tablas que se presentan a continuación se presenta una propuesta de contenidos, fuentes de información (emisores-transmisores) y audiencia como un instrumento de planeación para el diseño del plan de comunicación de los organismos de cuenca o de cualquier otro actor interesado en participar en el manejo integral de riesgos hídricos.

Se presenta por fase y se ha procurado que los momentos de la comunicación, los contenidos y actores involucrados cubran los objetivos planteados. Lo ideal sería el diseño de un ambicioso plan de comunicación que cubra todas las fases y el conjunto de temas propuestos, pero posiblemente rebase las capacidades de cualquier actor individual por lo que sería deseable que se haga mediante la coordinación interinstitucional, especialmente de las áreas de comunicación existentes. Por su cuenta, los organismos de

cuenca deberán establecer un área o al menos a una persona responsable para el diseño, instrumentación y evaluación del plan de comunicación en cada caso de acuerdo a sus capacidades.

En los temas en los que no se ha encontrado fuentes de información, con contenidos de carácter muy general o que se relacionan con contextos de otros países se ha colocado la leyenda “a desarrollar” para que las áreas o personas responsables del plan de comunicación consideren la pertinencia de hacerlo o de profundizar la búsqueda en otras fuentes o países. Es recomendable la asesoría de expertos en comunicación y también de los temas de referencia de acuerdo al tipo de información y material que se proponga producir.

Tabla 6.13. PREVISIÓN (Análisis de contexto, Evaluación de riesgo)

Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – público objetivo
Información, investigaciones y estudios climatológicos y meteorológicos	Servicio Meteorológico Nacional Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)-SEGOB Instituto Mexicano del Transporte (IMT)-SCT Universidades y centros de investigación Redes de Desastres Asociados a Fenómenos Hidrometeorológicos y Climáticos (REDESclim) - CONACYT Red Universitaria para la Prevención y Atención de Desastres (UNI-RED)	Organismos gubernamentales que conforman el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) Unidades y Coordinaciones Estatales y Municipales de Protección Civil Organismos de Cuenca Organizaciones no gubernamentales (ONG) especializadas Medios masivos de comunicación (fuentes que cubren temas hídricos, de protección civil) Público en general
Sistemas de consulta de atlas y mapas de riesgos y vulnerabilidad.	CONAGUA - IMTA Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) Referencia: Programa Habitat-SEDESOL	Unidades y Coordinaciones Estatales y Municipales de Protección Civil Organizaciones no gubernamentales (ONG) especializadas (REDESclim)
Métodos para el diagnóstico de riesgos y vulnerabilidades	CENAPRED SINAPROC SEDESOL	UNIRED
Protocolos para la realización de simulacros	SEDENA CENAPRED	Asociaciones ciudadanas en zonas de riesgo
Buenas prácticas en el manejo integral de riesgos hídricos Lecciones aprendidas sobre proceso comunicativo en el manejo integral de riesgos hídricos	Referencia: Manuales internacionales REDESclim – CONACYT UNIRED Evaluación de la propia experiencia	Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil Organizaciones no gubernamentales especializadas Organizaciones y comités ciudadanos

Tabla 6.14. PREVENCIÓN (Difusión de programas y planes, Educación y Desarrollo de capacidades)

Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – público objetivo
Condiciones del clima, especialmente durante la época de ciclones (mayo a noviembre)	Servicio Meteorológico Nacional Subdirección de Meteorología de SEGOB	SINAPROC Medios masivos de comunicación
Ocurrencia y evolución de eventos meteorológicos e hidrometeorológicos severos	CONAGUA CENAPRED	Público en general Población en zonas de riesgo
Alertas tempranas	Sistemas de Alerta Hidrometeorológica (SAH)	Población en zonas de riesgo

Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – público objetivo
<p>Mapas de riesgo por estado, región, municipio y comunidad, en su caso.</p> <p>Planes, programas, protocolos y guías sobre manejo de riesgos y contingencias hídricas</p> <p>Información de medidas, infraestructura, instalaciones para el manejo de riesgos para la fase de respuesta por estado, región, municipio y comunidad y por sector (salud, educación, vivienda, comunicaciones, alimentación)</p>	<p>CONAGUA – IMTA – Organismos de Cuenca</p> <p>CENAPRED</p> <p>Unidades y Coordinaciones Estatales y Municipales de Protección Civil</p> <p>Autoridades locales</p>	<p>Autoridades locales en zonas de riesgo</p> <p>Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo</p> <p>Asociaciones y organizaciones de actividades económicas en zonas de riesgo</p> <p>Población en zonas altas, medias y planicies de las cuencas</p> <p>Población en zonas de riesgo</p> <p>Organizaciones no gubernamentales especializadas</p> <p>Público en general</p>
<p>Cursos y materiales de capacitación para el manejo integral de riesgos hídricos</p>	<p>CENAPRED</p> <p>SINAPROC</p> <p>ONGs especializadas en MIRH</p> <p>Manuales internacionales</p>	<p>Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil</p> <p>Organizaciones y comités ciudadanos</p> <p>Asociaciones y organizaciones de actividades económicas</p> <p>Organizaciones no gubernamentales especializadas</p> <p>Responsables de programación de radio, radios comunitarias, prensa y revistas de medios de comunicación locales de zonas de riesgo.</p> <p>Periodistas y reporteros de medios de comunicación en zonas de riesgo</p>
<p>Ventajas y beneficios de las medidas y acciones de prevención y mitigación de riesgos en el futuro</p>	<p>Referencia: Manuales internacionales</p>	<p>Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil</p> <p>Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo</p> <p>Asociaciones y organizaciones de actividades económicas</p> <p>Población en zonas altas, medias y planicies de las cuencas</p> <p>Población abierta en zonas de riesgo</p> <p>Organizaciones no gubernamentales especializadas</p> <p>Público en general</p>
<p>Cultura de prevención y autoprotección frente a los riesgos hídricos.</p>	<p>CONAGUA</p> <p>CENAPRED</p> <p>SINAPROC</p> <p>ONGs especializadas en MIRH</p> <p>Ref: Manuales internacionales</p>	<p>Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil</p> <p>Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo</p> <p>Asociaciones y organizaciones de actividades económicas</p> <p>Población en zonas altas, medias y planicies de las cuencas</p> <p>Población abierta en zonas de riesgo</p> <p>Organizaciones no gubernamentales especializadas</p> <p>Público en general</p>
<p>Reglas y códigos de ética asociados a la GIRH</p> <p>Código de comportamiento ético en el manejo y divulgación de información en situación de riesgos hídricos.</p>	<p>Ref:Manuales internacionales</p>	<p>Público en general</p> <p>Medios de comunicación</p>
<p>Guía de recursos para la MIRH y sus medios de acceso</p>	<p>Ref.: Manuales internacionales</p> <p>Este documento</p>	<p>Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil</p> <p>ONGs especializadas en la MIRH</p>
<p>Percepción de la población en zonas de riesgo sobre los programas de prevención y recuperación (Metodología y canales de comunicación)</p>	<p>Población en zonas en riesgo</p>	<p>SINAPROC y otros organismos que desarrollan programas</p> <p>CENAPRED</p> <p>Unidades Estatales y Municipales</p> <p>Autoridades locales</p>

Tabla 6.15. RESPUESTA (Preparación, Respuesta y Rehabilitación)

Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – público objetivo
<p>Ocurrencia y evolución de eventos meteorológicos e hidrometeorológicos severos</p> <p>Evolución de las alertas (semáforo)</p>	<p>Servicio Meteorológico Nacional CONAGUA Subdirección de Meteorología (SEGOB) CENAPRED Sistemas de Alerta Hidrometeorológica (SAH)</p>	<p>Organismos del SINAPROC Coordinaciones y Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil Autoridades locales Medios masivos de comunicación Población en zonas de riesgo Público en general</p>
<p>Rutas de evacuación y ubicación de instalaciones y servicios de emergencia</p> <p>Medidas para salvaguardar: la vida y la salud, el patrimonio familiar, productivo y comunitario, Mecanismos de seguridad establecidos</p> <p>Zonas siniestradas y de riesgo inminente.</p> <p>Estado de la infraestructura (vías de comunicación) y servicios básicos (agua entubada y potable, alcantarillado, energía eléctrica) afectadas por el evento hidrometeorológico</p> <p>Condiciones sanitarias y riesgos de epidemias, enfermedades y condiciones de riesgo ambiental</p>	<p>Unidades Municipales de Protección Civil Autoridades locales SEDENA (Plan DNIII-E) SINAPROC Jurisdicciones sanitarias de la Secretaría de Salud Centros de Salud</p>	<p>Población en zonas siniestradas Organizaciones y comités en zonas afectadas Asociaciones y organizaciones de actividades económicas Medios de comunicación locales y comunitarios Medios masivos de comunicación</p>
<p>Medidas de autoprotección personal, familiar y comunitaria</p> <p>Valores de tranquilidad, solidaridad, acción colectiva y honestidad</p>	<p>CENAPRED Unidades Municipales de Protección Civil</p>	<p>Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo Asociaciones y organizaciones de actividades económicas en zonas de riesgo Población abierta en zonas de riesgo Organizaciones no gubernamentales especializadas Público en general Medios de comunicación locales y comunitarios Medios de comunicación masiva</p>
<p>Mecanismos y fuentes de información confiable.</p>	<p>Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil Autoridades locales SEDENA – PLAN DNIIIE Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil</p>	<p>Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo Asociaciones y organizaciones de actividades económicas en zonas de riesgo Público en general Población en zonas siniestradas Medios de comunicación locales y comunitarios Medios masivos de comunicación</p>
<p>Mecanismos y redes de comunicación operando y alternativos en caso de interrupción eléctrica, telefónica, etc.</p>	<p>Autoridades locales Organizaciones no gubernamentales especializadas</p>	<p>Población en zonas siniestradas Medios de comunicación locales y comunitarios</p>

Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – público objetivo
Necesidades y requerimientos de la población en zonas siniestradas <i>Metodología y canales de comunicación</i>	Población en zonas siniestradas	Unidades Municipales y Estatales de Protección Civil zonas siniestradas. Gobierno del Estado de zonas siniestradas Gobierno Municipal de zonas siniestradas

Tabla 6.16. RECUPERACIÓN (Recuperación, Reducción del riesgo, Mejora de políticas de desarrollo)

Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – público objetivo
Declaratoria de desastres y condiciones de acceso a los recursos del FONDEN y del FOPREDEN	Dirección General del Fondo de Desastres Naturales (SEGOB) Diario Oficial de la Federación. Reglas de Operación del FONDEN y del FOPREDEN	Gobernadores de los Estados Presidentes Municipales Población en zonas siniestradas Medios de comunicación
Evaluación de daños y necesidades de corto, mediano y largo plazo para la recuperación y reducción del riesgo	SINAPROC Coordinaciones y Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil SEDNA – PLAN DN-III-E	Gobernadores de los Estados Presidentes Municipales Población en zonas siniestradas Medios de comunicación
Fondos para la prevención de riesgos y reducción de vulnerabilidad	Dirección General del Fondo de Desastres Naturales (SEGOB) Referencia: FONDEN y FOPREDEN	Gobiernos Estatales y Municipales Organizaciones y comités ciudadanos
Programas para la reconversión productiva y la adquisición de seguros agrícolas (aseguramiento)	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Referencia: PACC y PIASRE	Gobiernos Estatales y Municipales Asociaciones y organizaciones ligadas a actividades productivas agropecuarias y pesqueras
Programas de restauración y preservación de las cuencas, a fin de reducir los riesgos y posibles afectaciones	Comisión Nacional Forestal (CONAFOR – SEMARNAT)	Gobiernos Estatales y Municipales Organizaciones y comités ciudadanos ONG especializadas en temas ambientales Asociaciones y organizaciones ligadas a actividades productivas forestales y agrícolas.
Programas para la disminución de riesgos y/o reubicación de asentamientos humanos, ubicados en zonas de riesgo	Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio (SEDESOL)	Gobiernos Municipales Organizaciones y comités ciudadanos Población en zonas de riesgo
Medidas de recuperación que evitan reproducir el riesgo por contingencias hídricas. Medidas para la asimilación de los daños y aceptación de los cambios necesarios.	Dirección General del Fondo de Desastres Naturales (SEGOB) Referencia: FONDEN y FOPREDEN Organismos de Cuenca (CONAGUA)	Gobiernos Municipales Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo Población en zonas siniestradas
Percepción de la población sobre los mecanismos y contenidos de la comunicación en el manejo integral de riesgos hídricos Evaluación del proceso comunicativo	Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo y en zonas siniestradas Población de zonas en riesgo y en zonas siniestradas	SINAPROC CENAPRED Organismos de cuenca Unidades Municipales y Estatales de Protección Civil zonas siniestradas. Organizaciones no gubernamentales especializadas

Una vez que se han definido los objetivos, la población objetivo y los contenidos, es necesario determinar cómo se va a comunicar la información o los mensajes seleccionados. No se trata de una decisión meramente técnica u operativa pues como bien señala el experto en comunicación Marshal McLuhan, “el medio es el mensaje” y la manera como se comunica y el canal que se selecciona implica diferentes relaciones entre emisores y receptores. Por lo menos ha de tenerse en cuenta el lenguaje y los medios a través de los que se llevará a cabo el proceso comunicativo.

En realidad la secuencia que se propone en esta Guía es útil como herramienta de planeación, aunque el diseño de un plan de comunicación nunca es lineal. En términos estrictos es preciso realizar el camino de ida y vuelta para asegurarse que el enfoque, los objetivos, los agentes involucrados en el proceso de la comunicación

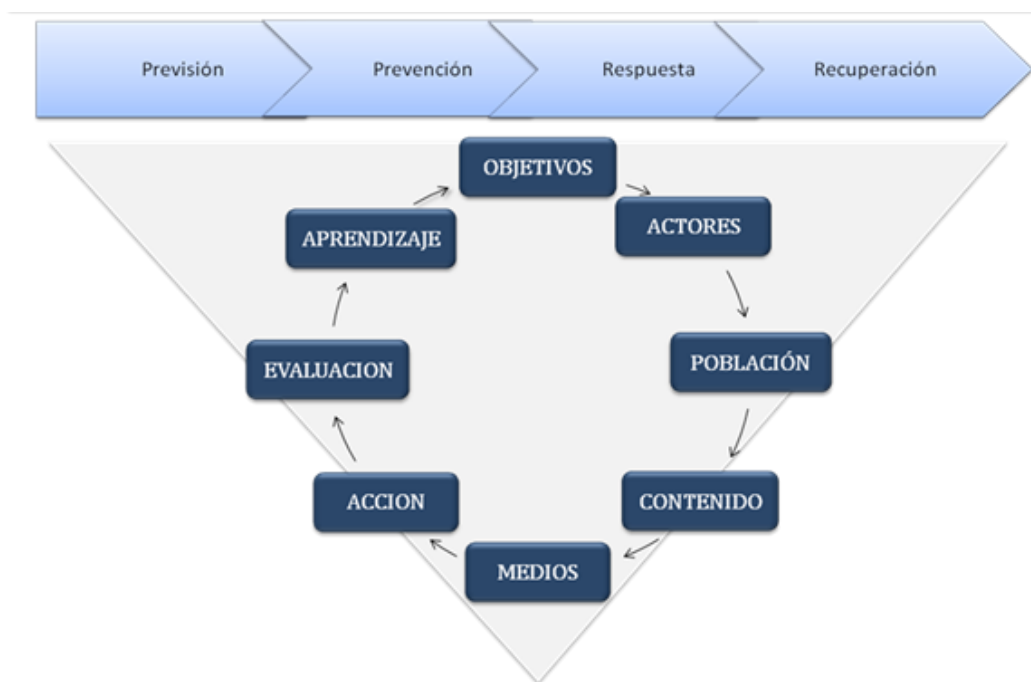
(emisor-transmisor-receptor), los contenidos y los medios son congruentes entre sí. Más aún cuando a la población no se le ve como mera receptora, sino que se busca que se involucre en el MIRH y se detonen los comportamientos y acciones deseados.

Finalmente, las herramientas para realizar monitoreo y evaluaciones pueden ser:

- ✓ Encuestas
- ✓ Cuestionarios
- ✓ Entrevistas
- ✓ Grupos de enfoque
- ✓ Reuniones
- ✓ Talleres
- ✓ Observación participante

El esquema siguiente ilustra al proceso comunicativo como un ciclo y resume lo expuesto en el plan de comunicación.

Figura. 6.6 Enfoque



En resumen para lograr una mejora en la gestión de crecidas se debe:

- Implementar una coordinación permanente de instituciones: sectorial (Secretarías), jurisdiccional (Federal, Estatal y Municipal) e institucional (CONAGUA, CENAPRED, Academia, etc.)

- Asegurar la participación activa de todos los actores sociales involucrados
- Definir responsabilidades de las instituciones y de la sociedad, evitando la duplicidad de recursos humanos y financieros
- Definir procedimientos para la toma de decisiones
- Hacer cumplir las leyes y reglamentos en cuanto a lo establecido para ordenamiento

to territorial y la ocupación de zonas inundables.

