



**INSTITUTO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS DE
DESASTRES DEL ESTADO DE CHIAPAS
ESCUELA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL
CAMPUS CHIAPAS**

TESIS

**Modelo para la gestión de riesgo en desastres meteorológicos.
El caso de la Carretera Costera México 200 (tramo Arriaga - Tapachula), análisis y
gestión de sus efectos.**

**Que para obtener el grado de Doctor en Valuación y Transferencia de
Riesgos**

PRESENTA

José Antonio de Jesús Toriello Elorza

DIRECTORA DE TESIS

Dra. Alma Leslie León Ayala

Ocozocuahtla de Espinosa, Chiapas a 31 de Enero de 2023



SECRETARÍA
DE PROTECCIÓN CIVIL
GOBIERNO DE CHIAPAS



**Instituto para la Gestión Integral de Riesgos de
Desastres del Estado de Chiapas
Escuela Nacional de Protección Civil
Campus Chiapas**

DICTAMEN PARA OBTENCIÓN DE GRADO

Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas; 09 de enero de 2023.

**C. JOSÉ ANTONIO DE JESÚS TORIELLO ELORZA
PRESENTE**

Como resultado del análisis realizado a su documento recepcional intitulado: **“Modelo para la Gestión de Riesgo de Desastre Meteorológicos. El caso de la carretera costera México 200 (Tramo Arriaga – Tapachula), análisis y gestión de sus efectos.**

OPCIÓN: **TESIS**

A propuesta de la directora de tesis **Dra. Alma Leslie León Ayala**, manifiesto a usted que reúne las pertinencias: disciplinarias, metodológicas y formales; por ello se le extiende el presente **DICTAMEN** y se le autoriza presentar su examen para obtener el grado de **Doctor en Valuación y Transferencia de Riesgos.**

**DIRECTOR DE LA ESCUELA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL
CAMPUS CHIAPAS**



CAPITÁN JUAN ANTONIO VARGAS REYES



**Instituto para la Gestión Integral de Riesgos de
Desastres del Estado de Chiapas.
Escuela Nacional de Protección Civil
Campus Chiapas**

**CONSTANCIA DE TERMINACIÓN
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Ocozocoautla de Espinoza, Chiapas,
a 25 de julio de 2022

**C. Doctorante: José Antonio de Jesús Toriello Elorza
Presente.**

Después de haber analizado su trabajo intitulado: **Modelo para la gestión de riesgo en desastres meteorológicos. El caso de la carretera costera México 200 (tramo Arriaga-Tapachula), análisis y gestión de sus efectos.**

Modalidad: **Tesis**

Comunico a usted que el trabajo de investigación lo estimo terminado, por lo tanto, puedo ponerlo a consideración de la H. Comisión de Titulación de la Escuela Nacional de Protección Civil Campus Chiapas, a fin de que, en caso de proceder, le sea otorgado el dictamen correspondiente.

ATENTAMENTE


**DRA. ALMA LESLIE LEÓN AYALA
DIRECTORA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

GOBIERNO DEL ESTADO



SECRETARÍA
DE PROTECCIÓN CIVIL
GOBIERNO DE CHIAPAS



ESCUELA NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL
CAMPUS CHIAPAS

**Instituto para la Gestión Integral de Riesgos de
Desastres del Estado de Chiapas
Escuela Nacional de Protección Civil
Campus Chiapas**

**CONSTANCIA DE TERMINACIÓN
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

San Cristóbal de Las Casas Chiapas, Chiapas,
a 22 de septiembre de 2022.

C. Doctorante: **JOSÉ ANTONIO DE JESÚS TORIELLO ELORZA**
Presente.

Después de haber analizado su trabajo **“MODELO PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS
EN DESASTRES METEOROLÓGICOS. EL CASO DE LA CARRETERA
COSTERA MÉXICO 200 (TRAMO ARRIAGA – TAPACHULA). ANÁLISIS Y
GESTIÓN DE SUS EFECTOS”**

Modalidad: TESIS

Comunico a usted que el trabajo de investigación lo estimo terminado, por lo tanto, puedo ponerlo a consideración de la H. Comisión de Titulación de la Escuela Nacional de Protección Civil Campus Chiapas, a fin de que, en caso de proceder, le sea otorgado el dictamen correspondiente.

ATENTAMENTE

**DR. BENITO SALVATIERRA IZABA
LECTOR(A) DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**Investigador Titular "C" con Definitividad, CONACYT SNI-II, Coordinador del
Departamento de Salud**



**Instituto para la Gestión Integral de Riesgos de
Desastres del Estado de Chiapas.
Escuela Nacional de Protección Civil
Campus Chiapas**

**CONSTANCIA DE TERMINACIÓN
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Tuxtla, Gutiérrez, Chiapas,
a 09 de noviembre de 2022

**C. Doctorante: José Antonio de Jesús Toriello Elorza
Presente.**

Después de haber analizado su trabajo intitulado: **Modelo para la gestión de riesgo en desastres meteorológicos. El caso de la carretera costera México 200 (tramo Arriaga-Tapachula), análisis y gestión de sus efectos.**

Modalidad: **Tesis**

Comunico a usted que el trabajo de investigación lo estimo terminado, por lo tanto, puedo ponerlo a consideración de la H. Comisión de Titulación de la Escuela Nacional de Protección Civil Campus Chiapas, a fin de que, en caso de proceder, le sea otorgado el dictamen correspondiente.

A T E N T A M E N T E

DRA. ZOILY MERY CRUZ SÁNCHEZ
LECTORA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
Profesora de Tiempo Completo Titular "C", Coordinadora del Centro Universidad
Empresa de la Universidad Autónoma de Chiapas

Índice

Resumen.....	13
1. Introducción.....	14
1.1 Contexto de esta investigación.....	17
1.2 Por qué hacer este estudio.....	22
1.3 Objeto de estudio.....	26
1.4 Justificación	29
1.5 Objetivos.....	31
1.5.1 Intencionalidad de la investigación.....	32
1.5.2 Objetivos Específicos	33
1.6 Hipótesis.....	34
1.7 Variables para utilizar en esta investigación.....	35
2. Marco Teórico referencial	36
2.1. Infraestructura.....	36
2.2. Gestión de Riesgos.....	39
2.3. Técnicas de apreciación del riesgo.....	42
2.4. Modelos de gestión de riesgos internacionales	43
2.5. Conceptos fundamentales relacionados con la idea de desastre: “Riesgo, Vulnerabilidad, Peligro o Amenaza”.....	44
2.5.1. Desastre.....	44
2.5.2. Riesgo	45
2.5.3. Vulnerabilidad	46
2.5.4. Peligro o amenaza.....	47
2.6. Marco Normativo	47
2.6.1 Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024 (SCT, 2018)....	47
2.6.2. Marco normativo aplicable a las acciones realizadas durante la ejecución del Programa Nacional de infraestructura carretera	48
3 Marco Metodológico.....	51
3.1 Método fenomenológico hermenéutico.....	53

3.1.1 Metodología cualitativa.....	56
3.1.2 Proceso metodológico.....	58
3.2 Unidad de estudio y proceso de selección.....	59
3.3 El inicio de la investigación.....	60
3.4 Desarrollo de la investigación.....	61
3.5 Técnicas de recopilación de la información.....	66
3.6 Técnicas de análisis de la información.....	68
3.7 Conclusiones.....	72
4. Propuesta del Modelo para la gestión de riesgos en desastres meteorológicos.	
74	
4.1 Análisis estadísticos cuantitativos según las fuentes consultadas.....	74
4.2 Revisión de la infraestructura de la carretera costera Mex200:.....	75
4.3 Cédula de Zonas afectadas.....	76
4.3.1 Diseño de la cédula.....	80
4.4 Análisis cualitativo de las entrevistas semiestructuradas realizadas a expertos y grupos focales.....	83
4.5 Análisis de impacto de riesgos en la carretera costera.....	83
5. Análisis de los Fenómenos Meteorológicos.....	84
5.1 Deforestación.....	85
5.2 Inundaciones.....	87
5.3 Patrón de lluvias en la Región del Soconusco.....	88
5.4 Análisis y Gestión de los Efectos de Desastres Meteorológicos en la Región del Soconusco.....	95
5.4.1 Tormenta tropical Javier.....	96
5.4.2 Huracán Stan.....	106
5.4.2.1 Análisis del evento. Descripción del fenómeno meteorológico.....	106
5.4.2.2 Identificación de la situación creada por el huracán “Stan”.....	109
5.4.2.3 Consecuencias del evento.....	112
5.4.2.4 Impacto Socioeconómico.....	112

6. Aplicación del Modelo para la Gestión de Riesgo en Desastres Meteorológicos	
	126
6.1 Análisis de la situación económica actual de la Región del Soconusco	126
6.1.1 Producción Agropecuaria	126
6.1.2 Movimiento de Importaciones y exportaciones en la Frontera de Cd. Hidalgo, Chiapas	129
6.1.3 Población Total en la Región del Soconusco	131
6.1.4 Población económicamente activa en la Región del Soconusco	132
6.2 Análisis de la situación actual de la carretera costera Mex200	133
6.2.1 Análisis del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) de vehículos en la carretera costera Mex200	133
6.2.2 Situación actual de la Carretera Costera Mex200, tramo Arriaga – Tapachula	135
6.2.2.1 Pavimentos	136
6.2.2.2 Puentes	140
6.2.2.3 Obras de Drenaje	144
6.2.2.4 Nivel de Servicio	146
6.3 Análisis de Gestión de Riesgo en tres puntos de la carretera costera Mex200	147
6.3.1 Puente sobre el río Coatán, km. 289+000 tramo Huixtla-Tapachula	147
6.3.1.1 Antecedentes de la cuenca del río Coatán (Kauffer, 2010, 201-202)	148
6.3.1.2 Afectaciones en el tramo del puente sobre el río Coatán	150
6.3.2 Puente sobre el río Huixtla, km. 251+800 tramo Libramiento	163
6.3.2.1 Antecedentes de la cuenca del río Huixtla (Instituto de Ingeniería-UNAM y CENAPRED, 2017)	163
6.3.2.2 Afectaciones en el tramo del puente sobre el río Huixtla	164
6.3.3 Puente sobre el río Vado Ancho, km. 228+200 tramo Villa Comaltitlán - Escuintla	175
6.3.3.1 Antecedentes de la cuenca del río Vado Ancho (Instituto de Ingeniería-UNAM y CENAPRED, 2017)	175
6.4 Análisis de entrevistas semiestructuradas a expertos.	189

6.4.1 Análisis cualitativo de riesgos a partir de entrevistas semiestructuradas a expertos y grupos focales.	189
6.4.2 Resultado de las entrevistas semiestructuradas a expertos	190
6.4.3 Análisis de entrevistas semiestructuradas a grupos focales.	207
6.5 Operatividad del modelo propuesto	216
7. Conclusiones.	222
7.1.- Conclusiones sobre el marco teórico referencial.	222
7.2.- Conclusiones sobre el modelo propuesto y su aplicación.	223
7.2.1 Sobre el modelo propuesto.	225
7.3 Consideraciones Finales.	230
Referencias Bibliográficas	233

Índice de Figuras

Fig. 1.1	Vista satelital de la tormenta Javier de 1998.	18
Fig. 1.2	Vista satelital del huracán Stan de 2005.	19
Fig. 1.3	Huracán Stan del 2005.	20
Fig. 1.4	Desastre por el terremoto del 7 de septiembre del 2017.	22
Fig. 5.1	Deforestación en el estado de Chiapas.	86
Fig. 5.2	Inundaciones en la región del Soconusco.	88
Fig 5.3	Ubicación de las estaciones meteorológicas en la Región del Soconusco.	89
Fig 5.4	Vista satelital de la tormenta tropical Javier.	97
Fig 5.5	Afectación de la infraestructura de la carretera costera por la tormenta Javier.	101
Fig 5.6	Afectación en puente del FFCC por la tormenta Javier.	102
Fig 5.7	Desastre provocado por la Tormenta tropical Javier.	103
Fig 5.8	Tormentas máximas registradas en la estación 07014-Cahuacán.	104
Fig 5.9	Tormentas máximas registradas en la estación 07053-Escuintla.	104
Fig 5.10	Tormentas máximas registradas en la estación 07129 – Pijijiapan.	105
Fig 5.11	Tormentas máximas registradas en la estación 07201 – Tonalá.	105
Fig 5.12	Vista satelital del Huracán Stan.	107
Fig 5.13	Grado de marginación de los municipios afectados de Chiapas.	114
Fig 5.14	Municipios declarados en desastre en Chiapas después del huracán Stan.	115
Fig 5.15	Daños Torre de transmisión eléctrica de la CFE por el huracán Stan.	116
Fig 5.16	Devastación en la Costa de Chiapas por el Huracán Stan.	118
Fig 5.17	Desastre provocado por el Huracán Stan.	118
Fig 5.18	Daños en infraestructura carreteras federal y estatal.	121
Fig 5.19	Daños en puentes y carretera costera por el huracán Stan.	121
Fig 6.1	Gráfica de exportaciones a países de Centroamérica por Aduana de Cd. Hidalgo.	130
Fig 6.2	Mapa del tramo carretero Arriaga-Tapachula.	135
Fig 6.3	Mapa de la carretera costera, tramo km. 278+000 – km 290-000.	157
Fig 6.4	Perfil de la cuenca del río Coatán.	157
Fig 6.5	Cuenca del río Coatán: modelo de elevación digital, hidrografía y municipios.	158
Fig 6.6	Foto aérea puente sobre río Coatán después del desastre del Huracán Stan.	159
Fig 6.7	Vista del Puente colapsado sobre el río Coatán.	160
Fig 6.8	Vista satelital actual del puente sobre el río Coatán.	161
Fig 6.9	Vista actual del puente sobre el río Coatán.	161
Fig 6.10	Vista actual del puente sobre el río Coatán.	162
Fig 6.11	Vista actual del puente sobre el río Coatán.	162

Fig 6.12 Mapa de la carretera costera, tramo km. 248+000 – km 255-000.....	170
Fig 6.13 Croquis de cuenca de aportación del río Huixtla.....	170
Fig 6.14 Perfil de la cuenca del río Huixtla.....	171
Fig 6.15 Foto satelital puente sobre río Huixtla después del desastre del Huracán Stan.....	171
Fig 6.16 Vista de puente colapsado sobre el río Huixtla.....	171
Fig 6.17 Foto satelital actual del puente sobre el río Huixtla.....	172
Fig 6.18 Vista actual del puente sobre el río Huixtla.....	173
Fig 6.19 Vista actual del puente sobre el río Huixtla.....	173
Fig 6.20 Vista actual del puente sobre el río Huixtla.....	174
Fig 6.21 Vista actual del puente sobre el río Huixtla.....	174
Fig 6.22 Mapa de la carretera costera, tramo Escuintla – Villa Comaltitlán.....	183
Fig 6.23 Cuenca del río Vado Ancho.....	183
Fig 6.24 Perfil de la cuenca del río Vado Ancho.....	184
Fig 6.25 Foto satelital puente sobre río Vado Ancho después del desastre del Huracán Stan.....	184
Fig 6.26 Vista aérea del Puente después del Huracán Stan.....	185
Fig 6.27 Vista aérea del Puente del río Vado Ancho después del Huracán Stan.....	186
Fig 6.28 Foto satelital actual del puente Vado Ancho.....	187
Fig 6.29 Vista actual del puente sobre el río Vado Ancho.....	187
Fig 6.30 Vista actual del puente sobre el río Vado Ancho.....	188
Fig 6.31 Vista actual del puente sobre el río Vado Ancho.....	188
Fig 6.32 Nube de palabras entrevista a expertos.....	201
Fig 6.33 Nube de palabras entrevista a grupos focales.....	213

Índice de Tablas

Tabla 5.1	Variación del porcentaje de uso de suelo en la Región del Soconusco. ..	87
Tabla 5.2	Ubicación de las estaciones meteorológicas en la Región del Soconusco	90
Tabla 5.3	Lluvia promedio anual y mensual para diferentes periodos de tiempo de cada estación meteorológica de la región del Soconusco.	91
Tabla 5.4	Tendencias de las variables que describen el patrón de lluvias en las estaciones meteorológicas de la Región del Soconusco,	94
Tabla 5.5	Valoración de daños por los eventos hidrometeorológicos extremos ocurridos en la Región del Soconusco durante los años 1998 y 2005.	95
Tabla 5.6	Evolución del huracán “Stan”, (2006), SMN-CONAGUA.	109
Tabla 5.7	Resumen del ciclón tropical.	109
Tabla 5.8	Datos de lluvia del huracán Stan de los días 4 y 5 de octubre de 2005.	111
Tabla 5.9	Resumen de Daños ocasionados por el Huracán Stan.	113
Tabla 5.10	Daños en infraestructura carretera federal por el huracán Stan.	117
Tabla 5.11	Resumen de daños en caminos alimentadores por el huracán Stan.	119
Tabla 5.12	Daños en caminos y puentes rurales.	120
Tabla 5.13	Afectaciones en agricultura por área y tipo de cultivo.	124
Tabla 5.14	Afectaciones en la ganadería en Chiapas	125
Tabla 5.15	Cuantificación de pérdidas económicas por los daños del Huracán Stan.	125
Tabla 6.1	Producción agropecuaria de la Costa de Chiapas.	128
Tabla 6.2	Población total de Hombres y Mujeres en la región del Soconusco.	131
Tabla 6.3	Población económicamente activa (PEA) en la Costa de Chiapas.	132
Tabla 6.4	Análisis del TDPA 2017-2020.	134
Tabla 6.5	Condiciones físicas actuales del pavimento de la carretera Mex200.	137
Tabla 6.6	Rangos de los indicadores que requiere una autopista “A”	138
Tabla 6.7	Condición actual del tramo carretero de acuerdo con los indicadores.	138
Tabla 6.8	Calificaciones para puentes según su inspección SIPUMEX	140
Tabla 6.9	Situación actual de puentes según inspección SIPUMEX.	141
Tabla 6.10	Relación de Obras de Drenaje.	145
Tabla 6.11	Relación de Obras Complementarias de Drenaje.	145
Tabla 6.12	Descripción de Niveles de Servicio.	146
Tabla 6.13	Precipitación pluvial en Tapachula	150
Tabla 6.14	Precipitación pluvial en Huixtla.	164
Tabla 6.15	Precipitación pluvial en Vado Ancho.	177
Tabla 6.16	Análisis cualitativo de riesgos de entrevista a expertos.	202
Tabla 6.17	Análisis cualitativo de riesgos de entrevista a grupos focales.	214

Resumen.

En las carreteras de Chiapas, específicamente la carretera costera Mex200 -tramo Arriaga-Tapachula-, según expertos de Soconusco (Entrevista, 2022), no se realiza una gestión de riesgos correcta y adecuada. Por tal motivo, se tienen tramos con daños por la falta de un buen diseño, supervisión y control de la ejecución de los trabajos de mantenimiento, conservación y ampliación de esta importante vía de comunicación; así como desastres cuando se presentan fenómenos meteorológicos como los sufridos en 1998 y 2005, que incurren en impactos socioeconómicos severos en sus usuarios y habitantes de la región.

Esta investigación presenta un modelo para la gestión de riesgos, que se identifican durante el uso cotidiano de la carretera costera, así como cuando se presentan desastres meteorológicos. Para que de esta manera poder realizar una adecuada planificación y respuesta de control de los riesgos. En consecuencia, según expertos y usuarios de Soconusco (Entrevista, 2022), se aumentará la probabilidad e impacto de eventos positivos, y reduciremos la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en la carretera en el futuro. Este trabajo se realizó tomando como apoyo principal la experiencia de lo sucedido en la tormenta Javier en 1998 y el huracán Stan en 2005, así como con las experiencias de expertos y usuarios, definiendo la estrategia a seguir para el plan de respuestas de riesgos.

Palabras clave: gestión de riesgos, desastres meteorológicos, mantenimiento, conservación, impacto socioeconómico.

Abstract.

On the highways of Chiapas, specifically the Mex200 coastal highway -Arriaga-Tapachula section-, according to Soconusco experts (interview, 2022), proper and serious risk management is not carried out. For this reason, there are sections with damage due to the lack of a good design, supervision, and control of the execution of the maintenance, conservation and expansion works of this important communication route; as well as disasters when meteorological phenomena occur, such as those suffered in 1998 and 2005, which incur severe socioeconomic impacts on its users and inhabitants of the region.

This research presents a model for risk management, which are identified during the daily use of the coastal highway, as well as when meteorological disasters occur. So that in this way to be able to carry out an adequate planning and response to control the risks. Consequently, according to Soconusco experts and users (interview, 2022), the probability and impact of positive events will be increased, and we will reduce the probability and impact of negative events on the road in the future. This work was carried out taking as main support the experience of what happened in storm Javier in 1998 and hurricane Stan in 2005, as well as with the experiences of experts and users, defining the strategy to follow for the risk response plan.

Keywords: risk management, meteorological disasters, maintenance, conservation, socioeconomic impact.

1. Introducción.

Es bien conocido que la dotación de infraestructura de transporte es una condición necesaria, aunque no suficiente para el desarrollo de una región; es un requisito indispensable para fomentar el desarrollo a través de facilitar el acceso a servicios como son los de salud, educación, transporte, energía, etc. Asimismo, puede fomentar el crecimiento de otras actividades económicas, y con ello, el acceso al empleo y a nuevas oportunidades para mejorar los ingresos de la población (BID, 2006).

Hernández, et al (2009) han caracterizado al Estado de Chiapas como parte de las regiones de México con mayores problemas económicos, sociales y de transporte, por mencionar algunos. Inclusive, junto con Oaxaca y Guerrero, son entidades donde se han forjado luchas sociales que han conllevado a conflictos armados. En contradicción, estos estados poseen gran biodiversidad y cantidad de recursos naturales; además de tradiciones, costumbres, y escenarios atractivos a la industria turística nacional y extranjera, de esta manera, la OCDE (2007) reconoce potencial en Chiapas, como parte de la región Mesoamericana, en actividades turísticas, de producción agropecuaria y agroindustrial, así como, en los servicios logísticos.

En la Región del Soconusco la infraestructura de transporte más importante es la carretera Mex200, tramo Arriaga-Tapachula, que sirve de interconexión entre todas las ciudades más importantes y las zonas de producción agropecuaria. Por ahí se transportan pasajeros, productos de la región, mercancías que vienen de otras partes del país para el consumo regional, exportaciones e importaciones; por lo que es de vital importancia su *mantenimiento y conservación*, hasta, en caso necesario, su reparación o reconstrucción en caso de daños mayores por

desastres naturales, ya que es la única vía de entrada y salida hacia el resto del país.

Los fenómenos hidrometeorológicos, tales como lluvias, ciclones tropicales y “nortes¹”, entre otros, han provocado diferentes tipos de afectaciones en poblaciones de todo el mundo. La preocupación principal no radica precisamente en la presencia de tales eventos, al ser parte del ciclo hidrológico y climático natural del planeta, sino cuando éstos se vuelven extremos, intensificados por el cambio climático.

Sumado a las atribuciones físicas de los fenómenos, las condiciones sociales de la población son factores inherentes y determinantes del grado de daño que puedan causar. A partir de esta premisa, los estudios sociales revisten un papel importante para analizar la manera en que dichos eventos repercuten en la población.

En México, las políticas públicas en los últimos años han comenzado a considerar un marco normativo y de acción encaminado a la prevención y a la rápida recuperación de desastres (se han elaborado documentos como los Programas Sectoriales que consideran políticas de mitigación y adaptación al cambio climático; se han promulgado leyes como la Ley General de Cambio Climático y la Ley de Protección Civil; entre otras), a partir de la intensificación de eventos hidrometeorológicos, cuyos impactos han sido significativos en términos económicos, sociales y ambientales, principalmente.

Si bien los fenómenos hidrometeorológicos han sido estudiados por sus atribuciones físicas para explicar las dinámicas de comportamiento, fuerzas de

¹ Los Nortes son vientos locales, muchas veces de rachas bajas, aunque otras superan los 60 km/h. Estos eventos climatológicos son frecuentes en épocas de “frentes fríos”, los cuales afectan los estados costeros mexicanos (Ramírez, 2020).

impacto, escenarios futuros, etc., la parte social se ha centrado en estudiar la respuesta de la sociedad ante la presencia de dichos eventos. Diversos estudios se han encaminado a explicar por qué el impacto de un mismo evento en comunidades y sectores presenta diferentes niveles de afectación (Nelson *et al.*, 2009; Maynard, 2009; Ángel y Sandino, 2010), lo que ha conducido al análisis de factores que hacen a una sociedad vulnerable, como las condiciones del entorno (ubicación geográfica, infraestructura, tipo de comunidad, etc.), y las socioeconómicas (educación, ingreso, contexto social, creencias, valores, actitudes, etc.).

Con relación a este último aspecto, el Reporte Mundial sobre Desastres, IFRC (2014), señala que la cultura es el factor que puede incrementar o disminuir el riesgo, pues muchas instituciones locales toman decisiones asumiendo que la población ve las amenazas con la misma lógica que ellas lo hacen. De acuerdo con dicho reporte, el contexto cultural de las personas se compone, entre otros, de creencias, actitudes y valores lo que resulta en conductas que reflejan las percepciones relacionadas al riesgo.

Por ello, se hace imprescindible un estudio para conocer de qué manera la población se asume ante las amenazas, si realmente las perciben como lo esperan las instituciones relacionadas con la difusión y gestión del riesgo; conocer si la sociedad se considera vulnerable y en qué grado; saber qué tanto está dispuesta y motivada a hacer para cambiar su condición; y, además, conocer si sus prioridades de seguridad son referidas a otras situaciones no relacionadas con los eventos climáticos.

A partir del planteamiento del problema se desarrolló la presente investigación relacionada con los impactos de fenómenos hidrometeorológicos, para conocer el

impacto del riesgo sobre la carretera costera Mex200, en la Región de Soconusco. De los datos resultantes, se proponen criterios encaminados a la reducción del riesgo en esta importante vía de comunicación.

1.1 Contexto de esta investigación.

La temporada de lluvias de la primera semana de septiembre de 1998, según el CENAPRED (1999), se le recuerda como una de las más destructivas del siglo XX, a semejanza de un diluvio al decir de los pobladores de Chiapas, estado en condiciones de pobreza extrema y alto grado de deforestación.

La humedad proveniente de los océanos Atlántico y Pacífico, dos ondas tropicales, entre ellas la tormenta “Javier” y una baja presión en el golfo de México favorecieron la presencia de lluvias intensas en el sur del país, incidiendo en el istmo de Tehuantepec y Soconusco.

Su magnitud fue tal que se triplicaron los valores de las lluvias promedio anuales. Para septiembre se precipitaron entre 1500 y 2500 mm, equivalente a 62 % de lo que normalmente llueve en el estado. Hubo desbordamiento de numerosos ríos y el arrastre de grandes cantidades de lodo, basura y material vegetal (CENAPRED, 1999).

El registro de los daños de este evento fue: 229 muertos, 25600 viviendas afectadas, 500000 damnificados, 40 puentes afectados, 3600 km de caminos afectados, 83 comunidades aisladas, y 18 ríos desbordados (CENAPRED, 1999).

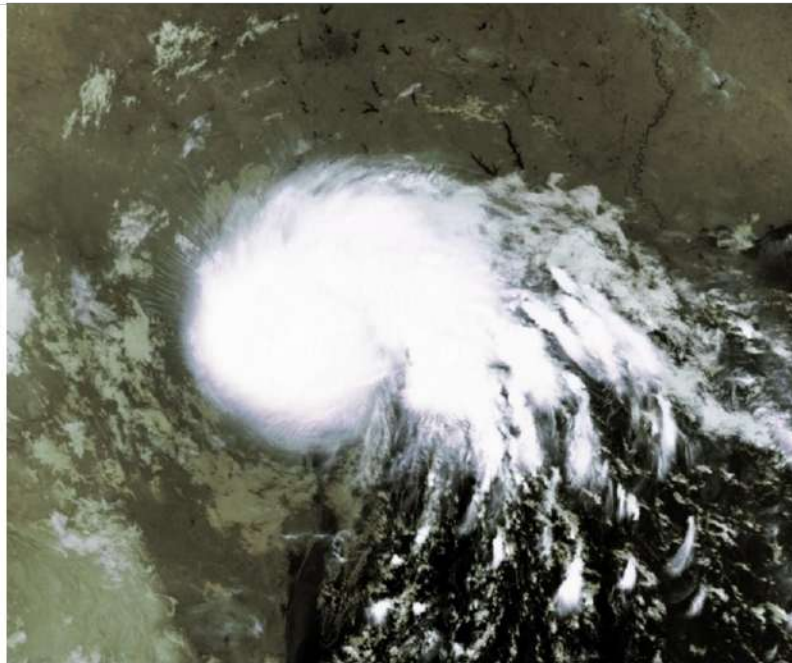
En el Estado de Chiapas se vieron afectados treinta y nueve municipios en las regiones: Centro, Frailesca, Altos, Sierra, Istmo-Costa y Soconusco.

El periodista Juan Manuel del Valle (2003), narró como el río Novillero se desbordó: *“En el desastre cientos de personas perdieron la vida en Mapastepec y la colonia Valdivia desapareció, aunque solo se reportaron oficialmente seis muertos y 30 desaparecidos (Ortiz, 2020).*

Las fuertes lluvias ocasionaron que se desgajara el cerro El Pelón, lo que ocasionó que la creciente del afluente y miles de toneladas de tierra corrieran hacia abajo, sepultando a las familias.

En el lugar habitaban cuatro mil personas de las cuales, solamente se salvó la mitad y hoy solo recuerdan aquel martes negro 8 de septiembre de 1998”.

Fig. 1.1
Vista satelital de la tormenta Javier de 1998.



Fuente: Magnitud de la tormenta Javier. Javier Frances & Georges, CNN (1998).

Otro fenómeno devastador fue el huracán “Stan”, que según CENAPRED (2006), causó la peor destrucción de la que se tenga registro en Chiapas. La tragedia se vivió en alrededor de diez mil localidades de cincuenta y dos municipios de Istmo-Costa, Soconusco, Sierra y Frailesca, de las cuales, hasta en ese entonces, la mitad eran de alta y muy alta marginación.

Uno de los municipios más afectados fue Tapachula, la segunda ciudad más grande del estado y la que fuera, por lo menos antes de esa situación, la capital económica de la entidad.

Fig. 1.2

Vista satelital del huracán Stan de 2005.



Fuente. Magnitud del Huracán Stan. Secretaría de protección Civil Chiapas (2005).

El problema provocó, según cifras oficiales, la pérdida de 71 vidas humanas, 45166 viviendas afectadas, 300000 damnificados, 5587 km de caminos afectados, 253 puentes afectados y 98 ríos desbordados.

También, afirma CENAPRED (2006), trescientas cinco escuelas fueron afectadas, noventa y seis de ellas con pérdida total; más de dos mil negocios, ochenta por ciento micros, pequeños y medianos, sufrieron la misma situación.

Además, en el sector agropecuario 400,000 hectáreas de café, maíz, papaya, palma, soya y banano, ganadería, avicultura y pesca, se afectaron.

Fig. 1.3
Huracán Stan del 2005.



Fuente. Foto de la intensidad del Huracán Stan. *Diez Noticias, México (2005).*

A lo largo de la historia de Chiapas, dice el Centro de Monitoreo Vulcanológico-Sismológico del UNICACH (2020), se tiene el registro de diversos sismos

importantes, de al menos una magnitud de 6, los cuales datan de 1902, cuando un sismo de $7.7^{\circ} M_w$ ocurrió el 23 de septiembre en la región, siendo éste es uno de los sismos de magnitud mayor a $7.5^{\circ} M_w$ que se tienen registro en la zona desde la época de la instrumentación en México.

Desde el año 1900 hasta el 30 de septiembre de 2020, se han registrado 20 eventos sísmicos de magnitudes mayores a $7^{\circ} M_w$ en el estado de Chiapas y alrededores. Muchos de estos eventos han causado daños y afectaciones importantes a diversas poblaciones en el estado. Cabe resaltar que han ocurrido 6 eventos sísmicos de magnitudes mayores a $7.5 M_w$ en esta zona; el último ocurrido el 7 de septiembre de 2017 a las 23:49:18 hr con una intensidad de $8.2^{\circ} M_w$, el epicentro se ubicó a 137 kilómetros al suroeste de Pijijiapan, Chiapas, y a 45.9 km de profundidad; lo que demuestra el potencial sísmico de esta región.

² La escala sismológica de magnitud de momento (M_w) es una escala logarítmica usada para medir y comparar terremotos. Está basada en la medición de la energía total que se libera en un sismo. Fue introducida en 1979 por Thomas C. Hanks y Hiroo Kanamori como la sucesora de la escala sismológica de Richter.

Fig. 1.4

Desastre por el terremoto del 7 de septiembre del 2017.



Fuente. Vista de la destrucción ocasionada por el terremoto del 7-septiembre-2017. Agencia Quadratín, México (2017).

1.2 Por qué hacer este estudio.

El Soconusco afirma Palacio (2010), es sumamente vulnerable a fenómenos naturales como los huracanes y aquellos ocasionados por lluvias torrenciales; los ríos que bajan de la Sierra Madre de Chiapas no tienen un cauce definido, inundan las planicies a gran velocidad con los daños consecuentes: infraestructura que se fracturan o se colapsan -como puentes y carreteras- interrumpiendo las vías de comunicación de toda la región.

Si bien es cierto que la cantidad de lluvia juega un factor muy importante en desastres que suceden en la Región de Soconusco, también se tiene que considerar la orografía regional; el clima y la meteorología; el uso del suelo y las características económicas y sociales de esta región. De hecho, en esta región

existen pocos lugares en donde pudiera haber asentamientos sin entrañar un riesgo (Palacio,2010).

Poblaciones que se encuentran en la llanura costera y en la Sierra Madre -como Tapachula, Huixtla, Motozintla-, por sus condiciones montañosas y fluviales, tienen más riesgo a tener desastres por las corrientes que se forman en sus afluentes hidráulicos. Sumando a ello, podemos encontrar la alteración que se ha realizado del uso del suelo, lo cual ha traído un comportamiento hidrológico mucho más fuerte en los ríos y, por lo tanto, más riesgoso. Aunque estos eventos no necesariamente se producen anualmente, puede haber contingencias debido a ello. Así mismo debemos de mencionar que esta región es altamente sísmica³, habiendo choques de placas tectónicas, actividad volcánica, sísmica y de huracanes, haciéndola más vulnerable (Palacio, 2010).

Los desastres se presentan por la combinación de estos factores del entorno, pero además por aspectos económicos y sociales, que hacen de esta zona una de las más peligrosas del país. En este rubro lo que importa no es tener una visión parcial del problema, sino ver el conjunto de elementos que se conjugan en ellos. En estos casos, por lo regular lo único que se hace es contar con un lugar donde pueda estar segura la población afectada (Palacio, 2010).

Ante un evento de esta índole, dice Palacio (2010), se puede ser proactivo o reactivo. Si sólo se atiende esto último basta darle de comer a los damnificados o proporcionarles colchonetas; pero si se opta por ser proactivo se deberá hacer un estudio geográfico para entender los constituyentes que interactúan en un

³ La regionalización sísmica, según CFE (2008), es de alta sismicidad "D".

territorio, de tal manera que no se proceda de manera precipitada, sino crear una cultura de la prevención.

Según Escalante (2006, 39), “el concepto de desastre tiene una relación intrínseca con la amenaza o factor de peligro, la vulnerabilidad y el riesgo”. La amenaza se refiere a aquellos factores recurrentes que tienen la capacidad de alterar o destruir las estructuras e infraestructura que construye el ser humano y que puede, a su vez, provocar la muerte o lesiones, tanto físicas como emocionales a una población. Por su parte la vulnerabilidad se refiere a la propensión que tiene una población en sus procesos productivos, de asentamiento o de actividad cotidiana, cuando se expone al factor de peligro contenido en la amenaza. El riesgo se identifica con base en la probabilidad de que una comunidad, incluyendo las personas, estructuras físicas y sus sistemas productivos, le ocurra algo nocivo o dañino. Una población es más vulnerable en la medida que se hace susceptible a fenómenos con probabilidad alta de recurrencia y capacidad de producir daño. Estos conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo han quedado claramente expuestos en las situaciones de desastre meteorológico ocurridas en los años de 1998 y 2005 en la Región de Soconusco. Las inundaciones ocasionadas por fenómenos meteorológicos que sufre con mayor frecuencia el Estado de Chiapas ponen de manifiesto una vez más que la degradación de los suelos, la deforestación y la modificación del patrón de lluvias aumentan la vulnerabilidad a huracanes, inundaciones y otros fenómenos climáticos.

La región denominada Soconusco se localiza en la vertiente del Océano Pacífico, a lo largo de la Costa, en el estado de Chiapas, y comprende Arriaga hasta el Suchiate. Abarca desde los 14° 30' a los 16° 33' de latitud norte y de los 92° 4' a los 94° 19' de longitud oeste. Tiene una superficie total de 13 591 km². La estructura general de esta región queda completamente definida por la existencia

de la Sierra Madre de Chiapas, que origina un parteaguas paralelo a la costa, en el cual se tienen altitudes de 2 900 msnm en la Sierra de Soconusco, y de 2 500 msnm en el cerro de Tres Picos, al noroeste de Tonalá. Los ríos son numerosos, todos ellos de longitud corta y área de cuenca pequeña, con un recorrido general de noreste a sureste, atravesando la faja de la región en su longitud más angosta. Por la estructura peculiar de esta vertiente se originan corrientes con pendiente muy fuerte en la fase inicial de su recorrido y de pendiente muy suave en el tramo final. Esto da lugar a que hacia las desembocaduras de los ríos se presenten desbordamientos frecuentes y a la formación de lagunas y pantanos. La lámina de lluvia media anual de la zona es de 2 660 mm, y se concentra en los meses de mayo a octubre, temporada en la que llueve 90% del total anual. La temperatura media queda restringida dentro de los 22.5° C a los 28.2° C. La lámina de evaporación media anual en la región es de 1 660 mm (Escalante, 2006).

El problema principal del Soconusco lo representa el fenómeno de las inundaciones, ya que a consecuencia de la intensidad de las lluvias que inciden en la zona, aunado a la morfología y degradación de las cuencas, la ubican en condiciones críticas de vulnerabilidad respecto a la infraestructura situada en las márgenes de los principales cauces. Estas condiciones han quedado de manifiesto por las lluvias torrenciales ocurridas en septiembre de 1998 y por los efectos del huracán Stan en octubre de 2005 (Reforma, 2005).

En estudios realizados, para la elaboración del Atlas de riesgo a desastres en la región de Soconusco, se puede observar que tanto las pérdidas humanas como económicas en la región son de tal magnitud que es necesario tomar medidas urgentes que permitan reducir de manera significativa los efectos que estos eventos provocan en la región. Un paso importante en el desarrollo de las estrategias de mitigación es el conocimiento profundo de las características

hidrológicas de la región. En el aspecto de la lluvia, es conveniente determinar si existe o no un cambio en el patrón de ocurrencia, no sólo en la periodicidad sino también en cuanto a su magnitud (IDESMAC, 2006).

1.3 Objeto de estudio.

En México, al igual que en muchos otros países, afirma la SCT (2018), la red carretera federal es la infraestructura de transporte más utilizada, que se ha desarrollado a lo largo de varias décadas, comunica casi todas las regiones y comunidades del país. México cuenta con 378,923 km de carreteras, que se integran por autopistas, carreteras, caminos rurales y brechas que permiten la conectividad entre prácticamente todas las poblaciones del país, con independencia del número de habitantes con que cuenten y su relevancia económica. Algunas carreteras están a cargo del gobierno federal y constituyen los corredores carreteros federales, que proporcionan acceso y comunicación a las principales ciudades, fronteras y puertos marítimos del país y, por lo tanto, registran la mayor parte del transporte de pasajeros y carga. Además de las carreteras federales, están las carreteras estatales, que como su nombre lo indica, son responsabilidad de los gobiernos de cada entidad federativa e incluyen carreteras pavimentadas, revestidas; caminos rurales y brechas.⁴

Según la SCT (2018), la conservación de la red de carreteras federales libres de peaje representa un reto, por su extensión y complejidad, contemplado en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024, en el Programa Sectorial de Comunicaciones y

⁴ Ningún hecho o fenómeno de la realidad puede abordarse sin una adecuada conceptualización. El investigador que se plantea un problema no lo hace en el vacío, sino que siempre parte de algunas ideas o informaciones previas, de algunos referentes teóricos y conceptuales. Teniendo en cuenta esta consideración y recordando el esencial carácter dinámico del proceso de construcción del conocimiento, es que podrá juzgarse entonces la importancia de abordar el trabajo de investigación teniendo como punto de partida una sólida perspectiva epistémica-teórica, que haga explícitos los conceptos y supuestos epistemológicos que dan origen a la investigación (Cedeño y Jaramillo, 2017).

Transportes, y en el Programa Nacional de infraestructura, el objetivo es tener una red conservada al 100% en buenas condiciones, de acuerdo con estándares internacionales. La red carretera federal tiene un tránsito diario anualizado promedio de más de un millón de vehículos y representa un aspecto vital para la economía nacional, las carreteras en mal estado pueden provocar sobrecostos en el transporte. De ahí la importancia en la conservación de la red, sin dejar de mencionar los costos en los que incurre el país en caso de que una carretera decaiga en un nivel que requiera de reconstrucción. La conservación de la red carretera en buenas condiciones lleva consigo un ahorro importante para la economía; es una actividad que idealmente debe realizarse con una planeación a largo plazo que permita llegar al siguiente nivel y así crear una sinergia con la red estatal de carreteras, para tener unas vías de comunicación nacionales con especificaciones internacionales.

La carretera Mex200, SCT (2010, 2), comunica desde la ciudad de Tepic, estado de Nayarit a Puente Talismán en el estado de Chiapas ya en la frontera internacional con Guatemala, comunica las ciudades mexicanas de Tapachula y Tepic a lo largo de la costa mexicana del Pacífico por lo cual es un eje importante de comunicaciones en la zona ya que cruza por Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas; tiene una longitud de cerca de 2,000 km. y esta cuenta con varios desvíos a importantes centros de población y administrativos.

El tramo que nos ocupa es la carretera Mex200 que corresponde al estado de Chiapas, precisamente entre Arriaga y Tapachula, con una longitud de 243.5 km, el cual actualmente está concesionado a una Asociación Público-Privada (APP Arriaga-Tapachula) del grupo de empresas: Impulsora de Desarrollo Integral, Gami Ingeniería e Instalaciones, Supra Construcciones, Constructora y

Arrendadora Cañeros, por un periodo de diez años, del 2018 al 2028 (SHCP, 2018).