- Establecer códigos de construcción apropiados
- Definir políticas públicas que no favorezcan la ocupación de sitios inundables
- Utilizar sitios inundables en actividades turísticas, productivas (agrícolas, acuícolas, etc.)

Para la zona piloto del río Palizada se determinó el porcentaje de reducción de daño con el que contribuye la implementación de esta medida en la cuenca piloto, el cual depende del tipo de zona de riesgo que se identificó en la estimación de daños.

Tabla 6.17. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas para mejorar la gestión de crecidas

REDUCCIÓN (%)				
A: Rojo	B: Naranja	C: Amarillo	D: Azul	E: Verde
5	10	15	20	25

Fuente: OCPY, DLC, DLQR, IMTA, 2013

Tabla 6.18. Obras prioritarias y urgentes para la prevención de afectaciones por lluvia y sequía, para 2014

Localidad	Acciones a realizar	Costo estimado (\$)	Habitantes beneficiados
0348 Paso De Los Caballos	Construcción de 5.3 kilómetros de bordos de protección en la región denominado paso de los caballos margen derecho del río Usumacinta.	23,000,000.00	266
0061 El Mangal	Construcción de 1.5 kilómetros de bordos de protección en la región palizada-ribera Gómez, margen izquierdo del río palizada.	9,700,000.00	960
0101 Ribera Tila			
0029 La Corriente			
0238 Las Bodegas			
0521 Ribera Gómez			
Diversas Comunidades Y Ranchos Integrados Dentro Del Tramo Paso De Los Caballos-Palizada-Ribera Gómez	Estudios y proyectos para el mejoramiento en 47 kilómetros de bordos de protección existente, en diversos tramos desde paso de los caballos hasta ribera gomez.	3,500,000.00	4,846
0056 El Juncal	Estudios y proyectos para el mejoramiento en 1.3 kilómetros de bordos de protección existente en la localidad el juncal.	750,000.00	394
0001 Palizada	Ampliación de 4.0 kilómetros de arroyo viejo.	6,500,000.00	3,530
0003 Alamilla			
0032 El Cuyo			
0856 El Playon			
Bordos De Los Ríos Palizada Y Usumacinta	Estudios y proyectos con el fin determinar y construir la obra de protección en zonas críticas de los bordos de protección en la margen derecha del río Usumacinta.	6,000,000.00	4,846
0904 Ribera Canales	Estudio y proyecto de obra para desazolve en la desembocadura del río palizada	3,000,000.00	7,337
0923 Ribera Boca Chica			

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Península de Yucatán

6.2 Medidas estructurales

Las acciones estructurales consisten en obras que deben ser planeadas y diseñadas cuidadosamente, y que usualmente son construidas por dependencias gubernamentales ya que requieren de fuertes inversiones para su realización y conservación.

6.2.1 Obras de control de avenidas y drenaje pluvial

El tipo de acciones que se necesita la zona en estudio son las obras de contención que ayudan a delimitar las zonas que podrían ser afectadas en caso de una inundación, como se mencionó en el apartado anterior, la cuenca cuenta con obras como muros de contención y bordos, además se han realizado trabajos de desazolve del río, sin embargo, algunos de los bordos existentes requieren mantenimiento, por lo que se propone lo siguiente:

Aunado a estas acciones prioritarias, es importante dar mantenimiento a los bordos a través de las rehabilitaciones anuales con la finalidad de que éstas sigan cumpliendo con el objetivo de proteger a los centros de población y zonas productivas.

Tabla 6.19. Bordos que requieren mantenimiento periódico

Acciones	Longitud (km)	Costo estimado * (\$)
Mantenimiento al bordo Jonuta-Palizada	4.81	1,441,800
Mantenimiento al bordo Palizada-Rivera Gómez	6.73	2,018,400
Mantenimiento al bordo Río Usumacinta	4.78	1,434,000
Total	16.32	4,894,200

Fuente: Conagua. Dirección Local Campeche. Costos estimados IMTA 2013. *300,000 por km

6.2.2 Medidas de restauración fluvial

La restauración hidrológico-agroforestal de las cuencas tiene la finalidad de reducir la erosión y favorecer la infiltración. Para poder lograrlo se deben tomar acciones tales como:

- Realizar estudios que identifiquen los factores de alteración natural o de origen humano responsables de la degradación de la estructura y funciones del ecosistema fluvial o del deterioro de su capacidad de recuperación. Y con ello eliminar aquellas actividades causantes del problema.
- Realizar estudios de la morfología y dinámica fluvial del río para obtener un análisis cuantitativo de los problemas específicos existentes en el río.
- Implementar un programa de equipamiento a las brigadas para que cuenten con equipos de desagüe.

Tabla 6.20. Bordos que requieren mantenimiento periódico

N° CRAE	Equipo de atención de emergencia faltante	Personal operativo faltante
CRAE	3 equipos de bombeo gorman rup (2 de 6" y 1 de 4").	4 elementos (para completar la plantilla a 15 elementos)
	2 motores fuera de borda (1 de 90 hp y uno de 40 hp).	
	2 camionetas pick up 4x4.	
	1 camión de redilas de 3 ó 5 toneladas de capacidad.	
	1 camión con bomba integrada para desalojo de agua.	
	1 torre de iluminación.	
	400 metros de manguera flexible de 6" de diámetro.	
	400 metros de manguera flexible de 8" de diámetro.	
	1 tracto-camión con remolque cama plana	
	1 camión cisterna de 10 m3 de capacidad.	

La pérdida o destrucción de la vegetación y cobertura vegetal de una cuenca pueden provocar el incremento de sedimentos en el río lo que cambia las condiciones de estabilidad del mismo, reduciendo la capacidad hidráulica de las corrientes y por ende el desbordamiento del mismo. Por ello se proponen medidas como:

- Realizar una reforestación de las márgenes del río que así lo requieran.

6.2.3 Medidas de mejora del drenaje natural en las zonas de inundación

En los casos en los que la restauración no es suficiente, el drenaje natural es insuficiente, y el drenaje transversal e infraestructuras obstaculizan el flujo, y en donde se requiera mejora del

drenaje, se aplicarán medidas de rehabilitación para evitar la acumulación de agua y posibles inundaciones. En el caso de la zona en estudio se propone la realización de las siguientes acciones:

- Colocación de estructuras de control de flujo sobre bordos que no pueden ser retirados, como alcantarillas y puentes en puntos de control
- Construcción de canales para enviar el caudal de río a las llanuras de inundación identificadas para reducir la avenida del río.
- Colocación de costalillos en partes bajas del río.

7 Pre-dimensionamiento y estimación preliminar del costo de las medidas y su financiamiento

Para el costeo a nivel de gran visión de las medidas propuestas para disminuir el daño provocado por las inundaciones se utiliza un método de dimensión física con el que se obtienen los costos índices de dichas medidas. Esta metodología requiere de mucha información, por lo que es necesario contar con suficientes datos históricos de trabajos similares, considerando datos

de longitud, superficie o volumen (según el tipo de obra) para el caso de medidas estructurales, así como estudios referentes a las medidas no estructurales en donde las unidades debe ser lote, pieza, vivienda, persona, etc.

Para realizar una estimación de costos por unidad en las obras no estructurales se realizó una investigación de algunos proyectos realizados y propuestos en la región, tomando en cuenta diferente tipo de unidades de acuerdo al proyecto realizado, dando como resultado la información mostrada en la tabla.

Tabla 7.1. Costos estimados por proyecto

Acción	Cantidad	Unidad	Costo unitario (\$)
Rehabilitación de Bordos	1.0	Km	300,000.0
Desazolve de ríos	1.0	Km	7,380,952.4
Rehabilitación de estaciones convencionales (Obra civil)	1.0	Estación	36,000.0
Rehabilitación de estaciones convencionales (Instrumentos y equipo)	1.0	Estación	25,000.0
Rehabilitación de estaciones hidrométricas (Considerando obra civil)	1.0	Estación	30,000.0
Rehabilitación de estaciones hidrométricas (instrumentación y equipo)	1.0	Estación	21,000.0
Rehabilitación de estaciones automáticas	1.0	estación	150,000.0
Actualización de mapas de inundación	1.0	Estudio	231,350.0
Campaña de difusión y preparación de la población	1.0	Campaña	15,600,000.0
Identificación de rutas de evacuación	1.0	Estudio	1,000,000.0
Estudios para identificar instalaciones particularmente sensibles o vulnerables	1.0	Estudio	1,000,000.0
Estudios para identificar las funciones de autoridades en caso de Inundación	1.0	Estudio	1,000,000.0
Realización del Atlas de peligros naturales de Palizada	1.0	Estudio	1,000,000.0
Actualización de los Planes de Riesgo de Protección Civil	1.0	Estudio	1,000,000.0

Fuente: Conagua 2012. Cartera Nacional de Proyectos, PRH

8 Programación de acciones a corto, mediano y largo plazos

Con los resultados obtenidos y las propuestas realizadas para disminuir los daños que podrían ocasionar los fenómenos meteorológicos

en zonas identificadas en riesgo de inundación, a continuación se establece un programa de implementación de medidas tanto no estructurales como estructurales en el tiempo y su respectiva programación de inversiones para el periodo 2013–2018.

8.1 Medidas no estructurales

Tabla 8.1. Programación de medidas no estructurales, río Palizada

Medidas/Acciones	2014 (\$)	2015 (\$)	2016 (\$)	2017 (\$)	2018 (\$)
Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas					
Rehabilitación de la estación CD. DEL CARMEN/EMA	150,000.00		150,000.00		150,000.00
Rehabilitación de la estación CIUDAD DEL CARMEN / EMA	150,000.00		150,000.00		150,000.00
Rehabilitación de la estación EL ZAPOTE	150,000.00		150,000.00		150,000.00
Rehabilitación de la estación EL ZAPOTE (JUNKAL)	61,000.00	36,000.00	61,000.00	36,000.00	61,000.00
Rehabilitación de la estación ISLA AGUADA /EMA	150,000.00		150,000.00		150,000.00
Rehabilitación de la estación JOBAL	150,000.00		150,000.00		150,000.00
Rehabilitación de la estación JUNCAL	150,000.00		150,000.00		150,000.00
Rehabilitación de la estación LAGUNA BLANCA	150,000.00		150,000.00		150,000.00
Rehabilitación de la estación MAMANTEL/HIDROMETRICA	51,000.00	30,000.00	51,000.00	30,000.00	51,000.00
Rehabilitación de la estación PALIZADA	61,000.00	36,000.00	61,000.00	36,000.00	61,000.00
Rehabilitación de la estación PALIZADA / EMA	150,000.00		150,000.00		150,000.00
Rehabilitación de la estación PALIZADA/HIDROMETRICA	51,000.00	30,000.00	51,000.00	30,000.00	51,000.00
Rehabilitación de la estación PANCHO VILLA	150,000.00		150,000.00		150,000.00
Rehabilitación de la estación TOLUCA MEX	150,000.00		150,000.00		150,000.00
Rehabilitación de la estación VISTA ALEGRE	61,000.00	36,000.00	61,000.00	36,000.00	61,000.00
Medidas de pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana					
Implementación de Sistemas de Alerta Temprana	5,655,000.00				
Mejoramiento de la transmisión de datos					
Modelación de eventos (pronóstico de avenidas)					
Medidas de protección civil					
Actualización de los Planes de Riesgo de Protección Civil	1,000,000.00				
Actualización de Mapas de inundación	231,350.00				
Campaña de difusión para alertar a la población	15,600,000.00				
Estudios para identificar instalaciones particularmente sensibles o vulnerables	1,000,000.00				
Estudios para identificar las funciones de autoridades en caso de Inundación	1,000,000.00				

Medidas/Acciones	2014 (\$)	2015 (\$)	2016 (\$)	2017 (\$)	2018 (\$)
Identificación de rutas de evacuación	1,000,000.00				
Realización del Atlas de peligros naturales de Palizada	1,000,000.00				
Medidas de ordenación territorial y urbanismo					
Aplicación de las leyes	✓	✓	✓	✓	✓
Modificación de leyes y reglamentos	✓	✓	✓	✓	✓
Normatividad que privilegie la supervivencia sobre la seguridad patrimonial	✓	✓	✓	✓	✓
Reubicación de zonas habitadas	✓	✓	✓	✓	✓
Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones					
Campaña de difusión para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones	15,600,000.00				
Medidas consideradas para promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes					
Campaña para promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes	15,600,000.00				
Medidas de operación de embalses aguas arriba					
Elaboración de documentos que especifiquen la operación de las llanuras de inundación	1,000,000.00				
Realizar estudios para la identificación de las llanuras de inundación existentes en la zona	1,000,000.00				
Total	61,471,350.00	168,000.00	1,785,000.00	168,000.00	1,785,000.00

Fuente: Conagua 2012. OCPY y DLC

8.2 Medidas estructurales

Tabla 8.2. Programación de medidas estructurales, río Palizada

Medidas/Acciones	2014 (\$)	2015 (\$)	2016 (\$)	2017 (\$)	2018 (\$)
Obras de control de avenidas y drenaje pluvial					
Rehabilitación de bordo Jonuta-Palizada	1,441,800.00	1,441,800.00	1,441,800.00	1,441,800.00	1,441,800.00
Rehabilitación de bordo Palizada-Rivera Gómez	2,018,400.00	2,018,400.00	2,018,400.00	2,018,400.00	2,018,400.00
Rehabilitación de bordo Río Usumacinta	1,434,000.00	1,434,000.00	1,434,000.00	1,434,000.00	1,434,000.00
Realizar un estudio y proyecto de obra para la construcción de compuertas en alcantarillas que tienen comunicación con el río y partes bajas, Cd. de Palizada					
Realizar un estudio y proyecto de obra para la construcción de 47 Km de bordo	64,000,000.00				
Realizar la reconstrucción del muro de contención de Palizada					

Medidas/Acciones	2014 (\$)	2015 (\$)	2016 (\$)	2017 (\$)	2018 (\$)
Medidas de restauración fluvial					
Realizar estudios que identifiquen los factores de alteración natural o de origen humano responsables de la degradación de la estructura y funciones del ecosistema fluvial o del deterioro de su capacidad de recuperación. Y con ello eliminar aquellas actividades causantes del problema.					
Realizar estudios de la morfología y dinámica fluvial del río para obtener un análisis cuantitativo de los problemas específicos existentes en el río.					
Implementar un programa de equipamiento a las brigadas para que cuenten con equipos de desagüe.					
Medidas de mejora del drenaje natural en las zonas de inundación					
Realizar un estudio y proyecto de obra para desazolve en la desembocadura del río Palizada					
Colocación de estructuras de control de flujo sobre bordos que no pueden ser retirados, como alcantarillas y puentes en puntos de control					
Construcción de canales para enviar el caudal de río a las llanuras de inundación identificadas para reducir la avenida del río.					
Colocación de costalillas en partes bajas del río					
Total	68,894,200.00				

Fuente: Conagua 2012. OCPY y DLC

9 Esquema de seguimiento de la ejecución del programa

El esquema de seguimiento definido a continuación ayuda a dar seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño de cada uno de los proyectos considerados en el programa, con el objetivo de identificar aquellas áreas en las que el plan requiera cambios y así realizar los cambios correspondientes.

El beneficio de llevar a cabo un esquema de seguimiento radica en que el desempeño del programa se observa y se mide de manera sistemática y regular, a fin de identificar variaciones con respecto al plan original, para ello se deben:

- Controlar los cambios y recomendar acciones preventivas para anticipar posibles problemas.
- Dar seguimiento a las actividades del programa, comparándolas con el plan original sin perder de vista la línea base desempeño de ejecución del mismo.
- Influir en los factores que podrían eludir el control integrado de cambios, de modo que únicamente se implementen cambios aprobados.

Para lograr que el programa se realice conforme a lo establecido, se propone llevar a cabo el siguiente esquema para dar seguimiento al mismo:

1. *Generación de indicadores (Metas).* Para poder medir el desempeño del programa, cada uno de las acciones incorporadas en él deben tener indicado el alcance, por lo que es necesario asignarle indicadores que ayuden a realizar dicha medición.
2. *Seguimiento y control.* Una vez definido el programa, se debe revisar, analizar y regular el avance a fin de cumplir con los objetivos de desempeño definidos en el mismo. Para ello se propone la realización de informes de estado, mediciones del avance y proyecciones con la finalidad de contar con información sobre el desempeño en lo relativo al alcance, cronograma, costos, recursos, calidad y riesgos.
3. *Control integrado de cambios.* Posteriormente es importante revisar todas las solicitudes de cambios que se vayan gene-

rando durante la ejecución del programa, para hacer un análisis de las mismas y aprobarlas o descartarlas, realizando todas las gestiones necesarias.

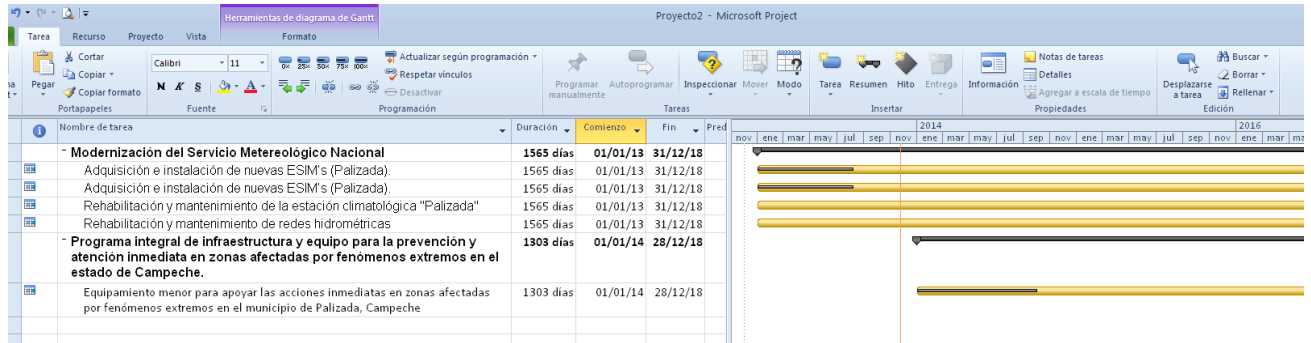
4. *Verificar el alcance.* Otro punto muy importante para realizar un buen control y seguimiento del programa consiste en formalizar la aceptación de los productos o actividades del que se han completado, con la finalidad de detectar retrasos o acciones pendientes que podrían detener la ejecución del programa.
5. *Controlar el alcance.* Se debe documentar el avance real del programa validándolo con lo programado para conocer la situación en la que se encuentra y gestionar los cambios pertinentes en cuanto al tiempo y los recursos.
6. *Realizar control de calidad.* Otro aspecto muy importante es la evaluación del desempeño del programa, lo que se logra realizando un registro de los resultados y avances obtenidos, verificando si lo que se ha logrado corresponde a las metas establecidas.
7. *Informar el desempeño.* Toda la información obtenida anteriormente debe recopilarse y distribuirse entre los actores involucrados, con el objeto de dar a conocer el desempeño, para ello deben incluirse informes de estado, mediciones del avance y proyecciones, así como escenarios de propuesta de cambios en caso de ser necesario.
8. *Control de riesgos.* Finalmente se deben identificar los posibles riesgos que podrían afectar en la ejecución del proyecto así como los riesgos residuales e implementar planes de respuesta a los mismos, evaluando la efectividad del proceso contra riesgos en la ejecución del programa.

Lo anterior se puede implementar con el uso de aplicaciones para administración de proyectos, en las que se pueden establecer tiempos de ejecución, costos, asignación de recursos, y dicha herramienta permite la generación de reportes en los que se pueden visualizar los indicadores, el avance y situación del proyecto tanto en la parte programada como en el tiempo real, la utilización de los recursos, los costos ejecutados, entre otros.

Para la región se propone la utilización de la aplicación de Project debido a que permite llevar a cabo el seguimiento de las medidas estructu-

rales y no estructurales propuestas para disminuir el riesgo a corto, mediano y largos plazos causad por los fenómenos hidrometeorológicos.

Figura. 9.1 Programa de seguimiento de proyectos



Glosario

Acción. Lo que se buscará valorar son prácticas o acciones llevadas a cabo como resultado de los mensajes emitidos.

Acuífero.- Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

Afloraciones: Surgimiento a la superficie del terreno de agua (de capa freática) o de un mineral.

Afluente: En hidrología, un afluente corresponde a un curso de agua, también llamado tributario, que no desemboca en el mar sino en otro río más importante con el cual se une en un lugar llamado confluencia.

Agentes perturbadores o amenaza.- se le denomina a los diferentes fenómenos que pueden causar un desastre (Ejemplo huracanes).

Aguada.- Paraje natural donde hay agua potable y es posible surtirse de ella.

Aluvial: Se aplica al terreno que se ha creado por aluvión (1 Corriente de agua que ha sufrido un crecida brusca y se desplaza de manera rápida y violenta. 2 Conjunto de materiales y sedimentos terrestres arrastrados por esta corriente de agua y depositados en tierras emergidas. 3 Cantidad grande de personas o cosas, especialmente cuando aparece repentinamente y al mismo tiempo. Alud, avalancha) de materiales arrastrados por las corrientes de agua.

Anemómetro.- Instrumento que sirve para medir la velocidad y dirección del viento

Arcilla: Suelo o roca sedimentaria de grano muy fino compuesta principalmente de silicatos y que mezclada con agua se puede modelar y

cocida se endurece; se usa para fabricar objetos de cerámica.

Área Inundable.- Superficie de terreno sujeta a inundaciones periódicas.

Arenoso: 1 Que tiene arena: terreno arenoso. 2 De características similares a la arena: tejido arenoso.

Arroyo Azul.- Nombre que se le da al cauce en la localidad de La Unión.

Arroyo.- Corriente de agua de escaso caudal.

Barógrafo.- Instrumento que mide y permite graficar la presión.

Cauce: El cauce o lecho fluvial es la parte del fondo de un valle por donde discurren las aguas en su curso: es el confín físico normal de un flujo de agua, siendo sus confines laterales las riberas.

Caudal.- Cantidad de agua de un curso fluvial

Ciclo Hidrológico.- Proceso de circulación del agua entre los distintos compartimentos de la hidrósfera.

Ciclón Tropical.- Tormenta con vientos y lluvias muy fuertes que gira en grandes círculos.

Conagua.- Comisión Nacional del Agua

Conocimiento. Implica un nivel más profundo de apropiación de la información en la que las personas relacionan su realidad inmediata y conocen las medidas o acciones sugeridas para hacer frente a una situación específica.

Coordenada.- Líneas que sirven para determinar la posición de un punto en el espacio.

Coriolis.- Las fuerzas de Coriolis son fuerzas aparentes, responsables de la desviación de la trayectoria de un cuerpo que se mueve sobre una superficie que rota. El efecto Coriolis, es una fuerza de inercia que actúa, junto con las fuerzas de arrastre y centrífuga, sobre un cuerpo respecto a un sistema de referencia que está en rotación.

Cuenca hidrológica.- Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior.

Cuenca.- Territorio que tiene una pendiente y que envía todas las aguas hacia un mismo río.

Deltaica.- Terreno triangular formado por un río que desemboca en algún lugar

Dendrítico.- Que tiene ramas.

Desastre.- Es un evento destructivo que afecta significativamente a la población, en su vida o en sus fuentes de sustento y funcionamiento. La ocurrencia de un desastre implica la conjunción de dos factores: un fenómeno, natural o antrópico, externo que alcanza proporciones extraordinarias y ciertos asentamientos humanos y sistemas físicos expuestos a la acción de dicho fenómeno.

Desembocadura: es la parte más baja de un río, es decir, aquella sección del curso de agua donde vierte sus aguas al mar o a un lago. Puede tener las siguientes formas: Estuario, Ría, Delta. Las desembocaduras son generalmente lugares de alta diversidad biológica, por tratarse del lugar donde el agua dulce y la salada se combinan para formar aguas más o menos salobres, y donde los nutrientes y sedimentos transportados por el río se diluyen y precipitan.

Ecológico.- Relacionado con la Ecología.

Escurrimiento: es la parte de la precipitación que aparece en las corrientes fluviales superficiales, perennes, intermitentes o efímeras, y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores. Dicho de otra manera, es el deslizamiento virgen del agua, que no ha sido afectado por obras artificiales hechas por el hombre.

Estación Climatológica.- Lugar donde se mide y recaba la información del clima.

Evaporación.- Transformación de un líquido en vapor.

Evaporímetro.- Instrumento que sirve para medir la cantidad de agua que se evapora en la atmosfera durante un intervalo de tiempo.

Fauna.- Conjunto de las especies animales de una región

Fenómeno Natural.- Es un cambio de la naturaleza que sucede por sí solo.

Flora.- Conjunto de las especies vegetales de una región

Frente Frío.- Zona de transición entre dos masas de aire de distintas características, una fría y otra caliente, con la particularidad de que la masa de aire frío es la que desplaza a la caliente.

Geográficamente.- que se refiere a las formaciones montañosas, los desiertos, los océanos y otros aspectos de la superficie terrestre.

Geológica.- Relativo a la ciencia que estudia de que está hecha la tierra.

Golfo.- Amplia entrada de mar en la tierra.

Hábitat.- Territorio que presenta las condiciones adecuadas para la vida de una especie animal o vegetal.

Heliógrafo.- Instrumento que registra la duración de insolación.

Hidrografía.- Parte de la geografía que estudia el conjunto de aguas corrientes y estables que se encuentran en un territorio.

Infraestructura.- Conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización cualquiera.

Intención. La intencionalidad para llevar a cabo las medidas o acciones sugeridas en el proceso comunicativo puede medirse seleccionando indicadores que implican la planeación de accio-

nes individuales, familiares o colectivas de acuerdo al mensaje emitido.

Inundación.- Ocupación por parte del agua, de zonas que habitualmente están libres de ésta.

Latitud.- Angulo que se forma en un punto determinado por la vertical del lugar con respecto al ecuador.

Longitud.- Distancia en forma de ángulo que se mide desde un punto cualquiera de la superficie terrestre hasta el primer meridiano o distancia que se considera como cero.

Mar Caribe.- Es un mar abierto tropical del Océano Atlántico. También es llamado Mar de las Antillas por estar ubicado al Sur y al Oeste del arco antillano.

Meridiano.- Círculo máximo que pasa por los polos

Navegación: es el arte y la ciencia de conducir una embarcación del punto de zarpe al punto de arribo.

Nivel Freático.- Grado de elevación de la superficie del agua. Es un indicador para determinar la disponibilidad del agua subterránea.

Observatorio meteorológico.- Sitio apropiado para hacer observaciones de tipo meteorológicas.

Océano Atlántico.- Es el océano que separa América, al oeste de Europa y África.

Onda tropical.- Vaguada invertida o canal de baja presión, la cual es una ondulación de la corriente de los Alisios del Este; se desplaza al Oeste, con tendencia a formar circulación de baja presión.

Península.- Tierra rodeada de agua por todas partes excepto una.

Permanente: Que se mantiene en un mismo lugar, estado o situación sin experimentar cambio alguno.

Pluviógrafo.- Instrumento que a través de graficas mide la cantidad e intensidad de la lluvia.

Pluviómetro.- Instrumento que sirve para medir la lluvia acumulado en un determinado periodo de tiempo.

Precipitación.- Agua procedente de la atmósfera y que en forma sólida o líquida se deposita sobre la superficie de la tierra.

Psicrómetro.- Aparato formado por dos termómetros, uno de bulbo seco y uno de bulbo húmedo que sirve para determinar la temperatura del punto de rocío, tensión de vapor y humedad relativa.

Recordación. En términos mercadológicos se conoce como el “top of mind” o tema prioritario que resulta de preguntar a las personas lo “primero que le viene a la mente” mediante la asociación de ideas a partir de palabras o cuestionamientos clave. Este indicador está orientado a medir la eficacia de los mensajes en el imaginario de las personas.

Región Hidrológica.- Es la agrupación de varias cuencas hidrológicas con niveles de escurrimiento superficial muy similares.

Riesgo.- La probabilidad de ocurrencia de daños, pérdidas o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia del impacto de eventos o fenómenos perturbadores.

Rio Hondo.- Nombre que se le da al cauce en la localidad de La Unión.

Salinidad.- Es el contenido de sal disuelta en un cuerpo de agua.

Sequia.- Falta de lluvias durante un tiempo muy largo.

Sistemas afectables.- son los conjuntos sociales y físicos que están expuestos al agente perturbador y que pueden quedar dañados por éste, en un grado tal que constituye un desastre.

Somero.- Casi encima o muy inmediato a la superficie.

Sondeos: reconocer por medio de la sonda la profundidad del mar, río, laguna, la naturaleza de un terreno.

Subcuenca: Los afluentes. Son los ríos secundarios que desaguan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada sub-cuenca.

Tectónico.- Relativo a la corteza terrestre.

Termómetro.- Instrumento que sirve para medir las temperaturas máximas, mínimas y ambiente del lugar

Topográfica.- Representación en un plano del relieve de un terreno con los detalles naturales y artificiales que tiene.

Referencias

Uribe-Alcántara, Edgar Misael, et al, Mapa Nacional de Índice de Inundación. Agroasemex, S. A., Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México, vol. I, núm. 2, abril-junio de 2010, pp. 73-85.

[CONAGUA], Comisión Nacional del Agua, (2013), Atlas Nacional de Riesgos por inundaciones, <http://www.saver.gob.mx/ANRI/Manual/ManualANRI.pdf>

[CONAPO], AGEBS, 2005.

[Baró-Suárez, 1], BARÓ, J.E., DÍAZ, C., CALDERÓN, G., CADENA, E. y ESTELLER, M. V. Costo más probable de daños por inundación en zonas habitacionales de México. Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México, vol. II, núm. 3, julio-septiembre de 2011, pp. 201-218.

[Baró-Suárez, 2] BARÓ, J.E., DÍAZ-DELGADO, C., CALDERÓN, G. y ESTELLER, M. V. Curvas de daños económicos provocados por inundaciones en zonas habitacionales y agrícolas de México. Parte I: propuesta metodológica. Ingeniería hidráulica en México, vol. XXII, núm. 1, enero-marzo de 2007, pp. 91-102.

[Baró-Suárez, 3], BARÓ, J.E., DÍAZ-DELGADO, C., CALDERÓN, G. y ESTELLER, M. V. Curvas de daños económicos provocados por inundaciones en zonas habitacionales y agrícolas de México Parte II: Caso de estudio en la cuenca alta del río Lerma, México. Ingeniería Hidráulica en México. Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México, vol. XXII, núm. 3, julio-septiembre de 2007, pp. 71-83.

[INEGI, 1], 2011, <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/queesmde.aspx>

[INEGI,2], <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espano/prodyserv/actualizacion/mde/descripcion.cfm>.

[INEGI, 3], <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/informacion.aspx?id=informacion>.

[INEGI, 4], Producto Interno Bruto (PIB) por entidad federativa, http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/derivada/regionales/pib/2005-2009/PIBE2009.pdf

[INEGI, 5], Capa de población, Sistema de Integración Territorial (ITER 2010) demografía

Meyer V. et al.(2012) Economic evaluation of structural and non-structural flood risk management measures: examples from the Mulde River. Nat Hazards (2012) 62:301-324. DOI 10.1007/s11069-011-9997-z. Received: 21 April 2011 / Accepted: 25 September 2011 / Published online: 14 October 2011_ Springer Science+Business Media B.V. 2011.

Salarios mínimos, http://www.conasami.gob.mx/t_sal_mini_prof.html. Consulta realizada en marzo de 2013.

Samuels P, Gouldby B, Klijn F, Messner F, van Os A, Sayers P, Schanze J, Udale-Clarke H (2009) Language of risk: project definitions, 2nd edn. Floodsite report T32-04-01

[SINA], Capa de municipios, capa obtenida de <http://sisgrh.imta.mx/sina/login.aspx>

Anexo A. Tipos de inundaciones

De acuerdo con el glosario de hidrología (OMM/UNESCO, 1974), la definición oficial de inundación es: “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. Entendiéndose, por “nivel normal”, aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación “es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas” (CENAPRED, 2004).

Las inundaciones, son generadas por diversos y muy variados factores, y estos, varían con la cuenca hidráulica y la región en que ésta se encuentre. Las lluvias locales que caen en áreas susceptibles de inundarse constituirán el factor primordial, mientras que a lo largo de las costas expuestas a fuertes cambios de mareas y vientos, ocurren con frecuencia inundaciones de agua salina. A ello debe añadirse el efecto extraordinario originado por ciclones o huracanes en las áreas costeras, así como aquellas olas generadas por movimientos verticales súbitos del piso oceánico debido a temblores submarinos - tsunamis-, erupciones volcánicas y deslizamientos, que en el caso de los dos primeros extenderían su efecto a muchos kilómetros de distancia (Gonzalez, 2008).