Partiendo de la afirmación de Zhang y Levinson (2007) en que la infraestructura de transporte ha sido señalada como un agente de crecimiento económico; y que el aumento o disminución de las redes de transporte afecta a las actividades sociales y económicas que una región puede admitir; así como, la aseveración de Chandra y Thompson (2000) y Deng et al. (2014), en que es poco el consenso sobre los efectos que causan la inversión en infraestructura de transporte y el desarrollo regional; *propongo un modelo de gestión de riesgo en desastres meteorológicos, precisamente de la carretera costera México 200 (tramo Arriaga-Tapachula), análisis y gestión de sus efectos; considerando que esta vía de comunicación es la única entrada y salida de la Región del Soconusco al resto del país y que los daños por fenómenos meteorológicos impactan severamente en su economía y bienestar.*

Como consecuencia de la delimitación del problema de estudio, puedo definir que el fenómeno de investigación se orienta a establecer en qué medida la conservación, mantenimiento y/o daños del tramo carretero Tapachula-Arriaga de la Mex200 genera, en la comunidad beneficiaria, impactos en su capacidad de productividad, en la comercialización de sus productos, en la potenciación de Capital Social de las organizaciones productivas, en el mejoramiento de la calidad de vida de sus integrantes y en el desarrollo económico de la Región del Soconusco.⁵

⁵ Bajo la genérica denominación de pospositivismo se agrupan los más variados enfoques teóricos, métodos, disciplinas y praxis investigativas cuyo fin básico es comprender los fenómenos y hechos desde la perspectiva de los sujetos en el marco de anclajes flexibles, evolucionarios y recursivos de la investigación; lo cual no implica menor rigurosidad, sino abordaje de caminos diferentes para indagar en ciencias sociales. Se reconoce el papel activo del sujeto investigador, el cual está sometido a condicionamientos diversos, a

Por lo que la pregunta de investigación para este trabajo y objeto de estudio es:

¿Cuál es el impacto en la Región del Soconusco que el tramo carretero Tapachula-Arriaga de la Mex200 se colapse total o parcialmente cuando existen desastres meteorológicos? y ¿Qué hacer para disminuir los riesgos en este tipo de desastres meteorológicos en esta región?

Para responder al problema de investigación observé la situación que guarda el tramo carretero Mex200 entre los kilómetros 47+000 y 283+500, ubicados en el Estado de Chiapas, su tránsito normal diario y la gestión de riesgo que se tiene ante fenómenos meteorológicos que pueden ocasionar desastres que alteren la vida de los diferentes sectores de la población en todas sus actividades.

1.4 Justificación

Durante los años siguientes después de su inauguración en 1967 (INEGI, 2017), la carretera Mex200 ha sufrido el embate de fenómenos meteorológicos y sísmológicos que han provocado inundaciones, derrumbes, caída de puentes, y destrucción total de tramos, con sus correspondientes problemas socioeconómicos para los habitantes de la región del Soconusco (CENAPRED, 1999 Y 2006; CENAPRED y CEPAL 2006).

Para ilustrar con un ejemplo cito (CENAPRED, 2006), que las lluvias torrenciales, inundaciones y deslaves causados por el ciclón tropical “Stan” en su recorrido por Centroamérica y México, dejó más de mil víctimas mortales, así como cerca de medio millón de personas sin hogar, en lo que los expertos han calificado como el peor desastre sufrido por la región desde el huracán Mitch en 1998. El huracán

particulares determinismos sociales que introducen en el conocimiento una visión de la realidad transmitida socialmente (Cedeño y Milagros, 2017, p. 106)

“Stan” fue la décima octava tormenta tropical y el décimo primer huracán de la temporada de huracanes de 2005 en el Atlántico. Además, fue el sexto ciclón que impactó a México en dicho año. Sin embargo, el huracán “Stan” fue una tormenta relativamente débil que sólo brevemente alcanzó la categoría de huracán. Provocó lluvias torrenciales, especialmente en Guatemala y en El Salvador y también en la región sursureste de México donde causó setenta y un muertos, trescientos mil damnificados y casi 2 mil millones de dólares en pérdidas.

Los daños en la infraestructura de transporte en Chiapas (CENAPRED, 2006) se resumen en afectaciones a los caminos y puentes alimentadores y/o rurales, la extracción de derrumbes, la renta de maquinaria y el costo de los estudios y proyectos para las nuevas obras. El monto estimado de daños en este sector representa el 25% del total registrado por el desastre en el conjunto de la economía estatal. Las principales afectaciones en la infraestructura carretera se presentaron en obras de drenaje, en la superficie de rodamiento por exceso de agua, derrumbes y deslaves que provocaron cortes a lo largo de los municipios afectados, incluso fue necesario distribuir el apoyo para atender la emergencia vía aérea o marítima debido a las malas condiciones en las que quedaron los caminos. A consecuencia de las afectaciones en caminos, varias localidades de 34 municipios quedaron sin acceso, se estimó que fueron más de un millón seiscientas mil personas las que quedaron incomunicadas por diferentes intervalos de tiempo. Los daños en la infraestructura carretera federal se calcularon en 1,930 millones de pesos, lo que representó el 51% de los daños en este sector. El municipio más afectado en la infraestructura carretera federal fue Huixtla, en donde los daños superaron marginalmente los 700 millones de pesos.

Esta investigación se justifica debido a que la carretera Mex200, tramo Arriaga-Tapachula, ha sido la vía de comunicación más importante para el desarrollo

económico de la Región del Soconusco, ya que por ahí transita la población, así como todos los productos que se venden al resto del país, que se exportan a otros países y la mayoría de las compras de mercancías que se consumen ahí. Por lo que el impacto socioeconómico de esta carretera en su conservación, mantenimiento y daños por fenómenos meteorológicos debe de ser analizado para prevenir, tomar en cuenta sus consecuencias y posibles soluciones.

1.5 Objetivos

Esta investigación va orientada hacia los desastres de tipo meteorológicos, en concreto me estoy concentrando en la gestión y el análisis del riesgo de las inundaciones y sus afectaciones en la carretera costera Mex200. Esta problemática no es un hecho casual, que afecten a las carreteras del Estado de Chiapas, si no que se detectan fenómenos similares en países de Latinoamérica y en otras partes del mundo.

Me he concentrado en *“las inundaciones”*, con el objetivo de analizar como plantear la prevención y gestión de riesgo que pueda aplicarse a fenómenos que provoquen desastres naturales, que afecten a las vías de transporte, en específico la carretera costera Mex200 de esta región.

Los primeros pasos van enfocados a inundaciones de forma genérica contra otros grandes fenómenos, y luego acotar los diferentes tipos. Por lo que resulta de gran importancia la diferenciación de los tipos de desastres y cómo podrían afectar de diferente forma a las vías de comunicación.

Resumiendo, puedo decir que se pueden diferenciar distintas clases de tipos de siniestros: “los hidrológicos”, “Meteorológicos” (inundaciones, huracanes, ciclones) y por último los siniestros de origen ambiental, como la contaminación existente.

Las inundaciones que fueron ocasionadas por un aumento anormal de lluvias y crecidas de los ríos, que sucedieron en diferentes municipios del Estado de Chiapas, en los años de 1998 y 2005, me llamaron la atención para realizar una propuesta de un modelo de gestión de riesgo en desastres meteorológicos, precisamente de la carretera costera México 200 (tramo Arriaga-Tapachula), análisis y gestión de sus efectos.

Ante las diferentes tipologías de desastres, afectaciones y medidas preventivas que pueden darse para mejorar la carretera Mex200, decidí enfocarme en los siniestros hidrológicos y meteorológicos los cuales viví en carne propia en los años antes citados.

Considero que esta investigación y propuesta pueden contribuir a la mejora de las infraestructuras de transportes ante las crecidas y desbordamientos de los ríos, minimizando sus efectos y planteando mecanismos de autoprotección.

1.5.1 Intencionalidad de la investigación

El inicio de esta investigación se originó cuando se apreciaron los graves daños en las vías de comunicación de la Costa del Estado de Chiapas, precisamente en la carretera costera México 200 (tramo Arriaga-Tapachula) por dos eventos meteorológicos ocurridos en 1998 y 2005 que ocasionaron crecidas y desbordamientos de los ríos.

En ese mismo sentido, toda la información que se tiene del CENAPRED cuyos costos fueron de miles de millones de pesos debidos a las crecidas y desbordamientos, así como pérdidas humanas, de infraestructura de transporte, viviendas y económicos de todos los sectores de la población.

Es por lo que el marco geográfico de esta investigación es la Región del Soconusco, precisamente en la carretera costera Mex200, centrándome en las consecuencias de las inundaciones y los efectos provocados en esta importante vía de comunicación.

Para poder plantear el objetivo general, he tenido que partir desde un objetivo parcial, creando un plan de gestión de riesgo donde he podido clasificar con datos estadísticos de dependencias gubernamentales, las zonas de riesgo medio-alto.

Así, se identificaron los lugares con peligro medio-alto por inundaciones, observando los cruces de ríos y/o arroyos respecto de la carretera costera. Tras haber analizado las zonas de riesgo, realizo propuestas de mejoras de gestión frente al comportamiento de las inundaciones por precipitaciones pluviales. Y, para terminar, estudio las fortalezas y debilidades (FODA), del modelo empleado focalizado en los cruces de ríos y arroyos.

Por lo cual el planteamiento del Objetivo General es: clasificar las zonas de afectación, tipificar daños más frecuentes y localizarlos, con el objetivo de conocer las zonas con riesgo medio-alto de inundaciones en la carretera costera Mex200.

1.5.2 Objetivos Específicos

A partir de “Los Desastres Naturales provocados por siniestros de tipo Hidrológico o Meteorológicos”, y para conocer sus problemas inmediatos tras los siniestros, se llegó a un punto final pero no definitivo, tratando de **descubrir las causas que aumentan los daños por las inundaciones. Intentando ayudar en la prevención del desastre y analizar la infraestructura de vías de comunicación para reducir los daños y su impacto ante desastres meteorológicos producidos por inundaciones.**

Es aquí donde se centran los objetivos específicos, dado que se intenta enfrentar la gestión de riesgo, buscando la solución del problema que ya hemos sufrido en dos ocasiones en los últimos veinticinco años.

El primer objetivo específico es: “**Proponer minimizar los daños en las infraestructuras de vías de comunicación con un modelo para la gestión de riesgo en desastres meteorológicos de las zonas dañadas por inundaciones**”, para ello en base a los conocimientos del riesgo y su organización, la gestión, principios y directrices según la norma UNE-ISO 31000:2018.

El segundo objetivo propongo un “**Plan de Mejoras que minimicen los daños**” en la carretera costera Mex200, sobre todo en las zonas de riesgo en toda su longitud por medio de modificaciones en las infraestructuras o mecanismos de protección que reduzcan los daños por las escorrentías de aguas e inundaciones.

El tercer objetivo es: “**Proponer planes alternativos ante la posibilidad de un nuevo desastre**”, que minimice el impacto en los diferentes sectores de la población.

1.6 Hipótesis

Es a partir de la presentación del objeto de estudio, su justificación y objetivos que planteo la siguiente Hipótesis:

“Los desastres naturales por fenómenos meteorológicos en la Costa de Chiapas causan graves daños a la más importante vía de comunicación terrestre, por lo que es importante tener un modelo para la gestión de

riesgo en desastres meteorológicos que minimice los daños y su impacto en la región”.

1.7 Variables para utilizar en esta investigación.

Variable independiente: *Daños ocurridos por los desastres meteorológicos y que van en función del Proyecto, Mantenimiento y Conservación de la carretera Mex200, tramo Arriaga-Tapachula.*

Variables dependientes⁶:

- *Patrón de lluvia en la región (lluvia acumulada anual y mensual, tormentas adversas registradas, lluvia acumulada para duraciones de 1 a 10 días, días con lluvia apreciable y días con lluvia en el año para diferentes alturas de precipitación.*
- *Tránsito diario promedio anual (TDPA).*
- *Cantidad de carga que se transporta en el tramo carretero Tapachula-Arriaga.*
- *Impacto socioeconómico en la Costa de Chiapas por la funcionalidad de la carretera costera Mex200.*

⁶ Muestreo probabilístico, aleatorio simple. En el que considero que el fenómeno es repetitivo en toda la carretera costera, considerando las zonas más desfavorables.

2. Marco Teórico referencial

El marco teórico referencial me ayudó en desarrollar la teoría que fundamentó el proyecto con base al planteamiento del problema que realicé. Ya que seleccioné el tema objeto de estudio y formulé las preguntas de investigación, el paso siguiente consistió en realizar una revisión del estado del arte sobre el tema. Buscando las fuentes documentales que me permitieron detectar, extraer y recopilar la información de interés para construir el marco teórico pertinente al problema de investigación planteado.

El marco teórico referencial me aportó lo necesario para delimitar el problema, formular las definiciones, fundamentar las hipótesis que después verifiqué, e interpreté los resultados de estudio. La principal utilidad consistió en evitar repeticiones de investigaciones.

Es a partir de ello que en este capítulo expongo brevemente la teoría que me ayudo en el constructo de esta investigación:

2.1. Infraestructura

La provisión eficiente de los servicios de infraestructura es uno de los aspectos más importantes de las políticas de desarrollo , afirman Rozas y Sánchez (2004), especialmente en aquellos países que han orientado su crecimiento hacia el exterior. Para la mayoría de los economistas, la ausencia de una infraestructura adecuada, así como la provisión ineficiente de servicios de infraestructura, constituyen obstáculos de primer orden para la implementación eficaz de políticas de desarrollo y la obtención de tasas de crecimiento económico que superen los promedios internacionales.

Por diversas razones los países requieren ampliar y modernizar su infraestructura básica de acuerdo con estándares tecnológicos internacionales, lograr niveles máximos de cobertura del territorio nacional y satisfacer con eficacia las necesidades de servicios de infraestructura de los agentes económicos y las personas.

En términos generales, la adecuada disponibilidad de obras de infraestructura, así como la prestación eficiente de servicios conexos, permiten a un país suplir el déficit que pudiera tener en la dotación de determinados recursos naturales (Rozas y Sánchez, 2004).

La infraestructura del transporte afirma Zhang y Levinson (2007) ha sido señalada como un agente de crecimiento económico. El aumento o disminución de las redes de transporte afecta, a las actividades sociales y económicas que una región puede admitir; sin embargo, la dinámica de cómo se produce ese crecimiento es una de las áreas menos comprendidas en el transporte, la geografía, la economía urbana, y la ciencia regional. Según Chandra y Thompson (2000) y Deng et al. (2014), aunque existe una amplia bibliografía, es poco el consenso sobre los efectos que causan la inversión en infraestructura de transporte y el desarrollo regional. La discusión sigue siendo polémica de acuerdo con Zepeda et al (2017), estudios realizados dieron diferentes resultados. En la mayoría de los casos de estudio, los resultados aseguran un impacto positivo y significativo, pero otros estudios concluyen que no tienen ese impacto.

Según Barro y Sala-i-Martin (2004), el capital de inversión pública puede ser cualquier producto o bien público como lo es la infraestructura y puede ser estudiado como un bien provisto por el gobierno. Por otro lado, afirma Baldwin y Okubo (2006) que se ha podido observar que las mejoras en infraestructura de

transporte nos conducen a una reducción en los costos de insumos de las empresas por fletes, así como a una mayor productividad, lo que lleva a economías de escala en niveles de competitividad que favorecen a las empresas más productivas.

Vázquez Barquero (1997) afirma que las empresas deciden realizar inversiones privadas en un espacio global abierto y se rigen por las ventajas y desventajas que ofrece cada región, y que serán valoradas por los inversionistas que esperan un retorno de su capital. Por lo que la inversión privada o las empresas se sienten atraídas para ubicarse en regiones que tienen recursos e infraestructuras de calidad y capacidad innovadora, cuyo sistema local de empresas sea susceptible de generar economías de escala y de producir bienes y servicios en condiciones de competencia favorable.

Las decisiones de localización, por aspectos de infraestructura, según Fujita et al (2001), tienen un componente principal de transporte, ya que la accesibilidad es una condición necesaria para la actividad comercial. Con los costos altos de transporte, las empresas deciden ubicarse por la necesidad de estar próximos al consumo final.

Estudios previos como los de Moomaw y Williams (1991), Rietveld y Nijkamp, (1992), Aschauer (1998), Fujita et al. (2001), Démurger (2001), y Cantos et al. (2005) muestran que existen efectos directos e indirectos en la relación de la infraestructura como motor del crecimiento económico, y que existe una influencia positiva entre ambas variables.

Según De Rus Mendoza et al (2006), Las infraestructuras de transporte son una condición necesaria para el crecimiento económico, pero una misma dotación agregada de capital público en infraestructuras puede estar asociada a distintas

tasas de crecimiento y niveles de vida. Decidir a qué infraestructuras se les da prioridad, si se invierte en nueva construcción o en mantenimiento, en ferrocarril o en carretera, en qué zonas geográficas y en qué momento del tiempo, son elecciones vitales para el futuro de un país.

En el caso particular de México, Looney y Frederiksen (1981) señalan que los resultados en infraestructura de transporte impactan más a las regiones intermedias que a las pobres particularmente en el sur-sureste mexicano, pues los impactos en la productividad regional, dice Deichmann et al. (2004) se observan cuando la infraestructura de transporte vincula áreas urbanas. Sin embargo, Deng (2013) dice, que el estudio en el plano regional, a nivel sectorial, y referente a los distintos tipos de carreteras continúa abierto.

2.2. Gestión de Riesgos

Un riesgo, según UNODC (2018) es la probabilidad de que ocurra un evento negativo y el efecto o impacto de tal evento, cuya existencia represente una amenaza (fuente de peligro) y vulnerabilidad de la organización a sus efectos.

El análisis de riesgos, según UNODC (2018) es el uso sistemático de la información y material disponible para determinar la frecuencia y probabilidad de un posible hecho o circunstancia de riesgo de corrupción, la magnitud de sus posibles consecuencias y la vulneración que se tiene ante ciertas circunstancias. Dicho análisis debe ser constante y continuo, tomando en cuenta el contexto en el cual existe la organización, de evaluación y tratamiento de los riesgos, y de monitoreo de resultados y condiciones de desempeño.

La norma UNE-ISO (ISO 31000:2018) define el riesgo *como el efecto de la incertidumbre sobre la consecución de los objetivos*. La Project Management

Institute (PMI) define al profesional en gestión de riesgo como la persona especializada en identificar y evaluar los riesgos de cada proyecto, planificar las respuestas a los mismos y aprovechar las oportunidades, así como dar seguimiento a los mismos (PMI, 2013).

En los setenta y ochenta se empieza a incorporar en el ámbito de los desastres la incidencia de los procesos de desarrollo en la creación de condiciones de vulnerabilidad a futuros desastres, y la incorporación de la relación de los desastres con el medio ambiente y la sostenibilidad.

Ya en los noventa, afirma Lavell (2001), se considera la declaratoria del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales impulsada por la Organización de las Naciones Unidas. La temática del riesgo y su reducción a través de interposiciones, anticipadas al evento físico y su impacto tomaron mayor fuerza a nivel global.

Fue a partir de ello que el tema fue nombrado más como “riesgo” que “desastre”, como una forma de comprender como se comportan los factores que constituyen ese riesgo, “amenaza y vulnerabilidad” y poder intervenir sobre estos, desde las políticas de Estado y la previsión en las Comunidades, así lograr reducirlo y evitar que los “desastres” sean más frecuentes e intensos.

De acuerdo con los diferentes modelos de gestión de riesgos, hay una coincidencia en cinco etapas: Identificación, análisis, evaluación, tratamiento y seguimiento.

La Norma UNE-ISO 31000:2018, aporta los principios y las directrices genéricas sobre la gestión del riesgo. Puede usarse tanto en empresa pública, privada o

social, asociación, grupo o individuo, por lo que es considerada como una norma internacional que no es específica de un sector concreto.

Dentro de sus aplicaciones, la norma puede emplearse en una organización, y en una amplia gama de actividades, incluyendo estrategias y decisiones, operaciones, procesos, funciones, proyectos, productos, servicios y activos.

La norma, no pretende unificar la gestión de riesgos, solo dar directrices genéricas en el diseño e implementación de planes y marcos de trabajos en una organización concreta, planteando objetivos desarrollados de una forma estructurada y específica.

La presente norma internacional, no intenta suprimir la normativa local actual o futura sino homogeneizar los procesos en la gestión del riesgo sin tener fines de *certificación*.

Independientemente de la parte de gestión, se hace hincapié al contexto del proceso que se está desarrollando, dado que cada sector específico necesita, estudios individuales, y necesidades (UNE-ISO 31000:2018).

En Norma UNE-ISO 31000:2018, se pretende evaluar el riesgo mediante evidencias basadas en información y análisis que aporten como afrontar los riesgos y saber diferenciar las diferentes opciones al respecto.

Para ello detalla y desarrolla cada una de las etapas que forman parte de la apreciación del riesgo: (1) Identificación; fase en la cual se detectan, reconocen y registran los riesgos. (2) Análisis: estudian las consecuencias del riesgo y la probabilidad de ocurrencia. Dicha fase es denominada como “Nivel del Riesgo”, para ello destacan varios aspectos para tener en cuenta: Los controles que hay

para los riesgos, el análisis de consecuencia de los sucesos de riesgo, la filtración previa de los riesgos, la duda ligada al análisis del riesgo. La dificultad en el análisis de sensibilidad por cambios de magnitud del riesgo. (3) Evaluación del riesgo: es el resultado de la comparativa del riesgo con los parámetros fijados previamente. (4) El tratamiento del riesgo para evitar los desastres.

2.3. Técnicas de apreciación del riesgo

De acuerdo con la Norma EN 31010-2011⁷, la evaluación del riesgo se realiza mediante evidencias basadas en información y análisis que aporten como afrontar los riesgos y saber diferenciar las diferentes opciones al respecto.

Se detalla y desarrolla cada una de las etapas que forman parte de la apreciación del riesgo: (1) Identificación del riesgo, que es la fase en la que se detecta, reconoce y registra el riesgo; (2) Análisis del riesgo, en el que se estudia las consecuencias del riesgo y probabilidad de ocurrencia. Aquí se destaca varios aspectos: Los controles que existen, el análisis de consecuencias, la filtración previa, la duda ligada al análisis y la dificultad en el análisis de sensibilidad por cambios de magnitud. (3) Evaluación del riesgo, que es el resultado de la comparativa con los parámetros fijados previamente.

⁷ La norma **UNE-EN 31010:2011** presenta las principales técnicas de análisis y evaluación del riesgo, explicando cuál es su aplicación en cada etapa del proceso y describiendo sus atributos en función de: - La complejidad del problema y los métodos necesarios para analizarlo. - La naturaleza y el grado de incertidumbre (AENOR, 2011).

2.4. Modelos de gestión de riesgos internacionales

- Estándares de Gerencia de Riesgo⁸: La cual fue publicada en 2003 por la FERMA (Federation of European Risk Management Association), que es un grupo de expertos de Inglaterra. Ellos estructuraron el proceso en cuatro grupos: Análisis, Evaluación, Tratamiento e Informe y comunicación.
- Guía PRAM (APM Group Limited, 2004)⁹: Plantea una breve introducción a los procesos de trabajo, concretamente a su análisis y gestión de los riesgos, independientemente del sector a analizar y su tamaño mediante la reducción de los riesgos analizando los mismos, no solo teniendo en cuenta resultados estadísticos dado que no todos conllevan a la consecución de los objetivos. Para ello lo divide en dos etapas diferenciadas: El Análisis. (Cualitativo y Cuantitativo) y La Gestión de riesgos. (Medidas preventivas).
- Guía PMBOK (Project Management Institute, 2013)¹⁰: Lleva a cabo una serie de normas, procesos y métodos para dirección de proyectos. Dentro de la gestión de proceso de riesgo que proponen está: Planificar el proceso, Identificar los riesgos, Análisis cuantitativo y cualitativo de los riesgos,

⁸ Los Estándares de Gerencia de Riesgos son el resultado del trabajo de un equipo formado por las principales organizaciones de gerencia de riesgos del Reino Unido: El Institute of Risk Management (IRM), la Association of Insurance and Risk Managers (AIRMIC) y ALARM el National Forum for Risk Management in the Public Sector (FERMA, 2003).

⁹ El Project Risk Analysis and Management Guide [PRAM], 2004 es la segunda y última edición desarrollada por la Association for Project Management Group Limited [APMG] con el propósito de ayudar a los gerentes de proyectos y los profesionales dedicados a la gestión de riesgos, proporcionando distintos enfoques y técnicas, las cuales se deberán adaptar a las circunstancias del proyecto y a la cultura de la organización (APM Group Limited, 2004)

¹⁰ Se trata de un manual **que** brinda a las organizaciones un conjunto de procesos, modelos de administración, criterios y más aspectos favorables **para** la dirección de proyectos. **Para** ello, otorga una serie de herramientas **que** permiten identificar procesos generales y dar resultados óptimos (PMI, 2013).

Planificar la respuesta a los riesgos, Controlar los riesgos, Entrada, Herramientas y Salidas.

2.5. Conceptos fundamentales relacionados con la idea de desastre: “Riesgo, Vulnerabilidad, Peligro o Amenaza”.

Cada año los desastres meteorológicos, afirma (EIRD, 2004) causan miles de muertes en el mundo, dejando sin viviendas a muchas familias y sufriendo grandes pérdidas económicas. Inundaciones, huracanes, terremotos, y erupciones volcánicas son fenómenos naturales que siempre han existido en la historia de la humanidad.

2.5.1. Desastre

La definición de desastre puede variar, ya que no existe una definición universalmente admitida. Se trata de un evento inusual natural o creado por la mano del hombre, que transitoriamente destruyen la capacidad de respuesta de comunidades humanas, individuos y medio ambiente, su resultado son grandes daños, pérdidas económicas, daños y en ocasiones pérdidas humanas.

Los desastres tienen la característica, según (Kovach, 1995; Smith, 1996), de perjudicar a las personas, a la propiedad y al ambiente.

Desastre, afirman Perry y Quarantelli (2004), es un evento natural, tecnológico o social cuyas consecuencias se basan en términos de heridos, destrucción y daños.

Existen definiciones vinculadas con el desastre, el cual puede darse cuando en una comunidad se ve afectada por una amenaza. Según el alcance de los daños puede medirse el grado de vulnerabilidad que presenta un núcleo urbano.

Un desastre puede entenderse como el resultado de un riesgo que sufre intrínsecamente el peligro y vulnerabilidad.

2.5.2. Riesgo

Hay muchas definiciones de riesgo. En este apartado citaré algunas: El riesgo, según Cassal (1999) son las consecuencias no deseadas de una actividad dada, en relación con la probabilidad de que ocurra. Perry (2001) entiende el Riesgo como una medida de la pérdida económica o del daño a las personas tanto en probabilidad del suceso como en la magnitud del daño. El EIRD (2004) afirma que es la probabilidad de consecuencias perjudiciales (muertes, lesiones, propiedad, medios de subsistencia, interrupción de actividad económica o deterioro ambiental) resultado de interacciones entre amenazas naturales o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad.

También el riesgo puede reducirse, dice (Carreño, 2006), como el resultado de relacionar la amenaza, o la probabilidad de ocurrencia de un suceso, con la vulnerabilidad o susceptibilidad de los elementos expuestos.

El riesgo, señala Cardona (2007), es la probabilidad de pérdidas futuras, es el resultado de existencia de un peligro latente asociado con la posibilidad de que se presenten fenómenos peligrosos y de unas características propias o intrínsecas de la sociedad que la predisponen a sufrir daños en diversos grados.

El riesgo aparece fuera de la incertidumbre, afirma Mansour (2004), ésta es una parte propia de su existencia, con posibilidad de que pase y como resultado provoque desastres o daños que tendrán impacto en la comunidad o ambiente. El riesgo es la probabilidad o posibilidad de que los daños ocurran. De manera, que pueden ser minimizados si se prepara una estrategia de gestión de riesgos.

2.5.3. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad, señala Blaikie (1996), puede verse determinada según el entorno social, político y económico de los desastres.

Cardona (2003) la integra en el contexto de la gestión del riesgo, como el factor de riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca o susceptibilidad física, económica, social y política que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que se manifieste un fenómeno peligroso de origen natural, socio natural o antropogénico. Alexander y Myers (2004) de forma esquemática explica la vulnerabilidad como la susceptibilidad ante la pérdida o daño, provocada por una amenaza.

Debemos tomar en cuenta que la vulnerabilidad, según Cardona (2003), es un elemento importante en la formulación del riesgo, dado que incrementa el interés por vincular las capacidades de las personas para hacer frente a los efectos de las amenazas, permitiendo formarse una idea de la medida en que esa capacidad puede reducir el alcance de las amenazas y el grado de vulnerabilidad.

2.5.4. Peligro o amenaza

Existen algunos autores que definen la amenaza como el peligro o peligrosidad, entendiéndolos con el mismo significado. El peligro lo define Perry (2001), como el potencial inherente de una sustancia o actividad para dañar a las personas, a los bienes o al medio ambiente. Mansour (2004) lo define como la amenaza de una parte inevitable de la vida. La amenaza es el potencial, mientras que el desastre es el acontecimiento real.

Cardona (2007) considera a la amenaza como factor de riesgo externo de un elemento o grupo de elementos expuestos, que se dice como la probabilidad de que un suceso se presente con cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un periodo de tiempo definido.

2.6. Marco Normativo

Los Marcos Normativos son un conjunto de leyes, normas y reglamentos que son aplicables a las funciones o actividades que se planea llevar a cabo y que deben ser identificados para que las actividades se realicen de manera armónica, sin incurrir en riesgos de tipo legal.

2.6.1 Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024 (SCT, 2018)

Los objetivos de la estrategia nacional son:

- Lograr el desarrollo regional y el ordenamiento territorial de la nación, con visión de largo plazo.
- Transitar hacia una red intermodal de comunicaciones y transportes integral, eficiente, sustentable, segura y moderna.

- Lograr un sistema de verdadero respaldo a la competitividad nacional y superar la posición de nuestro país en este rubro, que nos ubica en el lugar 62 de 137 países calificados en el orbe.
- Garantizar una infraestructura carretera que se vincule -sin cuellos de botella ni sitios de conflicto sin solución de continuidad- con las infraestructuras de puertos, vías férreas y aeropuertos y sin zonas de riesgo, y que incorpore el equipamiento conveniente para la conectividad de las telecomunicaciones modernas.
- Resolver los puntos de conflicto con la infraestructura de las zonas urbanas, que permita el tránsito ágil y seguro de personas y bienes por el territorio nacional y que dé a todos la posibilidad personal, comercial, cultural y política de conectarse con el resto de los mexicanos y con el mundo.

Tres prioridades dentro del Plan:

1. Conservación y el mantenimiento de toda la infraestructura de transporte existente y terminación de las obras útiles, suspendidas o en proceso.
2. Construcción de caminos pavimentados para todas las cabeceras municipales que carecen de ellos, con mano de obra local y bajo la administración de las autoridades comunales.
3. Plan Nacional de Carreteras Federales. Dará atención prioritaria a las zonas del país donde la infraestructura carretera no ha llegado.

2.6.2. Marco normativo aplicable a las acciones realizadas durante la ejecución del Programa Nacional de infraestructura carretera:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
 - Leyes:
 - Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.
 - Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- Ley General de Transparencia y Acceso a la información Pública.
- Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.
- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
- Ley de Asociaciones Público-Privadas.
- Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas.
- Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.
- Ley de Planeación.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Ley General de Bienes Nacionales.
- Ley de Aguas Nacionales.
- Ley de Caminos Puentes y Autotransporte Federal.
- Ley de Vías Generales de Comunicación.
- Ley Federal de Competencia Económica.
- Ley de Ingresos de la Federación.
- Ley Federal de Archivos.
- Manuales:
 - Manual de Organización de la Dirección General de Conservación de Carreteras.
 - Manual de Procedimientos de la Dirección General de Conservación de Carreteras.
 - Manual que establece las disposiciones para determinar la rentabilidad social, así como la conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante el esquema de asociación público-privada.
 - Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras 2018.
 - Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad.
 - Guía para la atención de emergencias en caminos y puentes.

- Normas oficiales mexicanas:
 - NOM-086-SCT-2-2004, Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales.
 - NOM-036-SCT-2-2009, Rampas de emergencia para frenado en carreteras.
 - NOM-008-SCT-2-2011, Amortiguadores de impacto en carreteras y vialidades urbanas.
 - NOM-034-SCT-2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas.
 - NOM-037-SCT-2-2012, Barreras de protección en carreteras y vialidades urbanas.
 - NOM-012-SCT-2-2017, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte.
 - NOM-040-SCT-2-2012, Para el transporte de objetos indivisibles de gran peso y/o volumen, peso y dimensiones de las combinaciones vehiculares y de las grúas industriales y su tránsito por caminos y puentes de jurisdicción federal.

3 Marco Metodológico

La investigación cualitativa estudia la realidad en su contexto natural y cómo sucede, descubriendo e interpretando fenómenos de acuerdo con las personas que se encuentran implicadas (Blasco y Pérez, 2007).

El investigador cualitativo utiliza una variedad de instrumentos para recoger información como son las entrevistas, observaciones, imágenes, historias, en los que describe las rutinas y los problemas, así como los significados en la vida de los participantes.

La metodología cualitativa es un modo de encarar el mundo empírico en su más amplio sentido. Es la investigación que produce datos descriptivos como son: las palabras de las personas, habladas o escritas y la conducta que se puede observar. (Taylor y Bogdan, 1987)

Desde el punto de vista de los autores antes mencionados, el modelo de investigación cualitativa se puede distinguir por las siguientes características:

- (1) La investigación cualitativa es inductiva. Se desarrollan conceptos y comprensiones partiendo de los datos y no reuniéndolos para evaluar modelos, hipótesis o teorías preconcebidos.
- (2) En la metodología cualitativa se ve al escenario y a las personas en una perspectiva holística; las personas, los escenarios o los grupos no son reducidos a variables, sino considerados como un todo.
- (3) Los investigadores cualitativos tienen sensibilidad a los efectos que ellos mismos han creado sobre las personas que son objeto de su estudio.

- (4) Los investigadores cualitativos tratan de comprender a las personas dentro de su propio marco de referencia. Desde un punto de vista fenomenológico, siendo esencial experimentar la realidad tal como otros la perciben.
- (5) El investigador cualitativo aparta sus propias creencias, perspectivas y predisposiciones. Mira las cosas como si estuvieran ocurriendo por primera vez.
- (6) El investigador cualitativo considera que todas las perspectivas son valiosas. No busca la verdad absoluta, sino una comprensión detallada de las perspectivas de otras personas.
- (7) El investigador cualitativo da énfasis al valor en su investigación. Los métodos cualitativos permiten permanecer próximos al mundo empírico. Están destinados a asegurar un estrecho margen entre los datos y lo que la gente realmente dice y hace.
- (8) Para el investigador cualitativo, todos los escenarios y personas son merecedores de estudio.
- (9) El investigador cualitativo es flexible en cuanto al método en que intenta conducir sus estudios. El científico cualitativo es animado a crear su propio método. Se siguen lineamientos, pero no reglas. Los métodos sirven al investigador; no el investigador sirve a un procedimiento o técnica.

Thomas et al, (2005: 346), hacen un análisis comparativo y críticas a la metodología cualitativa hallando una nueva versión de la metodología:

- a). Usa palabras más que números.
- b). La preferencia por información que sucede de manera natural, por observación y por entrevistas no estructuradas.
- c). La preferencia por los símbolos, más que por los comportamientos, registrar el mundo desde el punto de vista de quien está siendo estudiada.
- e). La preferencia por investigación inductiva generadora de hipótesis más que por aquella que se orienta a la prueba de hipótesis ya establecidas.

En un sentido más amplio, Creswell (1998:7-8), identifica cinco tradiciones metodológicas en la investigación cualitativa: etnografía, biografía o historia de vida, teoría fundamentada, fenomenología y estudio de caso.

En la investigación cualitativa se puede emplear también algunos procedimientos cuantitativos, como los que más adelante explicare, para apoyar la información cualitativa obtenida mediante la metodología escogida, lo cual ayuda a entender mejor toda la averiguación obtenida.

3.1 Método fenomenológico hermenéutico

En la investigación cualitativa se encuentra el método fenomenológico el cual se fundamenta en el estudio de las experiencias de vida, desde la perspectiva del sujeto, descubriendo así los elementos en común de tales experiencias. La fenomenología surge como una respuesta al radicalismo de lo objetivable y como un análisis de los fenómenos o la experiencia significativa que se le muestra a la conciencia. Para este método, lo primordial es comprender que el fenómeno es parte de un todo significativo y no hay posibilidad de analizarlo sin el abordaje holístico en relación con la experiencia de la que forma parte.

Heidegger (2006) afirmó que “la fenomenología pone énfasis en la ciencia de los fenómenos.” Barberá e Inciarte (2012) apuntaron qué la fenomenología tiene sus orígenes en la palabra griega fenómeno que vendría a ser “mostrarse a sí misma, poner en la luz o manifestar que puede volverse visible en sí mismo”.

El propósito principal de la fenomenología es explorar, describir y comprender las experiencias de las personas con respecto a un fenómeno y descubrir los elementos en común de tales vivencias.

Tanto en la fenomenología como en la teoría fundamentada obtenemos las perspectivas de los participantes. En lugar de generar un modelo a partir de ellas, se explora, describe y comprende lo que los individuos tienen en común de acuerdo con sus experiencias con un determinado fenómeno (categorías) (Creswell, 2013).

Así, en la fenomenología, los investigadores trabajan directamente las unidades o declaraciones de los participantes y sus vivencias. El diseño fenomenológico se enfoca en la esencia de la experiencia compartida. El fenómeno se identifica desde el planteamiento y puede ser tan variado como la amplia experiencia que nos compartan. En ocasiones el objetivo específico es descubrir el significado de un fenómeno para varias personas.

Lo primero que hacemos es identificar el fenómeno y luego recopilar datos de las personas que lo han experimentado, para finalmente desarrollar una descripción compartida de la esencia de la experiencia para todos los participantes lo que vivenciaron y de qué forma lo hicieron.

Pueden utilizarse como herramientas de recolección de la información desde la observación (Creswell, 2013b) hasta entrevistas personales o grupos de enfoque, con preguntas abiertas, semiestructuradas y estructuradas (Norlyk y Harder, 2010; y Heuer y Lausch, 2006), artefactos, documentos de todo tipo, grabaciones en audio y video e incluso instrumentos estandarizados. De acuerdo con Creswell (2013b), Mertens (2010) y Álvarez-Gayou (2003), el diseño fenomenológico se fundamenta en las siguientes premisas: (1) Se pretende describir y entender los fenómenos desde el punto de vista de cada participante y desde la perspectiva construida colectivamente. (2) Se basa en el análisis de discursos y temas, así como en la búsqueda de sus posibles significados. (3) El investigador confía en la

intuición, imaginación y en las estructuras universales para lograr aprender la experiencia de los participantes. (4) El investigador contextualiza las experiencias en términos de su temporalidad, espacio, corporalidad y el contexto relacional.

La fenomenología surge como un análisis de los fenómenos o la experiencia significativa que se le muestra (phainomenon) a la conciencia. Se aleja del conocimiento del objeto en sí mismo desligado de una experiencia. Para este enfoque, lo fundamental es comprender que el fenómeno es parte de un todo significativo y no hay posibilidad de analizarlo sin el abordaje holístico en relación con la experiencia de la que forma parte. Este proceso de conocimiento demanda tanto la descripción como interpretación analítica. Exige, describir y comprender la experiencia desde su propia lógica de organización.

Para Husserl (1992), “la fenomenología otorga un nuevo método descriptivo y una ciencia apriorística que se desglosa de él y que está destinada a suministrar el órgano fundamental para una filosofía rigurosamente científica”.

La fenomenología hermenéutica como método está orientado a la descripción e interpretación de las estructuras fundamentales de la experiencia vivida, al reconocimiento del significado del valor pedagógico de esta experiencia. Este método compone un acercamiento coherente y estricto al análisis de las dimensiones éticas, relacionales y prácticas propias de la pedagogía cotidiana, dificultosamente accesible, a través de los habituales enfoques de investigación.

El desarrollo fenomenológico hermenéutico de esta investigación parte de la reflexión de los sujetos (tesista, expertos, grupos focales y personas) con respecto a la carretera costera Mex 200 y el fenómeno de desastre natural meteorológico debido a las fuertes lluvias.

3.1.1 Metodología cualitativa

El diseño de la investigación cuantitativa constituye el método experimental común de la mayoría de las disciplinas científicas. El objetivo de una investigación cuantitativa es adquirir conocimientos fundamentales y la elección del modelo más adecuado que nos permita conocer la realidad de una manera más imparcial, ya que se recogen y analizan los datos a través de los conceptos y variables medibles. La investigación cuantitativa es una forma estructurada de recopilar y analizar datos obtenidos de distintas fuentes, lo que implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas, y matemáticas para obtener resultados. Es concluyente en su propósito ya que trata de cuantificar el problema y entender qué tan generalizado está mediante la búsqueda de resultados proyectables a una población mayor. Todos los experimentos cuantitativos utilizan un formato estándar, con algunas pequeñas diferencias inter-disciplinarias para generar una hipótesis que será probada o desmentida. Esta hipótesis debe ser demostrable por medios matemáticos y estadísticos, constituyéndose en la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento. En ocasiones, a estos experimentos se los denomina ciencia verdadera, ya que emplean medios matemáticos y estadísticos tradicionales para medir los resultados de manera concluyente (Allan y Cortez, 2017, 69).

La investigación cuantitativa, también llamada empírico-analítico, racionalista o positivista es aquel que se basa en los aspectos numéricos para investigar, analizar y comprobar información y datos. Diversos autores han definido lo que es la investigación cuantitativa, así tenemos: Según Landeau (2007) y Cruz, Olivares, & González (2014) la investigación cuantitativa pretende establecer el grado de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados por medio de una muestra permite realizar inferencias causales a una

población que explican por qué sucede o no determinado hecho o fenómeno. Para Guerrero & Guerrero (2014) “consiste en contrastar hipótesis desde el punto de vista probabilístico y, en caso de ser aceptadas y demostradas en circunstancias distintas, a partir de ellas elaborar teorías generales” (p. 48). Caballero (2014) señala que en las investigaciones cuantitativas predomina la cantidad y su manejo estadístico matemático y los informantes tienen un valor igual. Este tipo de estudio está orientado a verificar o comprobar de manera deductiva las proposiciones planteadas en la investigación, esto es mediante la construcción de hipótesis en base a la relación de variables para posteriormente someterlas a medición logrando así su confirmación o refutación.