Las principales causas que originan las inundaciones se dan por razones naturales. Sin embargo, esto no es del todo cierto, también existen causas no naturales o antrópicas que suelen originarlas, e inclusive suelen ser las más catastróficas, por ejemplo (González, 2008):

La rotura de presas: cuando se rompe una presa toda el agua almacenada en el embalse es liberada bruscamente y se forman grandes inundaciones muy peligrosas;

La actividad humana: los efectos de las inundaciones se ven agravados por algunas actividades humanas tales como:

- La impermeabilización de suelos (pavimentación), cada vez mayores superficies se asfaltan lo que impide que el agua se absorba por la tierra y facilita el que con gran rapidez las aguas lleguen a los cauces de los ríos a través de desagües y cunetas.
- La tala de bosques y los cultivos que desnudan al suelo de su cobertura vegetal facilitan la erosión, con lo que llegan a los ríos grandes cantidades de materiales en suspensión que agravan los efectos de la inundación.
- Las canalizaciones solucionan los problemas de inundación en algunos tramos del río pero los agravan en otros a los que el agua llega mucho más rápidamente.
- La ocupación de los cauces por construcciones reduce la sección útil para evacuar el agua y reduce la capacidad de la llanura de inundación del río. La consecuencia es que las aguas suben a un nivel más alto y que llega mayor cantidad de agua a los siguientes tramos del río, porque no ha podido ser embalsada por la llanura de inundación, provocando mayores desbordamientos. Por otra parte el riesgo de perder la vida y de daños personales es muy alto en las personas que viven en esos lugares.

Tipos de inundaciones

En la Tabla #, se presenta una posible clasificación de las inundaciones. Posteriormente se describen los tipos de acuerdo con González, 2008.

Tabla A.1 Clasificación de las inundaciones

Tipo de evento	Tipo de inundación
Por evento que lo genere	Inundaciones pluviales Inundaciones fluviales Inundaciones costeras Inundaciones por rompimiento o falla de infraestructura hidráulica
Por su tiempo de respuesta	
Por impacto generado	Lentas Súbitas

Tipo de evento	Tipo de inundación
	Ordinaria Extraordinaria Catastrófica.

Fuente: González, 2008.

Inundaciones según evento que las genere

- Inundaciones pluviales (Exceso de lluvia). Este tipo de inundación es consecuencia de la precipitación, ocurre cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días. La principal característica de este tipo de inundación es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona y no la que viene de alguna otra parte; por ejemplo, de la parte alta de la cuenca.
- Las lluvias que pueden provocar este tipo de inundaciones se pueden clasificar de acuerdo a lo que las ocasiona como: lluvias por fenómenos hidrometeorológicos, lluvias orográficas, lluvias convectivas y lluvias frontales.
- Inundaciones fluviales (Desbordamiento de ríos). Se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos. A diferencia de las pluviales, el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier otra parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada. Muy importante es indicar que el volumen que escurre sobre el terreno a través de los cauces, se va incrementando con el área de aportación de la cuenca, por lo que las inundaciones fluviales más importantes se darán en los ríos con más longitud o que lleguen hasta las planicies costeras.
- Inundaciones costeras. Este tipo de inundaciones se presentan cuando el nivel medio del mar asciende y permite que éste penetre tierra adentro, en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno. Muy diversas causas pueden generar que el nivel medio de mar ascienda. El nivel de las aguas está controlado por los vientos, la presión atmosférica, las olas, el mar de fondo, la topografía de la costa, la batimetría y la proximidad de la tormenta a la costa.

Las inundaciones que el mar puede llegar a ocasionar se pueden clasificar en dos tipos: *Dinámicas*: aquellas que son provocadas por un tsunami o maremoto; y *Estáticas*: las que no originan por sí mismas las inundaciones, pero contribuyen de manera directa a su generación, ya que, con marea alta y fuertes índices de pleamar (entendiéndose el pleamar como el nivel superior de la marea), obstaculizan el drenaje de los ríos en sus desembocaduras, es decir, frenan la evacuación de las aguas fluviales al mar abierto, que es su desagüe natural final. Este factor y las fuertes corrientes de aire hacia el interior se suelen unir a las crecidas de los cursos fluviales agravando las consecuencias de sus avenidas, fenómeno que está lejos de ser extraordinario en todo el perímetro costero nacional, donde los reflujos de las mareas son notables e intensos.

- Inundaciones por rompimiento o falla de infraestructura hidráulica. Este tipo de inundación, es considerada de las más graves que se puedan presentar en un territorio; si la capacidad de las obras destinadas para contención, retención y/o protección es insuficiente, la inundación provocada por la falla de dicha infraestructura, será mayor, que si no existieran obras.

Inundaciones según su tiempo de respuesta

- Inundaciones rápidas. Inundaciones producidas por lluvias de intensidad muy fuerte pero muy cortas en el tiempo. Usualmente producen inundaciones locales en las ciudades y pueblos (inundaciones de plazas, garajes, sótanos, etc., debido a problemas de drenaje) o en pequeñas cuencas con mucha pendiente, produciéndose las llamadas «flash-floods» o «inundaciones súbitas». Las zonas urbanas costeras y zonas turísticas próximas a las montañas del litoral son generalmente sitios donde se presenta este tipo de avenida, como consecuencia de la «cubierta impermeable» formada artificialmente por los edificios y calles, así como, por la deforestación.

- Inundaciones lentas. Las inundaciones producidas por lluvia de intensidad fuerte o moderada, y, duración inferior a 72 horas. Cuando estas lluvias afectan a ríos, con mucha pendiente, o, con mucho transporte sólido, las inundaciones pueden ser catastróficas.

Es posible distinguir tres categorías:

1. Inundaciones producidas por lluvias de fuerte intensidad durante dos o tres horas, y una duración total del episodio inferior a 24 horas. Pese a que la zona más afectada pueda no ser muy grande (cuencas comprendidas entre 100 km² y 2.000 km²), las lluvias o el mal tiempo afectan áreas superiores a 2.000 km². En este caso el tiempo de respuesta es muy corto y pueden producirse muchos muertos.
2. Inundaciones producidas por lluvias de intensidad fuerte y moderada durante dos o tres días. La zona afectada puede ser muy grande (más de 2.000 km²). En este caso, el tiempo de respuesta puede ser muy corto para la parte alta de los ríos, pero el valor máximo de la crecida del río puede llegar un día después de que se hayan producido las máximas intensidades pluviométricas.
3. Inundaciones producidas por lluvias de intensidad débil con valores fuertes pero muy cortos y locales, y de una duración superior a 3 días. Se dispone de un tiempo de respuesta suficiente para laminar la crecida utilizando los embalses, y para desplegar los sistemas de socorro, necesarios por los organismos encargados en cada país. En general, no suele haber muertes y los daños materiales son, generalmente, inferiores a los del caso anterior.

Inundaciones según el impacto generado

Esta clasificación, es útil, principalmente, para integrar estudios de inundaciones históricas a escala secular, es decir en periodos de siglos.

- Inundación ordinaria. Es la que se produce cuando el caudal del río aumenta de tal forma que puede alterar el ritmo de vida cotidiano, afectar infraestructuras no permanentes situadas en el río, por ejemplo, pasarelas o invadir pasos para el cruce del río. Sin embargo, no producen daños materiales mayores.
- Inundación extraordinaria. Se produce cuando el río se desborda, y, aunque afecta el desarrollo de la vida ordinaria, y, produce algunos daños, no generan destrucción completa de infraestructuras. Estas inundaciones pueden ser locales, o muy extensas.
- Inundación catastrófica. Aquella que produce pérdidas materiales graves, como destrucción total o parcial de puentes, molinos u otras infraestructuras, pérdidas de ganado, cosechas y recursos naturales.
-

En la República Mexicana, la mayoría de las inundaciones se deben a causas climáticas, en particular a precipitaciones extraordinarias de gran intensidad, como son las lluvias generadas por ciclones tropicales.

Referencias

CENAPRED (2004). Inundaciones. Serie Fascículos. Dirección de Investigación, Subdirección de Riesgos Hidrometeorológicos, México.

González T. M. E. (2008), Tesis doctoral. Un modelo integral para la valoración del riesgo de inundación en centros urbanos y/o suburbanos. Enfoque metodológico utilizando indicadores Caso: Pueblo Viejo, Veracruz, México. Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Geografía.

OMM/UNESCO (1974). Glosario hidrológico internacional. VMO/OMM/BMO n°385. Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Suiza.

Anexo C Vulnerabilidad socioeconómica

Fundamentación teórica

La CONAGUA describe que el vocablo riesgo se utiliza coloquialmente de muchas maneras y no necesariamente con un significado formal uniforme, por ello maneja el concepto como lo hace el Sistema Nacional de Protección Civil de México (CONAGUA, 2011). El riesgo es la probabilidad de que ocurra un

daño de cierta magnitud bajo la presencia de un peligro (o amenaza), dada una cierta vulnerabilidad y exposición de personas, infraestructura, bienes materiales o hasta actividades humanas. La vulnerabilidad es una medida del grado de daño que puede ocurrir a una persona, edificación, obra, bien mueble o inmueble o actividad humana, para diversas magnitudes del peligro. La exposición es una medida del grado en el que una cierta persona, edificación, obra, bien o actividad está sujeta a la acción del peligro en términos de su ubicación en el tiempo y el espacio. Así pues, una zona es más o menos riesgosa, no solamente en términos de la frecuencia e intensidad con la que se presenten el peligro, sino también por el grado de vulnerabilidad y exposición que los habitantes, edificaciones, obras, bienes y actividades tengan en dicha zona. En forma genérica se dice que el riesgo es función del peligro, de la vulnerabilidad y de la exposición:

$$R = f(P, V, E)$$

Donde:

R = Riesgo, magnitud de daño bajo la presencia de un peligro

P = Certeza de un peligro (amenaza), valores de 0 a 1

V = Pérdida total del bien ante el peligro ocurrido, valores de 0 a 1

E = Exposición al peligro, valores de 0 a 1

Por otro lado, Martin Coy de la Universidad de Innsbruck Australia, en su artículo "Los estudios del riesgo y de la vulnerabilidad desde la geografía humana. Su relevancia para América latina", manifiesta que la vulnerabilidad es considerada como una "estructura doble", con dos partes que se corresponden entre sí, siendo la exposición o amenaza el lado "externo" y la forma de dominio o asimilación el lado "interno". Depende, por un lado, de la medida de la amenaza y, por el otro, de las estrategias y capacidades de superación de los afectados, con todos los factores que influyen sobre ellas (Coy, 2010).

Bajo una perspectiva similar a la de Martin Coy, el Instituto de Nacional de Ecología generó un mapa nacional de vulnerabilidad por localidad (Figura 1). En su metodología emplea variables que pueden incidir de manera indirecta a la vulnerabilidad de una población, tales como las condiciones materiales de las viviendas que habitan, el que se cuente con servicios de agua, potable y drenaje, los bienes de comunicación existentes, la edad, el nivel de educación, los servicios de salud a los que tenga acceso, los ingresos económicos, entre otros. La tabla 1 muestra a mayor detalle dichas variables.

Figura C.1. Vulnerabilidad de la población frente a fenómenos de inestabilidad de laderas

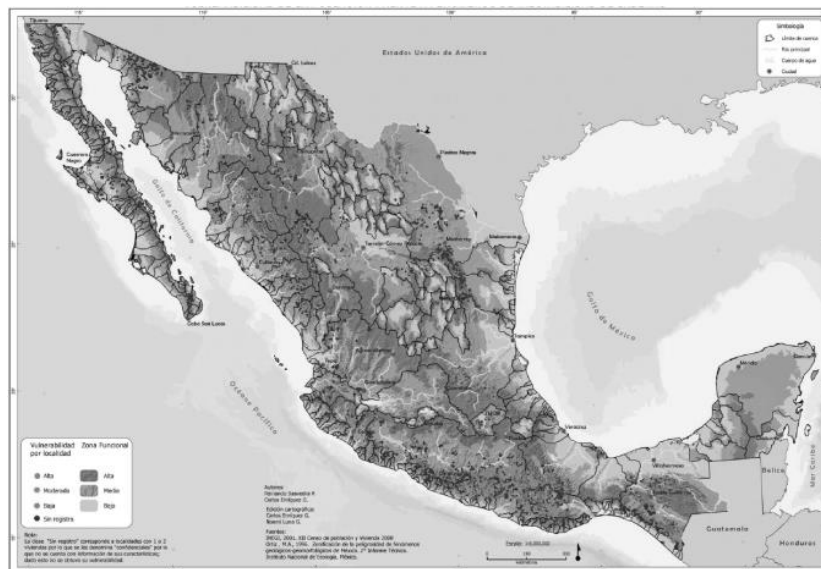


Tabla C.1 Variables consideradas para construir el índice de vulnerabilidad.

Dimensión	Indicador	Parámetro (variable)	Escala	Enfoque
Económica	Ingresos	Ingreso per cápita: población que recibe hasta 1 salario mínimo; y población que recibe de 1 a 3 salarios mínimos mensuales.	Localidad	Fragilidad
Social	Composición sociodemográfica	Cantidad de población expuesta	Localidad	Exposición
		Dependencia infancia y vejez (población menor de 6 años y mayor a 70 años).	Localidad	Exposición Resiliencia
	Nivel de escolaridad	Nivel de escolaridad: población sin primaria y población analfabeta	Localidad	Fragilidad Resiliencia
	Acceso a salud	Población derechohabiente	Localidad	Resiliencia
Conectividad	Comunicaciones	Medios existentes en la vivienda: TV, radio, teléfono.	Localidad	Resiliencia
Físicas	Condiciones materiales de la vivienda	Materiales predominantes en la vivienda: piso, muros.	Localidad	Exposición
		Conexión a servicios públicos: agua, drenaje.	Localidad	Exposición

Metodología utilizada

Los conceptos de vulnerabilidad anteriormente descritos, dieron pie a la generación de un mapa nacional de vulnerabilidad por localidad, siguiendo un criterio similar y con base en información disponible del Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010, Principales resultados por localidad (ITER), de donde se extrajeron variables como número de habitantes, grado de escolaridad, acceso a servicios de comunicación, servicios de agua, luz y energía eléctrica, materiales de las viviendas, número de habitantes con capacidades diferentes, derechohabencia de servicios médicos, cantidad de menores a 5 años y mayores a 60 años de edad y población económicamente activa.

A continuación se describe la importancia de las variables utilizadas de INEGI, 2010:

El grado de escolaridad y la población económicamente activa, proporcionan una visión del grado de organización y recuperación de la población ante una catástrofe. Además es de vital importancia contar con bienes muebles como radio, televisión o teléfono que ayuden en la propagación de información, antes, durante y después de la ocurrencia de un fenómeno hidrometeorológico.

La población menor a 5 años y mayor a 60 años, así como la cantidad de habitantes con alguna discapacidad, puede ayudar a identificar aquellas poblaciones que requieren de mayor ayuda por ser dependientes de aquellos que cuentan con condiciones físicas más aptas para para afrontar la catástrofe en el momento de su ocurrencia.

El conocimiento de la cantidad de viviendas que cuentan con servicios de agua, drenaje y luz, además del tipo de piso, otorga un panorama de la posible resistencia de los bienes materiales.

Finalmente, la población sin servicios de salud también es un importante indicador para determinar la vulnerabilidad, principalmente para la atención médica que pudiera presentarse durante el evento catastrófico o por enfermedades posteriores que surjan a raíz del evento.

Cálculo del índice de vulnerabilidad

Se propone utilizar las variables del ITER 2010 de INEGI para determinar un índice para cada una de ellas, para que al sumarlas, obtener un índice de vulnerabilidad por localidad. Al índice de cada variable se le asigna un peso o grado de importancia con relación a las otras variables, la suma de esos pesos es 1. Cada índice de las variables analizadas oscila entre 0 y 1.

$$I_{Vul} = I_{Pei}_i + I_{Vph_S_Serv}_i + I_{Vph_PisoTi}_i + I_{P_0a5_60yMa}_i + I_{GraProNoEs}_i + I_{PSinDer}_i + I_{Vph_SinBien}_i + I_{PCon_Lim}_i$$

A continuación se presenta la forma en la que se obtuvo cada uno de los índices considerados para el cálculo de vulnerabilidad, tomando como datos de entrada las variables del ITER 2010 de INEGI. Las localidades de una y dos viviendas así como aquellas sin información en las variables de análisis fueron excluidas.

Índice de población inactiva

$$I_{Pei_i} = \left(1 - \frac{Pea_i}{PobTot_i}\right) * a$$

Pea_i = Población económicamente activa.

Pe_i = Población económicamente inactiva.

$PobTot_i$ = Población expuesta.

a = peso 0.14

Índice de población sin servicio

$$I_{Vph_S_Serv_i} = \left(1 - \frac{Vph_C_Serv_i}{Vph_i}\right) * b$$

Vph_i = Viviendas particulares habitadas.

$Vph_C_Serv_i$ = Viviendas particulares habitadas que tienen luz eléctrica, agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno, así como drenaje.