En el caso de esta investigación, la gestión de riesgo en desastres meteorológicos de la carretera costera Mex 200, me llevó a desarrollar una investigación cualitativa en la que busqué comprender el fenómeno desde el punto de vista social, con un ejercicio reflexivo y análisis de impacto, que pude concretar con la metodología fenomenológica – hermenéutica.

Se pueden encontrar dos enfoques a la fenomenología: fenomenología hermenéutica y fenomenología empírica, trascendental o psicológica. Hago referencia sólo a la primera, que es la metodología escogida en esta investigación, la cual se concentra en la interpretación de la experiencia humana y de la vida, no sigue reglas específicas, pero considera que es producto de la interacción dinámica entre las siguientes actividades de indagación: *a) definir un fenómeno o problema de investigación, b) estudiarlo y reflexionar sobre éste, c) descubrir categorías y temas esenciales del fenómeno, d) describirlo y e) interpretarlo* (Creswell et al., 2007 y van Manen, 1990 en Hernández, R. et al, 2014, p. 494).

En el desarrollo de esta investigación incluí la perspectiva de los expertos, la que fue básica en las categorías de análisis. En este trabajo busqué encontrar modelos explicativos sobre los fenómenos hallados que afectan la gestión de riesgos en desastres meteorológicos y cuya propuesta esta apoyada en el análisis, reflexión e interpretación de los datos recabados.

3.1.2 Proceso metodológico

El sustento epistemológico de la investigación cualitativa es un asunto muy discutido, según las formas de definir la realidad, al investigador, la investigación, el método y el mismo conocimiento. Esta investigación implica una actitud constante de crítica y conciencia de los valores del investigador, posee un alto dominio de las aportaciones teóricas del entorno histórico en donde se producen los hechos. Por su parte Cook y Reichardt (1995) señalan que el investigador cualitativo, en lugar de utilizar definiciones operacionales, tiende a emplear conceptos y los significados de los acontecimientos, los mismos que aclaran las facetas múltiples del concepto. Lo cierto es que los principios que guían las propuestas investigativas del siglo XXI son producto de la fusión paradigmática, disciplinaria y de la interpretación de la realidad social y de las dimensiones problemáticas en virtud de hacer frente y proponer soluciones. Schwartz y Jacobs (1984) exponen la relación entre el conocimiento y el poder, es decir, la dificultad para reconstruir la realidad desde el punto de vista del actor. Ritzer, (1993) de acuerdo con factores pasados, explica el porqué de las acciones. Para Martínez (1999), la ciencia requiere, por lo tanto, de una profunda revisión epistemológica y metodológica en todos los niveles. Chávez (1996) señala que la fenomenología es una de las formas del humanismo neokantiano, en ocasiones llamado crítica por unos y hermenéutica por otros, la misma que surge en el siglo XIX en total oposición con el positivismo, y que disocia al mundo de las ciencias naturales y

sociales. Colby (1996) señala que, dentro de la variedad de enfoques cualitativos, existe un común denominador que podría situarse en el patrón cultural, que parte de la premisa de que toda cultura o sistema social tiene un modo único para entender las cosas y eventos. Para Aguirre (1997), es un procedimiento que permite organizar diferentes tipos de datos en un marco de referencia o relación más coherente de manera que se puedan comparar y contrastar con mayor facilidad. Velasco y Díaz (1999: 220) afirman que “cuando el relato de unos hechos ordinarios y concretos condensa una visión relacional de valores y significados culturales, compuesta por el investigador, estamos ante una investigación densa”. Por su parte, Rusque (1999) manifiesta que la fenomenología está fundada en una especie de intuición relacionada a la reflexión, al romper con las afirmaciones del positivismo que nos vincula con el mundo, y realizando abstracción de todo lo que el saber constituido a la ciencia pretende que aprendamos.

3.2 Unidad de estudio y proceso de selección

El primer paso para obtener datos fue con entrevistas semiestructuradas realizadas a expertos y grupos focales, que me proporcionaron una gran riqueza y calidad de información. A partir de este paso generé las primeras categorías de análisis, las cuales enuncio más adelante del presente capítulo (Díaz Bravo et al, 2013).

Además, utilicé información de fuentes gubernamentales como el INEGI, SCT, CONAGUA, CENAPRED, protección civil con información estadística la cual me ayudo para la validación de la información que obtuve de expertos y grupos focales.

En esta investigación la unidad de estudio estuvo conformada por la opinión de veinte expertos y diez grupos focales, de cuya información se logró construir las primeras categorías de análisis.

En la lista de expertos seleccioné a: Ingenieros civiles especialistas en vías terrestres, Ingenieros civiles especialistas en geotecnia, Ingenieros civiles especialistas en hidrología, Ingenieros civiles especialistas en tránsito, constructores camineros y puentes, profesores de materias sobre vías terrestres, funcionarios públicos adscritos a la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes y funcionarios públicos adscritos a la Comisión Nacional del Agua.

En la lista de grupos focales seleccioné a: agricultores, ganaderos, pescadores, ejidatarios, cooperativistas, constructores, transportistas, comerciantes, empresarios y usuarios del transporte.

Se trata de un grupo de entrevistados, no improvisados en cuanto a *expertis* sobre la situación de la carretera costera Mex 200 sino más bien con dominio de los conceptos. Los discursos de los diferentes informantes clave que aportaron datos a través de estas entrevistas.

3.3 El inicio de la investigación

La investigación planteada siguió un proceso interesante y complejo para la obtención de los objetivos, asociada inicialmente en la *recolección y análisis de datos*, siguiendo con la *búsqueda del modelo para la gestión de riesgo en desastres meteorológicos* y finalizar con las conclusiones.

La gestión de riesgos, de esta investigación, en este tipo de desastres tuvo

como objetivo identificar y gestionar los riesgos que no se han considerado en los procesos, logrando así manejar estos, consiguiendo la prevención de los impactos que se pudieran suscitar o repetir.

La gestión de riesgos, en esta investigación, tuvo como propósito identificar, analizar y dar respuesta a los riesgos para lograr el objetivo planeado maximizando la probabilidad de ocurrencia y efectos de eventos positivos (oportunidades) y minimizar la probabilidad y efectos de eventos negativos (amenazas).

Para desarrollar la gestión de riesgos realicé lo siguiente:

- 1.- Identificar los riesgos.
- 2.- Analizar los riesgos.
- 3.- Planificar la respuesta a los riesgos.
- 4.- Implementar la respuesta a los riesgos.
- 5.- Monitorear los riesgos.

3.4 Desarrollo de la investigación

Para el desarrollo de la primera parte de esta investigación inicié analizando cómo afectan las inundaciones en la infraestructura de comunicaciones, específicamente en la carretera costera Mex 200. Previamente a través de las observaciones de los dos fenómenos meteorológicos que provocaron los mayores desastres (Tormenta Javier 1998 y Huracán Stan 2005), clasifiqué las zonas de afectación para poder catalogar los daños más frecuentes, localizarlos y conocer las zonas con riesgo medio-alto.

Y así, conocidas las causas y efectos de los daños más frecuentes, acoté esta información a la región del Soconusco, para conocer el impacto socioeconómico

en diferentes sectores de la población, busqué en las técnicas de valoración del riesgo según la norma UNE 31000-31010 y procedí a la búsqueda de la propuesta del modelo para la Gestión de Riesgo en desastres meteorológicos.

Por lo que lo que el desarrollo de este trabajo lo pude organizar en varias etapas, como las enuncio a continuación:

Etapas 1

En esta etapa observé la necesidad de averiguar sobre un problema en la sociedad de la región de Soconusco llevando a cabo una investigación sobre información existente del tema planteado:

(1) Revisión acerca del estado actual de toda la longitud de la carretera costera Mex 200. Inicialmente consulté información, cifras y datos oficiales (INEGI, CONAGUA, Protección Civil, CENAPRED, Secretaría de Infraestructura y Transporte), para obtener una relación de daños sufridos por los eventos meteorológicos, poder establecer factores analíticos del riesgo y tener un primer intento de diseño de modelo para la gestión de riesgo. Posteriormente se desarrolló el análisis de las zonas de riesgo de inundaciones, teniendo como objetivo tener una herramienta que mejore la prevención y logre minimizar los daños debidos a las inundaciones. Con toda esta información procedí a estudiar y clasificar las afectaciones y siniestros más frecuentes en las diferentes partes de la carretera costera Mex 200 con riesgo medio-alto, aplicando el modelo resultante.

(2) Búsqueda de información de desastres vinculados a las inundaciones. Acá desarrollé la metodología analítica: en la que recabé información de los siniestros por inundaciones, sus causas y efectos. Después analicé la infraestructura carretera y la posible prevención frente a estos fenómenos. El objetivo de esta

etapa fue documentar y analizar los aspectos que más influyen sobre el estado en cuestión.

(3) Realizar un resumen de causas y consecuencias de los Desastres sucedidos. Inicé con un análisis de las causas y efectos directos de las inundaciones para poder plantear el modelo para la gestión de riesgo y la función de este. Después de haber propuesto el modelo, lo apliqué a un caso concreto, con la misma trazabilidad según la matriz FODA de la zona estudiada.

Realicé las primeras reflexiones, marcando los elementos más importantes de las causas y sus consecuencias por las inundaciones. Antes de exponer el modelo para la gestión de riesgo, me apoyé en un análisis estadístico confiable de los daños sufridos por las inundaciones. Para después verificar toda esta información por siniestros, fortalezca la necesidad y aplicabilidad del modelo de gestión a proponer.

Etapa 2

Posteriormente, tras esta investigación y búsqueda de información, expuse una idea de modelo para la gestión de riesgo en desastres meteorológicos. Que me permitió la búsqueda de un formato idóneo, en el que pude comprender la importancia de esta investigación.

El objetivo que propuse fue el estudio de todos los aspectos físicos y climáticos que conforman el entorno de la carretera costera Mex 200, de manera tal que esta investigación permita mejorar el comportamiento ante estos siniestros.

Etapa 3

Llevé a cabo la aplicación del modelo para la gestión de riesgo propuesto, con tres casos concretos, de eventos registrados en la región (Puentes sobre los ríos

Coatán, Huixtla y Vado Ancho). Llevando a cabo un trabajo de campo, análisis de la información obtenida, y estructuración del modelo para la gestión de riesgo propuesto.

Se seleccionaron tres lugares concretos de la carretera costera Mex200, aunque puede ser extrapolado a diferentes lugares en toda la longitud de esta vía de comunicación.

Durante el periodo estudiado (Huracán Stan, 2005), desarrollé las siguientes etapas:

- Estudios preliminares en los lugares escogidos. Buscando y ordenando la bibliografía de los desastres naturales acá descritos ocasionados por inundaciones.
- Trabajo de campo. Revisión de la carretera costera, fotografías, toma de datos y entrevistas con lugareños.
- Revisión de la información y estructuración del modelo para la gestión de riesgo.
- Desarrollo de una matriz FODA, con el que tuve las primeras propuestas de mejoras en el objeto de esta investigación.

Etapas 4

Después de realizado el análisis necesario sobre las fortalezas y debilidades del modelo propuesto, realicé las consideraciones de mejoras en la carretera costera, apegadas a las normas del sector comunicaciones y transportes, con el fin de minimizar o reducir las consecuencias de los siniestros por inundaciones. Y mediante una matriz, pretendo crear una herramienta que permita analizar la realidad de vías de comunicación para la toma de decisiones en el futuro.

Terminado el análisis de esta investigación, va a ser necesario la definición de estrategias que lleven a desarrollar las fortalezas de las zonas con riesgo medio-alto para así superar las debilidades, control de las amenazas y beneficio de las oportunidades.

Etapa 5

Asimismo, realicé una serie de entrevistas semiestructuradas a expertos y grupos focales, para conocer su visión de la situación actual que guarda la carretera costera, así como su experiencia en los desastres meteorológicos de 1998 y 2005. Una vez recogida la información a través de estas entrevistas, de acuerdo con Díaz-Bravo, et al (2013), realicé un análisis del discurso y del contenido con objeto de identificar unidades de sentido detallando los argumentos que respondían a los objetivos de este trabajo, así como aquéllos que confirmaban, avalaban y enriquecían los resultados de la investigación, apoyado por el software ATLAS. Ti versión 8¹¹.

El análisis de las entrevistas persiguió un fin específico y concreto: la comprensión regional tal y como el propio entrevistado la construye. Este estudio sitúa a los investigadores en una posición de EMIC¹², es decir, el recorrido del análisis del discurso respetó la subjetividad del entrevistado y evitó cualquier tipo de criterio personal y/o postura ideológica por parte del investigador; y desde una posición de ETIC con mi punto de vista, las herramientas metodológicas y categorías expuestas en este capítulo. Las tareas de análisis comenzaron con la lectura detenida del

¹¹ **ATLAS. ti** es un potente conjunto de herramientas para el análisis cualitativo de grandes cuerpos de datos textuales, gráficos y de vídeo. La sofisticación de las herramientas le ayuda a organizar, reagrupar y gestionar su material de manera creativa y, al mismo tiempo, sistemática.

¹² Se entiende generalmente **EMIC**, como el punto de vista del nativo y **ETIC** como el punto de vista del analista, mediante una serie de herramientas metodológicas y de categorías (Jean-Jacques Nattiez, 1990: 61).

contenido transcrito. A continuación, inicié el proceso de reconstrucción de todas las entrevistas para dar alcance a los objetivos establecidos. En el análisis del discurso se contemplaron dos dimensiones, el texto y el contexto. Por ello, la contextualización de los argumentos expresados por el entrevistado fue de orden transversal, esto es, acompañando todo el proceso de estudio. El objetivo fundamental era la búsqueda y sistematización de las categorías utilizadas por el entrevistado. El recurso a las categorías permitió codificar toda la conversación a través de conceptos. Una vez fijados los núcleos centrales, las categorías globales (conceptos-eventos), se elaboró el plan específico de análisis.

Los estudios cualitativos poseen datos descriptivos ricos. A través de la entrevista recogí percepciones, sentimientos e intuiciones de los informantes respecto a determinada situación. A partir de los datos “levanté” conceptos y construí comprensiones: “las comprensiones están fundamentadas en los datos y se desarrollan a partir de ellos” (Díaz-Bravo et al, 2013, p. 165).

3.5 Técnicas de recopilación de la información.

En el estudio desarrollado, consideré dos técnicas de recopilación de información:

- La técnica inicial fue de observación cuantitativa¹³, la cual desarrollé con la recolección de información correspondiente a estadísticas de eventos meteorológicos que produjeron los desastres en 1998 y 2005 de la carretera costera Mex 200 (Dalle et al, 2005 y Gómez, 2016); así como información oficial gubernamental de la situación actual que guarda esta importante vía de comunicación.

¹³ La observación cuantitativa es una recolección objetiva de datos que se centra en números y valores, se sugiere “asociados a, de o representados en términos de cantidad. Los resultados de la observación cuantitativa se obtienen utilizando métodos de análisis estadísticos y numéricos (Del Cid, et al, 2007).

- Las técnicas para recoger la información cualitativa¹⁴ fueron entrevistas semiestructuradas¹⁵ para tener una visión postpositivista¹⁶ - etnográfica¹⁷ dirigidas a expertos; así como a grupos focales, los cuales ya mencioné anteriormente en este mismo capítulo, para enriquecer y complementar la recolección de datos, con la finalidad de obtener una perspectiva más particular de las afectaciones que han producido los fenómenos meteorológicos a los procesos productivos de parte de quienes asumen un mayor grado de responsabilidad en la gestión de los sectores productivos regionales (Padua, 1993).

Asimismo, se llevaron a cabo visitas de todos los tramos de la carretera costera para verificar su situación, corroborar daños, afectaciones, estado de conservación

¹⁴ La investigación cualitativa, a diferencia de la cuantitativa, se centra en el “por qué” en lugar del “que” y básicamente se enfoca en recopilar datos que no son numéricos. La suposición de este método de investigación se enfoca en que el conocimiento es más subjetivo que objetivo (Monje, 2011).

¹⁵ En la entrevista semiestructurada se decide de antemano qué tipo de información se requiere y en base a ello – de igual forma- se establece un guion de preguntas. No obstante, las cuestiones se elaboran de forma abierta lo que permite recoger información más rica y con más matices que en la entrevista estructurada. En la entrevista semiestructurada es esencial que el entrevistador tenga una actitud abierta y flexible para poder ir saltando de pregunta según las respuestas que se vayan dando o, inclusive, incorporar alguna nueva cuestión a partir de las respuestas dadas por la persona entrevistada (Folgueiras, 2018).

¹⁶ El **postpositivismo** cree que existe una realidad, pero, a diferencia del positivismo, cree que la realidad solo puede conocerse imperfecta y probabilísticamente. Los **postpositivistas** también se inspiran en el construccionismo social para formar su comprensión y definición de la realidad.

¹⁷ La etnografía es un método de investigación cualitativa de las ciencias sociales para describir e interpretar de manera sistemática la cultura de los diversos grupos humanos o comunidades. Pretende poder descifrar los comportamientos en términos de un sistema de valores y creencias propio, de la cultura observada y captar la mirada desde los propios sujetos sociales. Busca relevar la información en el contexto en el que se produce. Para ello, se realiza trabajo de campo y se utiliza técnicas de recolección de datos como la observación participante y entrevista abierta. La información recogida en el campo se registra en una bitácora o cuaderno de registro (Guber, 2011).

y mantenimiento; así como entrevistas informales con pobladores a lo largo de la carretera costera Mex 200.

3.6 Técnicas de análisis de la información.

Las técnicas de análisis de la información cuantitativa utilizada fue principalmente la estadística descriptiva¹⁸ en el tratamiento de la información numérica, en base a cuadros de frecuencias, con datos del sector gubernamental para ayudarme a entender la gestión de riesgos planteada y poder describir mejor los análisis de la información cualitativa recabada, lo cual puede verse en los capítulos 5 y 6 de esta investigación (Dalle et al, 2005 y Gómez, 2016).

El modelo de análisis de información cualitativa que he utilizado es el modelo que proponen Miles y Huberman (1984)¹⁹, que implica la diferenciación del trabajo en tres etapas, formando junto a la recopilación de datos un proceso interactivo y cíclico; estas etapas son: (1) Reducción de datos: implica la selección, focalización, simplificación, abstracción y transformación de los datos; (2) Estructuración y presentación: es referida esta fase a la organización de la información; (3) Extracción de conclusiones y verificación: aquí extraemos y verificamos las conclusiones a partir de los datos obtenidos en las fases anteriores.

¹⁸ La **estadística descriptiva** es un conjunto de técnicas numéricas y gráficas para describir y analizar un grupo de datos, sin extraer conclusiones (inferencias) sobre la población a la que pertenecen.

¹⁹ Miles y Huberman (1984) establecen que la presentación de los datos cualitativos según sus categorías y relaciones entre ellas pueden hacerse en cuadros, diagramas y matrices. Procedimiento que permite contar en forma integral con la disposición de los datos según las categorías de la investigación, lo que facilitará la elaboración de conclusiones en el análisis. La tabulación es una de las etapas más descuidadas del procesamiento de los datos, sin embargo, es fundamental para construir conclusiones.

Asimismo, el análisis contextual de las categorías, que describiré más adelante en el capítulo 4, a través del discurso fenomenológico²⁰ corresponde a la técnica más adecuada y eficaz dada la naturaleza de esta investigación (Padua, 1993).

En el desarrollo de esta investigación incluí la visión de los expertos misma que fue esencial en la construcción de las categorías de análisis. El abordaje del fenómeno requiere suspender los juicios previos que puedan producir distorsiones subjetivas, es dar pauta a que el fenómeno hable desde sí. Ángel, D., (2011)

Esta investigación buscó descubrir modelos explicativos sobre determinados fenómenos que afectan la gestión de riesgos y cuyo postulado se encuentra apoyado en el análisis y posterior interpretación de los datos recogidos.

La complementación de la información recabada, su sistematización y presentación la desarrollé con el esfuerzo de ser coherente con la metodología de investigación que seleccioné, para lo cual opté por presentar la información y el análisis de los datos cuantitativos como complemento y testimonial de los datos cualitativos, de una manera complementaria, con los relatos testimoniales de las entrevistas obtenidas en los grupos focales y de expertos-, buscando la mayor consistencia entre los resultados obtenidos, como así también, interpretando o analizando contradicciones, reafirmaciones y paradojas (Monje, 2011).

Hoy en día la investigación cualitativa, afirma Hernández Carrera (2014), se caracteriza por la combinación de distintas disciplinas y objetos de estudio. Así

²⁰ La fenomenología (hermenéutica) como postura filosófica fue planteada por Edmund Husserl. Como método de investigación se utiliza en las ciencias sociales, para estudiar algún fenómeno específico considerando el punto de vista de los participantes. A diferencia del diseño narrativo, centrado en la sucesión de eventos desde el punto de vista cronológico, en la fenomenología "el investigador identifica la esencia de las experiencias humanas en torno a un fenómeno de acuerdo con cómo lo describen los participantes del estudio" (Creswell, 2003, p. 15).

algunos autores como Denzin y Lincoln (2012) o Flick (2012) afirman que la investigación cualitativa es inherentemente multimetodológica y el uso de distintos métodos de cara a la triangulación refleja la intención del investigador de asegurar la comprensión del fenómeno objeto de estudio. “La realidad objetiva es incomprensible; conocemos una cosa sólo mediante sus representaciones” (Denzin & Lincoln 2012, p. 53).

Hernández Carrera (2014) señala que, superada la época en la que el abordaje desde el paradigma positivista era el que confería soporte empírico a las investigaciones sociales y demostrado tras muchos años de investigación cualitativa que ésta es la forma más básica de investigación social, “ahora los trabajos cualitativos se aceptan de un modo más amplio que antes, y esto ha llevado a un crecimiento del interés en la combinación de las técnicas cualitativa y cuantitativa” (Bryman, 1988; Brannen, 1992).

Para la interpretación y análisis de las entrevistas semiestructuradas realizadas me apoyé en la metodología de la *Teoría Fundamentada*²¹ que es la más adecuada para resolver este tipo de cuestiones, ya que se adapta más a los esfuerzos para discernir el proceso a través del cual los actores construyen significados más allá de su experiencia intersubjetiva, puede ser utilizada en una forma lógicamente consistente con los supuestos claves de la realidad social y de cómo ella es conocida. La TF es menos adecuada, por ejemplo, cuando se busca conocer la “realidad objetiva” y, por el contrario, es más apropiada cuando

²¹ La teoría fundamentada fue desarrollada por Glaser y Strauss en el año de 1967 y se fue ampliando en distintas direcciones (Glaser, 1978; Strauss y Corbin; 2002; Avenas, 2005; Trinidad, Carrero y Soriano 2006). Su fundamentación teórica está arraigada en el interaccionismo simbólico (Blumer, 1969), en donde se busca determinar qué significado simbólico tienen los artefactos, los gestos y las palabras para distintos grupos de personas cuando interactúan unas con otras. De acuerdo a esto, se pretende construir lo que los interactuantes observan como su realidad social.

queremos saber cómo las personas interpretan su realidad (Sudabby, 2006). La teoría fundamentada es capaz de proporcionar teorías, conceptos, hipótesis partiendo en forma directa de los datos y no de marcos teóricos ya establecidos con anticipación. Se logra desarrollar la teoría en forma inductiva partiendo del análisis de un conjunto de datos. Dicha teoría considera el estudio de caso más que de variables, se comparan esas variables con muchos casos parecidos, pero con respuestas diferentes para visualizar dónde están las diferencias y de obtenerse casos que tienen la misma respuesta son observados para ver qué condiciones tienen todos en común. (Trinidad et al., 2006). Según Strauss y Corbin (1998), la TF puede ser utilizada sobre todo en el campo de las ciencias sociales. El requisito principal es que se trate de una investigación orientada a generar una teoría de un fenómeno, o que se desarrolle en un área en la que no existen explicaciones suficientes y satisfactorias.

Los hallazgos obtenidos en esta investigación que fueron sujetos de análisis fueron los siguiente:

- Daños en la carretera costera.
- Causas de los daños en la carretera costera (método constructivo, factores humanos, factores medio-ambientales, factores de control, por método o sistema constructivo, por contratos o concesiones).
- Mala y regular experiencia como usuario de la carretera costera.
- Mal mantenimiento y conservación de la carretera costera.
- Impacto en la economía regional ante un desastre en la carretera costera.
- Repercusión en negocios por desastres meteorológicos.
- Tiempo de normalización después de desastre meteorológico.
- Merma en productos por estado de la carretera costera.
- Accidentes viales por estado de la carretera costera.

- Daños en vehículos por estado de la carretera costera.
- Transporte lento (tiempos muertos).
- Pérdida de oportunidades por estado de la carretera costera.

3.7 Conclusiones.

Para llegar a las conclusiones utilicé la metodología de la “Narrativa Testimonial” que constituye un método de investigación (Connelly y Clandinin, 1995) como una forma de acceder al conocimiento (Domínguez y Herrera, 2011) entendiendo de antemano que, al ser uno de los métodos propios de las ciencias sociales, en contraposición al enfoque positivo, no tiene la pretensión de establecer reglas generales, leyes universales ni constantes transhistóricas, sino que busca proporcionar descripciones que colaboren en la comprensión de cómo transcurre el proceso de constitución y recreación de sentidos de las propias acciones por parte de los que las llevan a cabo en diferentes escenarios sociales histórica y geográficamente contextualizados, sobre la base de la interpretación de sus saberes, convicciones, creencias, motivaciones, valoraciones, intenciones subjetivas e interacciones con “los otros” (MECT, 2007). Es un instrumento metodológico ideal para visualizar las experiencias situadas. Se propone de esta manera presentar un análisis de la narrativa testimonial a fin de establecer algunas consideraciones en torno a aspectos metodológicos del estudio de los desastres naturales meteorológicos y sus efectos en la carretera costera Mex200.

Cabe mencionar en este Capítulo, sobre la metodología empleada, que el que escribe y realizó esta investigación es ingeniero civil de profesión, especialista en geotecnia, además de otros posgrados. Que viví en carne propia los dos eventos acá descritos, que participe en los proyectos de reconstrucción de la carretera costera, así como en los atlas de riesgos en las diferentes zonas de este desastre.

Que he tenido la experiencia suficiente para exponer esta problemática, analizarla y proponer un modelo de gestión de riesgos acorde a la realidad de mi región.

4. Propuesta del Modelo para la gestión de riesgos en desastres meteorológicos.

En el presente apartado, partí del conocimiento que la gestión del riesgo se contempla en la Normativa UNE 31000-31010 se clasifican y analizan los riesgos, no obstante, se necesita conocer cuáles son los daños más frecuentes por inundación.

El modelo para la gestión de riesgo aquí expuesto se planteó desde una perspectiva de riesgo medio-alto de sufrir un siniestro por inundación basado en varias fuentes estadísticas (públicas y propias) de los daños más frecuentes acaecidos en catástrofes similares en la carretera costera Mex200.

4.1 Análisis estadísticos cuantitativos según las fuentes consultadas

Seguidamente y con el fin de unificar los daños evaluados que han resultado de siniestros ocasionados por las fuertes precipitaciones y escorrentías de agua, se agruparon los estudios de la siguiente forma:

- Análisis de amenazas que han provocado deforestación y degradación de los bosques y selvas de Chiapas;
- Inundaciones;
- Patrón de lluvias en la región del Soconusco.
- Impactos de los desastres meteorológicos de la tormenta Javier en 1998 y el huracán Stan en 2005.

4.2 Revisión de la infraestructura de la carretera costera Mex200:

- Puentes:

- Puentes sin ningún daño o de reciente construcción o reparación.
- Puentes en buen estado, con requerimientos de trabajos de conservación rutinaria.
- Puentes sin problemas estructurales, pero con daños menores que requieren atención.
- Puentes con daños importantes, requieren relleno y reconstrucción de terraplenes en accesos y conos de derrame, reconstrucción de parapetos, reparación de losas, sustitución de elementos aislados.
- Puentes con daños graves que requieren reconstrucción parcial.
- Puentes con daño extremo o riesgo de colapso, que requiere reconstrucción total.

- Elementos de la carretera.

- Derrumbes, deslizamientos, flujo de lodos: corresponde a todas las afectaciones ocasionadas por inestabilidad de las laderas, disminución de cohesión de los terrenos o desprendimientos de placas de las montañas;
- Pérdida de banca, hundimientos: son las afectaciones producidas por los mismos fenómenos anteriores, cuando se presentan en el talud inferior y ocasionan pérdida de la banca y hundimientos. También pueden deberse a fenómenos rotacionales de las laderas;
- Afectación de obras de drenaje: taponamientos por colmatación de cunetas o desprendimiento de taludes (derrumbes), pérdida de encoles y descoles, filtros, zanjas de coronación y filtros laterales o profundos, así como pérdidas de banca con destrucción de cabezales o de los pasos de agua;

- Afectación de obras de contención o estabilización: deterioro o pérdida de obras de contención en concreto simple o reforzado o en gaviones, tanto en el talud superior como en el inferior;
 - Afectación de terraplenes: pérdida total o parcial por derrumbes, pérdida de los taludes superior o inferior, o pérdidas de cohesión o licuación que ocasionan hundimientos o desprendimientos.
 - Pavimentos: características y condiciones actuales.
- **Niveles de servicio.**
- El nivel de servicio es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los usuarios.

4.3 Cédula de Zonas afectadas.

Teniendo la información de campo, realicé la captura de estos en una cédula para que posteriormente realizar el análisis de la gestión del riesgo de desastres.

Las cédulas fueron diseñadas como a continuación se detalla:

i) *Cédula.*

Para iniciar el desarrollo de la gestión de los daños, fue importante empezar el estudio de zonas afectadas o con posibles mejoras con una visión preventiva. Así se describe de una forma esquemática cada una de las zonas susceptibles del lugar del desastre.

Fue necesario diferenciar cada una de las partes que rodean a la carretera de este estudio. Con este estudio recopilé en sitio, aquellos aspectos físicos, topográficos,

geográficos, tipológicos, ambientales, fluviales y afectaciones realizadas por el hombre o la naturaleza de las inundaciones que afectan a la carretera.

ii) Información complementaria y hallazgos.

Fue necesario realizar una recopilación visual y objetiva de las zonas dañadas, así como toda la información de los cambios o daños que sucedieron en la vida útil que tiene la carretera y toda su infraestructura.

Recabé toda la información estadística, que tuve a mi alcance, de eventos meteorológicos que han producido los más grandes desastres ocurridos en 1998 y 2005 de la carretera costera Mex200.

Asimismo, partiendo del análisis de las entrevistas semiestructuradas practicadas a expertos y a grupos focales, dí una narrativa testimonial de todos estos actores para poder describir todo lo que ellos han vivido y viven en el día a día sobre el impacto socio-económico de la carretera costera Mex200 en la vida de quienes vivimos en la región del Soconusco, y así comprender la importancia que tiene y la necesidad que tenemos de un modelo para la gestión del riesgo en desastres meteorológicos.

iii) Gestión de riesgo.

Se analizó esta cédula desde dos puntos de vistas, una de manera preventiva y otra posterior al acontecimiento de otro posible desastre para saber cómo gestionar una vez ocasionado el daño o desastre.

Esta etapa fue base y objeto propio de la investigación, dado que de lo que se obtuvo poder analizar partes positivas y negativas, para concluir en un verdadero modelo de análisis y gestión de los efectos en la carretera.

iv) *Análisis FODA*²².

El análisis FODA me permitió identificar las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas de un proyecto específico o del plan de negocios general. Con esta herramienta, cualquier equipo puede planificar estratégicamente y mantenerse a la vanguardia de las tendencias del mercado.

Después de llevar a cabo el análisis de la carretera y toda su infraestructura, se planteó revisar de forma conjunta las fortalezas o debilidades, mediante la aplicación de la matriz *FODA*.

Las categorías de análisis surgieron en función de la observación en las visitas de campo, de las entrevistas semiestructuradas a expertos y grupos focales, y de la información oficial del estado que guarda la carretera:

- Riesgos asociados al mantenimiento y estado de conservación de la carretera
- Riesgos asociados al estado actual de la carretera
- Riesgos asociados a la afectación de la carretera en caso de desastres meteorológicos
- Riesgos asociados al corte de circulación en la carretera en caso de desastres meteorológicos
- Riesgos asociados a la reparación de los daños ocasionados con los desastres meteorológicos
- Riesgos asociados al estado de conservación de la carretera
- Riesgos asociados a daños en carpeta asfáltica y baches
- Riesgos asociados a daños estructurales y asentamientos de puentes
- Riesgos asociados a daños en las obras de alcantarillado

²² El análisis FODA te permite identificar las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas de un proyecto específico o de un plan de negocios general. Con esta herramienta, se puede planificar estratégicamente. (Keneth y Roland, 1974).

- Riesgos asociados al mal control de calidad de los materiales de construcción
- Riesgos asociados a la falta de mantenimiento de los cauces fluviales
- Riesgos asociados a la falta de limpieza del sistema de alcantarillado
- Riesgos asociados a la deforestación
- Riesgos asociados al cambio climático
- Riesgos asociados a la falta de medidas y controles en vías fluviales
- Riesgos asociados a las técnicas de construcción de la carretera
- Riesgos asociados a la mala planificación de la carretera
- Riesgos asociados a la falta de prevención del sector público
- Riesgos asociados a modificaciones en la infraestructura de la carretera
- Riesgos asociados a fallo y error del diseño de la carretera
- Riesgos asociados a deficiencia en el equipo de diseño de ingeniería
- Riesgos asociados a escaso seguimiento de la infraestructura de la carretera
- Riesgos asociados a falta de información a la población
- Riesgos asociados a falta de bitácora de mantenimiento de la carretera
- Riesgos asociados a situación geográfica
- Riesgos asociados a tipología del terreno
- Riesgos asociados a falta de estudio del terreno
- Riesgos asociados a falta de ensayos de control de zonas inundables por sectores
- Riesgos asociados a falta de mecanismos de protección públicos
- Riesgos asociados a dependencia del presupuesto gubernamental
- Riesgos asociados a nivel económicamente bajo de la localidad
- Riesgos asociados a desastre meteorológico

v) *Consideraciones complementarias.*

Para concluir la cédula se llevará a cabo el análisis del problema planteado, para presentar una propuesta de mejoras frente a los daños observados en el tramo estudiado de la carretera costera Mex200 (Arriaga-Tapachula) provocadas por las inundaciones y desastres meteorológicos.

4.3.1 Diseño de la cédula.

I) Cédula de la Zona Afectada.

I.1 Datos de identificación.

- Denominación:
- Localización:

I.2 Característica global.

I.3 Aspectos Físicos.

I.4 Aspectos topológicos.

1.5 Afectaciones fluviales.

1.6 Factores climatológicos.

II) Información complementaria.

ii.1 Daños observados.

ii.2 Durante desastres naturales.

ii.3 Situación actual.

ii.4 Origen de la inundación.

III) Gestión del riesgo.

III.1 Acciones para prevención del desastre.

III.2 Acciones Post-desastre:

IV. Matriz FODA.

AMENAZAS	OPORTUNIDADES
DEBILIDADES	FORTALEZAS

V. Consideraciones finales. Propuesta de mejoras del tramo carretero.

VI. Conclusión del Análisis del tramo carretero.

VII. Imágenes Ilustrativas.

VII.1 Mapa del tramo carretero.

VII.2 Fotografías en general (Después de desastres meteorológicos y actuales).

4.4. Análisis cualitativo de las entrevistas semiestructuradas realizadas a expertos y grupos focales.

Después de realizar las entrevistas semiestructuradas a los expertos y grupos focales, se lleva a cabo los análisis cualitativos de la situación que guarda la carretera costera, así como los impactos socioeconómicos por su conservación, mantenimiento, y desastres meteorológicos que sufren todos los sectores de la población en la Región del Soconusco; siempre respetando la interpretación de la realidad de los entrevistados y su visión.

4.5 Análisis de impacto de riesgos en la carretera costera.

Después del análisis estadístico cuantitativo de los daños evaluados de los desastres meteorológicos estudiados, de 1998 y 2005, la revisión del estado actual de la infraestructura carretera, recopilación de datos mediante la cédula de zonas afectadas propuestas, la interpretación de las entrevistas semiestructuradas a expertos y grupos focales, que podemos ver más adelante en los capítulos 5, y 6 de esta tesis; llevé a cabo lo siguiente:

- Evaluación de probabilidad de impacto de riesgos.
- Matriz de probabilidad de impacto de los riesgos.
- Priorización de los riesgos.
- Plan de respuesta a los riesgos.
- Conclusiones.

5. Análisis de los Fenómenos Meteorológicos

En el presente capítulo partí desde el conocimiento de la gestión integral de riesgos de desastres en México que ha sido históricamente afectado por un sinnúmero de desastres. Entre los más significativos en términos de pérdidas de vida e impacto socioeconómico se encuentran los desencadenados por los sismos del 19 de septiembre de 1985 y de 2017. De manera adicional, cabe recordar desastres como los provocados por una serie de huracanes, en el que incluimos la tormenta Javier en 1998 y el Stan en 2005, durante los cuales, las consecuencias fueron particularmente devastadoras en el estado de Chiapas -que se caracteriza por altos niveles de marginación y pobreza-. La vulnerabilidad de estos eventos está constituida por la combinación de aspectos de índole social, económico, cultural, político e institucional, conformados a través del desarrollo histórico, y puede definirse como la propensión de la población a ser afectada por el impacto potencial de alguna amenaza, ya sea de origen natural, socio natural o tecnológico. Ésta refiere indirectamente al concepto de exposición, como el sitio de ubicación de personas, propiedades, sistemas u otro tipo de bienes en relación con dichas amenazas. Los desastres no son naturales, sino socialmente contruidos; éstos reflejan la materialización del riesgo, el cual resulta del impacto potencial de diversas amenazas en una sociedad vulnerable y expuesta a las mismas. Por ello, más allá del entendimiento de la potencial distribución y dinámica espacial y/o temporal de las amenazas, cuya relevancia es incuestionable, son precisamente la vulnerabilidad y la exposición los ingredientes del binomio que expresa fehacientemente los procesos de construcción social del riesgo que se deben atender con la finalidad de disminuir el riesgo de desastres (Alcántara et al, 2019).

Lo aquí expuesto, se plantea desde una perspectiva de riesgo medio-alto de sufrir un siniestro por inundación basado en varias fuentes estadísticas (públicas y privadas) de los daños más frecuentes acaecidos en catástrofes similares en un mismo sector.

Por su alta exposición a amenazas climáticas y geológicas, dice UNISDR (2017), así como su intenso ritmo de crecimiento y de inversiones, durante las décadas de los noventa y el dos mil, México estuvo en los primeros lugares de una lista de cuarenta países, por sus pérdidas económicas asociadas a desastres, de acuerdo con el Global Assessment Report on disaster risk reduction 2013 (GAR), de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR). Este mismo informe reporta que México ha alcanzado casi la cifra de 50,000 millones de USD de daños por desastre en los últimos 30 años, con un promedio anual de casi 2,000 millones de USD.

Los fenómenos como la Tormenta Javier (1998) y el Huracán Stan (2005), así como frentes fríos, incendios y otros fenómenos adversos, combinados con la alta vulnerabilidad del territorio y las poblaciones con bajos índices de Desarrollo Humano en el Sur-Sureste de México, han generado desastres y sufrimiento sin precedentes. Estos impactos se han traducido en interrupciones o retrocesos de los procesos locales de desarrollo, afectando la salud, la seguridad alimentaria, la infraestructura básica, el entorno, el tejido social y cultural de la población, entre muchos otros aspectos de la vida diaria.

5.1 Deforestación

El proceso de deforestación y degradación de los bosques y selvas de Chiapas se ha acentuado en las últimas décadas. La explotación de los recursos naturales se ha dado desde los siglos pasado y antepasado, cuando empresas extranjeras

adquirieron miles de hectáreas para talar maderas preciosas, aunado al crecimiento de las comunidades en la época de formación de ejidos, y recientemente a las reubicaciones de indígenas en la sierra. El hecho significativo es que el número de hectáreas dedicadas a las actividades agrícolas o ganaderas que existían en 1974 se duplicaron para 1986, es decir en 12 años; sin embargo, este mismo incremento se volvió a dar en tan sólo cuatro años (1990), modificando sustancialmente la superficie forestal y, por ende, la capacidad de retención de las cuencas ante las lluvias (Escalante, 2006, 40).

La capa vegetal de los bosques y selvas retiene el suelo con sus raíces, disminuye la fuerza del agua de lluvia y promueve su infiltración hacia el subsuelo. Esto impide la erosión y el deslave de los suelos, regula el flujo de agua a los arroyos y ríos y evita que los cuerpos de agua y las presas se azolven. Cuando se destruye la cobertura vegetal el agua se lleva el suelo, éste cubre el cauce de los ríos y al cubrirlos el agua se desborda, acrecentando las inundaciones (Escalante, 2006, 40).

Fig. 5.1
Deforestación en el estado de Chiapas.



Fuente. *Árboles talados ilegalmente en Chiapas, Xantomila Jessica, La Jornada (2020).*

En la tabla 5.1 se puede observar el deterioro forestal acelerado que ha sufrido la llamada Región del Soconusco (Escalante, 2006, 40). El hecho significativo es que el número de hectáreas dedicadas a las actividades agrícolas o ganaderas que existían en 1974 se duplicaron para 1986; sin embargo, este mismo incremento se volvió a dar para 1990, modificando sustancialmente la superficie forestal y, por ende, la capacidad de retención de las cuencas ante las lluvias.

Tabla 5.1

Variación del porcentaje de uso de suelo en la Región del Soconusco.

Año	Agrícola o pastizal (%)	Forestal conservada (%)	Forestal fragmentada (%)
1974	13.85	67.14	19.01
1986	21.54	15.31	63.15
1990	43.04	0	56.96

Fuente. Tabla realizada por Escalante (2006).

5.2 Inundaciones

El problema principal de la Región del Soconusco lo representa el fenómeno de las inundaciones, ya que a consecuencia de la intensidad de las lluvias que inciden en la zona, aunado a la morfología y degradación de las cuencas, la ubican en condiciones críticas de vulnerabilidad respecto a la infraestructura situada en los márgenes de los principales cauces (Escalante, 2006, 41).

Estas condiciones han quedado de manifiesto por las lluvias torrenciales ocurridas en septiembre de 1998 y por los efectos del huracán Stan en octubre de 2005 (Reforma, 2005).

Fig. 5.2
Inundaciones en la región del Soconusco.



Fuente. Imagen de Pérez Fredy M., El Universal (2020).

Un paso importante en el desarrollo de las estrategias de mitigación es el conocimiento profundo de las características hidrológicas de la región. En el aspecto de la lluvia, es conveniente determinar si existe o no un cambio en el patrón de ocurrencia, no sólo en la periodicidad sino también en cuanto a su magnitud (Escalante, 2006, 41).

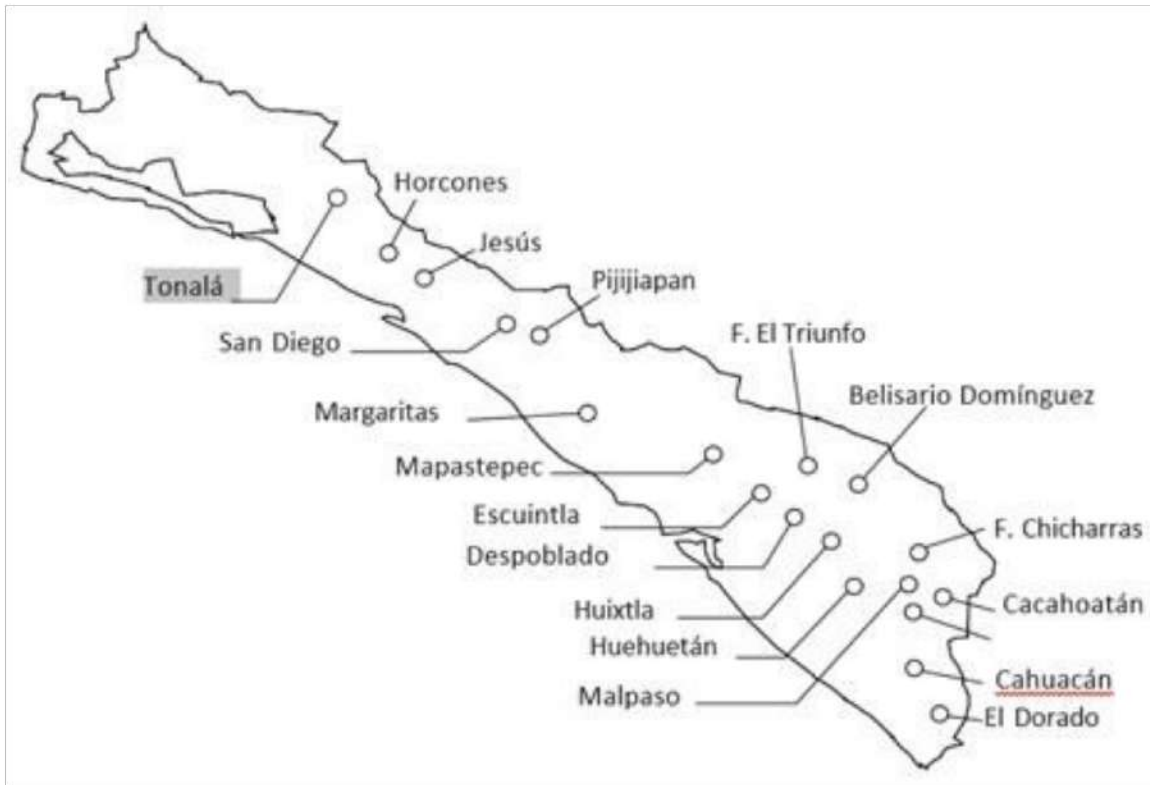
5.3 Patrón de lluvias en la Región del Soconusco

Para determinar el comportamiento de la precipitación en la región, señala Escalante (2006, 41) se obtuvo información de estaciones meteorológicas que contaran con la mayor cantidad de información (Servicio Meteorológico Nacional, 2018) y estuvieran distribuidas a todo lo largo de la Costa, quedando un total de diecinueve. Las variables analizadas son: tormentas más adversas registradas,

lluvia acumulada anual y mensual, lluvia acumulada para duraciones de uno a diez días, días con lluvia apreciable y días con lluvia en el año para diferentes alturas de precipitación.

Fig 5.1

Ubicación de las estaciones meteorológicas en la Región del Soconusco.



Fuente. Mapa de estaciones meteorológicas, SMN-CONAGUA (2006).

Tabla 5.2*Ubicación de las estaciones meteorológicas en la Región del Soconusco*

Clave	Estación	Latitud		Longitud		Altura (msnm)	Periodo de registro
		Grados	Minutos	Grados	Minutos		
7014	Belisario Domínguez	15	18	92	21	660	1963-2000
7018	Cacahoatán	14	59	92	9	350	1944-2002
7019	Cahoacán	14	43	92	16		1962-2000
7038	Despoblado	15	12	92	33	60	1965-2000
7045	El Dorado	14	40	92	12	9	1951-2000
7048	Finca El Triunfo	15	20	92	32	971	1973-2000
7053	Escuintla	15	19	92	39	110	1957-2002
7057	Finca Chicharras	15	7	92	14	1 264	1961-2000
7074	Horcones	15	57	93	36	140	1965-1992
7075	Huehuetán	15	0	92	24	44	1965-2000
7077	Huixtla	15	8	92	29	40	1954-2002
7084	Jesús	15	52	92	29	90	1965-2000
7113	Mapastepec	15	27	92	52	32	1961-1992
7115	Margaritas	15	35	93	3	80	1965-2000
7129	Pijijapan	15	41	93	12	38	1959-2000
7191	Malpaso	14	59	92	14	303	1961-2000
7200	Tapachula	14	56	92	16	179	1952-2001
7201	Tonalá	16	5	93	42	17	1959-1999
7352	San Diego	15	44	93	18		1982-1996

Fuente. Estaciones meteorológicas en la Región del Soconusco, SMN-CONAGUA (2006).

Tabla 5.3

Lluvia promedio anual y mensual para diferentes periodos de tiempo de cada estación meteorológica de la región del Soconusco.

Estación	Periodo	Hp mensual (mm)												
		Hp anual (mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
07014	1963-1979	1911.1	5.0	4.3	38.8	81.1	185.4	377.1	273.3	337.1	388.2	160.3	42.4	18.3
	1980-1999	1854.7	5.0	18.2	37.5	103.1	174.8	366.9	218.2	327.2	403.2	139.4	47.5	13.7
	1963-2000	1888.2	5.0	11.9	38.5	90.9	175.3	373.9	246.8	331.7	407.1	145.9	44.3	16.8
07018	1944-1959	4787.1	20.2	32.0	129.9	300.1	629.3	710.2	577.3	590.3	764.7	785.3	207.2	40.9
	1960-1979	4234.1	29.5	32.3	100.3	236.2	527.0	683.8	476.9	578.7	714.8	610.4	199.0	45.3
	1980-1999	3966.2	23.6	51.0	56.9	237.7	482.2	645.5	493.3	590.5	669.4	491.0	193.2	32.1
	1944-2002	4293.4	23.8	37.1	91.9	256.2	544.4	670.9	509.9	588.6	718.8	615.3	196.8	39.9
07019	1962-1979	1437.8	3.6	2.3	10.1	44.6	147.4	283.9	196.7	229.0	306.5	174.1	28.9	10.8
	1980-1999	1404.4	0.7	4.4	18.4	39.1	152.0	232.8	206.1	195.0	337.4	165.4	44.1	9.0
	1962-2000	1422.0	2.1	3.3	14.1	40.8	154.8	253.7	200.4	209.6	324.3	170.0	37.9	11.0
07038	1965-1979	3350.4	13.4	7.2	29.5	81.4	331.9	578.7	529.6	593.9	588.4	455.6	112.1	28.7
	1980-1999	3146.0	10.0	15.7	21.5	73.0	348.0	439.6	524.8	538.3	614.3	420.9	112.8	27.3
	1965-2000	3217.7	11.1	11.9	24.4	74.7	348.6	495.8	525.9	560.4	593.7	429.9	114.1	27.1
07045	1951-1959	1231.8	2.4	0.0	4.3	33.5	122.9	235.5	156.8	153.1	226.9	279.3	14.6	2.5
	1960-1979	1389.7	3.1	1.2	8.5	41.1	126.9	286.2	184.8	239.7	306.8	132.7	47.3	11.5
	1980-1999	1351.2	2.0	1.5	12.9	52.6	150.8	231.5	206.0	189.8	316.0	141.8	39.6	6.9
	1951-2000	1339.9	2.5	1.0	9.3	43.5	135.2	251.3	187.0	201.8	296.9	163.5	39.9	8.1
07048	1973-1979	3305.9	29.0	8.1	58.1	154.0	409.7	544.4	422.5	569.4	667.9	318.1	102.1	22.5
	1980-1999	3470.0	21.4	19.8	54.5	146.8	449.0	577.9	442.7	510.4	725.2	371.4	113.8	37.2
	1973-2000	3457.6	23.9	16.4	54.4	148.0	461.5	568.8	436.8	525.9	715.0	355.2	119.4	32.4
07053	1957-1959	4002.9	14.1	20.3	12.7	124.8	362.6	917.4	565.2	628.6	729.0	543.9	84.4	0.0
	1960-1979	3308.0	13.1	7.4	26.8	87.6	336.8	570.0	514.3	583.5	620.6	435.2	104.4	8.3
	1980-1999	3368.5	12.4	15.4	27.6	99.5	376.8	556.3	483.6	624.4	684.9	389.7	79.4	18.5
	1957-2002	3361.1	12.0	11.2	25.6	94.3	362.7	571.7	503.3	601.8	665.5	411.9	89.2	11.9

Fuente. Registros de lluvia promedio anual y mensual, Escalante (2006).

Estación	Periodo	Hp anual (mm)	Hp mensual (mm)											
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
07057	1961-1979	4069.1	46.7	40.1	99.5	202.0	437.8	631.1	499.3	599.9	705.9	546.1	195.3	65.2
	1980-1999	4279.4	44.3	53.3	106.5	252.6	497.8	712.5	471.0	620.2	697.6	543.6	221.3	58.7
	1961-2000	4171.2	44.4	47.7	104.4	227.1	476.0	666.1	482.5	603.6	705.5	543.7	209.4	60.8
07074	1965-1979	2215.2	9.1	5.7	21.7	45.8	221.5	409.0	341.3	406.2	524.0	182.2	36.8	11.9
	1980-1992	2021.0	4.8	10.9	11.5	40.7	208.7	457.7	381.9	371.6	352.9	142.2	33.4	4.6
	1965-1992	2125.1	7.1	8.1	17.0	43.4	215.6	431.6	360.2	390.2	444.5	163.6	35.2	8.5
07075	1965-1979	2249.2	2.9	2.9	28.3	62.6	234.3	446.8	338.4	354.8	410.1	284.8	72.4	10.9
	1980-1999	2312.6	1.8	10.4	10.2	54.2	261.9	384.1	347.8	349.5	492.8	300.7	89.8	9.4
	1965-2000	2290.1	2.2	7.4	17.5	56.2	255.3	410.3	343.7	351.6	455.9	295.6	84.7	9.8
07077	1954-1959	3417.4	33.6	22.4	15.9	93.3	321.6	561.0	391.3	560.5	754.2	550.6	110.0	3.0
	1960-1979	3398.2	14.1	7.2	44.5	81.4	329.8	562.9	481.5	570.4	626.5	490.9	163.9	25.0
	1980-1999	3075.5	6.7	10.4	22.6	87.9	324.1	482.9	474.2	465.4	630.1	428.4	118.0	25.0
	1954-2002	3215.7	12.6	9.9	30.3	84.1	329.1	513.4	463.7	515.9	636.3	464.7	132.8	22.8
07084	1965-1979	2211.0	8.7	2.2	13.5	52.1	207.8	427.8	353.7	391.3	516.2	206.0	25.7	6.2
	1980-1999	2252.7	3.7	7.5	15.2	25.0	220.6	406.9	361.3	419.6	520.6	208.0	57.2	7.3
	1965-2000	2228.8	5.7	5.1	14.1	37.8	218.6	415.2	355.4	404.3	515.9	203.7	46.5	6.6
07113	1961-1979	2481.7	6.9	1.6	16.0	61.8	229.9	447.6	383.6	486.0	506.2	265.5	68.0	8.6
	1980-1992	2755.5	8.3	9.1	26.7	61.1	264.6	465.8	501.8	528.3	562.1	251.9	67.6	8.1
	1961-1992	2592.9	7.5	4.6	20.4	61.5	244.0	455.0	431.7	503.2	528.9	260.0	67.9	8.4
07115	1965-1979	2592.9	3.3	1.9	16.9	61.2	237.6	450.1	410.3	521.0	528.2	310.4	45.5	6.5
	1980-1999	2669.9	1.0	7.0	22.5	58.1	269.9	476.7	467.9	486.5	559.7	238.9	69.4	12.3
	1965-2000	2615.3	2.0	4.7	19.6	58.6	258.4	460.2	438.1	496.3	541.3	266.1	60.5	9.5
07129	1960-1979	2312.8	2.3	3.9	8.9	50.8	217.1	410.5	370.8	425.6	505.3	252.0	58.5	7.3
	1980-1999	2097.0	0.6	11.2	18.5	33.8	211.5	369.9	348.7	399.8	455.0	188.5	50.4	9.0
	1959-2000	2190.6	1.4	7.2	13.0	42.2	221.8	385.7	360.8	404.0	471.6	221.4	53.7	7.8

Fuente. Registros de lluvia promedio anual y mensual, Escalante (2006). (Continúa).

Estación	Periodo	Hp anual	Hp mensual (mm)											
		(mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
07191	1961-1979	3763.5	24.4	16.5	69.9	181.1	441.5	599.2	419.9	503.6	728.3	569.9	180.5	28.8
	1980-1999	3773.3	9.8	34.7	46.8	192.1	443.0	558.8	467.6	576.2	739.7	500.8	173.6	30.1
	1961-2000	3788.4	16.5	25.4	57.2	184.5	456.4	581.7	443.3	546.8	732.5	536.4	177.7	30.2
07200	1952-1959	2204.6	6.7	5.9	12.3	116.5	279.5	358.6	313.9	317.4	392.9	349.4	45.7	5.8
	1960-1979	2425.1	11.4	9.4	37.2	98.3	262.1	436.7	338.5	369.4	470.6	309.8	69.8	12.0
	1980-1999	2034.7	3.5	6.8	12.4	74.0	211.4	333.6	290.3	323.5	438.2	246.2	83.2	11.5
	1952-2001	2208.7	7.1	7.5	22.0	88.4	247.5	375.2	312.2	340.3	439.9	285.4	71.9	11.3
07201	1960-1979	1717.3	2.2	3.7	10.0	32.7	137.3	346.3	281.1	291.6	455.8	125.7	27.2	3.9
	1980-1999	1681.7	0.4	5.6	7.6	22.0	182.2	335.7	250.4	311.5	406.9	123.6	35.2	0.8
	1959-1999	1695.5	1.2	4.7	8.6	26.7	157.6	341.5	265.4	301.3	425.7	130.1	30.4	2.2
07352	1982-1989	2230.2	1.9	13.9	14.7	12.6	245.7	376.8	372.8	462.9	484.0	159.8	82.6	2.5
	1990-1996	1938.0	0.1	6.5	25.2	46.2	193.3	353.0	314.5	390.3	392.8	181.4	29.4	5.2
	1982-1996	2093.8	1.0	10.4	19.6	28.3	221.2	365.7	345.6	429.0	441.4	169.9	57.8	3.8

Fuente. Registros de lluvia promedio anual y mensual, Escalante (2006). (Continua).

La Región del Soconusco ha sufrido un proceso de degradación ambiental muy importante en las últimas tres décadas, afirma Escalante (2006), que, junto con la severidad de las lluvias, han provocado serios problemas de inundación. Como casos extremos se registran los acontecimientos de los años 1998 y 2005.

Asociado a la degradación de las cuencas, se tiene la modificación en las tendencias del patrón de lluvias de la región. Dos aspectos muy importantes para evaluar son el incremento en el número de días con lluvia mayor a 10 mm, que se consideran como erosivas, y la lámina de lluvia acumulada máxima para duraciones de uno a diez días, que generan los mayores problemas de inundación. A este respecto, de acuerdo con el análisis realizado, se observa que existen dos grandes zonas dentro de la región, las cuales han experimentado un incremento en la tendencia de estas dos variables. Dichas zonas están definidas como sigue: la primera abarca desde los 15°20' a los 16°00' de latitud norte y de los 92°50' a los 93°30' de longitud oeste, en tanto que la segunda ocupa de los 15°00' a los 15°30'

de latitud norte y de los 92°00' a los 92°35' de longitud oeste (Escalante, 2006, 64).

Si bien se observa que el potencial de erosión e inundación se ha incrementado en las zonas ya definidas, es urgente la implementación de un programa de conservación de cuencas en toda la Región del Soconusco, que implique la reforestación, el control de la erosión de los suelos y la explotación racional de los recursos (Escalante, 2006, 64).

Tabla 5.4

Tendencias de las variables que describen el patrón de lluvias en las estaciones meteorológicas de la Región del Soconusco.

Estación	Lluvia anual	Días con lluvia en el año	Lluvias no erosivas	Lluvias erosivas	Lluvia acumulada de 1 a 10 días
07014	Estable	Decremento	Decremento	Incremento	Incremento
07019	Estable	Incremento	Incremento	Estable	Estable
07038	Decremento	Decremento	Decremento	Estable	Incremento
07045	Estable	Incremento	Incremento	Decremento	Estable
07048	Incremento	Estable	Decremento	Incremento	Incremento
07053	Decremento	Decremento	Decremento	Estable	Incremento
07057	Incremento	Decremento	Decremento	Incremento	Estable
07074	Decremento	Decremento	Decremento	Estable	Decremento
07075	Estable	Decremento	Decremento	Incremento	Incremento
07077	Decremento	Decremento	Decremento	Decremento	Estable
07084	Incremento	Decremento	Decremento	Incremento	Incremento
07113	Incremento	Incremento	Incremento	Incremento	Incremento
07115	Estable	Decremento	Decremento	Incremento	Incremento
07129	Decremento	Incremento	Incremento	Decremento	Estable
07191	Estable	Decremento	Decremento	Incremento	Incremento
07200	Decremento	Decremento	Estable	Decremento	Incremento
07201	Estable	Incremento	Incremento	Decremento	Estable
07352	Decremento	Incremento	Incremento	Decremento	Decremento

Fuente. *Tendencias del tipo de lluvia que afecta a la región del Soconusco, SMN-CONAGUA (2006).*

5.4 Análisis y Gestión de los Efectos de Desastres Meteorológicos en la Región del Soconusco.

Los impactos de los fenómenos climáticos extremos y el potencial de desastres son el resultado de la exposición y la vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales. Los cambios observados en los fenómenos climáticos extremos reflejan la influencia del cambio climático antropógeno, además de la variabilidad natural del clima, con cambios en la exposición y la vulnerabilidad que están influidos tanto por factores climáticos como por factores no climáticos.

Las experiencias pasadas con fenómenos climáticos extremos -como la tormenta Javier (1998) y el huracán Stán (2005)- contribuyen a entender la necesidad de una gestión eficaz de riesgos de desastre y los enfoques de adaptación para gestionar los riesgos.

Tabla 5.5

Valoración de daños por los eventos hidrometeorológicos extremos ocurridos en la Región del Soconusco durante los años 1998 y 2005.

Concepto	Tormenta Javier (1998)	Huracán Stan (2005)
Costo de los daños directos (USD)	603 000 000	2 200 000 000
Municipios afectados	39	52
Viviendas afectadas	25 600	45 166
Pérdidas humanas	229	71
Damnificados	500 000	300 000
Caminos afectados	3 600 km	5,587 km
Puentes afectados	40	253
Comunidades aisladas	83	10 000
Superficie agrícola afectada	100 000 ha	400 000 ha
Ríos desbordados	18	98

Fuente. *Comparativo de daños y afectaciones durante los fenómenos meteorológicos de 1998 y 2005, Escalante (2006).*

En esta tabla se observa que tanto las pérdidas humanas como económicas en la región son de tal magnitud que es necesario tomar medidas urgentes que permitan reducir de manera significativa los efectos que estos eventos provocan en la región.

5.4.1 Tormenta tropical Javier

El día 2 de septiembre de 1998 reportó el Servicio Meteorológico Nacional que una precipitación pluvial en el estado de Chiapas había afectado 200 viviendas, una escuela y generado mil damnificados. El día 14 de ese mes ya se contaban 83 comunidades afectadas en las cuales la dotación de agua potable estaba operando al 45% de la capacidad disponible; adicionalmente, se reportaron 39 municipios afectados, acumulando 229 decesos y 500,000 damnificados. El trayecto de la carretera panamericana quedó prácticamente inhabilitado por la cantidad de puentes colapsados que el torrente arrastró hacia la costa (CONAGUA, 1998).

La situación de emergencia se acentuó por la dificultad de acceso terrestre a las zonas serranas y la imposibilidad de navegación aérea por el temporal, que limitó las acciones de ayuda y la detección de los daños en los poblados pequeños y dispersos. Cuando fue posible llegar a ellos, se pudo percibir el grado de afectación de las poblaciones que quedaron anegadas, una de las cuales yacía totalmente sepultada bajo lodo (CONAGUA, 1998).

A la semana de iniciado el temporal de lluvias, continuaban las precipitaciones cuantiosas, acentuando la devastación.

Fig 5.2

Vista satelital de la tormenta tropical Javier.



Fuente. *Magnitud de la tormenta Javier, Revista Expansión (1998).*

El reporte de Protección Civil sobre las acciones para mitigar los efectos de este temporal y los ocasionados por el Paulina son ilustrativos de la magnitud de los daños causados: El sector de comunicaciones y transportes informó que en diciembre de 1998 en la Carretera Costera había 712 km afectados en las 5 carreteras troncales, colapsados 12 puentes, deslaves en 68 puntos y tirantes de agua en otros 45 sitios. Como medida de mitigación, fueron instalados 5 puentes metálicos, se repararon y cimentaron puentes de concreto, y se instalaron obras de señalamiento en toda la red de carretera federal (SEGOB, 1998).

Quedaron afectados casi el 50% de los caminos rurales, los que particularmente en la entidad, resultan de tanta importancia como las carreteras federales, por las características sinuosas de los terrenos, lo cual requirió la reconstrucción y edificación de caminos y puentes provisionales, para lo cual se emplearon poco más de 9 mil jornaleros. La vía ferroviaria sufrió 47 cortes, 8 puentes se colapsaron y 15 km de vía fueron completamente destruidos. La telefonía requirió la reinstalación del servicio en 42 poblaciones afectadas y la reparación de 20 cortes de fibra óptica.

El sector salud dio cuenta de haber abastecido 201 toneladas de insumos y medicamentos a través de 227 unidades médicas. Se otorgaron 256 consultas médicas, de las cuales un tercio correspondió a la atención de enfermedades respiratorias agudas y un diez por ciento a parasitosis. Se trabajó en 1,043 localidades, para 316 mil casas habitación, y se visitaron 2 mil 500 establecimientos comerciales para revisar su situación sanitaria en la comercialización de alimentos. La mortalidad se extendió a 199 sujetos, por efectos de las lluvias.

El sector agua potable y alcantarillado reportó la entrega de 33 millones de litros de agua potable y 25 mil litros de agua embotellada. Este fue uno de los puntos neurálgicos para la población, por la escasez que generó el fenómeno natural. Se debieron reparar 209 sistemas de abasto de agua potable en comunidades rurales. Igualmente se realizaron trabajos de limpieza y desazolve de alcantarillas en comunidades rurales y cabeceras municipales. El problema de las inundaciones se atendió mediante trabajos de encauzamiento en 18 ríos de la región, dentro de los municipios de Huehuetán, Huixtla, Escuintla, Acapetahua, Mapastepec, Pijijiapan y Tonalá. Fue también reparada la infraestructura hidroagrícola de cuatro distritos de temporal y uno de riego.

La Secretaría de Desarrollo Social informó que por este temporal de lluvias resultaron afectadas 25 mil viviendas en las regiones de Soconusco, Frailesca, Sierra e Istmo-Costa del Estado. Fueron rehabilitadas 8 mil de ellas que sufrieron daños menores, inundación y azolve. Para otras 7 mil viviendas se destinaron recursos por 25 millones de pesos. Para 10 mil 602 viviendas que sufrieron daños estructurales se dispuso un programa dedicado a la reparación de 2 mil, la reconstrucción de 984 y la reubicación de otras 7 mil quinientas (SEDESOL, 1998).

El presupuesto asignado al subprograma de reubicación de 7,585 viviendas progresivas en esta zona fue de 293 millones de pesos, lo que significa un costo de 38,629 pesos por vivienda. En las acciones de reconstrucción se consideró la dotación de materiales, y la participación de los moradores en procesos de autoconstrucción. La reubicación atendió a familias de más de 200 localidades en 22 municipios y requirió de 300 hectáreas de suelo apto para vivienda. En este caso también se asignaron los lotes y los materiales para edificar las viviendas para la autoconstrucción. Se esperaba que en un año quedara concluido este programa. Los servicios de agua, drenaje y vialidades lograron ser restablecidos un mes después de iniciado el desastre. En total las pérdidas totales estimadas causadas por este desastre ascendieron a unos 603 millones de dólares, sólo por concepto de daños directos.

El municipio más afectado en el estado de Chiapas, por la Tormenta tropical Javier, fue Pijijiapan, donde el alcalde Gilberto de los Santos Cruz informó que hubo 18 muertos por inundaciones y deslaves, 15 mil personas fueron damnificadas y las comunidades rurales de la zona baja estuvieron aisladas por la caída de que comunican con la cabecera municipal (Bitran, 2001).

Respecto a la situación en Tapachula, las autoridades locales indicaron que siete personas perecieron ahogadas al desbordarse el río Coatán que derrumbó decenas de casas ubicadas en las márgenes. Los daños abarcaron 23 colonias populares, de donde fueron desalojadas más de 500 familias. La carretera que comunica con Guatemala quedó temporalmente cerrada (Bitran, 2001).

En Huixtla, el alcalde Jorge Paz Medina informó de la muerte de tres personas y de mil 400 damnificados, además de 20 casas destruidas, el derrumbe del puente del ferrocarril y severos daños al puente carretero que cruza el río Huixtla. En Villa Comaltitlán, el edil Luis Antonio Ramos señaló que el desbordamiento del río Vado Ancho destruyó seis viviendas y el paso de Los Patos, con lo que quedaron aisladas unas 13 comunidades (Bitran, 2001).

Por su parte, las autoridades del municipio Mapastepec informaron que al menos diez comunidades estuvieron incomunicadas por la crecida del río Las Latas, en Escuintla los poblados Manacal y Francisco Villa se inundaron y la reserva ecológica de El Triunfo quedó aislada por el derrumbe de la carretera que comunica a esa zona con la cabecera municipal (Bitran, 2001).

Fig 5.3

Afectación de la infraestructura de la carretera costera por la tormenta Javier.



Fuente. *Dstrucción de la infraestructura de la carretera costera, Periódico El Orbe (1998).*

En la sierra, particularmente en el municipio de Motozintla, el desbordamiento de los ríos La Mina, Tuixcum y Chelaju destruyó más de 150 casas y varias escuelas, por lo que unas siete mil personas fueron reubicadas. Otros 20 municipios quedaron sin energía eléctrica al derrumbarse dos torres del tramo Mapastepec-Tapachula, a consecuencia de lo cual enfrentaron problemas para la distribución del agua potable.

La parte centro del estado también estuvo en alerta ya que las cinco presas y los ríos se encontraban a su máxima capacidad, por lo que la población aledaña fue desalojada, a fin de no verse afectada en caso de un desastre.

Los efectos de esta tormenta tropical fueron: 229 muertos, 500,000 damnificados, 700 mil personas sin suministro eléctrico, 83 comunidades afectadas de 39 municipios (Bitran, 2001).

De la infraestructura de comunicaciones se dañaron 712 km de carpeta asfáltica, 3,600 km de caminos rurales, 22 puentes colapsados y 18 puentes dañados, y 15 km de vías dañadas. 42 poblaciones afectadas en telefonía y 20 cortes de fibra óptica.

Fig 5.4

Afectación en puente del FFCC por la tormenta Javier.



Fuente. *Dstrucción de la infraestructura, Diario del Sur (1998).*

En infraestructura urbana se dañaron 209 sistemas de abasto de agua potable, azolvamiento de redes de alcantarillado en comunidades rurales y cabeceras municipales. Así como se perdieron 25,600 viviendas, reubicando a 7,500 en 300 has que fueron urbanizadas.

Se desbordaron 18 ríos de la Costa de Chiapas, y se destruyó buena parte de la infraestructura hidroagrícola (Bitran, 2001).

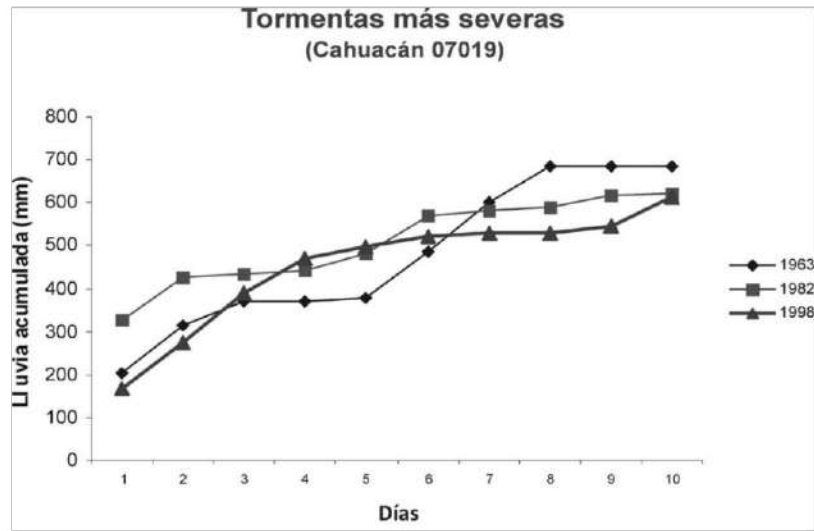
Fig 5.5
Desastre provocado por la Tormenta tropical Javier.



Fuente. *Inundaciones y destrucción, Periódico El Orbe (1998).*

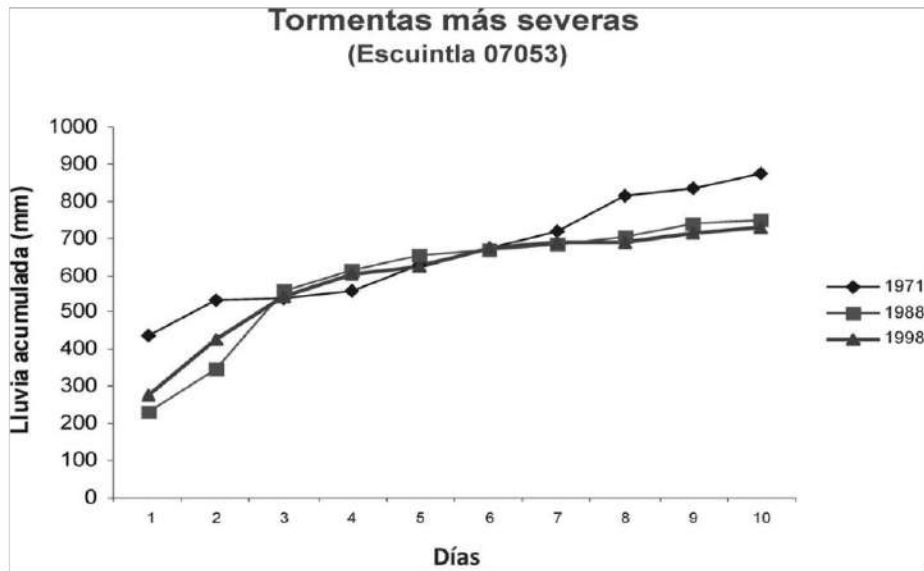
Los registros pluviales de las tormentas más severas en las estaciones meteorológicas de la costa de Chiapas son similares para el fenómeno de la Tormenta Tropical Javier en 1998, teniendo un rango entre 625 y 800 mm en 10 días de intensa lluvia (Escalante, 2006).

Fig 5.6
Tormentas máximas registradas en la estación 07014-Cahuacán



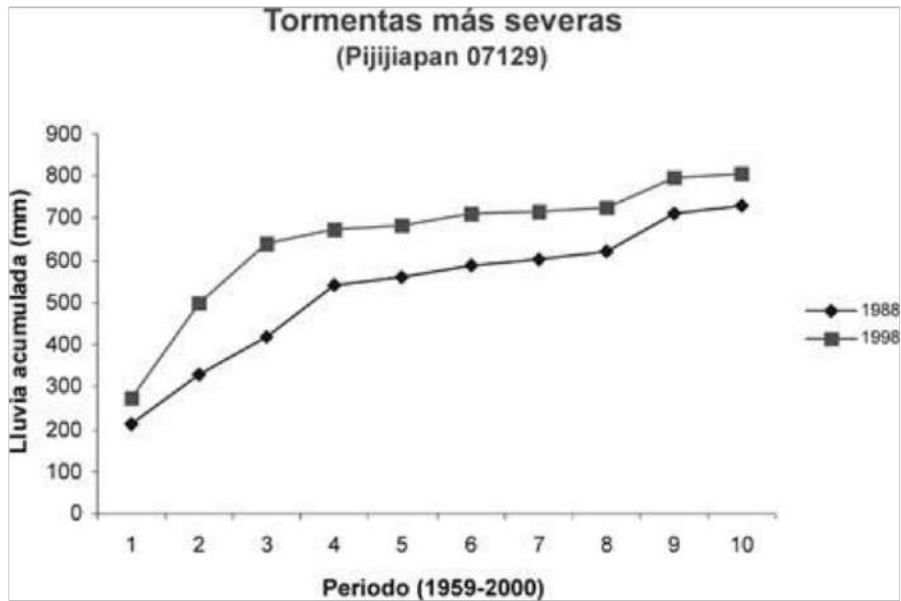
Fuente. Gráfica con datos de 1963, 1982 y 1998, SMN (1998).

Fig 5.7
Tormentas máximas registradas en la estación 07053-Escuintla



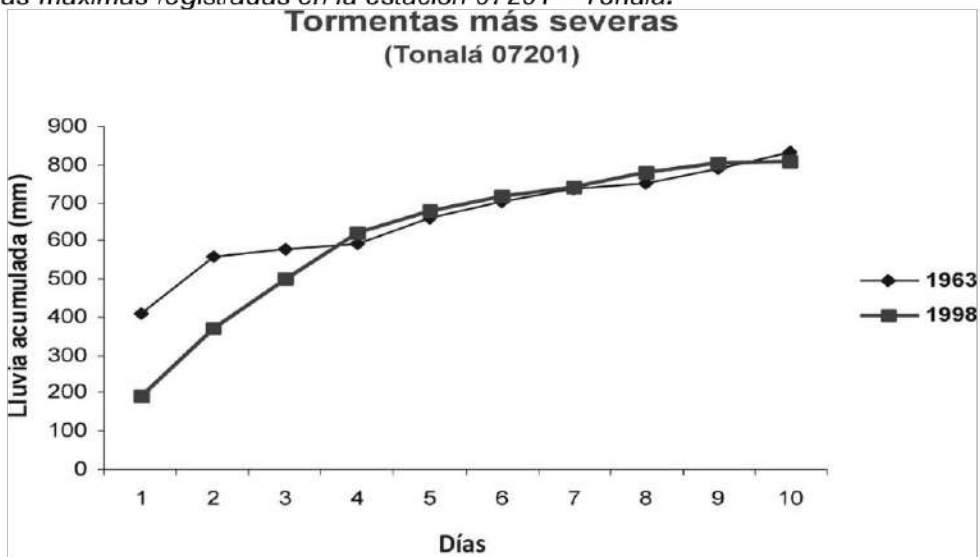
Fuente. Gráfica con datos de 1971, 1988 y 1998, SMN (1998).

Fig 5.8
 Tormentas máximas registradas en la estación 07129 – Pijijiapan



Fuente. Gráfica con datos de 1988 y 1998, SMN (1998).

Fig 5.9
 Tormentas máximas registradas en la estación 07201 – Tonalá.



Fuente. Gráfica con datos de 1963 y 1998, SMN (1998).

5.4.2 Huracán Stan

Del 3 al 6 de octubre del 2005 se presentaron lluvias intensas, en el estado de Chiapas, señala CENAPRED (2006), debido primero a la interacción de una baja presión, localizada cerca de las costas del Pacífico sur, con la tormenta tropical “Stan”, en el golfo de México; después por el paso del huracán “Stan” por el sur y centro del país y, además, por la onda tropical no. 40, así como los remanentes del huracán “Stan”. Todo ello originó, durante esos días, una fuerte actividad convectiva en la región sureste del país. La combinación de los sistemas antes mencionados provocó que durante varios días consecutivos se presentaran lluvias extremadamente intensas en el estado de Chiapas, lo que originó desbordamientos de ríos, inundaciones, corrientes de lodo y deslaves en gran parte del estado.

5.4.2.1 Análisis del evento. Descripción del fenómeno meteorológico

El día 1° de octubre por la mañana se generó la depresión tropical No. 20 del Océano Atlántico, dice CENAPRED (2006); se inició a una distancia aproximada de 180 km al Sureste de Cozumel, Q. R., con vientos máximos sostenidos de 45 km/h, rachas de 65 km/h, presión mínima de 1007 hPa y desplazamiento hacia el Oeste-Noroeste a 9 km/h. Durante el transcurso del día 2 “Stan” cruzó la Península de Yucatán con trayectoria hacia el Oeste-Noroeste; al avanzar sobre tierra empezó a perder fuerza por lo que al final del día, se encontraba a 10 km al Sureste de la población de Celestún, Yuc., como depresión tropical con vientos máximos sostenidos de 55 km/h.

Fig 5.10
Vista satelital del Huracán Stan.



Fuente. Magnitud del Huracán Stan, The Weather Channel (2005).

En las primeras horas del día 3, la DT “Stan” salió al Golfo de México y a las 4:00 horas ya se encontraba nuevamente como tormenta tropical, con vientos máximos sostenidos de 65 km/h y rachas de 85 km/h. En la madrugada del día 4, cuando se encontraba a 75 km al Norte de Coatzacoalcos, Ver., el avión caza-huracanes reportó que la tormenta tropical “Stan” se había intensificado a huracán de categoría I, con vientos máximos sostenidos de 130 km/h y rachas de 155 km/h (CENAPRED, 2006).

El huracán “Stan” siguió su trayectoria con rumbo hacia la costa de Veracruz, y poco antes de las 10:00 hora local, tocó tierra entre Punta Roca Partida y Monte Pío, Ver., a unos 20 km al Noreste de San Andrés Tuxtla, Ver., con vientos

máximos sostenidos de 130 km/h. Al tocar tierra, el huracán “Stan” empezó a perder fuerza y así, unas horas más tarde, cuando se encontraba a 25 km al Este-Sureste de Villa Azueta, Ver., se degradó a tormenta tropical, con vientos máximos sostenidos de 105 km/h y rachas de 130 km/h. Por la noche del día 4, al cruzar la sierra de la parte Norte de Oaxaca, la tormenta tropical “Stan” se debilitó a depresión tropical, a una distancia de 30 km al Noreste de la ciudad de Oaxaca, Oax., presentando vientos máximos sostenidos de 55 km/h y rachas de 75 km/h. Finalmente, en la madrugada del día 5, después de haber avanzado sobre la región montañosa del estado de Oaxaca, la depresión tropical “Stan” entró en proceso de disipación, a una distancia de 60 km al Oeste-Suroeste de la ciudad de Oaxaca, Oax. (CENAPRED, 2006).

“Stan” fue el sexto ciclón del Atlántico que tocó tierra en la temporada 2005, estableciendo una nueva marca, respecto al año de 1999, cuando cinco ciclones impactaron directamente en las costas de México. Las bandas nubosas de “Stan” dieron lugar a lluvias intensas que afectaron con inundaciones, deslaves y daños materiales importantes a los estados de Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla y Quintana Roo, y en menor medida en Yucatán, Campeche y Tabasco (CENAPRED, 2006).

Los mayores registros de lluvia máxima puntual en 24 horas son de: 307.0 mm en Novillero, Chis., 305.3 mm en Cuetzalan, Pue., 273.0 mm en Jacatepec, Oax., 247.0 mm en Veracruz, Ver., el día 4 de octubre y de 143.0 mm en Peto, Yuc. y 137.5 mm en Cancún, Q.R., el día dos (CONAGUA-SMN, 2005).

Tabla 5.6*Evolución del huracán "Stan", (2006), SMN-CONAGUA.*

Depresión tropical	Octubre 01 (09 GMT)
Tormenta tropical	Octubre 02 (06 GMT)
Huracán	Octubre 04 (09 GMT)
Tormenta tropical	Octubre 04 (18 GMT)
Depresión tropical	Octubre 05 (03 GMT)
Disipación	Octubre 05 (09 GMT)

Fuente. *Evolución diaria del 1º al 5 de octubre del huracán Stan SMN-CONAGUA (2006).*

Durante las 96 h que existió el huracán "Stan" (tabla 5.6), su dirección fue hacia el oeste-suroeste. Algunos datos relevantes son los que se presentan a continuación.

Tabla 5.7*Resumen del ciclón tropical.*

Recorrido	1,545 km
Duración	96 horas
Intensidad máxima de vientos	130 km/h
Presión mínima central	976 hPa
Trayectoria del Huracán:	Primer impacto en tierra: El día 2 de octubre a las 04:00 horas, como tormenta tropical en Quintana Roo, 50 km al Este de Felipe Carrillo Puerto, con vientos las de 75 km/h. Segundo impacto en tierra: El día 4 de octubre a las 10:00 horas, como huracán, 20 km al Noreste de San Andrés Tuxtla, Ver., con vientos máximos sostenidos de 130 km/h.

Fuente. Datos del huracán Stan, SMN-CONAGUA (2005).