$Vph_S_Serv_i$ = Viviendas particulares habitadas que no tienen luz eléctrica, agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno, así como drenaje.

b = peso 0.08

Índice de viviendas con piso de tierra

$$I_{Vph_PisoTi_i} = \left(\frac{Vph_PisoTi_i}{Vph_i}\right) * c$$

Vph_PisoTi_i = Viviendas particulares habitadas con piso de tierra.

c = peso 0.08

Índice de población menor o igual a 5 y mayor a 60 años

$$I_{P_0a5_60yMas_i} = \left(\frac{P_0a5_60yMas_i}{PobTot_i}\right) * d$$

$P_0a4_60yMas_i$ = Población menor a 5 años y mayor a 60 años.

d = peso 0.18

Índice de grado de escolaridad

$$I_{GraProNoEs_i} = \left(1 - \frac{GraProEs_i - GraProEs_{min}}{GraProEs_{max} - GraProEs_{min}}\right) * e$$

$GraProEs_i$ = Grado promedio de escolaridad. Resultado de dividir el monto de grados escolares aprobados por las personas de 15 a 130 años de edad entre las personas del mismo grupo de edad. Índice del grado promedio de no escolaridad en un rango de 0 a 1. Un grado de escolaridad de 6 indica el sexto grado de primaria finalizado.

e = peso 0.09

Índice de población sin derechohabiencia

$$I_{PSinDer_i} = \left(\frac{PSinDer_i}{PobTot_i}\right) * f$$

$PSinDer_i$ = Población sin derechohabiencia a servicios de salud.

f = peso 0.14

Índice de población sin bienes

$$I_{Vph_SinBien_i} = \left(\frac{Vph_SINBien_i}{Vph_i}\right) * g$$

$Vph_SinBien_i$ = Viviendas particulares habitadas que no disponen de radio, televisión, refrigerador, lavadora, automóvil, computadora, teléfono fijo, celular ni internet.

g = peso 0.09

Índice de población con limitaciones

$$I_PCon_Lim_i = \left(\frac{PCon_Lim_i}{PobTot_i} \right) * h$$

$PCon_Lim_i$ = Personas que tienen dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana.

h = peso 0.20

Referencias

1. CONAGUA. (2011). Manual para el control de inundaciones. México D.F.: CONAGUA.
2. Saavedra, F. (2011). Vulnerabilidad de la población frente a inundaciones e inestabilidad de laderas. En H. Cotler, & F. Saavedra, Las Cuencas Hidrográficas de México, Diagnóstico y Priorización. INE.
3. M.Coy. (2010). Los estudios del riesgo y de la vulnerabilidad desde la geografía humana. Su relevancia para América latina. Población & Sociedad

Anexo D. Plan de comunicación

Se agrega en formato digital (Anexo E GUIA DE COMUNICACIÓN .doc)

Anexo E. Relación de Sistemas Tropicales 1886-2007

Yucatán

Año	Nombre del evento	Municipios afectados
1966	HURACAN INES	Progreso y Telchac Puerto.
1967	HURACAN BEULAH	Dzilám de Bravo, Valladolid, Calotmul, Chemax, Tizimin, Temozon, Izamal, Techac Puerto, Progreso, Mérida, Hunucmal, Dzemul, Motul, Tunkas, Sucilá, Panabá, San Felipe y Río Lagartos.
1988	HURACAN GILBERTO	Dzilám de Bravo, Valladolid, Calotmul, Chemax, Tizimin, Temozon, Izamal, Techac Puerto, Progreso, Mérida, Hunucmal, Dzemul, Motul, Tunkas, Sucilá, Panabá, San Felipe y Río Lagartos.
1995	TORMENTA TROPICAL OPAL	Celestún, Hunucma, Progreso,
1995	HURACAN ROXANA	Celestún, Hunucma, Progreso,

Año	Nombre del evento	Municipios afectados
2002	HURACAN ISIDORE	Abalá, Acanceh, Akil, Baca, Bokobá, Buctzotz, Cacalchén, Cansahcab, Cantamayec, Cenotillo, Chacsinkín, Chapab, Chicxulub Pueblo, Chikindzonot, Chocholá, Chumayel, Conkal, Cuzamá, Dzan, Dzemul, Dzidzantún, Dzilam de Bravo, Dzilam González, Dzoncauich, Hocabá, Halachó, Hochtún, Homún, Huhí, Hunucmá, Ixil, Izmamal, Kanasín, Kantunil, Kinchil, Mama, Maní, Mayapán, Mérida, Mocochoá, Motul, Muna, Muxupip, Opichén, Oxkutzcab, Peto, Progreso, Río Lagartos, Sacalum, Samahil, San Felipe, Sanahcat, Santa Elena, Seyé, Sinanché, Sotuta, Sudzal, Suma de Hidalgo, Tahdziú, Tahmek, Teabo, Tecoh, Tekal de Venegas, Tekantó, Tekax, Tekit, Telchac Pueblo, Telchac Puerto, Temax, Tepakán, Tetiz, Teya, Ticul, Timucuy, Tixkokob, Tixpehual, Tizimín, Tixmehuac, Tunkás, Tzucacab, Ucu, Umán, Xocchel, Yaxkukul y Yobaín del Estado de Yucatán
2005	HURACAN EMILY	Abalá, Acanceh, Akil, Baca, Bokoba, Buctzotz, Cacalchén, Calotmul, Cansahcab, Cantamayec, Celestún, Cenotillo, Conkal, Cuncunul, Cuzamá, Chacsinkín, Chankom, Chapab, Chemax, Chicxulub Pueblo, Chichimilá, Chikindzonot, Chocholá, Chumayel, Dzan, Dzemul, Dzidzantún, Dzilam de Bravo, Dzilam González, Dzitás, Dzoncauich, Espita, Halachó, Hocabá, Hochtún, Homún, Huhí, Hunucmá, Ixil, Izmamal, Kanasín, Kantunil, Kaua, Kinchil, Kopomá, Mama, Maní, Maxcanú, Mayapán, Mérida, Mocochoá, Motul, Muna, Muxupip, Opichén, Oxkutzcab, Panabá, Peto, Progreso, Quintana Roo, Río Lagartos, Sacalum, Samahil, Sanahcat, San Felipe, Santa Elena, Seyé, Sinanché, Sotuta, Sucilá, Sudzal, Suma de Hidalgo, Tahdziú, Tahmek, Teabo, Tecoh, Tekal de Venegas, Tekantó, Tekax, Tekit, Tekom, Telchac Pueblo, Telchac Puerto, Temax, Temozón, Tepakán, Tetiz, Teya, Ticul, Timucuy, Tinum, Tixcacalcupul, Tixkokob, Tixméhuac, Tixpéual, Tizimín, Tunkás, Tzucacab, Uayma, Ucu, Umán, Valladolid, Xocchel, Yaxcabá, Yaxkukul y Yobain del Estado de Yucatán.
2005	HURACAN WILMA	Tizimin, Río Lagarto, San Felipe, Panaba
2005	TORMENTA TROPICAL STAN	Celestún, Sisal, Halachó, Oxkutzcab, Peto, Santa Elena, Tekax y Tzucacab del Estado de Yucatán.
2007	HURACAN DEAN	Celestún, Halachó, Oxkutzcab, Peto, Santa Elena, Tekax y Tzucacab del Estado de Yucatán.

Campeche

Nombre	Categoría	Año	Mes	Lugar de entrada a tierra
Sin nombre	Huracan I	1886	junio 18-23	30 KM AL ESTE DE CANCÚN
Sin nombre	Huracán II	1886	junio 27, julio 2	PUNTA ALLEN- CHEMAX, YUCATAN

Nombre	Categoría	Año	Mes	Lugar de entrada a tierra
Sin nombre	Tormenta	1886	julio 14-20	120 KM AL NORESTE DE CAN CUN
Sin nombre	Huracán II	1887	julio 20-28	COZUMEL, PLAYA DEL CARMEN
<i>Sin nombre</i>	<i>Huracán II</i>	1887	septiembre 11-22	CAN CUN, ISLA HOLBOX
Sin nombre	Tormenta	1887	octubre 6-8	PUNTA ALLEN
Sin nombre	Huracán I	1888	agosto 31, septiembre 8	BOCA IGLESIA, TIZIMIN, CALKINI
<i>Sin nombre</i>	<i>Huracán II</i>	1888	septiembre 11-16	BUENA VISTA, PROGRESO, CAMPECHE
Sin nombre	Huracán I	1892	octubre 5-15	BUENA VISTA Y EL AGUA-CATAL CAMPECHE
<i>Sin nombre</i>	<i>Tormenta</i>	1893	septiembre 4-9	PUNTA ALLEN, CHIMUL YUCATÁN
Sin nombre	Huracán II	1893	septiembre 27, octubre 5	COZUMEL, RIO LAGARTOS
Sin nombre	Huracán II	1895	agosto 22-29	CAN CUN
Sin nombre	Tormenta	1895	septiembre 28, octubre 7	PUNTA ALLEN, PROGRESO
Sin nombre	Tormenta	1895	octubre 2-7	TAMPALAM Q.ROO., CAMPECHE
Sin nombre	Tormenta	1897	octubre 9-22	100 KM AL ESTE DE CAN CUN
<i>Sin nombre</i>	<i>Tormenta</i>	1898	septiembre 12-22	ALTAMIRA CAMPECHE
<i>Sin nombre</i>	<i>Tormenta</i>	1898	septiembre 20-28	BOCA PAILA Q.ROO VALLADOLID
Sin nombre	Tormenta	1898	octubre 27, noviembre 4	ALTAMIRA CAMPECHE Y EL TRIUNFO TABASCO
Sin nombre	Tormenta	1900	octubre 8-15	SANTA ROSA Q.ROO. CORONA CAMPECHE
Sin nombre	Tormenta	1902	octubre 3-13	MACUSPANA TABASCO
Sin nombre	Huracán II	1903	agosto 6-16	COZUMEL, XCAN
Sin nombre	Tormenta	1904	octubre 29, noviembre 5	AKUMAL, VALLADOLID
<i>Sin nombre</i>	<i>Tormenta</i>	1905	septiembre 24-30	PUNTA ALLEN, MERIDA
Sin nombre	Tormenta	1909	julio 27, agosto 11	AKUMAL VALLADOLID
Sin nombre	Huracán III	1909	agosto 20-28	30 KM AL NORTE DE ISLA HOLBOX
Sin nombre	Huracán II	1912	octubre 11-17	COZUMEL, VALLADOLID
Sin nombre	Huracán II	1913	junio 22-28	PUNTA ALLEN, CHEMAX
Sin nombre	Huracán III	1916	agosto 12-19	10 KM AL NORTE DE ISLA HOLBOX
Sin nombre	Huracán II	1916	octubre 12-19	CHETUMAL, CALKINI
Sin nombre	Tormenta	1918	agosto 1-7	20 KM AL NORESTE DE ISLA HOLBOX
<i>Sin nombre</i>	<i>Tormenta</i>	1920	septiembre 16-23	PUNTA ALLEN, VALLADOLID
Sin nombre	Tormenta	1921	junio 16-26	ALTAMIRA CARMEN, CAMPECHE
Sin nombre	Tormenta	1922	junio 12-16	MAJAHUAL, BECAN
Sin nombre	Huracán I	1922	octubre 10-22	CAN CUN, MERIDA, CELESTUM

Nombre	Categoría	Año	Mes	Lugar de entrada a tierra
Sin nombre	Tormenta	1924	junio 18-21	EL ONCE
<i>Sin nombre</i>	<i>Tormenta</i>	1924	septiembre 27-30	50 KM AL ESTE DE CAN CUN
<i>Sin nombre</i>	<i>Tormenta</i>	1928	septiembre 1-8	PUNTA ALLEN, CAMPECHE
Sin nombre	Tormenta	1931	julio 11-17	CHETUMAL, MERIDA
Sin nombre	Tormenta	1931	agosto 10-18	EL ONCE
<i>Sin nombre</i>	<i>Tormenta</i>	1931	septiembre 5-12	EL ONCE
<i>Sin nombre</i>	<i>Tormenta</i>	1932	septiembre 8-16	CHETUMAL, SABANCUY
Sin nombre	Tormenta	1932	septiembre 25, octubre 3	EL TRIUNFO
Sin nombre	Tormenta	1932	octubre 7, 18	AGUA BLANCA, ISLA DEL CARMEN
Sin nombre	Tormenta	1933	mayo 15-19	ISLA DEL CARMEN
Sin nombre	Tormenta	1933	julio 14-20	BOCA PAILA Q.ROO, TIXMUCUY
<i>Sin nombre</i>	<i>Huracán I</i>	1933	septiembre 10-15	CHETUMAL, CAMPECHE
<i>Sin nombre</i>	<i>Huracán II</i>	1933	septiembre 16-25	AKUMAL, MERIDA
Sin nombre	Huracán I	1934	junio 4-21	CHETUMAL, ICCHMUL YUCATAN
Sin nombre	Tormenta	1934	agosto 30, septiembre 1	DZILAM, CAMPECHE
Sin nombre	Tormenta	1936	junio 12-17	COZUMEL
Sin nombre	Tormenta	1936	agosto 15-19	XEL HA
Sin nombre	Tormenta	1936	agosto 28-30	EL UVERO, EL ONCE
Sin nombre	Tormenta	1936	octubre 9-11	PARAISO TABASCO
Sin nombre	Huracán II	1938	agosto 10-15	CAN CUN
Sin nombre	Huracán II	1938	agosto 23-28	TULUM, MERIDA
Sin nombre	Tormenta	1938	octubre 11-17	SABIDOS, MERIDA
Sin nombre	Tormenta	1939	junio 12-17	COZUMEL, PUNTA VENADO
<i>Sin nombre</i>	<i>Tormenta</i>	1940	septiembre 19-25	SABIDOS, CAMPECHE
<i>Sin nombre</i>	<i>Tormenta</i>	1941	septiembre 23-30	BUENAVISTA TABASCO
Sin nombre	Huracán II	1942	agosto 21-31	COZUMEL, TIZIMIN
Sin nombre	Tormenta	1942	noviembre 6-11	ALTAMIRA, LA COSTA, CAMPECHE
Sin nombre	Huracán I	1944	agosto 16-24	AKUMAL, MERIDA
<i>Sin nombre</i>	<i>Huracán I</i>	1944	septiembre 19-22	CAN CUN, VALLADOLID, CALKINI
Sin nombre	Tormenta	1949	septiembre 27, octubre 6	EL NARANJO, CAMAL CAMPECHE
Sin nombre	Tormenta	1949	octubre 8-10	60 KM AL OESTE DE CELESTUM
Charlie	Huracán IV	1951	agosto 12-23	TULUM, VALLADOLID
How	Depresión	1951	septiembre 28, octubre 8	36 KM AL ESTE DE CAN CUN
Sin nombre	Tormenta	1952	febrero 2-5	PUNTA ALLEN
Hazel	Tormenta	1953	octubre 7-12	COZUMEL
<i>Hilda</i>	<i>Huracán II</i>	1955	septiembre 10-20	PUNTA ALLEN CHAMKON
<i>Janet</i>	<i>Huracán IV</i>	1955	septiembre 21-30	CHETUMAL, BECAN, SABANCUY
<i>Flossy</i>	<i>Depresión</i>	1956	septiembre 21-30	CHETUMAL, BECANCHEN, MERIDA

Nombre	Categoría	Año	Mes	Lugar de entrada a tierra
Abby	Depresión	1960	julio 10-16	MACUSPANA, VILLAHERMOSA
Carla	Huracán III	1961	septiembre 3-16	40 KM AL ESTE DE CANCUN
Sin nombre	Depresión	1964	junio 2-11	50 KM AL ESTE DE COZUMEL
Sin nombre	Depresión	1964	noviembre 5-10	SABIDOS, QUINTANA ROO
Sin nombre	Depresión	1965	junio 11-18	TENOSIQUE, EL NARANJO CAMPECHE
Debbie	Depresión	1965	septiembre 24-30	COZUMEL, AKUMAL
Inez	Huracán III	1966	septiembre 21, octubre 11	50 KM AL NORTE DE TELCHAC
Beulah	Huracán II	1967	septiembre 5-22	COZUMEL, CHEMAX
Lauria	Depresión	1969	octubre 17-27	PUNTA ALLEN, TEKOM YUC, PARAISO TAB.
Becky	Depresión	1970	julio 19-23	70 KM AL ESTE DE CANCUN
Ella	Depresión	1970	septiembre 8-13	XEL HA, CHEMAX
Edith	Huracán I	1971	septiembre 5-18	CHETUMAL
Brenda	Huracán I	1973	agosto 18-22	CAN CUN, MERIDA, FRONTERA
Della	Depresión	1973	septiembre 1-7	COZUMEL, CANCUN
Carmen	Huracán IV	1974	agosto 29, septiembre 10	CHETUMAL. EL ONCE, CHAMPOTON
Caroline	Depresión	1975	agosto 24, septiembre 1	10 KM AL NORTE DE CABO CATOCHE
Eloise	Tormenta	1975	septiembre 13-24	COZUMEL, AKUMAL, X CAN, TIZIMIN
Henri	Depresión	1979	septiembre 15-24	COZUMEL, PLAYA DEL CARMEN
Allen	Huracán V	1980	julio 31, agosto 11	60 KM AL NORTE DE CANCUN
Hermine	Tormenta	1980	septiembre 20-26	SABIDOS, ALTAMIRA, CAMPECHE
Alberto	Depresión	1982	junio 2-6	20 KM AL NORTE DE HOLBOX
Gilbert	Huracán V	1988	septiembre 8-20	COZUMEL, PLAYA DEL CARMEN, X CAN
Keith	Tormenta	1988	noviembre 17-26	COZUMEL, CANCUN
Diana	Tormenta	1990	agosto 4-9	EL UVERO, BECAN, CAMPECHE
Arlene	Tormenta	1993	junio 16-18	100 KM AL NOROESTE DE CELESTUM
Gert	Tormenta	1993	septiembre 14-21	CHETUMAL, CAMPECHE
Alberto	Depresión	1994	junio 30, julio 3	60 KM AL NORESTE DE CANCUN
Opal	Huracán I, V	1995	septiembre 27, octubre 5	CAN CUN, HOLBOX, CAMPECHE
Roxanne	Huracán I, III	1995	octubre 10 al 17	TULUM, CAMPECHE