5.4.2.2 Identificación de la situación creada por el huracán "Stan".

De acuerdo con los avisos emitidos por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a través del Servicio Meteorológico Nacional y de la Subdirección de Meteorología (SMN) de la Dirección de Administración de Emergencias perteneciente a la

Coordinación General de Protección Civil (2005), entre los días 3 y 6 de octubre se registraron lluvias intensas en el estado de Chiapas debido a varios fenómenos meteorológicos que afectaron al país, una interacción entre una baja presión localizada cerca de las costas del Pacífico sur con la Tormenta Tropical “Stan”, en el Golfo de México; el paso del huracán “Stan” en la parte sur y central del territorio nacional y, finalmente, la onda tropical No. 40, que durante estos días originó una fuerte actividad convectiva en la región sur del país (CONAGUA-SMN, 2005).

La combinación de todos estos sistemas provocó que durante varios días consecutivos se presentaran lluvias extremadamente intensas en el estado de Chiapas, que originaron el desbordamiento de varios ríos, inundaciones, corrientes de lodo y deslaves en gran parte del territorio Chiapaneco. Durante la mayor parte del periodo de análisis la lluvia fue de características extraordinarias en casi todo el estado de Chiapas, principalmente en la vertiente del Pacífico. Aunque no se tienen datos de lluvia para el lado de Guatemala, se sabe que los niveles normales del río Usumacinta fueron rebasados e incluso en algunos tramos se tuvieron desbordamientos, lo que hace pensar que las lluvias, en la parte alta de la cuenca de este río, también debieron ser muy intensas.

De las precipitaciones registradas en varias de las estaciones de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) durante los días 3 al 4 y 4 al 5 de octubre. Se puede observar que en varias estaciones se presentaron valores de precipitación muy por arriba de los 70 mm (intensas). En varias estaciones llovieron más de 200 mm en 24 h, incluso en la estación “El Novillero” la lluvia acumulada de dos días rebasó los 300 mm (CENAPRED, 2006).

Tabla 5.8

Datos de lluvia del huracán Stan de los días 4 y 5 de octubre de 2005.

Coordenadas		Estación	Día 4	Día 5
Long. Oeste	Lat. Norte			
-92.25	14.94	Tapachula Observatorio	116.5	168.80
-92.18	14.90	Tapachula	116.5	0.00
-92.22	14.97	Talismán	0.0	199.50
-92.88	15.45	Mapastepec	137.0	0.00
-93.97	16.28	Arriaga Meteorológico	97.0	154.20
-93.75	16.11	Tonala	232.2	269.60
-93.59	15.92	Tres Picos	241.6	0.00
-92.95	15.56	El Novillero	307.0	334.00
-92.73	14.95	Tapachula (Malpaso)	273.0	0.00
-92.62	15.23	Despoblado	286.5	212.00
-92.72	15.35	Cacaluta	238.3	0.00
-93.13	16.75	Tuxtla Observatorio	38.0	51.90
-92.83	16.57	Acala	14.5	71.80
-93.17	16.68	Grijalva	25.3	22.40
-93.40	17.12	Yamanho	19.7	11.60
-92.84	16.97	Santa María	53.2	23.90
-92.13	15.82	Santo Domingo	31.3	0.00
-93.15	16.69	Boqueron	43.1	48.00
-93.57	17.42	Romulo Calzada	23.9	5.30
-92.54	16.35	Cascajal	33.5	78.60
-93.82	16.20	Revolución Mexicana	49.4	130.30
-92.63	16.73	San Crstobal Meteorológico	24.3	129.20
-92.10	16.20	Comitán Meteorológico	0.0	60.90
-92.27	15.82	San Miguel	54.0	0.00
-91.98	15.93	Puente Concordia	0.0	54.00
-92.13	16.25	Comitán	44.5	75.50
-91.97	15.78	Aquexpala	25.8	60.00
-93.62	16.76	Las Flores	114.0	58.00
-93.29	16.23	Villa Flores	38.0	116.00
-92.87	15.92	Reforma	45.1	97.50
-92.77	15.87	Jaltenango	28.4	74.40
-92.80	16.51	Angostura	26.6	92.70
-93.10	16.93	Chicoasen	20.8	19.70
-93.66	17.22	Malpaso (Netzahualcóyotl)	38.7	11.90
-93.45	16.77	Ocozocoautla	64.4	0.00
-92.35	17.57	Salto de Agua	1.9	9.40
-92.28	15.75	Chicomuselo	17.5	0.00
-93.38	17.47	Sayula	13.7	4.70
-93.22	16.53	La Escalera	11.1	65.80
-93.02	17.75	Tuxtla Gutiérrez Palmas	30.9	36.10
-93.08	16.72	Tuxtla Gutiérrez Zoológico	31.0	36.00

Fuente. Registro pluvial de los días 4 y 5 de octubre de 2005, CONAGUA-SMN (2006).

5.4.2.3 Consecuencias del evento

Las lluvias que se presentaron durante los días del 4 al 6 de octubre, sobre el estado de Chiapas, debido a la presencia de los remanentes del ciclón tropical “Stan”, así como a la onda tropical no. 40, se pueden considerar importantes y poco frecuentes, dado que la precipitación acumulada en estos días fue seis veces la precipitación media mensual, (mes de octubre, 230 mm, SMN 2005), del estado. La cual provocó que muchos ríos y arroyos del estado de Chiapas se desbordaran y ocasionaran daños a la población, como es la afectación en viviendas y menaje por las inundaciones, cortes en caminos rurales y derrumbes.

Los daños causados por las precipitaciones e inundaciones en los municipios de Chiapas básicamente fueron en el sector de vivienda y a la infraestructura carretera, dado que afectó directamente a los caminos de la red federal, estatal y municipal (CENAPRED, 2006).

5.4.2.4 Impacto Socioeconómico

El fenómeno además de ocasionar 86 decesos causó numerosas pérdidas que en conjunto ascienden a más de 15,000 millones de pesos. Para apreciar la magnitud de este número, baste señalar que éste duplica el monto que en promedio han ocasionado históricamente en todo el país los desastres, que es de aproximadamente 7,500 millones de pesos (alrededor de 700 millones de dólares). Por otro lado, si se compara el monto de los daños con el producto interno bruto del estado se arriba una cifra ligeramente superior al 5%, lo que da también una idea de la gravedad de los perjuicios causados en la economía del estado (CENAPRED, 2006).

A diferencia de los daños causados por el mismo fenómeno en otros estados, en donde la magnitud de las afectaciones fue principalmente en la infraestructura económica, en el estado de Chiapas el impacto del fenómeno causó mayores perjuicios en la infraestructura social, los cuales se calcularon en más de 5,886 millones de pesos, que representan cerca del 40% del total de los daños registrados (CENAPRED, 2006).

Tabla 5.9
Resumen de Daños ocasionados por el Huracán Stan.

Concepto	Daños directos (miles de pesos)	Daños indirectos (miles de pesos)	Total (miles de pesos)	Porcentaje del total
Infraestructura social				
Vivienda	1,408,606	169,000	1,577,606	10.5
Educación	158,338	87,203	245,541	1.6
Salud	70,532	2,116	72,648	0.5
Infraestructura hidráulica CONAGUA	2,020,731	1,970,375	3,991,106	26.6
Subtotal	3,658,207	2,228,694	5,886,901	39.2
Infraestructura económica				
Sector eléctrico	136,871	117,965	254,836	1.7
Comunicaciones y transportes	3,591,428	164,576	3,756,004	25.0
Infraestructura urbana (Obras Públicas)	679,069	3,276	682,345	4.5
Subtotal	4,407,368	285,816	4,693,185	31.2
Sectores productivos				
Sector agropecuario	414,110	2,666,987	3,081,097	20.5
Turismo	3,608	110	3,718	0.0
Comercio e industria	303,692	0	303,692	2.0
Subtotal	721,410	2,667,097	3,388,507	22.5
Atención a la emergencia	0	298,250	298,250	2.0
Medio ambiente	0	764,500	764,500	5.1
Total General	8,786,985	6,244,357	15,031,343	100

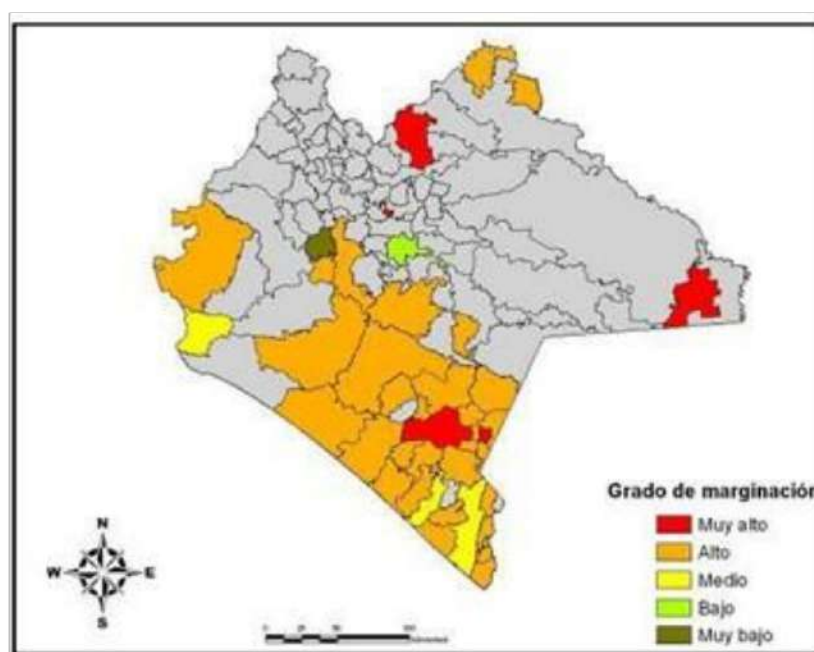
Fuente. Importes en miles de pesos, CENAPRED (2006).

En suma, los daños causados por el huracán “Stan” en el estado de Chiapas se estimaron, en poco más de 15 mil millones de pesos, de los cuales 8,786 fueron considerados como directos, es decir, afectaciones en infraestructura o acervos, y

6,244 millones fueron cuantificados como efectos indirectos asociados al fenómeno.

La siguiente figura nos muestra el grado de marginación de los municipios que fueron afectados por el paso del huracán “Stan”, se puede observar que la mayoría de ellos presentan grados altos y muy altos de marginación, lo que acentúa su situación de vulnerabilidad. Esto se reflejó en el grado de afectación a causa del huracán, que lo ubicó a la cabeza de todos los estados afectados por este mismo fenómeno (CENAPRED, 2006).

Fig 5.11
Grado de marginación de los municipios afectados de Chiapas.



Fuente. Datos del Gobierno del Edo. Chiapas, DIGyE (2006).

El torrente de lluvias del Huracán Stan provocó el desbordamiento de 98 ríos, que afectaron a 800 localidades de 41 municipios del estado de Chiapas; obligaron a la

evacuación y traslado de 92 mil personas a refugios temporales y, de acuerdo con el informe más reciente de la fiscalía general estatal, provocaron el fallecimiento de 82 personas (García-Arróliga, 2006).

Fig 5.12
Municipios declarados en desastre en Chiapas después del huracán Stan.



Fuente. Declaratoria publicada en el DOF del 11 de noviembre del 2005.

Por el cierre de caminos, alrededor de 700 mil personas, en 34 cabeceras municipales, quedaron parcial o totalmente aisladas, y sufrieron incomunicación, problemas de abasto o algún tipo de afectación. En los 41 municipios declarados en emergencia, llegaron a instalarse 442 albergues con más de 90 mil personas.

El huracán impactó la infraestructura eléctrica, lo que provocó se suspendiera el servicio en 801 poblaciones, en perjuicio de más de 103 mil usuarios. La evaluación de daños de Comisión Federal de Electricidad (CFE) arrojó un total de 2 mil postes caídos, 585 transformadores dañados, y afectaciones en 271

kilómetros de líneas de distribución de mediana tensión y 95 kilómetros de líneas de distribución de baja tensión. El costo total de la reparación de la infraestructura eléctrica dañada supera los 256 millones de pesos (García-Arróliga, 2006).

Fig 5.13

Daños Torre de transmisión eléctrica de la CFE por el huracán Stan.



Fuente. *Informe CFE-Superintendencia Tapachula (2005).*

Sobre la infraestructura carretera, de las 41 cabeceras municipales afectadas, 34 quedaron temporalmente incomunicadas, mientras que las otras 7 mantuvieron su enlace terrestre parcialmente. La caída de agua, su acumulación y escurrimiento, provocaron el desbordamiento de ríos y deslaves de cerros, dañando 630 caminos, tanto troncales como alimentadores y rurales. Resultaron afectados 5 mil 587 kilómetros, que equivalen a una cuarta parte del total de la red de caminos en el estado. Fueron 630 caminos que quedaron inaccesibles en los días de las intensas lluvias, así como, 253 puentes, que suman 12 mil 490 metros lineales, sufrieron diferentes daños. Para la reconstrucción de infraestructura carretera, se requirió una inversión de 3 mil 730 millones de pesos. La ejecución se realizó en

aproximadamente un año, con recursos del Fondo de Desastres Naturales (Fonden) (García-Arróliga, 2006).

Tabla 5.10
Daños en infraestructura carretera federal por el huracán Stan.

Municipio	Longitud afectada (kilómetro)	Número de puentes afectados	Longitud de puentes afectados (metros lineales)	Inversión total (miles de pesos)
Acacoyagua	79.0	0	0	19,635
Acapetahua	40.0	0	0	5,410
Amatenango de la Frontera	37.0	0	0	5,340
Ángel A. Carzo	25.0	0	0	35,000
Arriaga	24.0	0	0	163,610
Bejucal de Ocampo	0.1	0	0	2,455
Bellavista	12.0	0	0	1,150
Cacahoatán	8.0	2	65	30,350
Catazajá	16.0	0	0	4,440
Cintalapa	82.0	0	0	4,550
Chicomuselo	18.0	1	20	4,880
El Porvenir	3.0	0	0	2,300
Escuintla	42.0	1	50	94,310
Frontera Comalapa	37.0	0	0	525
Frontera Hidalgo	10.0	0	0	1,160
Huehuetán	24.0	2	55	26,960
Huixtla	12.0	2	45	702,395
Jiquipilas	73.0	0	0	1,550
La Grandeza	16.0	0	0	5,310
Mapastepec	87.0	0	0	8,810
Mazapa de Madero	14.0	1	120	56,000
Mazatán	6.0	0	0	605
Monte Cristo de Guerrero	8.0	0	0	4,500
Motuzintla	104.0	3	180	189,620
Pijijiapan	142.0	1	10	159,605
San Cristóbal de las Casas	0.0	0	0	42,850
Siltepec	6.0	0	0	780
Suchiate	8.0	0	0	25,620
Tapachula	49.0	1	10	19,120
Tonalá	93.0	0	0	54,260
Tuxtla Chico	20.0	1	25	7,125
Tuxtla Gutiérrez	0.0	0	0	24,700
Tuzantán	6.0	1	10	5,970
Unión Juárez	7.0	2	25	31,525
Villa Comaltitlán	55.0	2	70	23,890
Villaflores	107.0	0	0	7,370
Varios	748.0	0	0	100,700
Gastos de operación				55,620
Total	2,018.1	20	685	1,930,000

Fuente. Datos Plan de reconstrucción, Gobierno del estado de Chiapas (2005).

Fig 5.14
Devastación en la Costa de Chiapas por el Huracán Stan.



Fuente. Imagen publicada en el Periódico Cuarto Poder (2005).

Fig 5.15
Desastre provocado por el Huracán Stan.



Fuente. Imagen publicada en el Diario del Sur-OEM (2005).

De acuerdo con las reglas de operación del FONDEN, los recursos para resarcir los daños en la infraestructura carretera federal fueron de participación Federal 100%. Los tiempos en los que fluyeron los recursos en Chiapas fueron más cortos que en otros estados afectados por el mismo fenómeno debido a que los daños en este estado fueron considerablemente mayores y así también los efectos sobre la población.

En lo referente a los caminos alimentadores estatales, se presentaron daños en 24 municipios, 38 puentes y más de 670 kilómetros de 49 caminos con algún grado de afectación. El monto de los daños, a costo de reemplazo, se calculó en 590.6 millones de pesos, siendo la Región del Soconusco la mayormente afectada con más del 40% de los daños. Sólo el municipio de Tapachula, perteneciente a dicha región, acumuló casi el 30%.

Tabla 5.11

Resumen de daños en caminos alimentadores por el huracán Stan.

Municipio	Caminos y puentes alimentadores				
	Número de caminos afectados	Longitud (kilómetros)	Número de puentes afectados	Longitud (metros lineales)	Total (miles de pesos)
Acapetahua	1	16	1	70	20,100.2
Cacahoatán	3	3.02	0	0	3,558.6
Escuintla	4	37.2	0	0	19,729.0
Huehuetán	1	2.4	0	0	1,245.7
Huixtla	3	15	0	0	9,151.1
Mapastepec	2	15.8	0	0	3,926.4
Mazatán	1	6	0	0	7,421.3
Villacomaltitlán	1	22	1	40	12,522.7
Suchiate	1	3.6	0	0	5,215.1
Tapachula	7	119.5	12	370	170,122.9
Tuzantán	2	2	0	0	5,188.4
Subtotal Región Soconusco	26	242.52	14	480	258,181.4
Tonalá	2	18.8	5	95	43,522.0
Subtotal Región Istmo Costa	2	18.8	5	95	43,522.0
Total	28	261.32	19	575	301,703.40

Fuente. Informe de la Comisión de Caminos de Chiapas (2005).

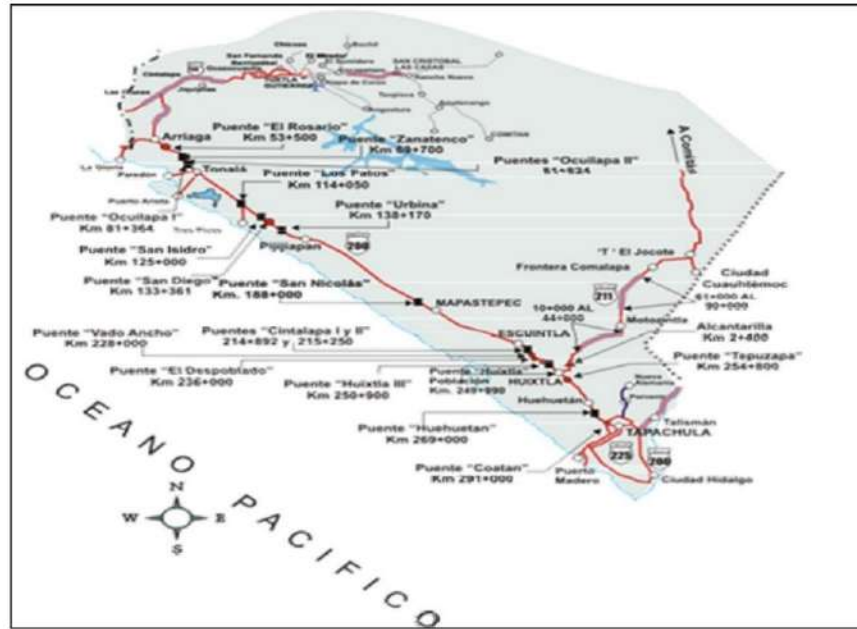
Por otro lado, los deterioros en los caminos rurales estatales fueron todavía más elevados que los registrados en los alimentadores, ya que se presentaron daños en 382 caminos con una longitud de 2,971 kilómetros y 146 puentes todos ellos ubicados en 41 municipios. Siendo las regiones del Soconusco y la Sierra las más afectadas. El municipio que requirió una mayor inversión fue el de Siltepec, seguido por el de Motozintla, ambos pertenecientes a la Región de la Sierra.

Tabla 5.12
Daños en caminos y puentes rurales.

Municipio	Caminos y puentes rurales				
	Número de caminos afectados	Longitud (kilómetros)	Número de puentes afectados	Longitud(metros lineales)	Total (miles de pesos)
Acacoyagua	0	0	5	53	10,350.0
Acapetahua	0	0	0	0	0.0
Cacahoatán	3	11	3	65	18,900.7
Escuintla	8	52	5	150	38,926.1
Frontera Hidalgo	2	13.3	0	0	2,348.3
Huehuetán	4	13	8	218	41,908.1
Huixtla	12	44	4	300	98,376.2
Mapastepec	8	74.7	4	62	26,177.7
Mazatán	12	38.7	1	15	12,735.5
Metapa	3	5.5	0	0	668.5
Villacomaltitlán	5	84	7	148	39,433.6
Suchiate	3	1	1	15	2,175.4
Tapachula	16	116	13	178	58,917.1
Tuxtla Chico	5	18	1	20	6,916.2
Tuzantán	8	29	3	35	30,682.1
Unión Juárez	1	2	0	0	853.9
Subtotal Región Soconusco	90	502.2	55	1,259	389,369.3
Arriaga	1	12.7	1	30	1,869.7
Pijijiapan	8	80.3	5	110	37,865.6
Tonalá	16	63.3	2	110	16,459.9
Subtotal Región Istmo Costa	25	156.3	8	250	56,195.1
Total	115	658.50	63	1509	445,564.40

Fuente. Informe de la Comisión de Caminos de Chiapas (2005).

Fig 5.16
 Daños en infraestructura carreteras federal y estatal.



Fuente. Informe de la Comisión de Caminos de Chiapas (2005).

Fig 5.17
 Daños en puentes y carretera costera por el huracán Stan.



Fuente. Imágenes propias (2005).

El monto estimado para la reconstrucción de la infraestructura de agua, alcantarillado y saneamiento de 647 localidades, en los municipios afectados, fue de 467 millones de pesos.

De acuerdo con el Sistema de Procedimiento Autorizado del Fondo de Desastres Naturales, se determinó que el universo de atención fue de 45 mil 166 viviendas. Por el tipo de daños que sufrieron, se dividieron en: 3 mil 887 inundadas, 6 mil 528 con daño menor, 5 mil 772 con daño parcial, 20 mil 812 con daño total y 8 mil 167 fueron reubicadas por situarse en zonas de riesgo. El programa más importante de vivienda fue "Vida Mejor", en el cual se realizaron reubicaciones en todos los municipios afectados (García-Arróliga, 2006).

De las escuelas, 305 resultaron dañadas, afectando a una población estudiantil de 135 mil 771 alumnos. De éstas, 176 tuvieron daños menores, 18 mayores y 111 se perdieron totalmente. La reconstrucción de los daños al sector educativo costó 245 millones.

En el área de salud, 114 unidades médicas fueron dañadas. De ellas, 108 sufrieron daños menores y parciales, y 6 centros de salud rural presentaron pérdida total. De las 88 unidades de salud con daño menor, 3 fueron hospitales regionales, 7 hospitales comunitarios básicos, 64 centros de salud rural, 14 centros de salud urbanos. Con daño parcial se encontraron 3 hospitales regionales, un hospital comunitario básico, 7 centros de salud urbanos y 9 centros de salud rural. La infraestructura de salud sufrió daños que requirieron una inversión de 72 millones (García-Arróliga, 2006).

En materia agropecuaria, fueron afectados 122 mil productores. También se reportaron 208 mil hectáreas dañadas, principalmente las dedicadas a cultivos agroindustriales de exportación, que generan 24% del valor total de la producción.

del estado. La economía de las tres regiones afectadas por Stan sufrió la pérdida de activos e ingresos del orden de mil 123 millones de pesos. Y que, para restituirlas, reactivar la economía y restaurar los daños a la ecología, se requirieron de 2 mil 385 millones de pesos.

El desastre ambiental se evaluó que 172 mil 500 hectáreas de terrenos forestales tuvieron una erosión severa en las partes altas de las cuencas y ríos Huixtla, Suchiate, Grijalva-La Concordia, que comprenden las cinco subcuencas: Sesecapa, Coatán, Cacaohatán, Huehuetán, Zacualpa y San Miguel. Los daños al sector forestal ascendieron a 676 millones 692 mil pesos. Así, la tierra desprendida de la cordillera fue a depositarse en 44 mil hectáreas de lagunas costeras. Esto ocasionó que se perdieran más de 3 mil 165 hectáreas de campos pesqueros, incluyendo a uno de los reservorios para especies marinas más importantes del Pacífico mexicano dentro de la reserva de La Encrucijada. El huracán afectó a 13 mil 500 familias de pescadores en 78 comunidades, y el azolve, la pérdida de los sistemas de producción y la producción misma, de los equipos y artes de pesca, así como de los daños a la infraestructura pesquera y acuícola ascendieron a 330 millones de pesos. En cuanto a los daños ambientales, se estimó un costo de unos 745 millones. Este recurso se destinó a trabajo forestal, acciones de restauración de suelos, infraestructura de viveros, producción de plantas, reforestación y prevención de incendios; áreas naturales; trabajos de limpieza, herramientas e insumos y la restauración de proyectos productivos; así como la limpieza de 96 kilómetros de playas (García-Arróliga, 2006).

Tabla 5.13

Afectaciones en agricultura por área y tipo de cultivo

Modalidad	Cultivo	Productores afectados	Superficie afectada (hectáreas)	Rendimiento	Precio medio rural	Estimación de daños (miles de pesos)
A	Maíz	25,094	40,439.0	2.4	1,540.3	150,737.4
	Acelga	3	3.0	11.3	2,286.1	77.3
	Ajonjolí	2,295	5,559.5	0.5	7,237.8	20,843.6
	Arroz	1	0.5	2.2	2,400.9	2.6
	Berro	35	35.0	12.0	3,000.0	1,260.0
	Cacahuate	231	150.1	2.3	3,119.0	1,076.8
	Cacao	2,790	4,768.6	0.8	15,876.1	62,307.1
	Camote	13	13.8	23.7	2,772.4	904.2
	Cebolla	5	0.3	13.9	3,662.2	16.3
	Chayote	8	4.6	55.4	1,864.3	476.1
	Chilacayote	1	1.0	15.6	3,017.2	47.2
	Chile	286	351.3	11.1	5,237.4	20,461.5
	Cilantro	1	0.5	8.5	2,333.7	9.9
	Coliflor	1	0.5	20.5	2,740.5	28.1
	Flores	155	196.4	8.3	13,703.2	22,353.3
	Frijol	5,523	5,981.5	0.6	5,584.7	19,641.8
	Haba	4	1.5	6.3	3,759.4	35.3
	Jitomate	159	74.8	33.9	4,697.8	11,891.8
	Pasto	7,825	50,076.9	49.6	450.0	1,116,815.5
	Rábano	3	1.0	8.6	2,765.7	23.8
	Repollo	10	4.3	19.9	1,259.2	107.7
	Sorgo	272	1,109.8	3.7	1,293.9	5,312.7
	Soya	289	2,111.5	2.5	2,983.3	16,038.0
Tabaco	2	40.0	2.2	14,421.8	1,261.6	
Trigo	4	2.8	0.9	2,601.1	6.7	
Yuca	12	9.8	13.1	2,204.6	282.1	
Subtotal		45,022	110,937.8			1,452,018.3
Frutal	Aguacate	11	23.9	5.9	3,522.3	494.4
	Coco	18	65.6	6.0	1,696.2	665.5
	Durazno	21	11.1	3.4	4,160.2	155.3
	Fresa	2	1.0	27.8	7,083.6	196.9
	Jícama	5	8.0	27.0	1,883.8	407.3
	Jocote	11	12.5			0.0
	Limón	7	8.9	6.8	1,431.8	86.8
	Mamey	17	28.0	5.1	2,091.2	297.0
	Mandarina	1	1.0	5.7	700.0	4.0
	Mango	788	2,091.1	13.8	1,000.4	28,930.8
	Manzana	22	22.5	2.4	5,808.8	316.7
	Marañón	41	96.0	0.8	2,643.8	197.0
	Melón	7	27.5	12.4	1,772.0	606.2
	Naranja	123	94.0	8.6	1,097.6	884.9
	Nopal	1	1.0	20.7	343.5	7.1
	Papaya	109	551.0	70.1	3,739.6	144,452.4
	Pepino	574	487.4	14.0	2,500.0	17,059.7
Piña	16	24.3	113.6	2,500.0	6,886.7	
Plátano	2,971	8,827.1	32.4	1,087.8	311,196.1	
Rambután	8	30.6			0.0	
Sandía	57	82.5	16.0	1,359.1	1,799.1	
Subtotal		4,810	12,494.9			514,643.8
Perenne	Calabaza	72	73.5	0.4	8,558.7	276.8
	Caña de azúcar	796	3,884.7	81.4	292.7	92,582.6
	Palma	958	5,519.3	18.5	748.3	76,535.3
	Papa	16	17.4	12.2	3,178.6	674.1
Subtotal		1,842	9,494.9			170,068.8
Café	Café	49,277	75,136.9	2.44	2,637.4	483,527.1
Total general		100,951	208,064.6			2,620,257.9

Fuente. Informe de la Secretaría de Desarrollo Rural de Chiapas (2006).

Los datos de pérdidas de la economía regional fueron elaborados con información de diferentes dependencias y Cámaras empresariales, por un periodo de treinta días, hasta que se “normalizó” el tránsito de la carretera costera con vados, puentes tipo “mecano” provisionales para desastres naturales, terraplenes provisionales en tramos afectados; lo cual por la situación disminuía la velocidad promedio de los vehículos de 90 km/hr a menos de 60 km/hr, durante aproximadamente un año que duraron las reparaciones a los puentes y tramos dañados.

Tabla 5.14
Afectaciones en la ganadería en Chiapas

Tipo de ganado	Productores afectados	Unidad	Número de unidades afectadas	Precio unitario	Monto estimado de daños (Miles de pesos)
Apicultura	271	Colmenas	6,315	800	5,052
Avícola	1,858	Aves de corral	293,153	20	5,863
Bovino	2,943	Cabezas	17,320	6,000	103,920
Caprino	24	Cabezas	184	800	147
Equino	366	Cabezas	577	6,000	3,462
Ovino	1,075	Cabezas	13,829	800	11,063
Porcino	760	Cabezas	3,112	1,900	5,913
Total general	7,297		334,490		135,420

Nota.

Fuente. Informe de la *Secretaría de Desarrollo Rural de Chiapas (2006)*.

Tabla 5.15
Cuantificación de pérdidas económicas por los daños del Huracán Stan.

Concepto	Daños directos (miles de pesos)	Daños Indirectos (miles de pesos)	Total (miles de pesos)
Sector Agropecuario	\$ 414,110	\$ 2,666,987	\$ 3,081,097
Turismo	\$ 3,608	\$ 110	\$ 3,718
Comercio e industria	\$ 303,692	\$ 0	\$ 303,692
Comercio Internacional	\$ 605,192	\$ 60,000	\$ 665,192
Sector Transporte	\$ 65,000	\$ 45,000	\$ 110,000
Totales	\$ 1'391,602	\$ 2,772,097	\$ 4'163,699

Fuente. Elaboración con datos CENAPRED, y Sría. de Economía Chiapas (2006).

6. Aplicación del Modelo para la Gestión de Riesgo en Desastres Meteorológicos

Si bien es cierto los daños provocados por los desastres naturales de 1998 y 2005 han sido múltiples: viviendas, sistemas de agua potable y alcantarillado, energía eléctrica, caminos, puentes, comunidades aisladas, ríos desbordados, damnificados, pérdidas humanas. En esta investigación nos enfocamos en los daños de la carretera costera Mex200, que es la vía de comunicación principal de la región Costa de Chiapas, ya que por ahí circulan todos sus habitantes y es vital para la economía regional.

6.1 Análisis de la situación económica actual de la Región del Soconusco

La Región del Soconusco tiene una economía preponderantemente primaria, en la que su uso de suelo es principalmente agrícola de temporal (39.54%), agricultura de riego (5.65%) y pastizal cultivado (26.56%) para la engorda de ganado (INEGI-Chiapas, 2020).

6.1.1 Producción Agropecuaria

La población de la llanura y de la sierra está fuertemente asociado a la actividad agropecuaria, y si bien en la sierra las pendientes y el tipo de suelo no son tan favorables como en la llanura, la superficie dedicada a la agricultura (café) en la sierra es abundante a todo lo largo de la región.

Viendo el mapa de industria agrícola y cultivos de plantación, la presencia del café generalmente de altura explica las áreas abiertas al cultivo con cultivos de autoconsumo, incluso ocupando ANP (áreas naturales protegidas). En la llanura costera, los cultivos de plantación de palma de aceite, mango y cacao ocupan importantes superficies que además de la caña de azúcar que ocupan terrenos de

riego en la llanura costera, ha llevado a que exista un amplio número de establecimientos que elaboran café tostado y molido la elaboración de chocolate, y un ingenio azucarero en el municipio de Huixtla. La ganadería principalmente de bovinos es extensiva, y se desarrolla principalmente en terrenos no inundables de la llanura costera y en las partes bajas de la sierra. Sin embargo, existen áreas de pastos en las ANP de la llanura costera y en las de la sierra. Ello ha derivado en una industria de derivados lácteos que permite ver queserías en los municipios desde Villa Comaltitlán hasta Pijijiapan y en menor número en Tapachula, en donde se realiza el procesamiento de leche para obtenerla en polvo o condensada. Los establecimientos económicos dedicados a la matanza de ganado se concentran mayormente en las cabeceras municipales de los municipios de Arriaga y Tonalá, así como desde Huixtla hasta Cd. Hidalgo, y están enfocados en su mayoría al abasto del mercado local, y se procesa carne animal para embutidos en Escuintla. La actividad pesquera se desarrolla en lagunas costeras y en mar abierto, ubicándose establecimientos dedicados a la captura de camarón y de peces. Para los productos pesqueros solo se encuentra una empresa que prepara y envasa atún (Procesa); el resto de los mariscos lo venden a granel. La industria relacionada con la madera está ubicada en las cabeceras municipales cercanas a las ANP del Triunfo y en dos localidades cercanas al ANP del Tacaná, localizándose ahí aserraderos y fabricación de productos de madera. En Tapachula favorecida por las economías de aglomeración se tienen varios aserraderos y fábricas de productos de madera (Secretaría de Economía Chiapas, 2021).

Tabla 6.1
Producción agropecuaria de la Costa de Chiapas.

CULTIVOS AGRICOLAS	SUP SEMBRADA HAS	VALOR DE LA PRODUCCIÓN 2020 (miles de \$)
Mango ataulfo	29,990.16	1,123,985.27
Plátano enano gigante	8,911.06	957,957.89
Pastos y praderas estrella	63,131.93	882,000.25
Caña de azúcar industrial	14,803.09	845,002.64
Palma africana o de aceite	28,964.50	675,678.37
Papaya maradol	1,388.00	485,545.97
Pastos y praderas bermuda	34,897.30	468,317.41
Maíz grano blanco	35,204.25	315,246.68
Café cereza s/clasificar	71,404.06	281,974.80
Cacao s/clasificar	9,046.80	169,462.23
Soya s/clasificar	12,901.50	161,334.78
Plátano macho	5,011.51	155,467.27
Rambután s/clasificar	833	114,520.94
Mango manililla	3,379.00	97,497.55
Ajonjolí s/clasificar	7,965.70	58,513.05
Sandía charleston (gray)	714	26,992.33
Café cereza orgánico	2,363.07	26,322.79
Sorgo grano s/clasificar	1,174.80	10,213.66
Mango criollo	518.5	9,057.43
Mango ataulfo orgánico	161	7,508.94
Plátano manzano	58	4,877.30
Frijol negro jamapa	326.2	3,032.90
Aguacate criollo	103	2,346.17
Mangostán s/clasificar	65	2,330.42
Limón persa	187.78	1,800.01
Rambután orgánico	13	1,796.86
Mango kent	24	1,477.06
Café cereza robusta	255	1,474.37
Tomate rojo (jitomate) bola	19	1,040.44
Mamey s/clasificar	51	828.69
Mango manila	62	807.4
Limón agrio (mexicano) orgánico	59	666.92
Café cereza arábica orgánico	52	550.41
Melón cantaloupe	12.4	449.08

Zapote chico (chico zapote)	46	416.62
Cacao orgánico	6	387.01
Palma camedor (gruesa)	10	115.55
Tamarindo s/clasificar	25	63.48
GANADERÍA EN PIE		
Ganado vacuno en pie	575,497.78	1,010,090.79
Ganado porcino en pie		211,364.40
Ganado ovino en pie		19,604.91
Aves de corral en pie		1,320,110.82
Guajolote en pie		9,742.83
TOTAL	909,635.39	9,467,976.67

Fuente. Elaboración con datos de SIACOM-NG (2020).

6.1.2 Movimiento de Importaciones y exportaciones en la Frontera de Cd. Hidalgo, Chiapas

De acuerdo con la Administración de la Aduana de Cd. Hidalgo, Chiapas, el primer semestre del 2020, el valor de las mercancías que cruzaron hacia Centroamérica, ascendió a más de cuarenta mil millones de pesos.²³

Señaló que por esta vía circulan al mes treinta y ocho mil vehículos, de los cuales veinte mil entran a México para abastecerse de mercancías y materias primas que tienen como destino final diversos países de Centroamérica.

“La aduana de Ciudad Hidalgo tiene una vocación netamente exportadora. Del 100 por ciento de la carga que se mueve por esta aduana el ochenta por ciento es mercancía de exportación, y un veinte por ciento es de importación” (Entrevista, 2020).

En cuanto al valor de la mercancía de importación que cruza de la aduana hacia México proveniente de Centroamérica, éste asciende a los once mil setecientos millones de pesos (Administración de la Aduana de Cd. Hidalgo, 2020).

²³ Entrevista con personal de la Administración de la Aduana de Cd. Hidalgo que solicitaron el anonimato (2020).

Entre los principales países que llevan a cabo este intercambio comercial en la región destaca, Guatemala con un 57 por ciento, Nicaragua con el 15 por ciento, El Salvador 7.34 por ciento, Honduras 6 por ciento, Estados Unidos 4 por ciento, Costa Rica 2 por ciento, mientras que el resto va para Sudamérica, Asia y Canadá.

En cuanto a los destinos que tienen las mercancías que exporta México a través de la Aduana de Ciudad Hidalgo, se encuentra Guatemala con el 50 por ciento, El Salvador 15 por ciento, mientras que Costa Rica, Nicaragua y Honduras con el 10 por ciento respectivamente.

Entre las principales mercancías que se importan por la aduana, se encuentran componentes automotrices, aceite en bruto, cajas de cartón, jabones y detergentes, cacahuete sin cáscara, caramelos y caucho.

En contraste, los productos que salen de la aduana de Ciudad Hidalgo hacia Centroamérica son: manufactura de plástico, tubos y accesorios de plástico, manufactura de hierro, cemento, losetas, electrodomésticos, plátano de la región.

Toda esta mercancía -exportaciones/importaciones- transitan por la carretera costera Mex200. Y Por su movimiento, la Aduana de Ciudad Hidalgo es la más *importante del sureste mexicano*.

Fig 6.1

Gráfica de exportaciones a países de Centroamérica por Aduana de Cd. Hidalgo.



Fuente. Informe de Administración de Aduana de Cd. Hidalgo, Chiapas (2020).

6.1.3 Población Total en la Región del Soconusco

Según el Censo de Población y Vivienda 2020, en esta región es de 999,807 habitantes; de las cuales 49% son hombres y 51% mujeres.

Tabla 6.2

Población total de Hombres y Mujeres en la región del Soconusco.

Municipio	Mujeres	Hombres	Total
Acacoyagua	8,997	8,997	17,994
Acapetahua	13,714	13,185	26,899
Arriaga	21,181	19,954	41,135
Cacahoatán	25,685	24,427	50,112
Escuintla	15,682	15,214	30,896
Frontera Hidalgo	7,380	7,176	14,556
Huehuetán	18,622	17,711	36,333
Huixtla	27,163	26,079	53,242
Mapastepec	23,349	22,781	46,130
Mazatán	14,233	14,017	28,250
Metapa	3,120	2,756	5,876
Pijijiapan	26,082	25,111	51,193
Villa Comaltitlán	14,719	15,578	30,297
Suchiate	21,191	20,481	41,672
Tapachula	182,096	171,610	353,706
Tonalá	46,632	45,281	91,913
Tuxtla Chico	21,247	19,777	41,024
Tuzantán	15,402	14,900	30,302
Unión Juárez	8,161	7,847	16,008
Total	514,656	485,151	999,807

Fuente. Datos del Censo Nacional de Población, INEGI (2020).

6.1.4 Población económicamente activa en la Región del Soconusco

Según el Censo de Población y Vivienda 2020, la Población Económicamente Activa (PEA) en esta región es de 389,821 habitantes; de las cuales 73.07% son hombres y 26.93% mujeres.

De los cuales el 29.97% trabajan en el sector primario, 13.11% en el sector secundario, 55.33% en el sector terciario y el 1.59% restantes no fue especificado (INEGI, 2020).

Tabla 6.3

Población económicamente activa (PEA) en la Costa de Chiapas.

Municipio	Total	Hombres	Mujeres
Acacoyagua	5913	5094	819
Acapetahua	11333	9093	2240
Arriaga	18183	12771	5412
Cacahoatán	16307	12836	3471
Escuintla	10927	8862	2065
Frontera Hidalgo	4796	3806	990
Huehuetán	12462	9973	2489
Huixtla	22072	15662	6410
Mapastepec	17693	13860	3833
Mazatán	10725	8569	2156
Metapa	1956	1435	521
Pijijiapan	20291	16144	4147
Villa Comaltitlán	10440	8634	1806
Suchiate	14000	10674	3326
Tapachula	145378	96563	48815
Tonalá	35859	26524	9335
Tuxtla Chico	15613	11583	4030
Tuzantán	10996	8659	2337
Unión Juárez	4877	4089	788
Total	389821	284831	104990

Fuente. Datos del Censo Nacional de Población, INEGI (2020).

6.2 Análisis de la situación actual de la carretera costera Mex200

Como ya he dicho, la carretera costera Mex200 es la vía de comunicación más importante de la Región del Soconusco, ya que por ahí transitan todos los vehículos particulares y comerciales que transportan a personas, productos de consumo local, productos para venta nacional, y productos de exportación, ya sea producidos en la región o que vienen de paso desde el centro y norte del país.

6.2.1 Análisis del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) de vehículos en la carretera costera Mex200

El tránsito diario promedio anual (TDPA)²⁴ es una variable aleatoria determinada por una unidad de tiempo fijo. Esta unidad de tiempo es el día, lo cual implica realizar los conteos de vehículos durante las 24 horas diarias.

De acuerdo con la tabla siguiente podemos ver un análisis del TDPA del 2018-2020, en el que podemos ver el incremento anual que va de 7,908 a 8,812 vehículos diario promedio en tan solo tres años, o sea un incremento del 11.43%.

A pesar de que la región del Soconusco cuenta con un aeropuerto internacional en Tapachula, vías de ferrocarril, y un puerto de altura en Puerto Chiapas; la carretera costera Mex200 sigue siendo la vía de comunicación más importante ya que por ahí transita el 95% de los productos y personas diariamente.

²⁴ Mediante las metodologías que ofrece el manual de carreteras puedes obtener un **TDPA**, referido al tránsito diario promedio anual en función de los aforos temporales realizados y de los aforos de estaciones maestras que posee la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en sus conteos anuales publicados en Datos Viales.

Para los proyectos y programas de conservación de carreteras, la oferta se corresponde con la infraestructura diaria que se pone al servicio del usuario. A continuación, se enuncian los elementos del tramo carretero y su condición actual.

6.2.2.1 Pavimentos

Para conocer el comportamiento funcional del pavimento de la carretera Mex 200 (tramo Arriaga-Tapachula) revisé la información que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes proporciona a la Dirección de Mantenimiento de Carreteras de la evaluación superficial de los pavimentos del año 2018. Este comportamiento es de importancia para conocer las condiciones de economía en la operación, confort y seguridad que proporcionan las carreteras a los usuarios.

En la tabla 6.5 se presentan las características físicas y condiciones actuales las cuales son: Ancho de corona, Número de carriles, Acotamiento, Tipo de Pavimento, Espesor de carpeta, Deflexión, IRI, Porcentaje de agrietamiento, Desprendimiento de áridos, Número de baches, Profundidad de roderas y Textura; en la tabla 6.6 presento los rangos de indicadores que requiere una autopista A según las normas SCT; y en la tabla 6.7 indico la situación actual del tramo carretero de acuerdo a los indicadores según Normas SCT.

Tabla 6.5
Condiciones físicas actuales del pavimento de la carretera Mex200.

Tramo	Subtramo	Nombre	Long. Equiv.	Ancho de corona	# Carriles	Acotamiento	Tipo Pavimento	Espesor Pav. (mm)	Deflexión (mm)	IRI (m/km)	Fisuras (%)		Desprend. (%)	Baches (#)	Rodadura (mm)	Macrotextura (mm)
CH200C1-047.0-073.0A	CH200C1-047.0-049.5A		2.80	9.00	2.00	No	ASF	84	0.944	3.42	4.00		2.85	2.50	10.91	0.97
			15.70	9.00	2.00	No	ASF	50	1.024	3.72	35.00		3.00	3.00	12.65	0.62
			7.50	8.00	2.00	No	ASF	50	1.132	2.38	2.00		0.00	0.00	7.68	0.57
CH200C1-073.0-115.0A	CH200C1-073.0-094.0A		11.00	8.00	2.00	No	ASF	50	0.778	2.33	2.00		0.00	0.00	8.66	0.60
			10.00	8.00	2.00	No	ASF	50	0.970	3.10	8.60		4.00	2.00	13.22	0.94
			6.00	8.00	2.00	No	ASF	50	0.980	2.26	1.50		0.00	0.00	10.97	0.62
			15.00	8.00	2.00	No	ASF	144	0.831	2.62	1.00		0.00	0.00	13.90	0.58
CH200C1-115.0-144.0A	CH200C1-115.0-120.0A		5.00	8.00	2.00	No	ASF	212	0.917	2.64	1.50		0.00	0.00	12.91	0.63
			5.50	8.00	2.00	No	ASF	135	1.053	3.91	2.50		0.00	1.00	15.03	1.16
			10.50	8.00	2.00	No	ASF	100	0.843	2.76	1.50		0.00	0.00	12.86	0.60
			4.00	8.00	2.00	No	ASF	139	0.776	3.36	1.30		0.00	0.00	13.00	0.67
CH200C1-144.0-189.0A	CH200C1-140.0-144.0A		4.00	8.00	2.00	No	ASF	134	1.327	3.01	2.80		0.00	1.00	12.61	0.84
			45.00	7.00	2.00	No	ASF	100	1.136	3.19	2.50		0.50	1.00	12.27	0.91
CH200C1-189.0-213.0A	CH200C1-189.0-200.0A		11.00	7.00	2.00	No	ASF	100	1.054	3.24	3.00		0.50	0.50	12.11	0.92
			13.00	7.00	2.00	No	ASF	101	1.468	4.91	65.00		1.67	37.50	14.90	0.67
CH200C1-213.0-250.0A	CH200C1-213.0-244.0A		31.00	9.00	2.00	No	ASF	59	1.057	3.98	15.00		0.75	4.00	12.55	0.64
			6.00	7.00	2.00	No	ASF	139	1.073	2.71	2.34		0.78	0.78	6.64	0.72
CH200C1-250.0-283.5A	CH200C1-250.0-252.2A		2.20	11.10	2.00	Si	ASF	141	0.438	4.85	2.10		0.00	0.00	13.12	0.96
			1.80	11.10	2.00	Si	ASF	135	0.859	2.85	18.15		0.83	4.00	10.56	0.77
			11.00	11.10	2.00	Si	ASF	100	1.118	3.45	14.50		1.00	5.60	12.45	0.75
			3.00	10.30	2.00	Si	ASF	100	0.726	2.85	32.50		3.33	7.50	10.17	0.82
			5.40	10.30	2.00	Si	ASF	134	0.677	3.20	17.50		3.33	3.75	10.01	0.85
			2.60	10.30	2.00	Si	ASF	135	0.768	2.65	1.50		0.00	0.00	7.51	0.85
CH200C1-047.0-073.0B	CH200C1-276.0-283.5A		7.50	10.30	2.00	Si	ASF	137	0.650	2.80	20.00		4.17	3.80	10.07	0.75
			2.80	10.50	2.00	Si	ASF	205	0.671	2.97	10.00		2.00	2.20	16.50	1.12
			4.20	10.50	2.00	Si	ASF	205	0.781	3.17	10.00		2.40	2.50	12.17	0.81
			11.50	10.50	2.00	Si	ASF	144	0.685	2.50	1.00		0.00	0.00	6.54	0.56
			7.50	9.00	2.00	No	ASF	155	1.156	3.65	1.00		0.00	0.00	14.80	0.84
			8.00	9.00	2.00	No	ASF	212	1.188	3.06	1.00		0.00	0.00	15.14	0.74
CH200C1-073.0-115.0B	CH200C1-049.8-054.0B		19.00	9.00	2.00	No	ASF	162	0.985	2.26	1.00		0.00	0.00	7.13	0.55
			10.00	9.00	2.00	No	ASF	114	1.034	2.81	1.50		0.00	0.00	7.84	0.59
			5.00	9.00	2.00	No	ASF	52	0.600	3.14	1.10		0.00	0.00	9.27	0.71
			5.00	9.00	2.00	No	ASF	50	0.860	2.90	1.50		0.00	0.00	10.54	1.07
CH200C1-115.0-144.0B	CH200C1-054.0-065.5B		5.50	9.00	2.00	No	ASF	50	1.006	3.02	1.00		0.00	0.00	7.68	0.73
			16.30	9.00	2.00	No	ASF	52	1.104	2.67	1.00		0.00	0.00	5.91	0.62
			2.20	9.00	2.00	No	ASF	56	0.678	2.81	1.50		0.00	0.00	5.52	0.55
CH200C1-144.0-189.0B	CH200C1-065.5-073.0B		16.00	7.00	2.00	No	ASF	100	0.767	2.73	0.00		0.00	0.00	5.89	0.56
			18.00	9.00	2.00	No	ASF	101	0.657	2.95	2.00		0.50	1.00	9.80	0.97
			11.00	9.00	2.00	No	ASF	100	1.239	3.21	0.50		0.50	0.00	13.63	0.59
CH200C1-189.0-213.0B	CH200C1-178.0-189.0B		11.00	9.00	2.00	No	ASF	100	1.188	2.80	0.00		0.00	0.00	10.30	0.60
			10.00	9.00	2.00	No	ASF	135	1.231	3.13	3.00		13.33	0.50	11.94	0.60
			3.00	7.00	2.00	No	ASF	139	1.072	3.17	50.00		10.83	16.00	10.20	0.68
CH200C1-213.0-250.0B	CH200C1-210.0-210.0B		14.00	7.00	2.00	No	ASF	139	1.021	3.63	45.00		15.00	20.00	12.61	0.68
			23.00	9.00	2.00	No	ASF	148	1.261	3.32	30.00		20.00	8.00	12.29	0.77
CH200C1-250.0-283.5B	CH200C1-227.0-250.0B		4.00	10.50	2.00	Si	ASF	100	1.065	3.72	22.50		11.67	18.75	11.65	0.83
			2.00	10.50	2.00	Si	ASF	100	0.732	3.82	22.50		11.67	18.75	9.32	0.86
			2.70	10.50	2.00	Si	ASF	137	1.360	2.90	10.00		2.17	2.35	11.38	0.84
			5.40	10.50	2.00	Si	ASF	141	0.751	2.93	12.85		2.67	3.52	10.86	0.91
			3.90	10.50	2.00	Si	ASF	52	0.471	2.62	20.00		4.17	3.75	12.26	0.88
			5.60	10.50	2.00	Si	ASF	50	0.767	2.91	12.50		0.75	8.00	11.04	0.85
			2.40	10.50	2.00	Si	ASF	100	0.217	2.90	1.50		0.00	0.00	8.62	0.80
			7.50	10.50	2.00	Si	ASF	141	0.503	2.82	10.00		3.33	8.00	8.09	0.85
TOTAL			473.00													

Fuente. Informe de la SCT (2018).

Tabla 6.6
Rangos de los indicadores que requiere una autopista "A"

Parámetros	IRI (m/km) ²⁵	Deflexiones (mm) ²⁶	Macrotextura (mm) ²⁷	Rodera (mm) ²⁸	Fisuras (%) ²⁹
Buen estado	< 2.5	< 0.5	> 0.75	< 12	< 5
No satisfactorio	> 2.5	> 0.5	< 0.75	> 12	> 5

Fuente. Normas SCT (2018).

Tabla 6.7
Condición actual del tramo carretero de acuerdo con los indicadores.

²⁵ **IRI:** Son las siglas en inglés del Índice Internacional de Rugosidad, es la medida de las irregularidades verticales del pavimento a lo largo de la zona donde va la rodada, con respecto a una superficie plana y es equivalente a la relación entre dichas irregularidades acumuladas y la longitud del tramo medido. Este es el principal indicador para determinar el confort que el usuario tiene al transitar por la carretera. La unidad de medición está dada en metros por kilómetro.

²⁶ **Deflexión:** Esta medición se utiliza para conocer la capacidad estructural del pavimento a partir de ensayos no destructivos sobre la superficie del pavimento. La información proporcionada se utiliza para determinar la evaluación estructural del pavimento y determinar su vida remanente, diseñándose las estrategias de rehabilitación y conservación periódica en función del horizonte de evaluación del proyecto. La unidad de medición es el milímetro.

²⁷ **Macro textura:** Corresponde con la capacidad drenante de la superficial del pavimento, es uno de los parámetros más importante en la seguridad vial de la carretera ya que está relacionada con la interacción entre la capa de rodadura y el neumático, específicamente es la que nos permite determinar la evacuación del agua de lluvia en la carpeta y al tener una buena Macro textura reducir el efecto de hidro planeo. La unidad de medición es el milímetro.

²⁸ **Rodera:** La rodera se define como la deformación permanente asociada con el tránsito a través de las capas del pavimento acumuladas con el tiempo convirtiéndose en roderas. Va asociada a la deformación plástica de la estructura del pavimento. La unidad de medición el milímetro.

²⁹ **Fisuras:** es uno de los más importantes deterioros del pavimento. El desgaste y el paso del tiempo son los principales factores que contribuyen al agrietamiento de la capa de rodadura. La propagación del agrietamiento va asociada al peso (ejes equivalentes) de los vehículos que circulan por la carretera, al paso del tiempo y al medioambiente (principalmente la presencia de agua). Su medición es el porcentaje del área total agrietada en todo el ancho de los carriles de circulación ya sea de forma transversal o longitudinal.

Tramo	Subtramo	Deflexión (mm)	IRI (m/km)	Fisuras (%)	Rodera (mm)	Macrotexura (mm)
CH200C1-047.0-073.0A	CH200C1-047.0-	0.944	3.42	4.00	10.91	0.97
	CH200C1-049.8-	1.024	3.72	35.00	12.65	0.62
	CH200C1-065.5-	1.132	2.38	2.00	7.68	0.57
CH200C1-073.0-115.0A	CH200C1-073.0-	0.778	2.33	2.00	8.66	0.60
	CH200C1-084.0-	0.970	3.10	8.60	13.22	0.94
	CH200C1-094.0-	0.980	2.26	1.50	10.97	0.62
	CH200C1-100.0-	0.831	2.62	1.00	13.90	0.58
CH200C1-115.0-144.0A	CH200C1-115.0-	0.917	2.64	1.50	12.91	0.63
	CH200C1-120.0-	1.053	3.91	2.50	15.03	1.16
	CH200C1-125.5-	0.843	2.76	1.50	12.86	0.60
	CH200C1-136.0-	0.776	3.36	1.30	13.00	0.67
CH200C1-144.0-	CH200C1-144.0-	1.327	3.01	2.80	12.61	0.84
CH200C1-144.0-	CH200C1-144.0-	1.136	3.19	2.50	12.27	0.91
CH200C1-189.0-213.0A	CH200C1-189.0-	1.054	3.24	3.00	12.11	0.92
	CH200C1-200.0-	1.468	4.91	65.00	14.90	0.87
CH200C1-213.0-250.0A	CH200C1-213.0-	1.057	3.98	15.00	12.55	0.64
	CH200C1-244.0-	1.073	2.71	2.34	6.64	0.72
CH200C1-250.0-283.5A	CH200C1-250.0-	0.438	4.85	2.10	13.12	0.96
	CH200C1-252.2-	0.859	2.85	18.15	10.56	0.77
	CH200C1-254.0-	1.118	3.45	14.50	12.45	0.75
	CH200C1-265.0-	0.726	2.85	32.50	10.17	0.82
	CH200C1-268.0-	0.677	3.20	17.50	10.01	0.85
	CH200C1-273.4-	0.768	2.65	1.50	7.51	0.85
	CH200C1-276.0-	0.650	2.80	20.00	10.07	0.75
CH200C1-047.0-073.0B	CH200C1-047.0-	0.671	2.97	10.00	16.50	1.12
	CH200C1-049.8-	0.781	3.17	10.00	12.17	0.81
	CH200C1-054.0-	0.685	2.50	1.00	6.54	0.56
CH200C1-073.0-115.0B	CH200C1-065.5-	1.156	3.65	1.00	14.80	0.84
	CH200C1-073.0-	1.188	3.06	1.00	15.14	0.74
	CH200C1-081.0-	0.985	2.26	1.00	7.13	0.55
	CH200C1-100.0-	1.034	2.81	1.50	7.84	0.59
CH200C1-115.0-144.0B	CH200C1-110.0-	0.600	3.14	1.10	9.27	0.71
	CH200C1-115.0-	0.860	2.90	1.50	10.54	1.07
	CH200C1-120.0-	1.006	3.02	1.00	7.68	0.73
	CH200C1-125.5-	1.104	2.67	1.00	5.91	0.62
CH200C1-144.0-189.0B	CH200C1-141.8-	0.678	2.81	1.50	5.52	0.55
	CH200C1-144.0-	0.767	2.73	0.00	5.89	0.56
	CH200C1-160.0-	0.657	2.95	2.00	9.80	0.97
CH200C1-189.0-213.0B	CH200C1-178.0-	1.239	3.21	0.50	13.63	0.59
	CH200C1-189.0-	1.188	2.80	0.00	10.30	0.60
	CH200C1-200.0-	1.231	3.13	3.00	11.94	0.60
CH200C1-213.0-250.0B	CH200C1-210.0-	1.072	3.17	50.00	10.20	0.68
	CH200C1-213.0-	1.021	3.63	45.00	12.61	0.68
CH200C1-250.0-283.5B	CH200C1-227.0-250.0B	1.261	3.32	30.00	12.29	0.77
	CH200C1-250.0-	1.065	3.72	22.50	11.65	0.83
	CH200C1-254.0-	0.732	3.82	22.50	9.32	0.86
	CH200C1-256.0-	1.360	2.90	10.00	11.38	0.84
	CH200C1-258.7-	0.751	2.93	12.65	10.86	0.91
	CH200C1-264.1-	0.471	2.62	20.00	12.26	0.88
	CH200C1-268.0-	0.767	2.91	12.50	11.04	0.85
	CH200C1-273.6-	0.217	2.90	1.50	8.62	0.80
CH200C1-276.0-	0.503	2.82	10.00	8.09	0.85	

Fuente. Datos proporcionados por la Residencia de mantenimiento de carreteras, SCT (2018)

6.2.2.2 Puentes

A partir de la información disponible de los inventarios e inspecciones de las estructuras dispuestas en el sistema de administración de puentes SIPUMEX (Sistema de Puentes de México), se analizaron las condiciones estructurales de los puentes y estructuras del Tramo Carretero estudiado, evaluando las alternativas de conservación para subsanar los deterioros presentes actualmente.

Tabla 6.8
Calificaciones para puentes según su inspección SIPUMEX

Para las	Descripción	Principales Trabajos requeridos
0	Puentes sin ningún daño o de reciente construcción o reparación.	Limpieza, pintura, desyerbe, reparación de barrera de protección y reposición de señalamiento vertical, etc.
1	Puentes en buen estado, con requerimientos de trabajos de conservación rutinaria.	
2	Puentes sin problemas estructurales, pero con daños menores que requieren	Reparaciones en parapetos, protecciones contra socavación, desazolve de cauces, sustitución de barrera de protección, renivelaciones de los accesos, reparación de
3	Puentes con daños importantes.	Relleno de deslaves y reconstrucción de terraplenes en accesos y conos de derrame, reconstrucción de parapetos, reparación de losas, sustitución de elementos aislados,
4	Puentes con daños graves.	Reconstrucción parcial.
5	Puentes con daño extremo o riesgo de falla total.	Reconstrucción total

Fuente. Informe SIPUMEX-SCT (2018).

Tabla 6.9
Situación actual de puentes según inspección SIPUMEX

Estado	Tramo	Nombre del Puente	Ubicación Cadenamiento	Calificación SIPUMEX	Longitud Total (m)
Chiapas	CH200C1-047.0-073.0A	CALERA I	48+275	2	40
	CH200C1-047.0-073.0A	ATASTA	52+500	2	34.9
	CH200C1-047.0-073.0A	EL ROSARIO I	53+152	2	31.3
	CH200C1-047.0-073.0A	LOS LIMONES I	54+770	2	10.2
	CH200C1-047.0-073.0A	SANTA FE I	59+790	2	10.2
	CH200C1-047.0-073.0A	PEATONAL TILTEPEC	61+650	2	19.2
	CH200C1-047.0-073.0A	TILTEPEC I	62+689	2	35.9
	CH200C1-073.0-115.0A	QUETZALAPA I	77+420	2	20.4
	CH200C1-073.0-115.0A	PEATONAL MILITAR	79+080	2	34.4
	CH200C1-073.0-115.0A	OCUILAPA I	81+384	1	50
	CH200C1-073.0-115.0A	OCUILAPA II	81+824	2	46.5
	CH200C1-073.0-115.0A	PEATONAL LOS AMATES	87+600	2	37.1
	CH200C1-073.0-115.0A	LOS AMATES I	87+900	2	23.5
	CH200C1-073.0-115.0A	HORCONES I	90+780	2	33.9
	CH200C1-073.0-115.0A	PEATONAL RANCHERÍA	97+050	2	41.2
	CH200C1-073.0-115.0A	PEDREGAL I	99+724	2	44.7
	CH200C1-073.0-115.0A	PEDREGAL II	99+873	2	60.4
	CH200C1-073.0-115.0A	PEATONAL PEDREGAL	99+880	2	17.5
	CH200C1-073.0-115.0A	ARROYO TOTOMOSTLE	100+970	2	10.5
	CH200C1-073.0-115.0A	TOTOMOSTLE	100+912	2	22.2
	CH200C1-073.0-115.0A	LAS HERMANAS	104+800	2	51.8
	CH200C1-073.0-115.0A	PEATONAL VELO DE NOVIA	104+950	2	34.9
	CH200C1-073.0-115.0A	PEATONAL EJIDO RUBEN	107+700	2	30.8
	CH200C1-073.0-115.0A	DE JESUS I	108+550	4	87
	CH200C1-073.0-115.0A	PEATONAL CHACALAPILLA	109+550	2	34.9
	CH200C1-073.0-115.0A	CHACALAPILLA I	110+460	2	26
	CH200C1-073.0-115.0A	LOS PATOS I DER. (CPOA)	114+050	2	81
	CH200C1-073.0-115.0A	PEATONAL EJIDO 7	114+600	4	22
	CH200C1-115.0-144.0A	SIETE CIGARROS I	116+108	2	12.5
	CH200C1-115.0-144.0A	EL MOSQUITO I	118+850	2	16.5
	CH200C1-115.0-144.0A	PASO INFERIOR PARA	119+800	2	31
	CH200C1-115.0-144.0A	PEATONAL CALES	122+860	2	34.8
	CH200C1-115.0-144.0A	SAN ISIDRO I	125+512	2	143
	CH200C1-115.0-144.0A	LA MADERA I	128+787	2	12.5
	CH200C1-115.0-144.0A	SAN DIEGO I	133+361	3	136.3
	CH200C1-115.0-144.0A	URBINA I DER. (CPOA)	138+170	2	103
	CH200C1-115.0-144.0A	FUJIAPAN I	143+955	2	129.5
	CH200C1-144.0-189.0A	ECHEGARAY I	152+300	2	103.2
	CH200C1-144.0-189.0A	SAN CARLOS	159+930	1	15
	CH200C1-144.0-189.0A	PEATONAL PARAISO	160+080	2	55.4
	CH200C1-144.0-189.0A	PEATONAL MARGARITAS I	163+990	2	17
	CH200C1-144.0-189.0A	MARGARITAS I DER.	164+400	2	103.3
	CH200C1-144.0-189.0A	PEATONAL MARGARITAS II	164+550	2	17
	CH200C1-144.0-189.0A	PEATONAL BOBO	170+800	2	34.9
	CH200C1-144.0-189.0A	BOBO I	171+400	2	50
	CH200C1-144.0-189.0A	PEATONAL LA TRINIDAD	172+500	4	39.6
	CH200C1-144.0-189.0A	LAS ARENAS I	177+251	1	28.8
	CH200C1-144.0-189.0A	PEATONAL LEON BRINDIS	177+350	2	49.9
	CH200C1-144.0-189.0A	NOVILLERO	180+890	2	189.3
	CH200C1-144.0-189.0A	AGUA CALIENTE	186+320	2	22.2
	CH200C1-144.0-189.0A	RIO VIEJO I	187+600	2	18.8
	CH200C1-144.0-189.0A	TABLAZON I	188+990	3	52
	CH200C1-189.0-213.0A	SAN NICOLAS	190+040	2	103.2
	CH200C1-189.0-213.0A	TONO	192+109	2	16.5
	CH200C1-189.0-213.0A	PEATONAL FLORES M.	195+800	2	49.4
	CH200C1-189.0-213.0A	PEATONAL SESECAPA	197+200	2	50
	CH200C1-189.0-213.0A	SESECAPA II	197+640	2	38.6
	CH200C1-189.0-213.0A	PEATONAL II	197+980	2	50.4
	CH200C1-189.0-213.0A	P.I.G. SESECAPA	198+180	2	45.3
	CH200C1-189.0-213.0A	PEATONAL ULAPA I	200+400	2	29.5
	CH200C1-189.0-213.0A	ULAPA I	200+550	2	18.6
	CH200C1-189.0-213.0A	PEATONAL ULAPA II	200+950	2	44.4
	CH200C1-189.0-213.0A	MADRE VIEJA I	205+400	2	28.5
CH200C1-189.0-213.0A	P.I.V. PATASTE	207+100	2	49.8	
CH200C1-189.0-213.0A	BONANZA I	209+000	2	103.4	

Fuente. Informe SIPUMEX-SCT (2018).

Estado	Tramo	Nombre del Puente	Ubicación Cadenamien	Calificación SIPUMEX	Longitud Total (m)
Chiapas	CH200C1-115.0-	ARROYO 7 CIGARROS	118+057	2	16
	CH200C1-115.0-	EL MOSQUITO	119+270	2	22
	CH200C1-115.0-	P.I.G. EJIDO GUSTAVO A.	119+800	2	31
	CH200C1-115.0-	P.I.V. CELESTINO GAZCA	124+800	3	31.3
	CH200C1-115.0-	LA FLOR (SAN ISIDRO)	125+250	3	134.6
	CH200C1-115.0-	LA MADERA	128+700	2	51.2
	CH200C1-115.0-	P.I.V. CONCEPCIÓN Y	132+125	2	84
	CH200C1-115.0-	SAN DIEGO	133+385	2	175
	CH200C1-115.0-	URBINA	137+930	2	85
	CH200C1-115.0-	PLUJAPAN	143+640	3	163.3
	CH200C1-115.0-	P.I.V. PLUJAPAN	144+100	3	42.9
	CH200C1-144.0-	TOLEDO	147+100	2	16
	CH200C1-144.0-	JUANITA	149+214	2	49.6
	CH200C1-144.0-	PEATONAL ECHEGARAY	151+520	1	19.2
	CH200C1-144.0-	ECHEGARAY IZQ.	151+470	2	125
	CH200C1-144.0-	MARGARITAS IZQ.	189+500	2	110.5
	CH200C1-144.0-	BOBOS IZQ.	170+550	2	40
	CH200C1-144.0-	LAS ARENAS IZQ.	178+513	2	28
	CH200C1-144.0-	NOVILLERO IZQ.	180+050	2	173.5
	CH200C1-144.0-	AGUA CALIENTE IZQ.	185+440	2	29.5
	CH200C1-144.0-	RIO VIEJO IZQ.	185+800	2	18.7
	CH200C1-144.0-	P.I.V. MAPASTEPEC	187+620	2	31
	CH200C1-144.0-	PEATONAL MAPASTEPEC	187+600	2	25
	CH200C1-144.0-	SAN NICOLÁS IZQ.	188+900	2	105
	CH200C1-189.0-	PACAYAL I	189+900	2	30
	CH200C1-189.0-	PACAYAL II	190+200	2	28.8
	CH200C1-189.0-	SESECAPA	196+350	2	65.1
	CH200C1-189.0-	ULAPA IZQ.	200+820	2	18.7
	CH200C1-189.0-	MADRE VIEJA IZQ.	204+220	2	29.1
	CH200C1-189.0-	BONANZA	207+590	2	80
	CH200C1-189.0-	P.I.V. BONANZA	207+680	2	46
	CH200C1-189.0-	P.I.V. SOCONUSCO	211+400	2	47.6
	CH200C1-189.0-	DONA MARIA DER. CPO.A	210+600	2	30
	CH200C1-213.0-	P.I.V. ACACOYAHUA	214+015	3	42
	CH200C1-213.0-	DONA MARIA IZQ. CPO.B.	214+100	2	31.3
	CH200C1-213.0-	CINTALAPA I	214+892	3	144
	CH200C1-213.0-	CINTALAPA II	215+250	2	31.6
	CH200C1-213.0-	P.I.V. ACAPETAHUA	217+283	2	43
	CH200C1-213.0-	CINTALAPA II (PARALELO)	218+500	2	100
	CH200C1-213.0-	XILAPA	219+233	1	31
	CH200C1-213.0-	EL NARANJO	219+785	2	23.2
	CH200C1-213.0-	P.I.G. GANADERO	222+050	1	24
	CH200C1-213.0-	P.I.G. CORRAL	222+800	2	24
	CH200C1-213.0-	P.I.V. COLOMBIA	225+330	2	14.5
	CH200C1-213.0-	P.I.V. ROSITA	225+350	2	35
	CH200C1-213.0-	GALLINA CORRETEADA	226+500	2	14
	CH200C1-213.0-	VADO ANCHO	227+060	2	125
	CH200C1-213.0-	ZAPALUTA	229+840	2	47.8
	CH200C1-213.0-	CHALACA	230+770	2	81.6
	CH200C1-213.0-	P.I.V. CHALACA	230+800	2	31
	CH200C1-213.0-	P.I.G. AVILA CAMACHO	234+200	2	32
	CH200C1-213.0-	P.I.V. VILLA COMATITLAN	233+500	2	24
	CH200C1-213.0-	DESPOBLADO IZQ.	233+000	2	154.8
	CH200C1-213.0-	RIO FORTUNA IZQ.	233+638	2	137.5
CH200C1-213.0-	SAN JOSE	235+680	2	17.5	
CH200C1-213.0-	MAXKAPA	236+680	2	52.1	
CH200C1-213.0-	P.I.V. HUIXTLA I	243+400	2	67.2	
CH200C1-213.0-	P.I.V. MONTECRISTO	244+040	2	50.3	
CH200C1-213.0-	P.I.G. HUIXTLA	245+800	2	31	
CH200C1-213.0-	CUBA I	247+850	2	21.7	
CH200C1-213.0-	P.I.V. HUIXTLA II	247+900	2	50.4	
CH200C1-213.0-	CUBA II CPO. B	248+800	2	22.8	
CH200C1-250.0-	HUIXTLA III CPO. B	250+900	2	95	
CH200C1-250.0-	P.I.V. HUIXTLA	251+200	2	55	
CH200C1-250.0-	P.I.V. TAPACHULA -	252+200	2	47	

Fuente. Informe SIPUMEX-SCT (2018) (Continúa).

Estado	Tramo	Nombre del Puente	Ubicación Cadenamient	Calificación SIPUMEX	Longitud Total
Chiapas	CH200C1-213.0-250.0A	CINTALAPA I	215+500	2	102.9
	CH200C1-213.0-250.0A	EL NARANJO I	224+337	2	34.
	CH200C1-213.0-250.0A	CRECE DE AUTOPISTA II	228+000	2	34
	CH200C1-213.0-250.0A	VADO ANCHO DER. CPO.	228+300	2	132.7
	CH200C1-213.0-250.0A	VILLA COMALTITLAN I	232+860	2	30
	CH200C1-213.0-250.0A	DESPOBLADO DERECHA	234+100	3	128.7
	CH200C1-213.0-250.0A	RIO FORTUNA DER.	235+200	2	134.7
	CH200C1-213.0-250.0A	PEATONAL LAZARO	237+400	2	56.4
	CH200C1-213.0-250.0A	SALTILLO I	238+000	3	50
	CH200C1-213.0-250.0A	HUXTLA I	249+900	2	29
	CH200C1-213.0-250.0A	HUXTLA II	250+000	2	83.
	CH200C1-250.0-283.5A	PEATONAL TUZANTAN	254+000	2	3
	CH200C1-250.0-283.5A	TEPUZAPA DERECHO	254+800	2	59
	CH200C1-250.0-283.5A	TEPUZAPA IZQUIERDO	254+800	2	58.
	CH200C1-250.0-283.5A	ISLAMAPA DERECHO	258+950	2	69.
	CH200C1-250.0-283.5A	ISLAMAPA IZQUIERDO	259+000	2	67.
	CH200C1-250.0-283.5A	CHAMULAPA IZQUIERDO	262+350	2	4
	CH200C1-250.0-283.5A	CHAMULAPA DERECHO	262+550	2	41.
	CH200C1-250.0-283.5A	CUYAMEAPA DERECHO	264+300	2	41.
	CH200C1-250.0-283.5A	CUYAMEAPA IZQUIERDO	264+300	2	41.
	CH200C1-250.0-283.5A	PEATONAL HUEHUETAN	268+500	1	3
	CH200C1-250.0-283.5A	HUEHUETAN DERECHO	269+000	1	106.9
	CH200C1-250.0-283.5A	HUEHUETAN IZQUIERDO	269+001	2	106.9
	CH200C1-250.0-283.5A	ORTIZ (DERECHA)	275+950	2	26.
	CH200C1-250.0-283.5A	ORTIZ (IZQUIERDA)	275+950	2	3
	CH200C1-250.0-283.5A	PUMPUPAPA DERECHA	282+980	2	3
	CH200C1-250.0-283.5A	PUMPUPAPA IZQUIERDA	283+000	2	30.
	CH200C1-047.0-073.0B	LAGARTERO III	46+184	2	153.4
	CH200C1-047.0-073.0B	ATASTA	47+000	2	71.
	CH200C1-047.0-073.0B	LA CALERA	48+360	2	4
	CH200C1-047.0-073.0B	PEATONAL IGNACIO	52+500	2	3
	CH200C1-047.0-073.0B	EL ROSARIO IZQ.	53+500	2	5
	CH200C1-047.0-073.0B	LOS LIMONES	54+557	2	11
	CH200C1-047.0-073.0B	SANTA FE	59+555	2	11.
	CH200C1-047.0-073.0B	PEATONAL OCOTAL	61+000	2	19.
	CH200C1-047.0-073.0B	TILTEPEC II	62+689	2	3
	CH200C1-047.0-073.0B	DISTRIBUIDOR TONALÁ	65+900	2	19.
	CH200C1-047.0-073.0B	ARROYO TONALÁ	66+873	2	18.
	CH200C1-047.0-073.0B	PIFTAPACHULA -	68+750	2	1
	CH200C1-047.0-073.0B	PIV PEREDON	68+800	2	1
	CH200C1-047.0-073.0B	PEATONAL LAS VEGAS	68+850	2	20
	CH200C1-047.0-073.0B	PSV SEC. ANDRES	69+209	1	11.
	CH200C1-047.0-073.0B	ZANATENCO	70+046	2	91.
	CH200C1-047.0-073.0B	PIF CENTROAMERICANO	72+150	2	51.
	CH200C1-047.0-073.0B	P.I.V. PUERTO ARISTA	73+100	2	3
	CH200C1-073.0-115.0B	QUETZALAPA IZQ.	77+317	2	2
	CH200C1-073.0-115.0B	PEATONAL MILITAR	79+090	2	18
	CH200C1-073.0-115.0B	OCUILAPA I	81+470	2	2
	CH200C1-073.0-115.0B	OCUILAPA II	81+900	2	1
	CH200C1-073.0-115.0B	OCUILAPA III	82+050	2	1
	CH200C1-073.0-115.0B	PIV RAYMUNDO FLORES	82+000	3	3
	CH200C1-073.0-115.0B	PEATONAL RAYMUNDO	82+250	3	1
	CH200C1-073.0-115.0B	RIO LOS AMATES	87+800	2	2
CH200C1-073.0-115.0B	LOS HORCONES	91+604	2	3	
CH200C1-073.0-115.0B	PEATONAL 22 DE	97+250	2	2	
CH200C1-073.0-115.0B	PEATONAL PEDREGAL	99+570	2	17.	
CH200C1-073.0-115.0B	PEDREGAL	99+615	3	4	
CH200C1-073.0-115.0B	PEDREGAL DOS	99+700	3	4	
CH200C1-073.0-115.0B	PIG LA ESPERANZA	103+000	2	3	
CH200C1-073.0-115.0B	LAS HERMANAS	104+650	2	3	
CH200C1-073.0-115.0B	PIV RUBEN MARQUEZ	107+700	2	30	
CH200C1-073.0-115.0B	RIO DE JESUS	108+550	2	9	
CH200C1-073.0-115.0B	CHACALAPILLA	110+351	2	2	
CH200C1-073.0-115.0B	P.I.V. EJIDO LA	113+480	2	3	
CH200C1-073.0-115.0B	LOS PATOS IZQ.	114+065	2	67.	

Fuente. Informe SIPUMEX-SCT (2018) (Continua).

6.2.2.3 Obras de Drenaje

El inventario de las Obras de Drenaje (alcantarillas), así como de las Obras complementarias de Drenaje, en las cuales se incluyen las cunetas, contracunetas, bordillos, lavaderos y subdrenajes existentes en cada tramo carretero, en su actual condición.

La SCT (2018), considera tres condiciones físicas fundamentales de las obras de drenaje:

- Buena: Indica que las obras de drenaje se encuentran en buenas condiciones sin ningún tipo de daño estructural.
- Regular/Malo: Considera que, según su clasificación, las obras tienen algún tipo de daño y se requiere de su reparación en la etapa de Rehabilitación Inicial.
- Faltantes: Son obras de drenaje necesarias para complementar las existentes, debido a requerimientos en función de la topografía e hidrología de los tramos, y también, al reemplazo total de las existentes por falta de capacidad hidráulica. Todas estas obras faltantes se ejecutarán en la etapa de Rehabilitación Inicial.

Tabla 6.10
Relación de Obras de Drenaje.

Estado	Tramo	Longitud (km)	OBRAS DE DRENAJE DEL APP							Total de Alcantarillas	Total de Alcantarillas Faltantes
			Alcantarillas (Ud)			Estado físico					
			Tubos (Ud)	Losas (Ud)	Bóvedas (Ud)	Bueno	Regular/Malo	Falta de Capacidad			
Chiapas	CH200C1-047.0-073.0A	26.00	37	18	2	18	1	38	57		
	CH200C1-073.0-115.0A	42.00	4	95	30	47	8	74	129		
	CH200C1-115.0-144.0A	29.00	52	32	43	42	11	74	127		
	CH200C1-144.0-189.0A	45.00	150	70	5	54	13	158	225		
	CH200C1-189.0-213.0A	24.00	26	83	6	35	6	74	115		
	CH200C1-213.0-250.0A	37.00	69	31	3	32	2	69	103		
	CH200C1-250.0-283.5A	33.50	0	0	0	0	0	0	0		
	CH200C1-047.0-073.0B	26.00	63	31	5	37	0	62	99		
	CH200C1-073.0-115.0B	42.00	38	62	11	52	0	59	111		
	CH200C1-115.0-144.0B	29.00	83	22	17	41	3	78	122		
	CH200C1-144.0-189.0B	45.00	165	61	13	52	10	177	239		
	CH200C1-189.0-213.0B	24.00	65	57	11	34	16	83	133		
	CH200C1-213.0-250.0B	37.00	72	26	8	30	2	74	106		
CH200C1-250.0-283.5B	33.50	96	29	10	19	6	110	135			
TOTALES		473.00	920	617	164	493	78	1,130	1,701	0	

Fuente. Informe SCT (2018).

Tabla 6.11
Relación de Obras Complementarias de Drenaje.

Estado	Tramo	Longitud (km)	OBRAS COMPLEMENTARIAS DE DRENAJE DEL APP													
			Cunetas (ml)				Bordillos (ml)				Subdrenaje (ml)					
			Estado Físico		Total de Cunetas	Total de Faltantes	Estado Físico		Total de Bordillos	Total de Faltantes	Estado Físico		Total de Subdrenaje	Total de Faltantes		
			Bueno	Regular/Malo			Bueno	Regular/Malo			Bueno	Regular/Malo				
Chiapas	CH200C1-047.0-073.0A	26.00	13,840	3,870	17,710			0	0	0			0.00	1,121.00	1,121	
	CH200C1-073.0-115.0A	42.00	12,725	60	12,785			0	0	0			52,920.00	0.00	52,920	
	CH200C1-115.0-144.0A	29.00	23,154	1,470	24,624			104	0	104			40,180.00	0.00	40,180	
	CH200C1-144.0-189.0A	45.00	3,688	30,199	33,887			0	0	0			140.00	0.00	140	
	CH200C1-189.0-213.0A	24.00	10,835	8,420	19,255			0	0	0			5,760.00	1,790.00	7,550	
	CH200C1-213.0-250.0A	37.00	20,215	2,880	23,095			0	0	0			0.00	5,370.00	5,370	
	CH200C1-250.0-283.5A	33.50	2,300	1,359	3,659			0	0	0			1,428.00	15,350.00	16,778	
	CH200C1-047.0-073.0B	26.00	23,000	0	23,000			4,000	7,000	11,000			27,000.00	0.00	27,000	
	CH200C1-073.0-115.0B	42.00	31,720	3	31,723			80	0	80			42,000.00	0.00	42,000	
	CH200C1-115.0-144.0B	29.00	24,895	105	25,000			17	0	17			30,000.00	0.00	30,000	
	CH200C1-144.0-189.0B	45.00	45,004	1,091	46,095			0	0	0			0.00	0.00	0	
	CH200C1-189.0-213.0B	24.00	20,286	3,468	23,754			0	0	0			0.00	0.00	0	
	CH200C1-213.0-250.0B	37.00	8,950	10,530	19,480			0	0	0			0.00	0.00	0	
CH200C1-250.0-283.5B	33.50	8,088	1,765	9,853			0	0	0			0.00	11,260.00	11,260		
TOTALES		473.00	248,700	65,220	313,920	0	4,201	7,000	11,201	0	199,428	34,891	234,319	0		

Fuente. Informe SCT (2018).

6.2.2.4 Nivel de Servicio

El nivel de servicio es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los usuarios. Estas condiciones se describen con términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de realizar maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial. El Manual de Capacidad Vial de la FHWA (HCM por sus siglas en inglés) es la publicación que emplean los ingenieros de la SCT para calcular el nivel de servicio. En dicho manual se establecen seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, siendo A el mejor nivel de servicio y F el peor. Los seis niveles de servicios se definen según las condiciones de operación, ya sean de circulación continua o discontinua.

Tabla 6.12
Descripción de Niveles de Servicio.

Nivel de Servicio	Descripción
A	Representa circulación a flujo libre. El Nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación es excelente.
B	Esta aun dentro del rango de flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. El Nivel de comodidad y conveniencia comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.
C	Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. El Nivel de comodidad y conveniencia
D	Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. El Nivel de comodidad y conveniencia es bajo, ya que comienza la formación de pequeñas colas.
E	El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su Capacidad. Los Niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevados la frustración de conductores.
F	Representa condiciones de flujo forzado. En estos lugares se forman colas, la operación es extremadamente inestable, típicas de los “cuellos de botella”.

Fuente. Normas SCT (2018).

De la tabla anterior podemos ver que, de acuerdo con la percepción de los usuarios, la Capacidad Vial del tramo carretero nunca rebasa el Nivel de Servicio **D**, lo que indica que tiene un flujo aceptable de tránsito actualmente.

6.3 Análisis de Gestión de Riesgo en tres puntos de la carretera costera Mex200

Una vez planteada la problemática de la gestión de los desastres meteorológicos, del tipo de las inundaciones, se ha representado el mismo con tres ejemplos localizados en la carretera costera Mex200: (1) Puente sobre el río Coatán, Km. 289+000 tramo Huixtla-Tapachula; (2) Puente sobre el río Huixtla 1, Km. 243+400 (3) Puente sobre el río Vado Ancho, Km. 227+060 tramo Escuintla-Villa Comaltitlán.