Nombre	Categoría	Año	Mes	Lugar de entrada a tierra
Dolly	Huracán II	1996	agosto 19-23	PLAYA DEL CARMEN, CAMPECHE
Micht	Huracán V	1998	octubre 21, noviembre 5	REMANENTES EN LA FRONTERA CON GUATEMALA
Katrina	Tormenta	1999	octubre 28, noviembre 1	65 KM AL NNW DE CHETUMAL
Keith	Huracán IV	2000	septiembre 28, octubre 6	60 KM AL SUR SURESTE DE CHETUMAL
Chantal	Huracán I	2001	agosto 15-22	BOCA BACALAR CHICO, LIMITE INTERNACIONAL DE MÉXICO CON BELICE
Iris	Huracán V	2001	octubre 4-9	290 KM AL SUR SURESTE DE CHETUMAL
Michelle	Huracán IV	2001	octubre 29, noviembre 6	EN AGUAS DEL MAR CARIBE
Isidore	Huracán III	2002	septiembre 14-27	120 KM AL ESTE NORESTE DE CABO CATOCHE
Claudette	Huracán I	2003	julio 8-16	25 KM AL SUR SUROESTE DE CANCUN
Earl	Tormenta	2004	agosto 13-16	EN EL MAR DE LAS ANTIILLAS MENORES
Cindy	Huracán I	2005	julio 3-6	10 KM AL OESTE DE FELIPE CARRILLO PUERTO
Emily	Huracán IV	2005	julio 10-21	20 KM AL NORTE DE TULUM
Stan	Huracán I	2005	octubre 1-5	33 KM AL ESTE DE FELIPE CARRILLO PUERTO
Wilma	Huracán V	2005	octubre 15-25	PUERTO MORELOS, CANCUN
Dean	Huracán V	2007	agosto	65 KM AL ESTE DE CHETUMAL

Quintana Roo

Año	Nombre	Categoría de impacto	Lugar de Entrada a Tierra	Periodo (inicio- fin)	Vel. Máx. imp. En Q. Roo (Km/h)	Lluvia Máx. en 24 h (mm)	Presión atmosférica mín. (hPa)
2010	Karl	TT	A 50 km al Este-Noreste de Chetumal, Q. Roo.	14-18 Sep	100 km/h y rachas de 120 km/h	355.0 mm en Misantla Veracruz	956
2010	Alex	TT	90 km al SW de Chetumal, Q. Roo	25 jun-01 jul	65 km/h	446 mm en la Estanzuela, Nuevo León	947

Año	Nombre	Categoría	Lugar de En-	Periodo	Vel. Máx. imp.	Lluvia Máx. en	Presión
2009	Ida	H1	No impactó directamente las costas de Q. Roo, pasó a 80 km al Este de Cancún.	4-10 Nov	Rachas de 60 km/h	98.6 en Cancún, Q. Roo	976
2008	Dolly	TT	Laguna de Nichupté, Q. Roo	20-25 Jul	85	52.6 en Cancún, Q. Roo	964
2007	Dean	H5	Puerto Bravo, Q. Roo	13-23 Ago	260	391 en Requetemu, SLP	906
2005	Wilma	H4	Cozumel, Puerto Morelos, Playa del Carmen y Cancún, Q. Roo	15-25 oct	280	1,082 en Isla Mujeres, Q. Roo	882
2005	Stan	TT	33 al ENE de FCP	1-5 oct	75	307.0 en Novillero, Chis.	976
2005	Emily	H4	Cozumel y a 20 km de Tulum, Qroo, Mezquite y Carboneras, Tamps.	10-21 jul	250	350 en Cerralvo, N.L.	929
2004	Iván	H4	45 km al NE de Isla Mujeres, Q. Roo	2-24 sep	60		910
2003	Claudette	TT	25 km al SSW de Cancún	8-16 jul	90	58.0 Peto, Yuc	981
2002	Isidore	H3	Telchac Puerto, Yuc	18-25 sep	205	250 Becanchén, Yuc	934
2001	Chantal	TT	Chetumal, Qroo	15-22 Ago	115	211 Chetumal, Qroo	994
2000	Gordon	DT	Tulum, Qroo	14-18 Sep	55	230 Cancún, Qroo.	983
	Keith	H1	Chetumal, Qroo; Tampico, Tamps	3-5 Oct	140	366 Sabinas, Tamp.	942
1999	Katrina	DT	45 Km NNW Chetumal, Qroo	28 Oct-1 Nov	55	146 Cárdenas, Tab	999
1998	Mitch	TT	Campeche, Camp.	21 Oct-5 Nov	65	341 Campeche, Camp	905
1996	Dolly	H1	Felipe Carrillo Puerto, Q. roo	19-24 Ago	130	328, Micos, SLP	989
1995	Opal	DT	Bahía Espíritu Santo, Q. Roo	27 Sep-2 Oct	55	100, Tapijulapa, Tab.	916
	Roxanne	H3	Tulum, Qroo	8-20 Oct	185	297, Mtz. De la Torre, Ver.	958
1990	Diana	H1	Chetumal, Qroo	4-8 Ago	140	400, Tanzabaca, SLP	980

Año	Nombre	Categoría	Lugar de En-	Periodo	Vel. Máx. imp.	Lluvia Máx. en	Presión
1988	Gilbert	H5	Puerto Morelos, Q. Roo	8-13 Sep	270	342, San Carlos, Tamps.	888
	Keith	TT	Cancún, Q. Roo	17-24 Nov	110		945
1982	Alberto	DT	A 20 km de Holbox, Q. Roo	2-6 Jun	37		985

Anexo F. Inventario de estaciones meteorológicas de la región

Se agrega en formato digital (Anexo D Inventario de Estaciones.xlsx)

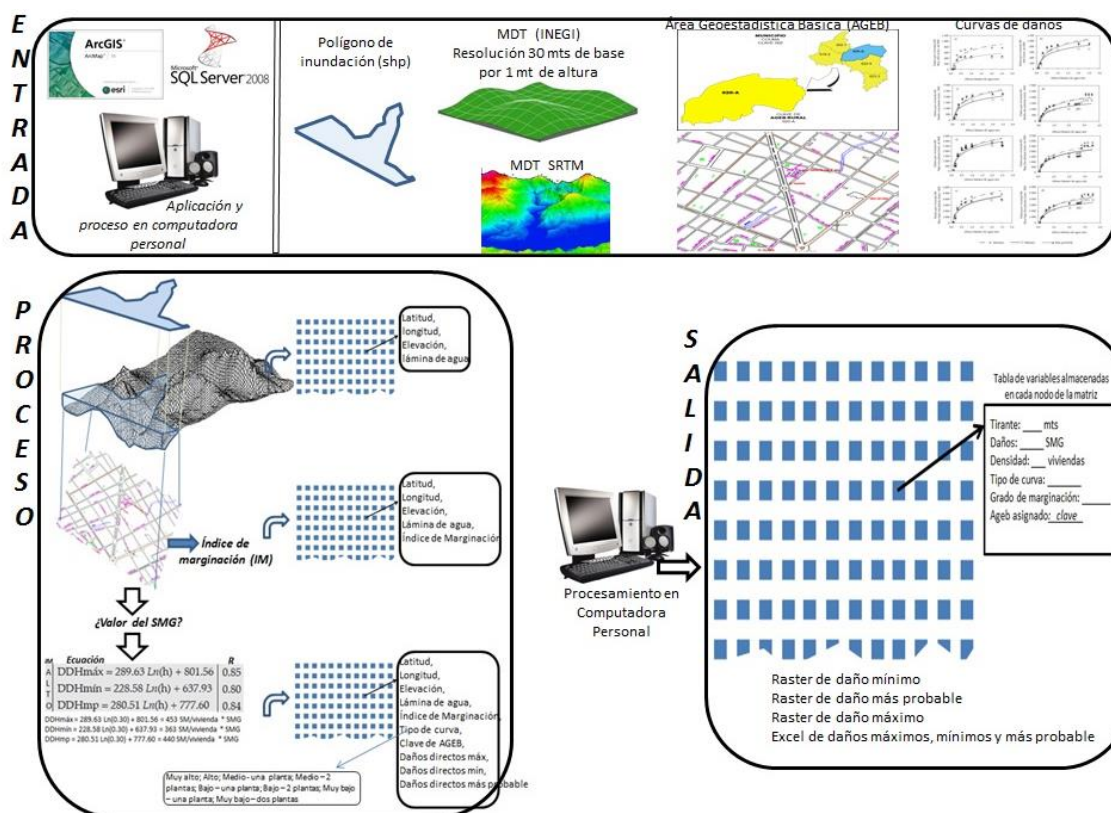
Anexo G. Inventario de obras

Se agrega en formato digital (Anexo F Obras de protección PS.xlsx)

Anexo F. Metodología para la estimación del Daño para viviendas en zona de inundación

El Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) cuenta con el Sistema de Análisis y Visualización de Escenarios de Riesgo (SAVER) publicado vía web, uno de sus módulos es el Atlas Nacional de Riesgo por Inundación en México (ANRI). Por otro lado, el IMTA desarrolló el Atlas Nacional de Riesgo por Inundación en México para Computadora Personal (ANRI-PC) con la finalidad de obtener la estimación de daños en zonas habitacionales por evento inundación de cada una de las zonas piloto definidas para cada Región Hidrológica Administrativa.

Figura B.1 Modelo conceptual del ANRI-PC.



El ANRI-PC evalúa daños en una mancha de inundación bajo el supuesto de que por cada celda (pixel) de una malla (archivo raster) se tiene un tirante de inundación, es por eso que los insumos a este nivel son:

Polígono que delimita la zona de inundación (la zona piloto en este caso), el modelo digital de elevaciones (MDE INEGI para las zonas piloto, y el modelo SRTM para el procesamiento en lotes), las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) con su respectivo índice de marginación, las curvas de daños (publicadas por el Dr. Baró) y los tirantes de la zona de inundación, tal como se observa en la sección “entrada” de la figura B1.

Se definió para cada una de las Región Hidrológica Administrativa el *polígono que delimita la zona de inundación* y que determina el área donde se estimarán los daños, quedandod e la siguiente manera:

- I Península de Baja California: Rosarito-Huahuatay
- II Noroeste: Mátape-Empalme
- III Pacífico Norte: Zona Conurbada de Durango
- IV Balsas: Yautepec
- V Pacífico Sur: Los Perros
- VI Río Bravo: Río Sabinas
- VII Cuencas Centrales del Norte: Río Nazas después de zona conurbada
- VIII Lerma Santiago Pacífico: Río Pedregal
- IX Golfo Norte: Tempoal y Moctezuma
- X Golfo Centro: Río Papaloapan
- XI Frontera Sur: Río Grijalva entre C. H. Angostura y C. H. Chicoasén
- XII Península de Yucatán: Río Palizada
- XIII Valle de México: Aguas abajo de la presa Madín

Figura B.2 Ubicación espacial de las zonas piloto.

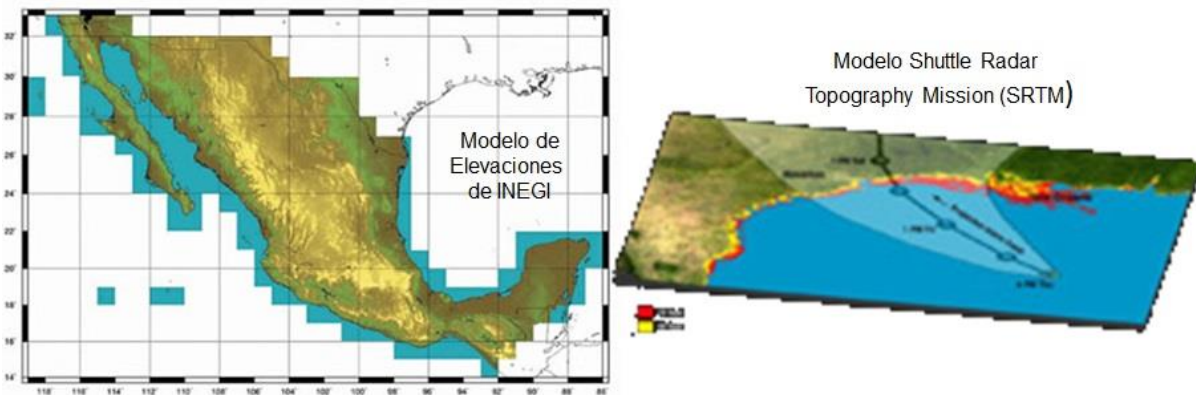


El *modelo digital de elevaciones* usado por el ANRI-PC es el continuo de elevaciones escala 1:50,000 del INEGI con una resolución de 50 x 50 m. Sin embargo, el ANRI-PC tiene integrado también el modelo SRTM (Shuttle Radar Topography) que tiene cobertura mundial, cuya resolución más aproximada es de

90 x 90 m; lo publica el Instituto de Tecnología de California y es usado para estimaciones de daños en viviendas para el modo de procesamiento por lotes.

Las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) son el área geográfica que corresponde a la subdivisión de las Áreas Geoestadísticas Municipales (AGEM) y constituye la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional. Dependiendo de sus características, se clasifican en dos tipos: AGEB urbana o AGEB rural. Su clave está conformada por tres números y un dígito verificador. El ANRI-PC usa las AGEB urbanas de donde se obtiene básicamente el conjunto de índices de marginación existentes en la zona de inundación.

Figura B.3 Modelos Digitales de Elevaciones integrados en ANRI-PC.



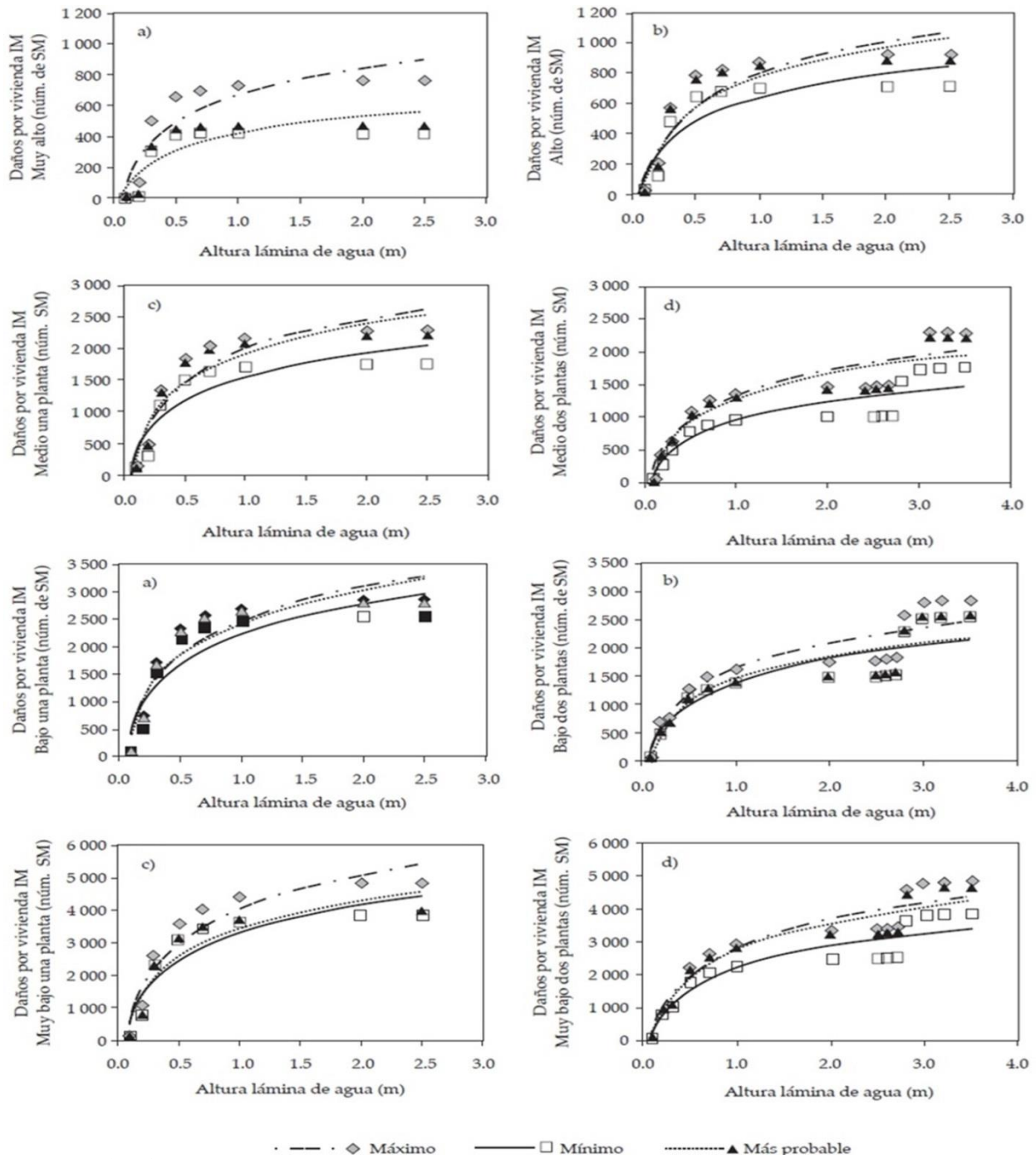
Fuente: INEGI y <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/index.html>

Las curvas de daños para estimación de daños en viviendas fueron publicadas por Baró et al, quien calculó el valor del daño con base en el costo de cada bien, obteniendo así el valor en pesos de los daños económicos para cada altura de lámina de agua alcanzada y para cada una de las AGEBs presentes en la zona de inundación. Estos daños totales se convirtieron en número de salarios mínimos. El monto obtenido lo dividió por el número de viviendas habitadas en cada una de las AGEB, y así obtuvo el valor de los daños para una vivienda.