Este modelo lo propongo debido a las inundaciones y desastres naturales que sufrió la mayor parte de la carretera costera Mex200 en septiembre de 1998 y octubre de 2005, la forma en que fue gestionado, la previsión que se ha implementado y de qué forma afectó a los habitantes y su economía de la Costa de Chiapas.

Las zonas que estudié como ejemplo de este modelo, y que puede ser aplicado a todo el tramo carretero, son las influenciadas por el cauce del río Coatán, río Huixtla y río Vado Ancho. En cada una de ellas analicé el desastre natural causado por las inundaciones.

6.3.1 Puente sobre el río Coatán, km. 289+000 tramo Huixtla-Tapachula

La aplicación del modelo propuesto nos obliga a realizar un análisis sobre los daños causados en la estructura del puente, carpeta asfáltica en ese tramo, estructura del pavimento, obras de drenaje y cunetas.

6.3.1.1 Antecedentes de la cuenca del río Coatán (Kauffer, 2010, 201-202)

La cuenca del río Coatán es la más pequeña de las seis cuencas transfronterizas que México y Guatemala comparten en su frontera común. Alcanza una superficie de 733 km² y es una cuenca costera que desemboca en el océano Pacífico.

Guatemala se encuentra en la parte alta y México, que ocupa 63% del territorio de la cuenca, abajo. La cuenca del río Coatán es una de las más deterioradas de la frontera; subsisten bosques y selvas en solamente el 23.87% de su superficie.

Esta situación es mucho más marcada en Guatemala, ya que únicamente 8.5% de su territorio en esta cuenca tiene todavía bosques o selvas. La parte mexicana de la cuenca registra un menor deterioro, con 32.68% de cobertura vegetal. Así, la parte alta del Coatán se caracteriza por una intensa deforestación, en un territorio donde predomina una agricultura de subsistencia. La población de esta parte de la cuenca es fuertemente marginada y la migración de mano de obra masculina hacia México y Estados Unidos responde a la falta de ingresos suficientes que aseguren su supervivencia. La cuenca del río Coatán posee una extensa red hidrográfica, principalmente en su parte alta, en Guatemala, donde existen 34 corrientes de diversos tamaños entre las que se destacan el río Las Majadas, la quebrada Toloj, el río Chochaljá y el río Isquichá por su importancia. Existen también 212 corrientes o porciones de escurrimientos que no tienen nombre. El río Coatán tiene una longitud de 23 km en territorio guatemalteco y de 80 km del lado mexicano, hasta la desembocadura. La cuenca del río Coatán tiene una fuerte inclinación ya que la altura sobre el nivel del mar oscila entre cero y 4,100 metros en menos de 100 kilómetros, culminando en el volcán Tacaná. Las condiciones de deterioro de la parte alta de la cuenca del río Coatán se suman a la existencia de un poblamiento de importancia regional en su parte mexicana, la ciudad de Tapachula, cuya mancha urbana se encuentra ubicada parcialmente en la parte baja de la cuenca del río Coatán. La otra parte de la ciudad corresponde a la

cuenca del río Cahoacán. En las últimas décadas, el crecimiento de la zona urbana de Tapachula entre los ríos Coatán y Cahoacán, anteriormente ubicados fuera de la zona urbana, ha tenido como resultado que numerosos barrios y colonias se encuentran hoy en día en las riberas de ambos ríos. En consecuencia, la vulnerabilidad de la población de Tapachula es muy notable en la actualidad y las orillas de ambos ríos han sido escenario de violentas inundaciones, en los años 1998 y 2005, que afectaron la mayor parte de la ciudad y destruyeron colonias completas. Estos fenómenos dejaron inservibles numerosos servicios públicos, tales como la toma de agua para el abastecimiento doméstico de la ciudad, ubicada en el río Coatán, y la presa hidroeléctrica José Cecilio del Valle, que paró de funcionar durante tres meses. La cuenca del Coatán presenta una curiosa paradoja: durante la temporada de estiaje, sus habitantes conocen situaciones de escasez de agua cuando el gasto del río disminuye considerablemente y pone en riesgo la disponibilidad de agua para el consumo doméstico de la zona urbana. Esta misma condición determina que en la presa hidroeléctrica antes mencionada, que se abastece de una derivación del agua del río Coatán, disminuya la cantidad de agua utilizada durante la temporada de estiaje. En la parte baja de la cuenca, en el municipio de Mazatán, se encuentra un distrito de temporal tecnificado, mismo que se abastece del río Coatán. En la parte media de la cuenca, que corresponde al municipio de Cacaohatán, en México, existe una problemática de contaminación de las aguas del río derivada del uso agrícola, y en particular de las aguas utilizadas en la producción de café. A ésta se suman las aguas residuales de la zona urbana de Tapachula, que aún no cuenta con una planta de tratamiento en funciones (Kauffer, 2010, 201).

6.3.1.2 Afectaciones en el tramo del puente sobre el río Coatán

I. Cédula de la Zona Afectada

I.1 Datos de identificación.

- Denominación: Puente sobre el río Coatán.
- Localización: Tramo Km. 290+400, Tapachula, Chiapas.

I.2 Característica global: Puente ubicada en la entrada de la Cd. Tapachula, a la altura del Hospital del IMSS, con un entorno comercial.

I.3 Aspectos Físicos. Tramo carretero a cuatro carriles con camellón en medio, con un puente de 200 mts de longitud a 4 carriles compuesto por una estructura a base de cimentación de pilotes y zapata de apoyo, pilas, cabezales, trabes postensadas de 40 m. de longitud, y losa de concreto reforzado.

I.4 Aspectos topológicos. Llanura costera, sensiblemente plano. Cuenca descendiente desde la sierra madre con pendientes altas.

I.5 Afectaciones fluviales. Máxima riada en octubre del 2005 con un gasto máximo de 3,400 m³/seg.

I.6 Factores climatológicos

Datos estadísticos del clima y precipitación pluvial. Lluvia acumulada durante el fenómeno del Huracán Stan de 450 mm en una semana de lluvias:

Tabla 6.13 Precipitación pluvial en Tapachula

Mes	2004	2005
Mayo	208	156
Junio	260	371
Julio	178	303
Agosto	206	343
Septiembre	242	412
Octubre	331	450*

Fuente. Datos comparativos 2004-2005, ECOSUR (2005).

II. Información complementaria

II.1 Daños durante el Huracán Stan. El Huracán Stan pudo evidenciar el poder destructivo de las avenidas generadas por las intensas lluvias en el río Coatán, que fue uno de los ríos que produjo daños considerables en los puentes. Este puente tenía una superestructura conformada por trabes presforzadas, mientras que la subestructura era a base de estribos de concreto armado y una combinación de concreto reforzado con mampostería, estos últimos se ubicaban en los costados del puente, por lo que interactúan con los terraplenes de acceso. La parte central de la superestructura del puente fue colapsada por la creciente del río, quien ejerció presiones importantes sobre el plano de la cubierta hasta llevarla a su fractura. El colapso de este puente, en parte, se puede atribuir a que su diseño no contempló el paso de una avenida de la magnitud con la que se presentó sobre el río Coatán.

II.2 Daños actuales. El puente presenta socavación general, debajo del claro central los pilotes de cimentación están expuestos 1.50 metros aproximadamente. Los pilotes expuestos presentan pérdida de recubrimiento, reducción de la sección transversal de acero de refuerzo y en algunos casos pérdida de la sección transversal efectiva del pilote. Se observa también un azolve general de aproximadamente 1.50 m., provocando con esto un “Galibó”³⁰ contra la

³⁰ En puentes se denomina gálbo a la distancia entre la parte inferior de la superestructura y el nivel máximo de aguas de acuerdo con el histograma de la cuenca. El gálbo se tiene en cuenta durante el proyecto de un puente solo si se prevé desastres naturales por el curso del agua, y esa es la razón por la cual los puentes tienen, con cierta frecuencia, un perfil que se asemeja al perfil de un puente en arco (IMT, 2001).

avenida máxima de -1.00 m. lo que hace muy riesgosa su operación en caso de un desastre meteorológico similar al Huracán Stan.

Se observa un asentamiento en la pila 3 de aproximadamente 1.5 pulgadas. La carpeta asfáltica se observa en regular estado, y las obras de drenaje y cunetas relativamente limpias en época de estiaje.

II.3 Origen de la inundación. Avenidas de aguas máximas -en la época de mayor precipitación pluvial- que circulan a gran velocidad por provenir de zonas altas de la cuenca del río Coatán con una pendiente máxima -aguas arriba- del 47.3%, y una pendiente promedio durante el trayecto de 6.4% desde la zona serrana hasta llegar a la llanura costera y a la Ciudad de Tapachula.

III. Gestión del riesgo

III.1 Acciones de prevención del desastre en:

-Puentes

- Desazolve del río en por lo menos mil metros (+/- 500 mts agua arriba y aguas abajo) para tener un área hidráulica adecuada para la escorrentía del agua.
- Mantenimiento preventivo de la estructura del puente para evitar mayor daño del recubrimiento de las pilas y exposición del acero de refuerzo.

-Obras de drenaje y cunetas

- Limpieza periódica de drenajes y cunetas de la carretera para tener una escorrentía adecuada del agua de precipitaciones pluviales.

-Obras de contención

- Mantenimiento constante para evitar derrumbes sobre las obras de contención de la carretera.

-Carpeta asfáltica

- Mantenimiento del pavimento, a fin de evitar agrietamientos que provoquen filtraciones a la estructura del pavimento y produzcan baches.

- Recursos naturales

- Evitar la deforestación en la sierra y reforestar las zonas taladas.

III.2 Acciones Post-desastre:

-Puentes

Si llegara a colapsarse este puente debido a un fenómeno meteorológico como el Huracán Stan, nos muestra la necesidad de revisar y modificar los criterios de diseño de estos puentes ante el paso de avenidas máxima; tienen que ser proyectados para avenidas con periodos de retorno más grandes que los considerados actualmente. También se tiene que analizar la viabilidad de hacer estudios hidrológicos y de hidráulica fluvial para que se pueda predecir la magnitud de estas avenidas y con ello disponer de mayores herramientas para el diseño.

- Rectificación del cauce del río

Considerar un programa de desazolve anual del río en una longitud de mil metros (quinientos aguas arriba y aguas abajo), realizando levantamientos topo-

hidráulicos una vez al año para comprobar que el área hidráulica del cauce es la necesaria.

- Estructura de pavimento

Es importante revisar la estructura de pavimento mediante un estudio de suelos, para posteriormente llevar a cabo un diseño adecuado al trazo de la carretera costera Mex200 y ejecutar la obra de acuerdo a la Norma N-CTR-CAR-1-04-006/08.

IV. Matriz FODA

AMENAZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - Daños en la carretera costera. - Suspensión de circulación para entrada y salida de productos de consumo interno y para comercialización de la región. - Pérdidas considerables en la economía regional. - Deforestación de la sierra. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Posibilidad de mejoras en la infraestructura carretera Mex200 ○ Construcción de infraestructura carretera de mejor calidad, con prevención de desastres por las inundaciones. ○ Nuevos diseños y trazos en la infraestructura de la carretera Mex200 ○ Reforestar las zonas taladas de la sierra para ayudar a detener el cambio climático ○ Desazolve de cauces fluviales para tener una mayor área hidráulica de desfogue.
DEBILIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> ○ Falta de estaciones meteorológicas que midan año con año las precipitaciones pluviales. ○ Carretera con el mismo trazo y estructura desde 1965, solo con algunas adecuaciones realizadas cuando se construyeron los 4 carriles en 1990. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Experiencia de daños en 1998 y 2005. ○ Mayor cultura de protección civil en la Región del Soconusco. ○ Ubicación de las zonas inundables en el tramo carretero Mex200 Arriaga-Tapachula.

Fuente: Elaboración propia a partir de visita del tramo carretero Km. 290+400 y puente sobre el río Coatán (2022); y entrevistas a expertos y grupos focales (2022).

V. Consideraciones finales. Propuesta de mejoras del tramo carretero:

- Mejoras en la estructura de pavimento de la carretera.
 - Mejoras en la carpeta asfáltica con un diseño adecuado al tipo de clima y precipitación pluvial.
 - Mayor número de estructuras de drenaje y cunetas para las escorrentías.
 - Programa anual de desazolve de los ríos de la costa de Chiapas, llevando a cabo estudios topo hidráulicos para tener siempre un área hidráulica suficiente para las posibles avenidas máximas.
 - Revisión y mantenimiento anual de todos los puentes de la carretera costera Mex200, para evitar fallas estructurales.
-

VI. Conclusión del Análisis del tramo

- Es a partir de esta revisión y análisis que podemos lograr un aprendizaje y una mejor gestión de riesgos para la prevención de desastres meteorológicos que dañen la infraestructura y economía de la región.
 - Revisión de todas las deficiencias en el tramo carretero estudiado para su gestión.
 - Realizar propuestas de mejoras al tramo carretero estudiado que nos ayuden a mejorarlo y minimicen los posibles daños.
-

VII. Imágenes ilustrativas

VII.1 Mapa del tramo carretero

Fig 6.3

Mapa de la carretera costera, tramo km. 278+000 – km 290-000.



Fuente. Imagen tomada del atlas carretero, SCT (2018).

VII.2 Cuenca del río Coatán

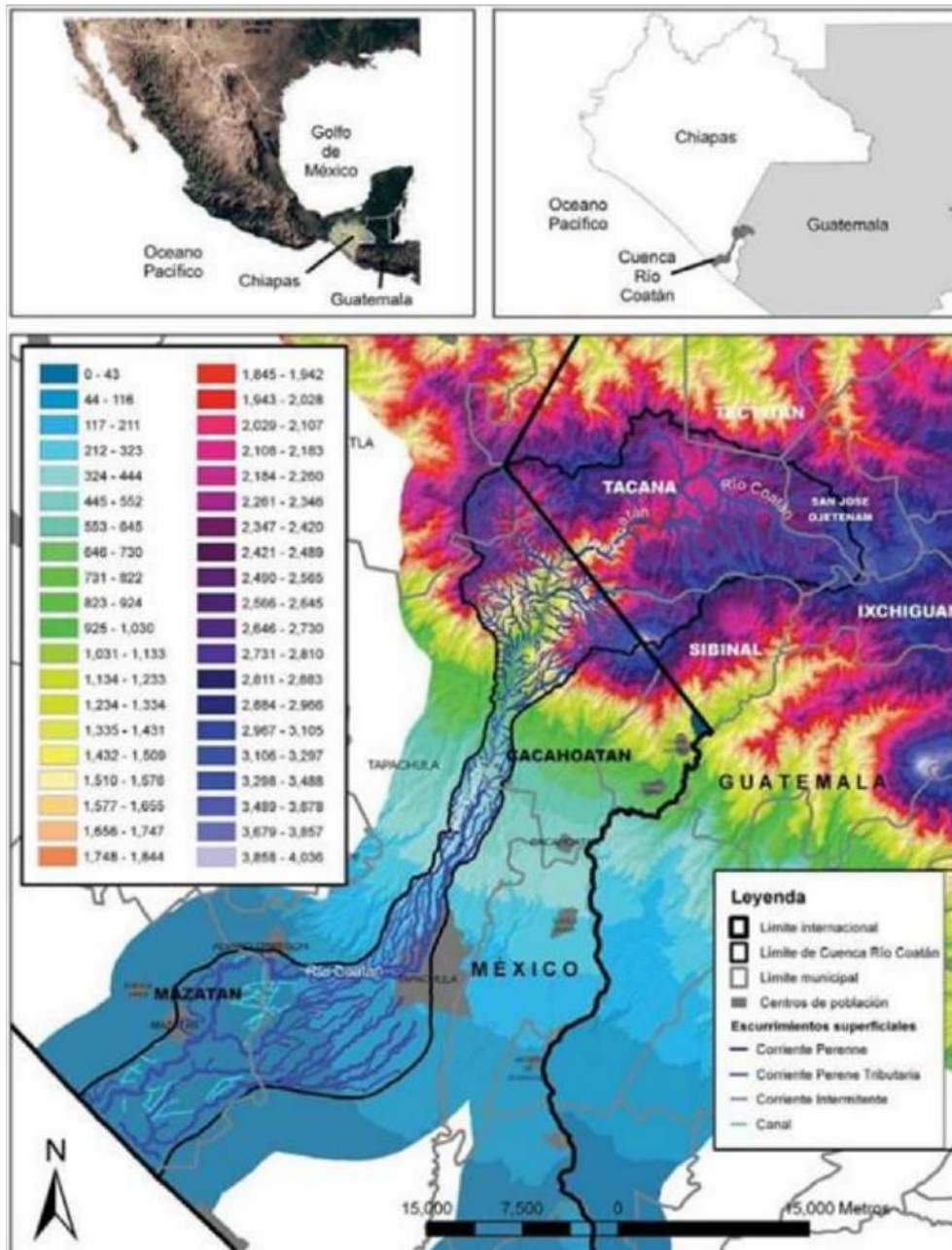
Fig 6.4

Perfil de la cuenca del río Coatán.



Fuente. Elaboración propia con Google Earth (2022).

Fig 6.5
 Cuenca del río Coatlán: modelo de elevación digital, hidrografía y municipios.



Fuente. Elaborado por Valencia y Kauffer a partir del mapa de cuencas transfronterizas de Antonino García (2010).

VII.3 Fotografías daños por el huracán Stan

Fig 6.6

Foto aérea puente sobre río Coatán después del desastre del Huracán Stan



Fuente. Imagen de Google Earth (2005).

Fig 6.7
Vista del Puente colapsado sobre el río Coatán.



Fuente. Foto propia del 6 de octubre (2005).

VII.4 Fotografías actuales del puente.

Fig 6.8

Vista satelital actual del puente sobre el río Coatán.



Fuente. Imagen de Google Earth (2022).

Fig 6.9

Vista actual del puente sobre el río Coatán.



Fuente. Imagen propia (2022).

Fig 6.10
Vista actual del puente sobre el río Coatán.



Fuente. *Imagen propia (2022).*

Fig 6.11
Vista actual del puente sobre el río Coatán.



Fuente. *Imagen propia (2022).*

6.3.2 Puente sobre el río Huixtla, km. 251+800 tramo Libramiento

La aplicación del modelo propuesto en este puente nos obliga a realizar un análisis sobre los daños causados en la estructura del puente, carpeta asfáltica en ese tramo, estructura del pavimento, obras de drenaje y cunetas.

6.3.2.1 Antecedentes de la cuenca del río Huixtla (Instituto de Ingeniería-UNAM y CENAPRED, 2017)

La corriente nace a 47.0 km del sitio de cruce y desemboca a 20.0 km, en una zona baja sujeta a inundación, cercana a la costa y estero de San José; dicha descarga no provoca influencia hidráulica en el cruce. El área de la cuenca drenada hasta el cruce es de 347.0 km² y pertenece a la Región Hidrológica No. 23 Costa de Chiapas según clasificación de la extinta SARH. En la zona del cruce, la vegetación se puede clasificar como pastizales y huertas y el terreno es de lomerío suave a sensiblemente plano.

El cauce en la zona de cruce del puente es sensiblemente recto, estable y encajonado. Cabe señalar que la corriente tiene antecedentes de desbordamientos hacia la margen derecha; sin embargo, después de las avenidas extraordinarias ocurridas en 2005, se construyó un bordo marginal de encauzamiento que confina los escurrimientos en el cauce. El escurrimiento es de carácter perenne.

El período de lluvias en la región comprende los meses de mayo a octubre. La precipitación media anual es de 3500 milímetros.

6.3.2.2 Afectaciones en el tramo del puente sobre el río Huixtla

I.-Cédula de la Zona Afectada

I.1 Datos de identificación.

- Denominación: Puente sobre el río Huixtla.
- Localización: Tramo Km. 251+800, Tapachula, Chiapas.

I.2 Característica global: Puente ubicado en el libramiento de la Ciudad de Huixtla.

I.3 Aspectos Físicos. Tramo carretero a cuatro carriles con camellón en medio, con un puente de 110 mts de longitud a 4 carriles compuesto por una estructura a base de cimentación de pilotes y zapata de apoyo, pilas, cabezales, traveses postensadas de 30 m. de longitud, y losa de concreto reforzado.

I.4 Aspectos topológicos. Llanura costera, sensiblemente plano. Cuenca desciende de la sierra madre.

I.5 Afecciones fluviales. Avenida Máxima de aguas en octubre del 2005 con un gasto de 800 m³/seg.

I.6 Factores climatológicos.

Datos estadísticos del clima y precipitación pluvial. Lluvia acumulada durante el fenómeno del Huracán Stan de 315 mm en una semana de lluvias:

Tabla 6.14
Precipitación pluvial en Huixtla.

Mes	2004	2005
Mayo	150	110
Junio	180	260
Julio	125	212
Agosto	150	245
Septiembre	170	290
Octubre	232	315*

Fuente. Datos comparativos 2004-2005, ECOSUR (2005).

II. Información complementaria

II.1 Daños

II.1.1- Durante el desastre del Huracán Stan la corriente del río alcanzó un tirante igual o superior a la altura de la superestructura del puente, además de traer consigo una considerable energía cinética, de tal forma que indujo un empuje hidrodinámico importante sobre la cubierta del puente hasta producir su colapso total; la manifestación de esta fuerza con la que vino la corriente también se puede observar en los depósitos de material que esta dejó en virtud de la gran capacidad de arrastre del río. Así también el tramo del km. 251+100 al 251+800 fue totalmente destruido por la corriente del agua.

II.1.2- Actualmente el puente presenta socavación general en apoyos, debajo de las zapatas que excede 40 cm. Existen daños aparentes a las medidas de estabilización del cauce. Evidencias de puente colapsado aguas arriba. Se observa también un azolve general en el cauce del río de aproximadamente 1.60 m., provocando con esto un "Galibó" contra la avenida máxima de 0.40 m. lo que hace muy riesgosa su operación en caso de un desastre meteorológico similar al Huracán Stan.

La carpeta asfáltica se observa en regular estado, y las obras de drenaje y cunetas relativamente limpias en época de estiaje.

II.2 Origen de la inundación. Avenidas de aguas máximas -en la época de mayor precipitación pluvial- que circulan a gran velocidad por provenir de zonas altas de la cuenca del río Huixtla con una pendiente máxima -aguas arriba- del 43%, y una pendiente promedio durante el trayecto de 6.3% desde la zona serrana hasta llegar a la llanura costera y al cruce con la carretera.

III. Gestión del riesgo

III.1 Acciones para prevención del desastre en:

-Puentes

- Mantener desazolvado el río en por lo menos +/- 500 mts agua arriba y aguas abajo para tener un área hidráulica adecuada para la escorrentía del agua.
- Mantenimiento preventivo de la estructura del puente para evitar mayor daño del recubrimiento de la cimentación y las pilas, así como la exposición del acero de refuerzo.

-Obras de drenaje y cunetas

- Mantenimiento de drenajes y cunetas de la carretera con una limpieza periódica para la escorrentía adecuada del agua de precipitaciones pluviales.

-Obras de contención

- Mantenimiento constante para evitar derrumbes sobre las obras de contención.

-Carpeta asfáltica

- Mantenimiento de la carpeta asfáltica, a fin de evitar agrietamientos que provoquen filtraciones a la estructura del pavimento y produzcan baches.

III.2 Acciones Post-desastre:

-Puentes

Al igual que el puente del río Coatán, si llegara a colapsarse este puente debido a un fenómeno meteorológico como el Huracán Stan, nos muestra la necesidad de revisar y modificar los criterios de diseño de estos puentes ante el paso de avenidas máxima; tienen que ser proyectados para avenidas con periodos de retorno más grandes que los considerados actualmente. También se tiene que analizar la viabilidad de hacer estudios hidrológicos y de hidráulica fluvial para que se pueda predecir la magnitud de estas avenidas y con ello disponer de mayores herramientas para el diseño, así como para evaluar la posibilidad de rectificar los cauces de ríos y reducir así, siniestros como los ocurridos.

- Rectificación del cauce del río

Considerar un programa de desazolve anual del río en una longitud de mil metros (quinientos aguas arriba y aguas abajo), realizando levantamientos topohidráulicos una vez al año para comprobar que el área hidráulica del cauce es la necesaria.

o Estructura de pavimento

Es importante revisar la estructura de pavimento mediante un estudio de suelos, para posteriormente llevar a cabo un diseño adecuado al trazo de la carretera costera Mex200 y ejecutar la obra de acuerdo a la Norma N-CTR-CAR-1-04-006/08.

IV. Matriz FODA

AMENAZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - Daños en la carretera costera. - Suspensión de circulación para entrada y salida de productos de consumo interno y para comercialización de la región. - Pérdidas considerables en la economía regional. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Posibilidad de mejoras en la infraestructura carretera Mex200 ○ Construcción de infraestructura carretera de mejor calidad, con prevención de desastres por las inundaciones. ○ Nuevos diseños y trazos en la infraestructura de la carretera Mex200 ○ Reforestación de la sierra madre en las zonas taladas. ○ Desazolve de cauces fluviales para tener una mayor área hidráulica de desfogue.
DEBILIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> ○ Falta de estaciones meteorológicas que midan año con año las precipitaciones pluviales. ○ Carretera con el mismo trazo y estructura desde 1965, solo con algunas adecuaciones realizadas cuando construyeron los 4 carriles en 1990. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Experiencia de daños en 1998 y 2005. ○ Mayor cultura de protección civil en la Región del Soconusco. ○ Ubicación de las zonas inundables en el tramo carretero Mex200 Arriaga-Tapachula.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de visita del tramo carretero km. 251+800 y puente Huixtla (2022); y entrevistas a expertos y grupos focales (2022).

V. Consideraciones Finales. Propuesta de mejoras del tramo carretero:

- Mejoras en la estructura de pavimento de la carretera.
 - Mejoras en la carpeta asfáltica con un diseño adecuado al tipo de clima y precipitación pluvial.
 - Mayor número de estructuras de drenaje y cunetas para las escorrentías.
 - Programa anual de desazolve de los ríos de la costa de Chiapas, llevando a cabo estudios topo hidráulicos para tener siempre un área hidráulica suficiente para las posibles avenidas máximas.
 - Revisión y mantenimiento anual de todos los puentes de la carretera costera Mex200, para evitar fallas estructurales.
-

VI. Conclusión del Análisis del tramo

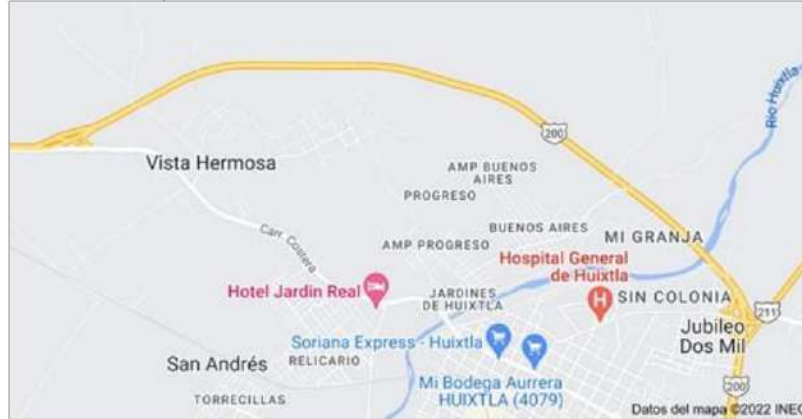
- Es a partir de esta revisión y análisis que podemos lograr un aprendizaje y una mejor gestión de riesgos para la prevención de desastres meteorológicos que dañen la infraestructura y economía de la región.
 - Revisión de todas las deficiencias en el tramo carretero estudiado para su gestión.
 - Realizar propuestas de mejoras al tramo carretero estudiado que nos ayuden a mejorarlo y minimicen los posibles daños.
-

VII. Imágenes Ilustrativas

II.1 Mapa del tramo carretero

Fig 6.12

Mapa de la carretera costera, tramo km. 248+000 – km 255-000



Fuente. Imagen tomada del atlas carretero, SCT (2018).

II.2 Cuenca del río Huixtla

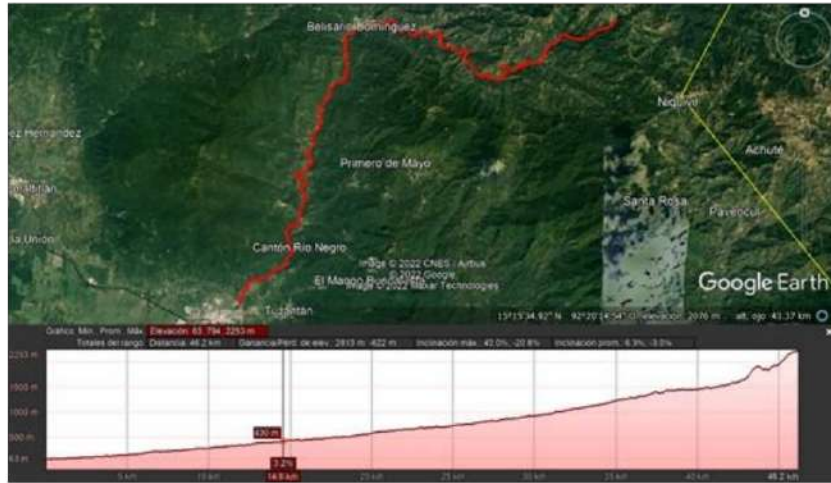
Fig 6.13

Croquis de cuenca de aportación del río Huixtla.



Fuente. Imagen tomada de II-UNAM (2017).

Fig 6.14
Perfil de la cuenca del río Huixtla.



Fuente. Elaboración propia con Google Earth (2022).

II.2 Fotografías después del Huracán Stan.

Fig 6.15
Foto satelital puente sobre río Huixtla después del desastre del Huracán Stan.



Fuente. Imagen de Google Earth (Nov-2005).

Fig 6.16

Vista de puente colapsado sobre el río Huixtla.



Fuente. Imagen tomada de La Jornada, (10-oct-2005).

II.3 Fotografías de la situación actual del puente

Fig 6.17

Foto satelital actual del puente sobre el río Huixtla.



Fuente. Imagen de Google Earth (2022).

Fig 6.18
Vista actual del puente sobre el río Huixtla.



Fuente. Imagen propia (2022).

Fig 6.19
Vista actual del puente sobre el río Huixtla.



Fuente. Imagen propia (2022).

Fig 6.20
Vista actual del puente sobre el río Huixtla.



Fuente. Se observa socavación en apoyos y acumulación de rocas; Imagen propia (2022).

Fig 6.21
Vista actual del puente sobre el río Huixtla.



Fuente. Se observa socavación local en apoyos y acumulación de rocas, Imagen propia (2022).

6.3.3 Puente sobre el río Vado Ancho, km. 228+200 tramo Villa Comaltitlán - Escuintla

La aplicación del modelo propuesto en este puente nos obliga a realizar un análisis sobre los daños causados en la estructura del puente, carpeta asfáltica en ese tramo, estructura del pavimento, obras de drenaje y cunetas.

6.3.3.1 Antecedentes de la cuenca del río Vado Ancho (Instituto de Ingeniería-UNAM y CENAPRED, 2017)

La subcuenca Vado Ancho se ubica en la región sur de México, correspondiente a litoral del Pacífico, y se denomina así, por ser este el último nombre que recibe hasta desembocar en la planicie costera (Figura 2). Su escurrimiento principal es el Río Vado Ancho está ubicado en el sureste de la Costa de Chiapas, dicho sistema cuenta con una superficie de 18,000 ha y una longitud de 33.5 km. Nace en la Sierra Madre de Chiapas donde es conocido como Río Negro, agua abajo se une con dos corrientes de importancia como son el Río Los Cimientos y El Río Jordán (JICA 1999).

A la altura de los 120 M.S.N.M, antes de pasar por el Ejido San Felipe Tizapa, Municipio de Escuintla, cambia de nombre, denominándose ahora Vado Ancho (JICA 1999). Cruza la parte sureste de Acapetahua y desemboca cerca de la laguna Panzacola, que forma parte del sistema Lagunar Chantuto-Panzacola y el cordón estuarino El Hueyate (Contreras 1992), en el municipio de Villa Comaltitlán. La importancia de este río radica en que abastece de agua dulce al sistema estuarino Chantuto-Panzacola en la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada (REBIEN), esta área está catalogada como sitio RAMSAR (815), alberga una gran variedad de vida silvestre amenazada, endémica, rara o en

peligro de extinción, 183 especies de aves y amplias zonas de manglares, humedales, pantanos, lagunas costeras (PMREBIEN 1999, Ramsar 2017).

En el Río Vado Ancho, ubicado en el municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas, a partir del Huracán Stan en el 2005, se han ejecutado obras con un criterio de protección a la población humana establecida en los pueblos a la altura de la carretera costera y la vía del ferrocarril. Además de las ejecutadas bajo el régimen de contingencia a partir del 2005, en 2010 se declaró ambientalmente viable la obra “Construcción de Infraestructura de Protección en las Márgenes del Río Vado Ancho, municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas”, proyecto que comprendía la canalización mediante muros de roca longitudinales al río (enrocamiento) de 10.79 km distribuidos en seis subtramos a lo largo de 21.589 km del Río Vado Ancho (MIA-P 2010). El tramo canalizado inicio en la cota 58 y la terminación se ubica en la cota 8.

El clima de la subcuenca Vado Ancho oscila entre 16 y 23 °C en la zona alta de la cuenca (sierra) y desde 22 – 30 °C, en la cuenca media y baja. El rango de precipitación se encuentra entre 1,500 mm – 4,000 mm y presenta climas cálido subhúmedo con lluvias en verano y Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano principalmente en la mayoría de su territorio (INEGI, 2008).

I.-Cédula de la Zona Afectada

I.1 Datos de identificación

- Denominación: Puente sobre el río Vado Ancho.
- Localización: Tramo Km. 228+500, Tapachula, Chiapas.

I.2 Característica global: Puente ubicado en el tramo Villa Comaltitlán - Escuintla.

I.3 Aspectos Físicos. Tramo carretero a cuatro carriles con camellón en medio, con un puente de 110 mts de longitud a 4 carriles compuesto por una estructura a base de cimentación de pilotes y zapata de apoyo, pilas, cabezales, trabes postensadas de 30 m. de longitud, y losa de concreto reforzado.

I.4 Aspectos topológicos. . Llanura costera, sensiblemente plano. Cuenca desciende de la sierra madre.

I.5 Afecciones fluviales. Avenida Máxima de aguas en octubre del 2005 con un gasto de 2100 m³/seg.

I.6 Factores climatológicos

Datos estadísticos del clima y precipitación pluvial. Lluvia acumulada durante el fenómeno del Huracán Stan de 307 mm en una semana de lluvias.

Tabla 6.15 *Precipitación pluvial en Vado Ancho.*

Mes	2004	2005
Mayo	142	106
Junio	176	250
Julio	121	205
Agosto	141	235
Septiembre	165	280
Octubre	228	307*

Fuente. *Datos comparativos 2004-2005, ECOSUR (2005).*

II. Información complementaria

II.1 Daños

II.1.1- Durante el desastre del Huracán Stan el río Vado Ancho alcanzó una inundación de más dos mil metros de ancho, lo que lo hacía parecer una gran laguna embravecida, la corriente del río alcanzó un tirante superior a la altura de la superestructura del puente, además de traer consigo una considerable energía cinética y troncos de árboles arrancados de la sierra, de tal forma que indujo un empuje hidrodinámico importante sobre la cubierta del puente hasta producir su colapso total; la manifestación de esta fuerza con la que vino la corriente también se puede observar en los depósitos de material que esta dejó en virtud de la gran capacidad de arrastre del río, al igual que los puentes antes descritos. El tramo del km. 228+300 al 230+500 fue totalmente destruido por la corriente del agua.

II.1.2- Actualmente:

El puente presenta socavación general, debajo del claro central los pilotes de cimentación están expuestos 1.60 metros aproximadamente. Los pilotes expuestos presentan pérdida de recubrimiento, reducción de la sección transversal de acero de refuerzo, se observa concreto en mal estado. También existe un azolvamiento general en el cauce del río de aproximadamente 1.50 m., provocando con esto un "Galibó" contra la avenida máxima de 0.50 m. lo que hace muy riesgosa su operación en caso de un desastre meteorológico similar al Huracán Stan.

La carpeta asfáltica se observa en regular estado, y las obras de drenaje y cunetas relativamente limpias en época de estiaje.

II.3 Origen de la inundación. Avenidas de aguas máximas -en la época de mayor precipitación pluvial- que circulan a gran velocidad por provenir de zonas altas de la cuenca del río Coatán con una pendiente máxima -aguas arriba- del 48.9%, y una pendiente promedio durante el trayecto de 7.2% desde la zona serrana hasta llegar a la llanura costera y al cruce con la carretera.

III. Gestión del riesgo

III.1 Acciones para prevención del desastre en:

-Puentes. Mantener desazolvado el río en por lo menos +/- 500 mts agua arriba y aguas abajo para tener un área hidráulica adecuada para la escorrentía del agua.

Mantenimiento preventivo de la estructura del puente para evitar mayor daño del recubrimiento de la cimentación y las pilas, así como la exposición del acero de refuerzo.

-Obras de drenaje y cunetas. Mantenimiento de drenajes y cunetas de la carretera con una limpieza periódica para la escorrentía adecuada del agua de precipitaciones pluviales.

-Obras de contención. Mantenimiento constante para evitar derrumbes sobre las obras de contención.

-Carpeta asfáltica. Mantenimiento de la carpeta asfáltica, a fin de evitar agrietamientos que provoquen filtraciones a la estructura del pavimento y produzcan baches.

III.2 Acciones Post-desastre:

-Puentes. Al igual que los puentes de los ríos Coatán y Huixtla, si llegara a colapsarse este puente debido a un fenómeno meteorológico como el Huracán Stan, nos muestra la necesidad de revisar y modificar los criterios de diseño de estos puentes ante el paso de avenidas máxima; tienen que ser proyectados para avenidas con periodos de retorno más grandes que los considerados actualmente. También se tiene que analizar la viabilidad de hacer estudios hidrológicos y de hidráulica fluvial para que se pueda predecir la magnitud de estas avenidas y con ello disponer de mayores herramientas para el diseño, así como para evaluar la posibilidad de rectificar los cauces de ríos y reducir así, siniestros como los ocurridos.

- Rectificación del cauce del río. Asimismo, considerar un programa de desazolve anual del río en una longitud de mil metros (quinientos aguas arriba y aguas abajo), realizando levantamientos topo-hidráulicos una vez al año para comprobar que el área hidráulica del cauce es la necesaria.

IV. Matriz FODA.

AMENAZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - Daños en la carretera costera. - Suspensión de circulación para entrada y salida de productos de consumo interno y para comercialización de la región. - Pérdidas considerables en la economía regional. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Posibilidad de mejoras en la infraestructura carretera Mex200 ○ Construcción de infraestructura carretera de mejor calidad, con prevención de desastres por las inundaciones. ○ Nuevos diseños y trazos en la infraestructura de la carretera Mex200 ○ Reforestar las zonas taladas de la sierra para ayudar a detener el cambio climático ○ Desazolve de cauces fluviales para tener una mayor área hidráulica de desfogue.
DEBILIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> ○ Falta de estaciones meteorológicas que midan año con año las precipitaciones pluviales. ○ Carretera con el mismo trazo y estructura desde 1965, solo con algunas adecuaciones realizadas en 1990. ○ No se ha respetado el Atlas de riesgo, como ejemplo esta la construcción del CEFERESO a un costado del río. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Experiencia de daños en 1998 y 2005. ○ Mayor cultura de protección civil en la Región del Soconusco. ○ Ubicación de las zonas inundables en el tramo carretero Mex200 Arriaga-Tapachula.

Fuente: Elaboración propia a partir de visita del tramo carretero Km. 228+200 y puente sobre el río Vado Ancho (2022); y entrevistas a expertos y grupos focales (2022).

V. Consideraciones Finales. Propuesta de mejoras del tramo carretero:

- Mejoras en la estructura de pavimento de la carretera.
 - Mejoras en la carpeta asfáltica con un diseño adecuado al tipo de clima y precipitación pluvial.
 - Mayor número de estructuras de drenaje y cunetas para las escorrentías.
 - Programa anual de desazolve de los ríos de la costa de Chiapas, llevando a cabo estudios topo-hidráulicos para tener siempre un área hidráulica suficiente para las posibles avenidas máximas.
 - Revisión y mantenimiento anual de todos los puentes de la carretera costera Mex200, para evitar fallas estructurales.
-

VI. Conclusión del Análisis del tramo

- Es a partir de esta revisión y análisis que podemos lograr un aprendizaje y una mejor gestión de riesgos para la prevención de desastres meteorológicos que dañen la infraestructura y economía de la región.
 - Revisión de todas las deficiencias en el tramo carretero estudiado para su gestión.
 - Realizar propuestas de mejoras al tramo carretero estudiado que nos ayuden a mejorarlo y minimicen los posibles daños.
-

VII. Imágenes ilustrativas

II.1 Mapa del tramo carretero

Fig. 6.22

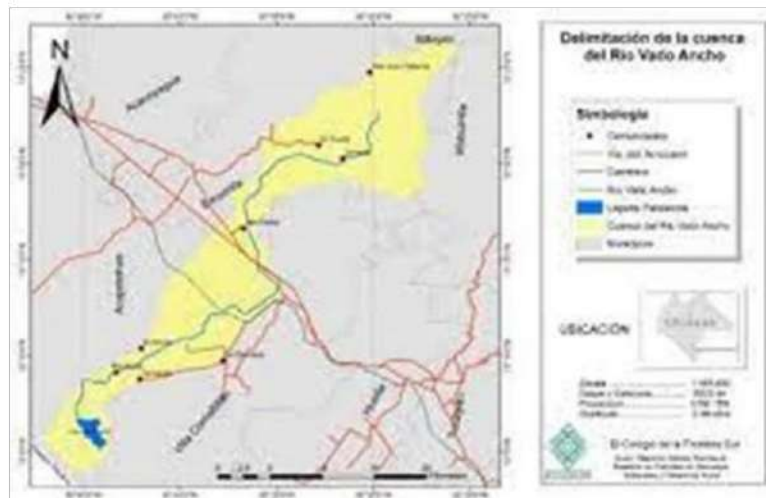
Mapa de la carretera costera, tramo Escuintla – Villa Comaltitlán.