Con estos datos generó una serie de gráficas (Figura B4), donde el eje horizontal corresponde a valores de altura de lámina de agua en metros y el eje vertical a los daños económicos en unidades de número de salarios mínimos. Con base en esta información construyó un modelo matemático de tipo regresivo. El modelo elegido fue aquel que presentó el valor más alto del coeficiente de determinación (R^2), que en este caso correspondió a un ajuste logarítmico, con un coeficiente de determinación de 0.82 para el caso del costo máximo, de 0.72 para el costo mínimo y de 0.74 para el costo más probable (cuadro 1). La ecuación del modelo logarítmico le permitió calcular los daños potenciales directos, en número de salarios mínimos, para una altura de lámina dada. De acuerdo al autor, esta gráfica tiene la particularidad de utilizar como unidades de medida el número de salarios mínimos. Esto permite que no pierda validez con el tiempo y pueda ser aplicada para cualquier año. Es decir, al actualizar cada año el valor del salario mínimo por parte del Consejo Nacional de Salarios Mínimos, también se actualizan de forma automática las curvas encontradas.

En la Figura 4 se observa la curva de daños (máximo, mínimo, más probable) por inundación para una vivienda. AGEB con un índice de marginación: a) muy alto; b) alto; c) medio para una vivienda de una planta; d) medio para una vivienda de dos plantas; e) bajo para una vivienda de una planta; f) bajo para una vivienda de dos plantas; g) muy bajo para una vivienda de una planta, y h) muy bajo para una vivienda de dos plantas (considerando salarios mínimos del año 2009).

Figura B4 Curvas tipo de daños en zonas habitacionales.



Fuente: Baró-Suárez

En la Figura B5, se observa un ejemplo de uso de una de las ocho ecuaciones antes citadas y corresponde al caso de índice de marginación (IM) alto, con este IM y una lámina de inundación de .30 cm se obtuvieron los daños directos en zonas habitacionales máximos, mínimos y más probables, que multiplicados por el valor de salarios mínimo (SM), se infirió el valor monetario en pesos representativo del daño.

Tabla B.1 Ecuaciones obtenidas de las curvas de daños potenciales directos en zonas habitacionales

Índice de Marginación	Ecuación	Radio
Muy alto	DDHmáx = 247.63 Ln(h) + 668.44 DDHmín = 141.36 Ln(h) + 382.45 DDHmp = 156.92 Ln(h) + 424.33	0.820.720.74
Alto	DDHmáx = 289.63 Ln(h) + 801.56 DDHmín = 228.58 Ln(h) + 637.93 DDHmp = 280.51 Ln(h) + 777.60	0.850.800.84
Medio, una planta	DDHmáx = 709.63 Ln(h) + 1976.04 DDHmín = 544.93 Ln(h) + 1546.60 DDHmp = 685.51 Ln(h) + 1913.15	0.880.830.87
Medio, dos plantas	DDHmáx = 549.55 Ln(h) + 1345.57 DDHmín = 405.03 Ln(h) + 965.27 DDHmp = 528.39 Ln(h) + 1289.88	0.880.800.87
Bajo, una planta	DDHmáx = 877.28 Ln(h) + 2479.23 DDHmín = 797.24 Ln(h) + 2233.19 DDHmp = 865.56 Ln(h) + 2443.20	0.880.850.87
Bajo, dos plantas	DDHmáx = 666.15 Ln(h) + 1632.94 DDHmín = 595.33 Ln(h) + 1409.03 DDHmp = 605.70 Ln(h) + 1441.82	0.850.820.82
Muy bajo, una planta	DDHmáx = 1521.80 Ln(h) + 4051.63 DDHmín = 1210.14 Ln(h) + 3321.20 DDHmp = 1255.78 Ln(h) + 3428.17	0.920.870.88
Muy bajo, dos planta	DDHmáx = 1230.35 Ln(h) + 2850.34 DDHmín = 939.78 Ln(h) + 2221.33 DDHmp = 1187.79 Ln(h) + 2758.22	0.920.870.91

Fuente: Baró-Suárez.

Á continuación se presenta un ejemplo en donde se toma en cuenta el índice de marginación Alto y se aplican las ecuaciones correspondientes de acuerdo a la tabla B1

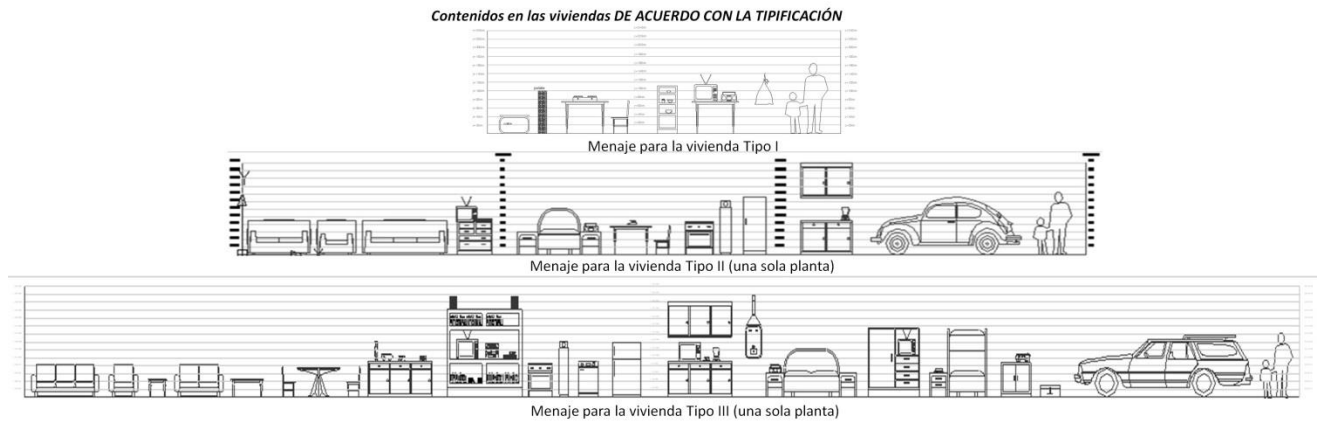
$$DDHmáx = 289.63 \ln(0.30) + 801.56 = 453 \text{ SM/vivienda} * SMG$$

$$DDHmín = 228.58 \ln(0.30) + 637.93 = 363 \text{ SM/vivienda} * SMG$$

$$DDHmp = 280.51 \ln(0.30) + 777.60 = 440 \text{ SM/vivienda} * SMG$$

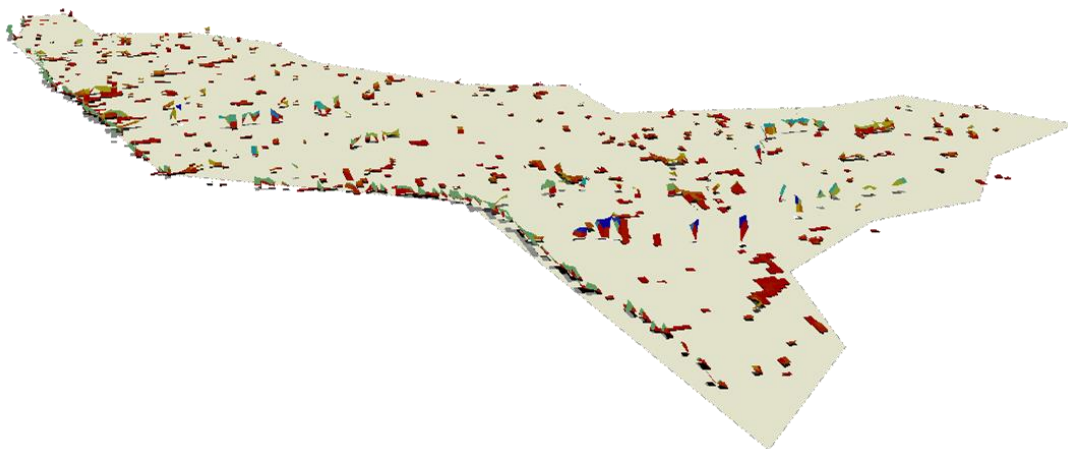
En resumen el ANRI-PC maneja cinco de las ocho curvas tipo arriba citadas y corresponden a: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo. Se consideran tres tipos de menajes. En la figura 6, se observa el Menaje para la vivienda Tipo I, Tipo II y Tipo III.

Figura B4 Contenido de las viviendas de acuerdo con su tipificación



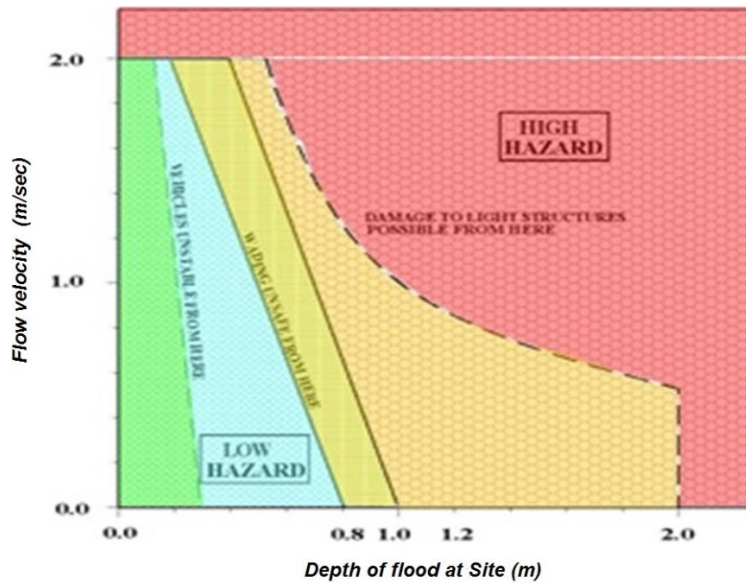
Fuente: UNAM. Presentación de Marco Antonio Salas Salinas, Agosto, 2013, Los tirantes de la zona de inundación son calculados por el Instituto de Ingeniería de la UNAM a través de modelos matemáticos en algunos casos diseñados por ellos mismos.

Figura B5 Ejemplo de raster de tirantes de inundación



Fuente: Instituto de Ingeniería de la UNAM
Adicionalmente los modelos matemáticos del IIUNAM generan la *severidad por celda* de la inundación con base en el tirante y la velocidad calculados en cada celda, tal como se observa en la figura 8. La clasificación de la severidad sigue los criterios establecidos en la denominada *curva de Dorrigo*, misma que se observa en la Figura B6.

Figura B6: Curva de Dorrigo.

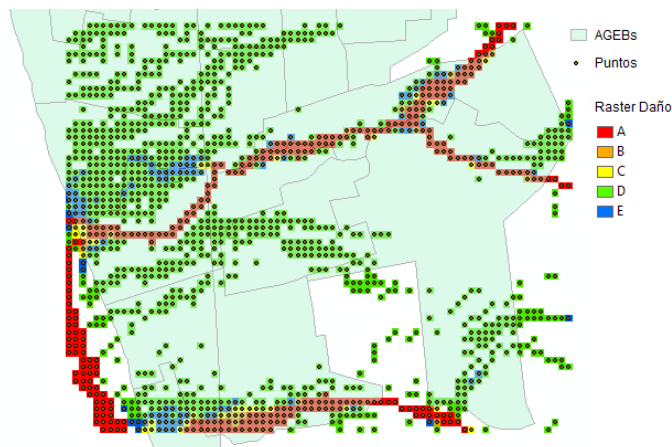


Fuente: IIUNAM. Presentación de Faustino de la Cruz Luna. Sep., 2013.

Con base en la curva de Dorrigo original, se tiene la siguiente clasificación de severidad del daño, asociadas a letras y colores:

Severidad	Velocidad m/s	Tirante m
■ A	$V > 2$	$Y > 2$
■ B	$V \leq 2$	$1 < Y \leq 2$
■ C	$V \leq 2$	$0.8 \leq Y \leq 1$
■ D	$V \leq 2$	$0.3 \leq Y \leq 0.8$
■ E	$V \leq 2$	$Y \leq 0.3$

Figura B7 Ejemplo de ráster de clasificación severidad del daño en zona de inundación



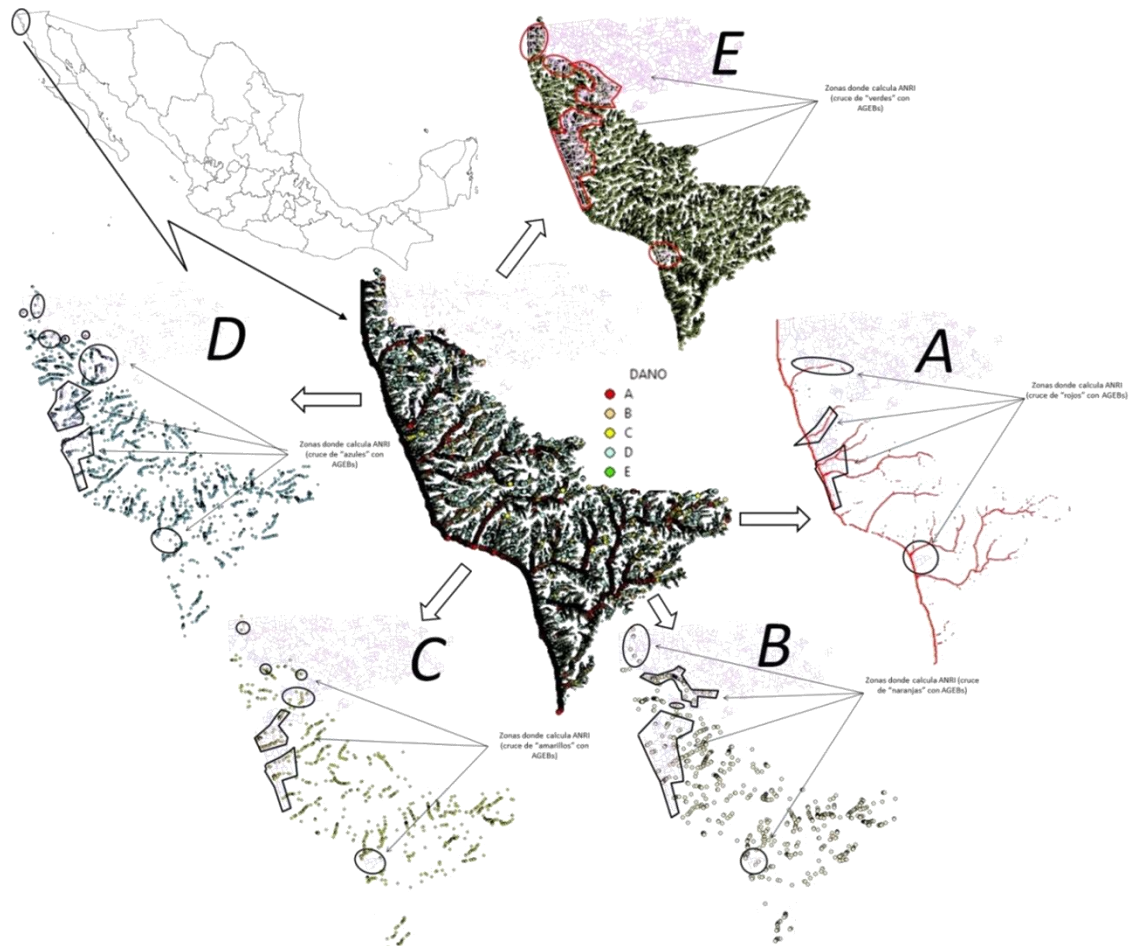
Fuente: UNAM

Retomando la ecuación del riesgo (Riesgo = Peligro o amenaza x vulnerabilidad) donde el peligro está representado por el tirante para un Tr dado y la vulnerabilidad por el tipo de vivienda (bienes expuestos) para un índice de marginación dado, entonces el riesgo así considerado se lleva a cabo a través del ANRI-PC obteniendo un monto económico de los daños en la zona piloto.

Con los insumos ya citados (polígono de inundación, MDE, AGEB y curvas tipo de daño) se calcula para dos grupos de datos. El primero es sin tomar en cuenta la severidad para cada uno de los cinco periodos de retorno considerados por el estudio.

El segundo grupo, consiste en separar cada una de las severidades en segmentos (A, B, C, D, E) de la zona de estudio (ver figura B7 y B8) y estimar el daño para cada segmento de severidad. Para este segundo grupo de datos, se calcula también el monto económico del daño estimado por índice de marginación presente en la zona de inundación.

Figura B8 Ejemplo de separación de severidades, aplicado a la zona piloto Rosarito Huahuatay.



En resumen el ANRI-PC maneja cinco de las ocho curvas tipo ya citadas y corresponden a: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo; y la ecuación en él implementada genera un número de salarios mínimos generales y es de la forma:

$$\text{No. SMG} = a * \ln(h) + b$$

Donde:

No. SMG Es el número de salarios mínimos generales

h Es el valor de la lámina de agua (tirante)

a y b Dependen del Índice de Marginación
(para costo mínimo, máximo o más probable)

El valor monetario o daño para viviendas entonces, es el número de salarios mínimos multiplicado por el valor de SMG del año que se desea calcular.

Finalmente, pueden presentarse las condiciones de que la zona de inundación no tenga cruce con AGEB, caso para el cual se estima el daño económico, considerando el método de localidades pequeñas.

Anexo G Metodología para la estimación del Daño Anual Esperado (DAE)

Esta evaluación del riesgo sigue principalmente una perspectiva de evaluación económica. Usando esta idea del riesgo para estimar el Daño Anual Esperado (DAE) por inundación, tenemos dos maneras de obtener el DAE. La primera manera es con la integración del área bajo la curva, éste se obtiene mediante la fórmula (Meyer et al 2012):

$$\bar{d} = \sum_{i=1}^k D[i] \times \Delta P_i \quad \bar{d} = \text{Daño Anual Esperado}$$

Con

$$D[i] = \frac{D(P_i - 1) + D(P_i)}{2}$$

$D[i] = \text{Daño medio de dos eventos de daño } D[P_1 - i] \text{ and } D[P_i]$

$$\Delta P_i = |P_i - P_{i-1}|$$

$\Delta P_i = \text{probabilidad del intervalo entre las probabilidades excedentes de dos eventos}$

La segunda manera de calcular el DAE se obtiene mediante la fórmula:

$$\text{DAE} = \sum [p_i * (\text{No.SMG} * \text{SMG})]$$

Donde:

p_i Es la probabilidad del periodo de retorno i

No. SMG Es el número de salarios mínimos generales

SMG Es el valor del salario mínimo general del año del estudio.

Los resultados del cálculo del DAE, se presentan en un archivo Excel por zonas piloto, distribuidas en seis pestañas de datos, las tres primeras son para el DAE a través del método del área bajo la curva (ABC) y las últimas tres pestañas para el segundo método, como sigue:

DAE en zona completa (Ej. Durango_ResumenABC)

DAE fraccionando la zona por severidad e IMU (Ej. Durango_Resumen_x_IMAGEB_ABC)

DAE fraccionando severidad y por IMU (Ej. Durango_DAE_AreaBajoCurva)

DAE sin fraccionar severidades (Ej. Durango_Resumen)

DAE fraccionando la zona por severidad (Ej. Durango_Resumen_x_IMAGEB)

DAE fraccionando severidad y por IMU (Ej. Durango_Comparacion)

DAE en zona completa

Este bloque de datos incluye tanto el resumen de daños económicos que generan el DAE por área bajo la curva evaluando la zona de inundación sin separar por severidad (primer tabla cuyo título como pie de tabla es --Cálculos hechos evaluando los tipos de daños "A", "B", "C", "D" y "E"--), como el concentrado de información de evaluación de daños separando para cada una de las severidades (A, B, C, D y E) y corresponde a cinco tablas ubicadas justo abajo del resumen general y etiquetadas cada una de ellas con un pie de tabla indicando la letra y color de severidad a que corresponden los datos, por ejemplo: --- Cálculo hecho evaluando sólo los puntos rojos o tipo de daño "A"---. Un ejemplo de esta agrupación de información se observa en la figura 11.

Figura C1: Ejemplo del reporte de la estimación del DAE en zona piloto completa.

Cálculos generados con ANRI-PC: Tirantes y AGEB.						
Periodo de retorno (Tr)	Daño Estimado	No. de puntos evaluados	Área	Población	Probabilidad de Ocurrencia	Daño económico obenido por Área en la barra
100	2,915,019,528.34	3,085.00	30,932,418.80	190,836.00	0.01	
50	2,791,648,142.69	3,024.00	30,323,711.13	186,667.00	0.02	\$28,533,338.36
10	2,389,701,328.49	2,923.00	29,307,633.91	180,173.00	0.10	\$207,253,978.85
5	2,539,949,036.48	2,867.00	28,753,374.46	177,256.00	0.20	\$246,482,518.25
2	1,662,520,492.40	2,282.00	22,928,677.93	143,550.00	0.50	\$630,370,429.33
						DAE (Sin fraccionar por tipo de daño)
						Población
						\$1,112,640,264.78
						878,482.00
Cálculos hechos evaluando todos los tipos de daño "A"; "B"; "C"; "D" y "E".						
Periodo de retorno (Tr)	Daño Estimado	No. de puntos evaluados	Área	Población	Probabilidad de Ocurrencia	Daño económico obenido por Área en la barra
100	16,789,852.46	20.00	199,952.55	735.00	0.01	
50	12,516,573.85	18.00	179,793.43	628.00	0.02	\$146,532.13
10	2,239,532.06	11.00	110,699.32	334.00	0.10	\$590,244.24
5	4,350,510.34	10.00	100,677.99	318.00	0.20	\$329,502.12
2	937,938.92	2.00	20,940.13	81.00	0.50	\$793,267.39
						DAE (Rojos {A})
						Población
						\$1,859,545.88
						2,096.00
Cálculos hechos evaluando sólo los puntos rojos o tipo de daño "A".						
Periodo de retorno (Tr)	Daño Estimado	No. de puntos evaluados	Área	Población	Probabilidad de Ocurrencia	Daño económico obenido por Área en la barra
100	1,407,874,304.65	792.00	7,934,559.87	47,887.00	0.01	
50	1,354,763,088.20	791.00	7,908,621.73	45,724.00	0.02	\$13,813,186.96
10	820,170,095.24	752.00	7,512,917.33	42,205.00	0.10	\$86,997,327.34
5	1,138,155,410.61	710.00	7,094,406.78	39,637.00	0.20	\$97,916,275.29
2	410,082,616.93	309.00	3,087,214.59	14,731.00	0.50	\$232,235,704.13
						DAE (Azul {D})
						Población
						\$430,962,493.73
						190,184.00
Cálculos hechos evaluando sólo los puntos azul o tipo de daño "D".						
Periodo de retorno (Tr)	Daño Estimado	No. de puntos evaluados	Área	Población	Probabilidad de Ocurrencia	Daño económico obenido por Área en la barra
100	992,070,138.03	1,325.00	13,334,874.19	84,041.00	0.01	
50	1,030,757,860.97	1,308.00	13,167,278.38	83,151.00	0.02	\$10,114,140.00
10	1,230,919,040.68	1,212.00	12,204,970.66	78,219.00	0.10	\$90,467,076.07
5	977,501,404.41	1,216.00	12,255,493.85	79,015.00	0.20	\$110,421,022.25
2	883,043,532.27	1,054.00	10,619,371.95	69,324.00	0.50	\$279,081,740.50
						DAE (Verde {E})
						Población
						\$490,083,978.82
						393,750.00
Cálculos hechos evaluando sólo los puntos verde o tipo de daño "E".						

DAE fraccionando la zona por severidad e IMU

Este bloque de datos incluye tanto el resumen de daños económicos que generan el DAE por área bajo la curva evaluando la zona de inundación sin separar por severidad, como el desglose del daño por índice de marginación que genera el DAE por tipo de índice y para cada uno de los cinco índices de marginación, manejados por CONAPO. La suma de los DAE por índice de marginación, produce el índice de marginación del color o tipo de severidad.

Así mismo, contiene mayor detalle que el bloque inmediato anterior de estimación del DAE por área bajo la curva, por lo tanto incluye las mismas seis tablas arriba señaladas, con los mismos pies de página, pero ahora se agrega el desglose del DAE por índice de marginación urbana IMU (Muy Alto, Alto, Medio, Bajo, Muy Bajo), según aparezcan o no dichos índices en el periodo de retorno evaluado, es decir, sólo se reportan los índices de marginación existentes en la zona evaluada.

Figura C2 Ejemplo del reporte de la estimación del DAE en zona piloto completa desglosado por índice de marginación.

The table displays financial metrics for two categories: 'Muy Alto' and 'Muy Bajo'. Each category is broken down into sub-sections with columns for 'Población IMU', 'Tirante Máx', 'Tirante Mín', and 'Riesgo'. The data is presented in a grid format with multiple rows and columns, including a final summary row for each category.

En la figura B3 se observa el detalle del desglose del DAE para el IMU “Muy Alto” el cual se construye multiplicando el promedio de la suma de dos daños por la diferencia de probabilidades, lo cual se almacena en la columna “Daño IMU Muy Alto”. Adicionalmente se reporta la población inferida de las celdas que tienen el mismo IMU (“Población IMU Muy Alto”), el tirante máximo y tirante mínimo presente en las celdas del mismo IMU (Columna “Tirante Máx IMU Muy Alto” y “Tirante Mín IMU Muy Alto”). Al final de todos los grupos de Termina calculado el riesgo por periodo de retomo que se obtiene de multiplicar el daño por su probabilidad.

Figura B3 Ejemplo del reporte de la estimación del DAE en zona piloto completa desglosado por índice de marginación urbana (IMU). Se observa el detalle del IMU Muy alto.

DAE por índice de Marginación Urbana para: a_Durango
Cálculos generados con ANRI-PC: Tirantes y AGEB.

Periodo de retorno (Tr)	Daño Estimado	No. de puntos evaluados	Área	Población	Probabilidad	Riesgo = Daño * Probabilidad
100	2,915,019,528.34	3,085.00	30,932,418.80	190,836.00	0.01	\$29,150,195.28
50	2,791,648,142.69	3,024.00	30,323,711.13	186,667.00	0.02	\$55,832,962.85
10	2,389,701,328.49	2,923.00	29,307,633.91	180,173.00	0.10	\$238,970,132.85
5	2,539,949,036.48	2,867.00	28,753,374.46	177,256.00	0.20	\$507,989,807.30
2	1,662,520,492.40	2,282.00	22,928,677.93	143,550.00	0.50	\$831,260,246.20
DAE (Sin fraccionar por tipo de daño)						\$1,663,203,344.48
Población						878,482.00

Cálculos hechos evaluando todos los tipos de daño "A", "B", "C", "D" y "E".

Periodo de retorno (Tr)	Daño Estimado	Población IMU Muy Alto	Daño (\$) IMU Muy Alto	Tirante Máx IMU Muy Alto	Tirante Min IMU Muy Alto	Población IMU Alto
100	16,789,852.46	338,565.13	43.91	2.56	1.88	6,342,480.06
50	12,516,573.85	338,565.13	43.91	2.56	1.88	433.99
10	2,239,532.06	19,512.04	40.79	\$14,323.09	0.08	2,220,020.02
5	4,350,510.34	306,293.05	40.79	\$16,290.25	2.37	277.47
2	937,938.92	300,362.16	40.79	\$90,998.28	2.21	637,576.76
DAE						124,997.27

Cálculos hechos evaluando sólo los puntos rojos o tipo de daño "A".

Periodo de retorno (Tr)	Daño Estimado	Población IMU Muy Alto	Daño (\$) IMU Muy Alto	Tirante Máx IMU Muy Alto	Tirante Min IMU Muy Alto	Población IMU Alto
100	199,909,838.16	676,871.74	104.99	6,768.72	1.89	1,751,030.12
50	189,717,517.23	676,871.74	104.99	13,537.43	1.89	1,751,030.12
10	74,954,759.31	237,121.38	104.99	23,712.14	0.44	1,472,958.63
5	174,600,660.35	524,118.49	81.88	104,823.70	1.73	4,451,110.79
2	56,357,749.65	427,337.88	68.76	213,668.94	1.41	7,347,518.73
DAE						362,510.93

Cálculos hechos evaluando sólo los puntos naranjas o tipo de daño "B".

2	410,082,616.93	314,433.99	61.00	157,217.00	1.03	0.26	6,256,654.65	993.07
DAE						291,814.46		

Cálculos hechos evaluando sólo los puntos azul o tipo de daño "D".

Periodo de retorno (Tr)	Daño Estimado	Población IMU Muy Alto	Daño (\$) IMU Muy Alto	Tirante Máx IMU Muy Alto	Tirante Min IMU Muy Alto	Población IMU Alto
100	992,070,138.03	2,335,765.12	1,521.80	23,357.65	1.07	19,935,546.93
50	1,030,757,860.97	1,927,571.04	1,251.81	38,551.42	0.29	19,262,918.29
10	1,230,919,040.68	2,157,502.55	1,212.39	215,750.25	0.66	23,530,306.19
5	977,501,404.41	1,618,229.95	1,233.99	323,645.99	0.25	14,692,104.79
2	881,043,532.27	547,656.35	349.58	273,828.18	1.03	9,788,186.38
DAE						875,133.49

Cálculos hechos evaluando sólo los puntos verde o tipo de daño "E".

DAE fraccionando severidad y por IMU

Este reporte del DAE es similar al primer reporte (DAE en zona piloto), la diferencia es que en este se separan dos columnas tanto del periodo de retorno como el cálculo de la barra evaluada para integrar el área bajo la curva, y ambas se despliegan en color diferente para resaltar dicho cálculo.

Incluye las columnas para los daños estimados (columna "Daño estimado"), el número de celdas evaluadas en el polígono de inundación que tienen cruce con un AGEB y por lo tanto tienen un índice de marginación conocido (columna "No. de puntos evaluados"), el área estimada en el conjunto de celdas evaluadas (columna "Área"), la población inferida en el conjunto de celdas evaluadas (columna "Población"), y el riesgo por período de retorno. El DAE aquí obtenido se calcula obteniendo el área bajo la curva. En la figura 14 se observa un ejemplo de este reporte.

Período de retorno (Tr)	Daño Estimado	No. de puntos evaluados	Área	Población	Probabilidad de Ocurrencia	Riesgo = Probabilidad * Vulnerabilidad
100	2,915,019,528.34	3,085.00	30,932,418.80	190,836.00	0.01	29,150,195.28
50	2,791,648,142.69	3,024.00	30,323,711.13	186,667.00	0.02	55,832,962.85
10	2,389,701,328.49	2,923.00	29,307,633.91	180,173.00	0.10	238,970,132.85
5	2,539,949,036.48	2,867.00	28,753,374.46	177,256.00	0.20	507,989,807.30
2	1,662,520,492.40	2,282.00	22,928,677.93	143,550.00	0.50	831,260,246.20
DAE (Sin fraccionar por tipo de daño)						1,663,203,344.48
Población						878,482.00

Período de retorno	$D[i] = (D(P_i - 1) + D(P_i)) / 2 \Delta P_i$ $= P_i - P_{i-1} $
100	
50	\$28,533,338.36
10	\$207,253,978.85
5	\$246,482,518.25
2	\$630,370,429.33
DAE (Área bajo curva)	\$1,112,640,264.78

DAE = $\sum D[i] \times \Delta P_i$

Cálculos hechos evaluando todos los tipos de daño "A"; "B"; "C"; "D" y "E".

Figura 14: Ejemplo del reporte de la estimación del DAE fraccionado por severidad y por IMU.