Fuente. Imagen del atlas carretero SCT (2018).

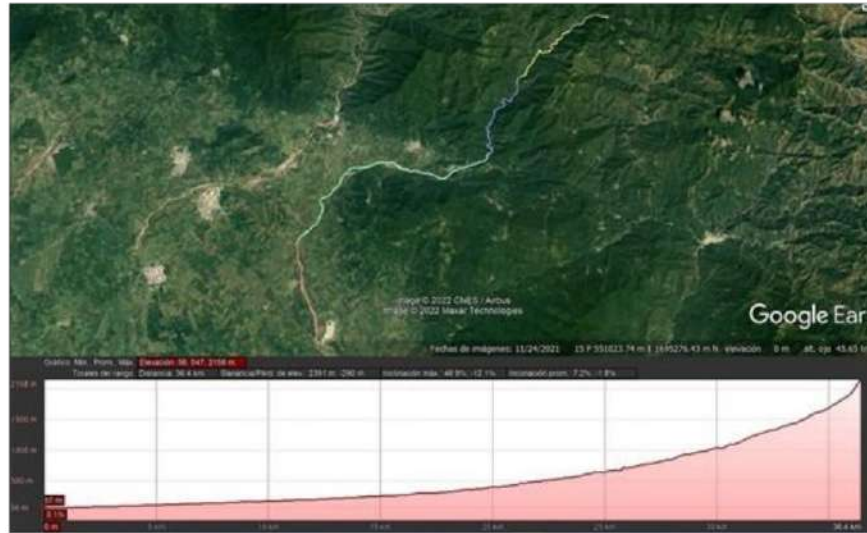
II.2 Cuenca del río Vado Ancho

Fig. 6.23 Cuenca del río Vado Ancho



Fuente. Delimitación de la cuenca del río Vado Ancho (2017).

Fig 6.24
Perfil de la cuenca del río Vado Ancho.



Fuente. Elaboración propia con Google Earth (2022).

II.3 Fotografías después del Huracán Stan

Fig 6.25
Foto satelital puente sobre río Vado Ancho después del desastre del Huracán Stan.



Fuente. Imagen tomada de Google Earth (2006).

Fig 6.26

Vista aérea del Puente después del Huracán Stan.



Fuente. *Imagen propia tomada en vuelo de helicóptero (2005).*

Fig 6.27

Vista aérea del Puente del río Vado Ancho después del Huracán Stan.



Fuente. Imagen propia tomada en vuelo de helicóptero (2005).

II.3 Fotografías actuales.

Fig 6.28

Foto satelital actual del puente Vado Ancho.



Fuente. Imagen tomada del Google Earth (2020).

Fig 6.29

Vista actual del puente sobre el río Vado Ancho.



Fuente. Imagen propia (2022).

Fig 6.30

Vista actual del puente sobre el río Vado Ancho.



Fuente. *Imagen propia (2022).*

Fig 6.31

Vista actual del puente sobre el río Vado Ancho.



Fuente. *Se puede observar el daño que tiene el concreto de una de las pilas del puente, imagen propia (2022).*

6.4 Análisis de entrevistas semiestructuradas a expertos.

Para esta investigación llevé a cabo entrevistas semiestructuradas, que me ayudaron en esta investigación como una estrategia de recopilación de datos cualitativos en la que los informantes me respondieron una serie de preguntas predeterminadas pero abiertas. Tuve más control sobre los temas de las entrevistas (a diferencia a las entrevistas no estructuradas), pero en comparación de las entrevistas estructuradas o los cuestionarios que utilizan preguntas cerradas, no tuve un rango fijo de respuestas a cada pregunta, por lo que me dio la oportunidad de enriquecer la información obtenida.

6.4.1 Análisis cualitativo de riesgos a partir de entrevistas semiestructuradas a expertos y grupos focales.

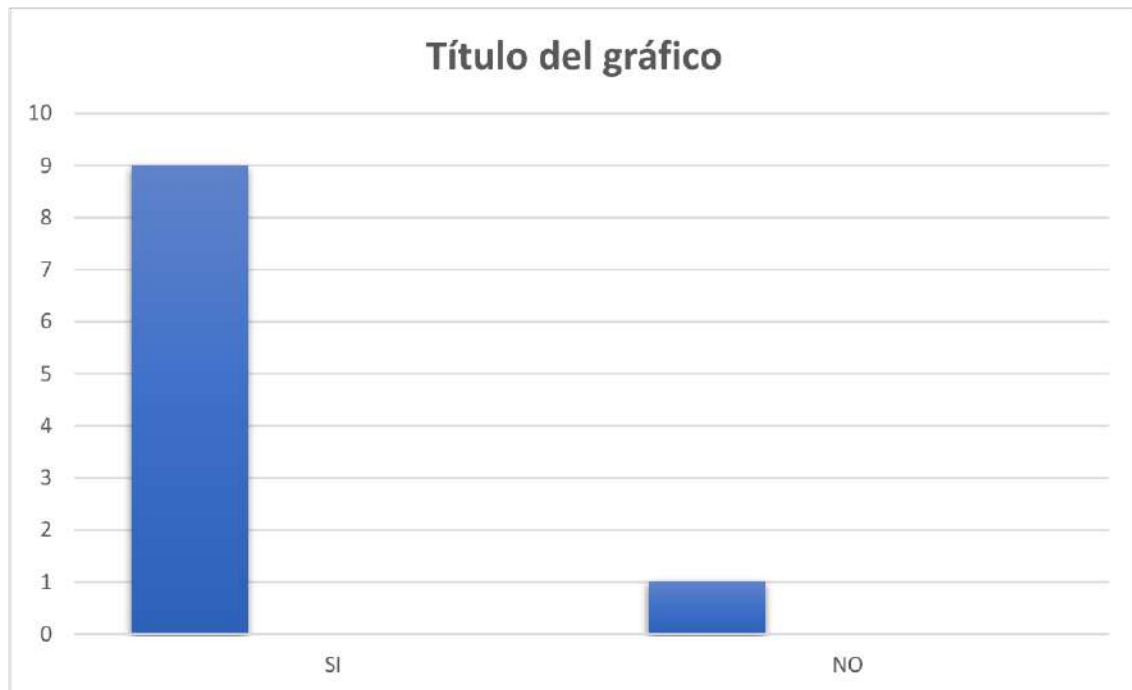
Obtenidos los hallazgos de riesgos, a partir de las visitas de campo, la observación, los informes oficiales, las entrevistas semiestructuradas realizadas a expertos y grupos focales; realicé el análisis cualitativo con el objetivo de priorizar los riesgos de la carretera costera (ver tablas 6.16 y 6.17).

Para el desarrollo del análisis cualitativo se evaluaron los riesgos mediante la combinación de la probabilidad de ocurrencia y el impacto que puedan generar sobre la infraestructura de la carretera y socio económico en la región. Luego de tener la priorización de los riesgos, realicé el plan de respuesta a los riesgos, en el cual determiné la mejor estrategia a utilizar, así como las acciones que se deben de realizar para controlar los riesgos. Como parte de las estrategias para amenazas que se pueden utilizar para realizar las respuestas de los riesgos, se tienen: *evitar, mitigar, y transferir*. Asimismo, como parte de las estrategias para oportunidades que se pueden utilizar para las respuestas a los riesgos, se tienen: *explotar, mejorar, y compartir*.

6.4.2 Resultado de las entrevistas semiestructuradas a expertos

Es entonces, que, a partir del acercamiento a los expertos en vías de comunicación escogidos de la región del Soconusco, doy cuenta mediante las siguientes gráficas y nube de palabras del resultado obtenido.

- ii. ¿Considera necesario un estudio de ingeniería completo a los tramos afectados por zonas inundables?



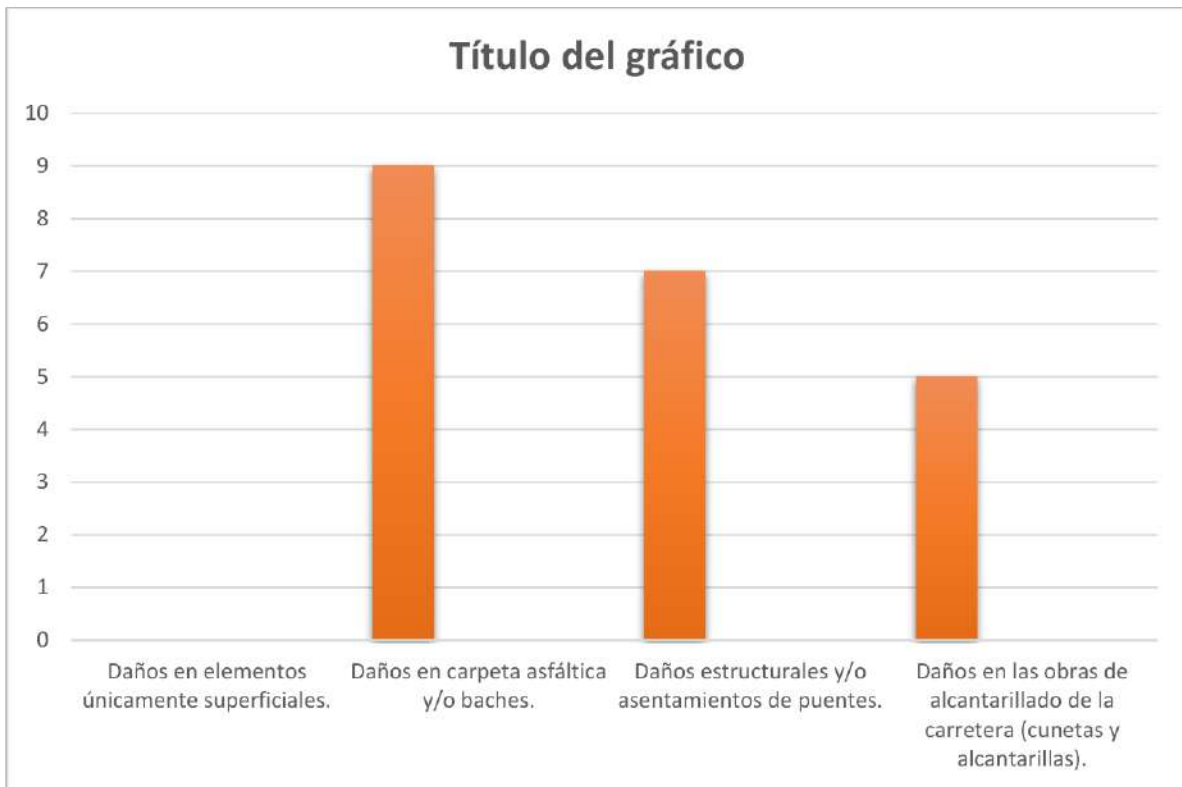
Nota. La mayoría de los expertos consideran necesario que se lleve a cabo un estudio de ingeniería completo a los tramos afectados inundables de la carretera costera (entrevista semiestructurada a expertos, 2022).

iii. ¿Cuáles consideras las causas de fallas y/u origen de daños en la carretera costera?



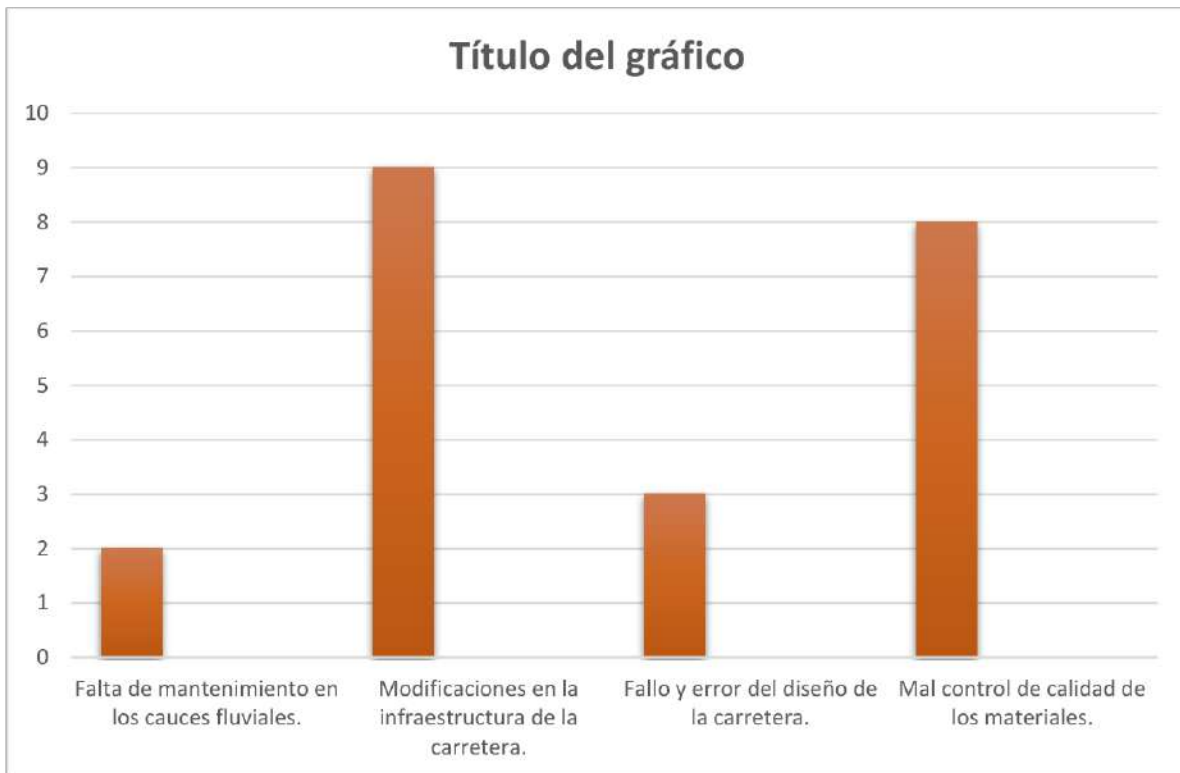
Nota. Los expertos en su mayoría coinciden en que las causas de las fallas y origen de daños de la carretera costera son por la falta de mantenimiento de los cauces de los ríos y las técnicas de construcción de la carretera. Y en menor medida consideran la mala planificación y la falta de prevención por parte del sector público (entrevista semiestructurada a expertos, 2022).

iv. ¿Cuál es su percepción de daños en la carretera costera?



Nota. La mayoría de los expertos coinciden en que la percepción de daños de la carretera costera es en carpeta asfáltica y baches, estructurales y asentamientos de puentes y en las obras de alcantarillado (entrevista semiestructurada a expertos, 2022).

v. ¿Cuáles son las causas de los daños en la carretera?



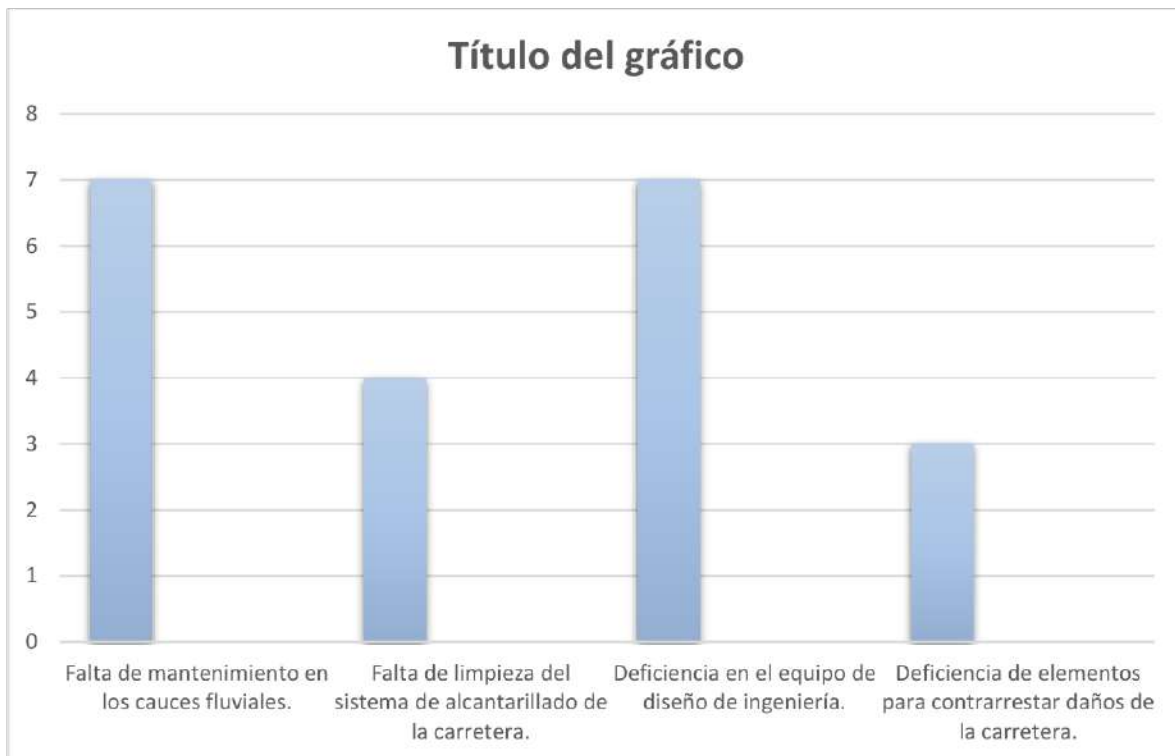
Nota. Los expertos coinciden que las causas de los daños en la carretera son las modificaciones en la infraestructura y el mal control de calidad de los materiales; y en menor medida la falta de mantenimiento en los cauces fluviales y fallos y errores del diseño de la carretera (entrevista semiestructurada a expertos, 2022).

vi. ¿Cuáles son las causas de los daños por método o sistema constructivo de la carretera?



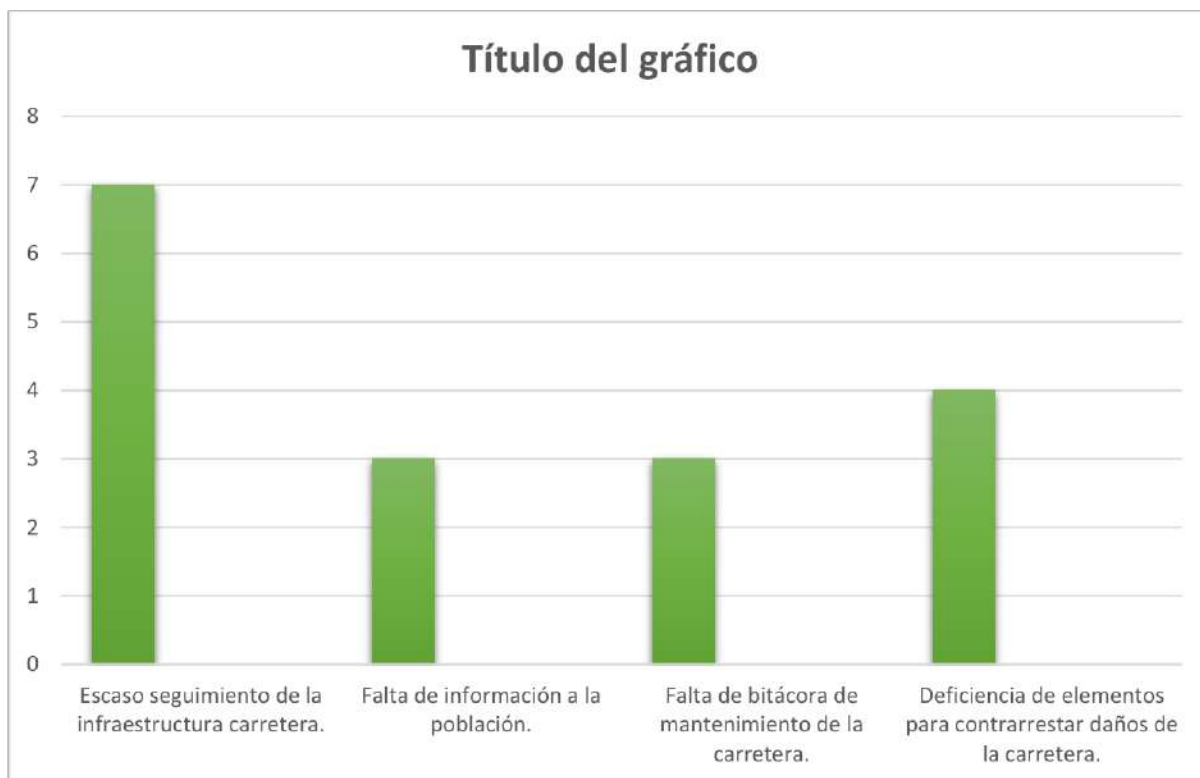
Nota. Los expertos coinciden en su mayoría que los daños debido a método o sistema constructivo de la carretera es por modificaciones en la infraestructura y mal control de calidad de los materiales. Y en menor medida por error y fallo de diseño (entrevista semiestructurada a expertos, 2022).

vii. ¿Cuáles son las causas de los daños en la carretera por factores humanos?



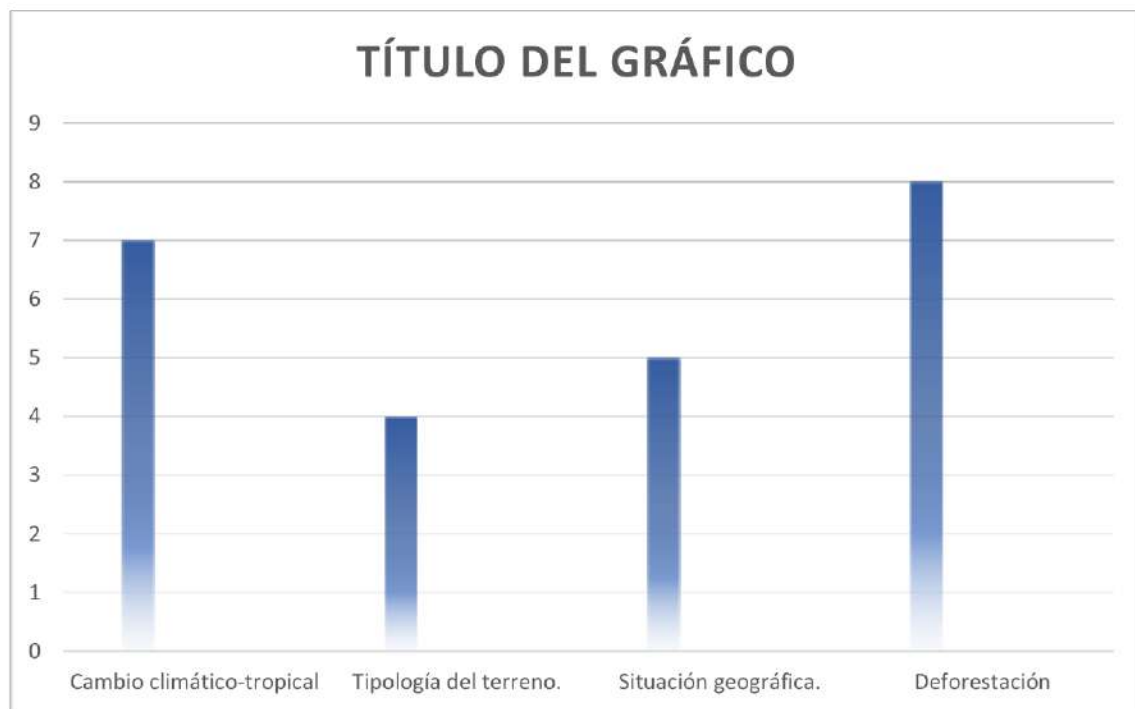
Nota. Los expertos consideran que las causas de los daños en la carretera por factores humanos son por falta de mantenimiento en los cauces fluviales y la deficiencia en el equipo de diseño de ingeniería. Y también consideran que la falta de limpieza del sistema de alcantarillado y de elementos para contrarrestar los daños (entrevista semiestructurada a expertos, 2022).

viii. ¿Cuáles son las causas de los daños por contratos y concesiones?



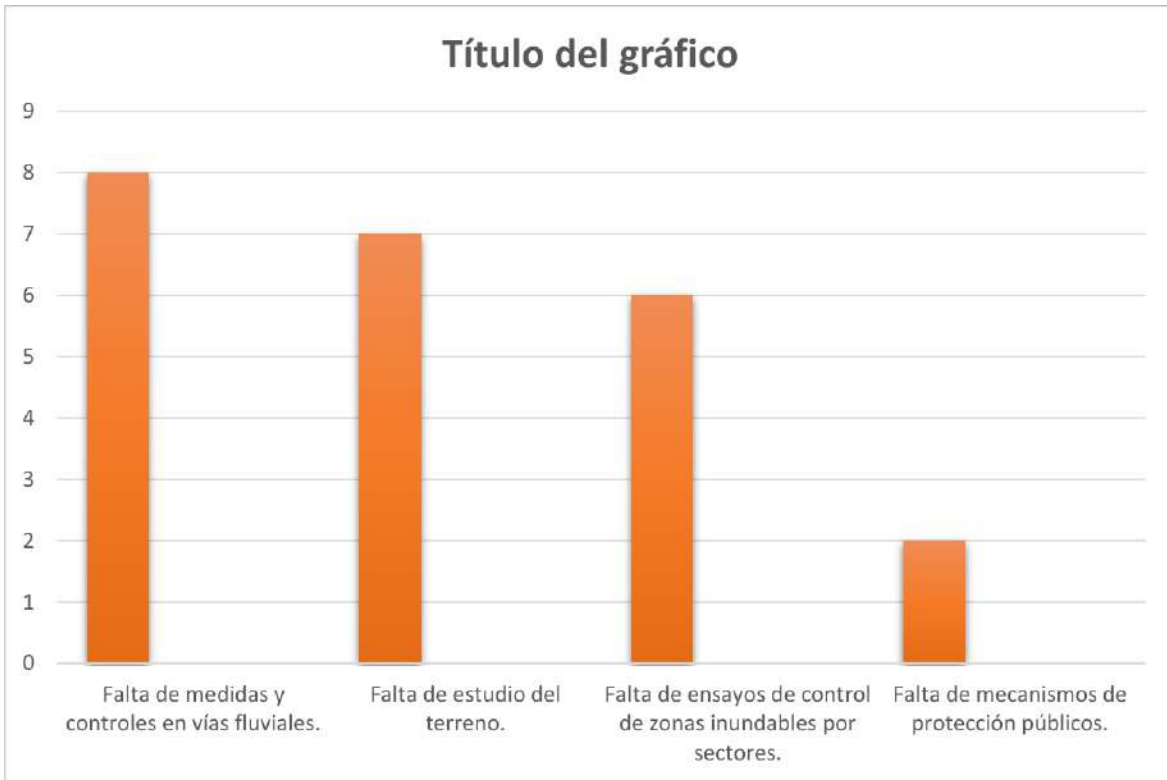
Nota. Los expertos consideran que las causas de los daños por contratos y concesiones es por el escaso seguimiento de la infraestructura, deficiencia de elementos para contrarrestar daños, y en menor medida por falta de información a la población y falta de una bitácora de mantenimiento de la carretera (entrevista semiestructurada a expertos, 2022).

ix. ¿Cuáles son las causas de los daños de la carretera exclusivamente por factores medioambientales?



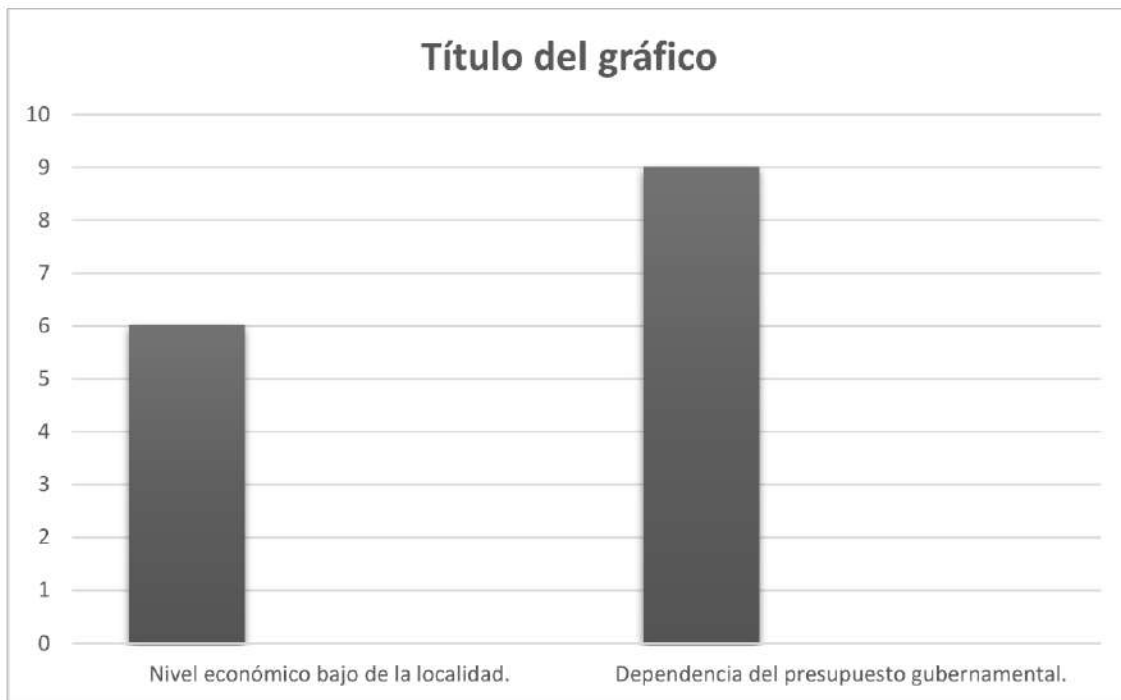
Nota. Coinciden en su mayoría que son causas de los daños de la carretera los factores medioambientales por deforestación, cambio climático-tropical, situación geográfica y tipología del terreno (entrevista semiestructurada a expertos, 2022).

x. ¿Cuáles son las causas de los daños exclusivamente por factores de control?



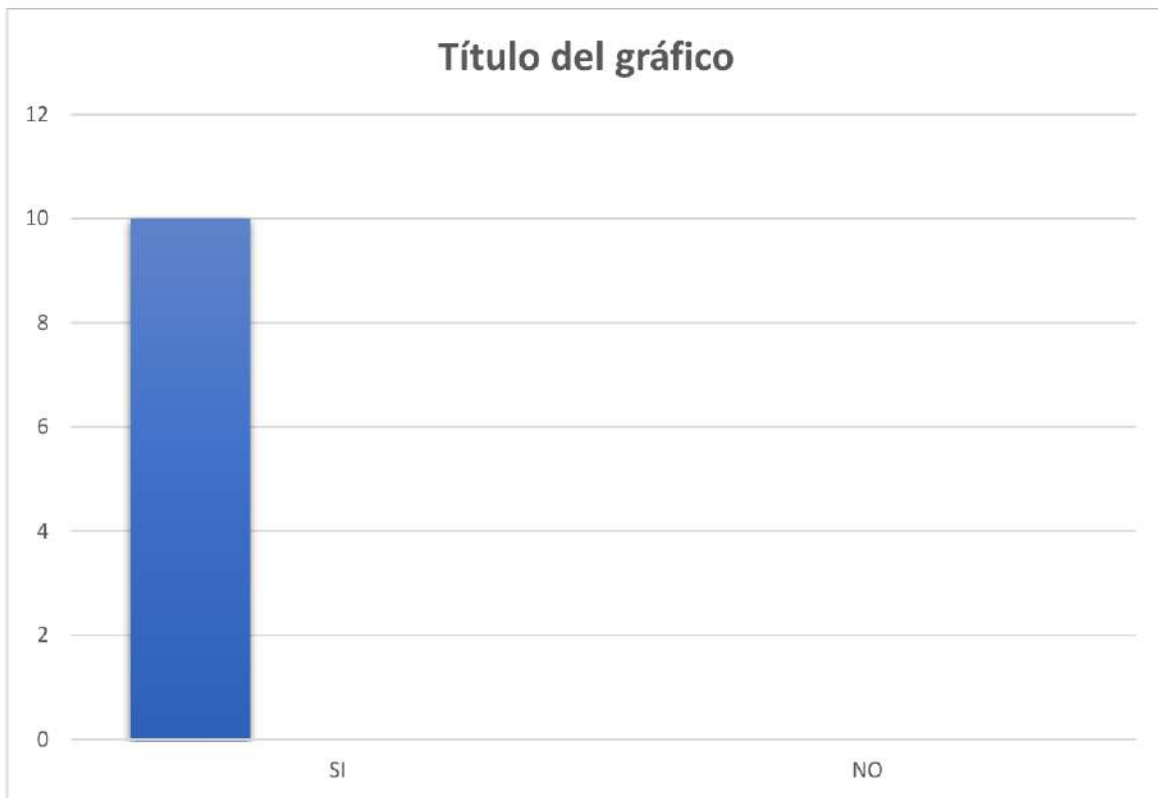
Nota. Coincidieron en que las causas de los daños por factores de control por la falta de medidas y controles en vías fluviales, falta de estudio del terreno y falta de ensayos de control de zonas inundables. Y en menor medida por falta de mecanismos de protección públicos (entrevista semiestructurada a expertos, 2022).

xi. ¿Cuáles son las causas de los daños exclusivamente por factores socio-culturales?



Nota. Sobre las causas de los daños por factores socio-culturales coincidieron en la dependencia del presupuesto gubernamental y el nivel socio-económico bajo de la región (entrevista semiestructurada a expertos, 2022).

xii. ¿Consideras necesario un modelo para gestión de riesgo en desastres meteorológicos?



Nota. La mayoría de los expertos coincidieron en la necesidad de un modelo para gestión de riesgos en desastres meteorológicos (entrevista semiestructurada a expertos, 2022).

Tabla 6.16 Análisis cualitativo de riesgos de entrevista a expertos.

Cód.	Descripción del Riesgo	Categoría	Tipo	Prob.	Nivel de Riesgo	Estrategia	Respuesta al riesgo
RA-001	Daños de la carretera costera	Riesgos asociados al mantenimiento	Negativo	80%		Evitar	Realizar un programa de mantenimiento integral de la carretera costera (bacheo, cunetas, alcantarillado, puentes).
RA-002	Daños de la carretera costera	Riesgos asociados a Daños en carpeta asfáltica y/o baches	Negativo	90%		Mitigar	Programa de bacheo y mejoramiento de carpeta asfáltica permanente.
RA-003	Daños de la carretera costera	Riesgos asociados a Daños estructurales y/o asentamientos de puentes	Negativo	70%		Evitar	Programa de revisión estructural de todos los puentes de la carretera costera para su mantenimiento o reestructuración.
RA-004	Daños de la carretera costera	Riesgos asociados a Daños en las obras de alcantarillado	Negativo	50%		Evitar	Programa de revisión y mejoramiento de las obras de alcantarillado.
RA-005	Causas de daños en la carretera costera	Riesgos asociados a Mal control de calidad de los materiales de construcción	Negativo	80%		Evitar	Programa de revisión mediante perforaciones aleatorias a lo largo de la carretera costera para revisar si cumple con las normas de construcción actuales.
RA-006	Causas de daños en la carretera costera	Riesgos asociados a Falta de mantenimiento de los cauces fluviales	Negativo	20%		Evitar	Programa de desazolve periódico de los cauces de los ríos para evitar inundaciones y destrucción de los puentes.
RA-007	Causas de daños en la carretera costera por método o sistema constructivo	Riesgos asociados a Mal control de calidad de los materiales de construcción	Negativo	70%		Evitar	Revisión y propuesta de control de calidad de materiales en tramos con mantenimiento y bacheo; así como en tramos a renovar.
RA-008	Daños de la carretera costera por factores humanos	Riesgos asociados a Falta de mantenimiento de los cauces fluviales	Negativo	70%		Evitar	Programa de desazolve periódico de los cauces de los ríos para evitar inundaciones y destrucción.

Fuente. Elaboración propia con Atlas.ti V.8 (2022).

Cód.	Descripción del Riesgo	Categoría	Tipo	Prob.	Nivel de Riesgo	Estrategia	Respuesta al riesgo
RA-009	Daños de la carretera costera por factores humanos	Riesgos asociados Falta de limpieza del sistema de alcantarillado	Negativo	40%		Evtar	Supervisar los trabajos de limpieza de cunetas y alcantarillas para que se realicen adecuadamente
RA-010	Causas de los daños por factores medio ambientales	Riesgos asociados a la Deforestación	Negativo	80%		Mitigar	Programa de reforestación de la sierra madre de Chiapas
RA-011	Causas de los daños por factores medio ambientales	Riesgos asociados a Cambio climático	Negativo	70%		Mitigar	Programa de protección al medio ambiente regional
RA-012	Causas de los daños por factores de control	Riesgos asociados a la Falta de medidas y controles en vías fluviales	Negativo	80%		Mitigar	Control de azolvamiento de ríos colocando testigos que se deben revisar periódicamente.
RA-013	Daños de la carretera costera	Riesgos asociados a las Técnicas de construcción de la carretera costera y su infraestructura	Negativo	70%		Mitigar	Revisión de las técnicas de construcción de la carretera costera, que cumplan con las normas de vías de comunicación actuales.
RA - 014	Daños de la carretera costera	Riesgos asociados a Mala planificación de la carretera costera	Negativo	20%		Mitigar	Revisión de la planificación de la carretera costera para futuras obras de renovación y ampliación.
RA-015	Daños de la carretera costera	Riesgos asociados a Falta de prevención por parte del sector público	Negativo	20%		Mitigar	Realizar un programa de prevención por parte de la SCT.
RA-016	Causas de daños en la carretera costera	Riesgos asociados a Modificaciones en la infraestructura de la carretera	Negativo	90%		Mitigar	Revisión de las modificaciones realizadas a la carretera durante los últimos 5 años y sus consecuencias positivas y negativas.

Fuente. Elaboración propia con Atlas.ti V.8 (2022) (Continua).



Cód.	Descripción del Riesgo	Categoría	Tipo	Prob.	Nivel de Riesgo	Estrategia	Respuesta al riesgo
RA-017	Causas de daños en la carretera costera	Riesgos asociados a Fallo y error del diseño de la carretera	Negativo	30%		Mitigar	Revisión del diseño por tramos críticos de la carretera costera.
RA-018	Causas de daños en la carretera costera por método o sistema constructivo	Riesgos asociados a Modificaciones en la infraestructura de la carretera	Negativo	80%		Mitigar	Revisión del sistema constructivo de la carretera en los tramos críticos
RA-019	Causas de daños en la carretera costera por método o sistema constructivo	Riesgos asociados a Error de diseño en la carretera costera y su infraestructura	Negativo	40%		Mitigar	Revisión y propuesta de método o sistema constructivo en tramos con mantenimiento y bacheo; así como en tramos a renovar.
RA-020	Causas de daños en la carretera costera por método o sistema constructivo	Riesgos asociados a Fallo y error del diseño de la carretera	Negativo	20%		Mitigar	Revisión y propuesta de diseño en tramos con mantenimiento y bacheo; así como en tramos a renovar.
RA-021	Daños de la carretera costera por factores humanos	Riesgos asociados a Deficiencia en el equipo de diseño de ingeniería	Negativo	70%		Mitigar	Contratación de empresas con experiencia en obras de vías de comunicación.
RA-022	Causas de los daños por contratos y concesiones	Riesgos asociados a Escaso seguimiento de la infraestructura de la carretera	Negativo	70%		Mitigar	Supervisar por parte de la SCT todo el seguimiento de mantenimiento y conservación de la carretera
RA-023	Daños de la carretera costera por factores humanos	Riesgos asociados a Deficiencia de elementos para contrarrestar daños de la carretera	Negativo	30%		Mitigar	Crear programas de elementos para contrarrestar daños de la carretera.
RA-024	Causas de los daños por contratos y concesiones	Riesgos asociados a Deficiencia de elementos para contrarrestar daños de la carretera	Negativo	40%		Mitigar	Controles de elementos para contrarrestar daños de la carretera

Fuente. Elaboración propia con Atlas.ti V.8 (2022) (Continúa).

Cód.	Descripción del Riesgo	Categoría	Tipo	Prob.	Nivel de Riesgo	Estrategia	Respuesta al riesgo
RA-025	Causas de los daños por contratos y concesiones	Riesgos asociados a Falta de información a la población	Negativo	30%		Mitigar	Programa de señalamiento, anuncios, publicidad para un buen uso de la carretera
RA-026	Causas de los daños por contratos y concesiones	Riesgos asociados a Falta de bitácora de mantenimiento de la carretera	Negativo	30%		Mitigar	Es necesario tener una bitácora de mantenimiento de la carretera, al cual tengan acceso los directamente responsables.
RA-027	Causas de los daños por factores medio ambientales	Riesgos asociados a Situación geográfica	Negativo	50%		Transferir	Reconocimiento geográfico para futuras renovaciones de la carretera
RA-028	Causas de los daños por factores medio ambientales	Riesgos asociados a Tipología del terreno	Negativo	40%		Transferir	Reconocimiento tipológico para futuras renovaciones de la carretera
RA-029	Causas de los daños por factores de control	Riesgos asociados a Falta de estudio del terreno	Negativo	70%		Transferir	Reconocimiento topográfico para futuras renovaciones de la carretera
RA-030	Causas de los daños por factores de control	Riesgos asociados a Falta de ensayos de control de zonas inundables por sectores	Negativo	60%		Transferir	Programa de ensayos de control de zonas inundables para conocer los riesgos medio-altos
RA-031	Causas de los daños por factores de control	Riesgos asociados a Falta de mecanismos de protección públicos	Negativo	20%		Transferir	Programa de mecanismos de protección públicos

Fuente. Elaboración propia con Atlas.ti V.8 (2022) (Continua).

Cód.	Descripción del Riesgo	Categoría	Tipo	Prob.	Nivel de Riesgo	Estrategia	Respuesta al riesgo
RA-032	Causas de daños por factores socio - culturales	Riesgos asociados a Dependencia del presupuesto gubernamental	Negativo	90%		Transferir	Gestionar presupuesto suficiente por parte del Gobierno estatal para el mantenimiento y conservación de la carretera
RA-033	Causas de daños por factores socio - culturales	Riesgos asociados a Nivel económicamente bajo de la localidad	Negativo	60%		Transferir	Dadas las condiciones de pobreza de comunidades vecinas de la carretera costera, sus pobladores realizan rapiña de señalamientos y materiales. Por lo que hay que tener programas de seguridad.
RA-034	Daños a la carretera costera	Riesgos asociados a Desastre meteorológico	Negativo	100%		Prevención	Creación de un modelo para gestión de riesgos.

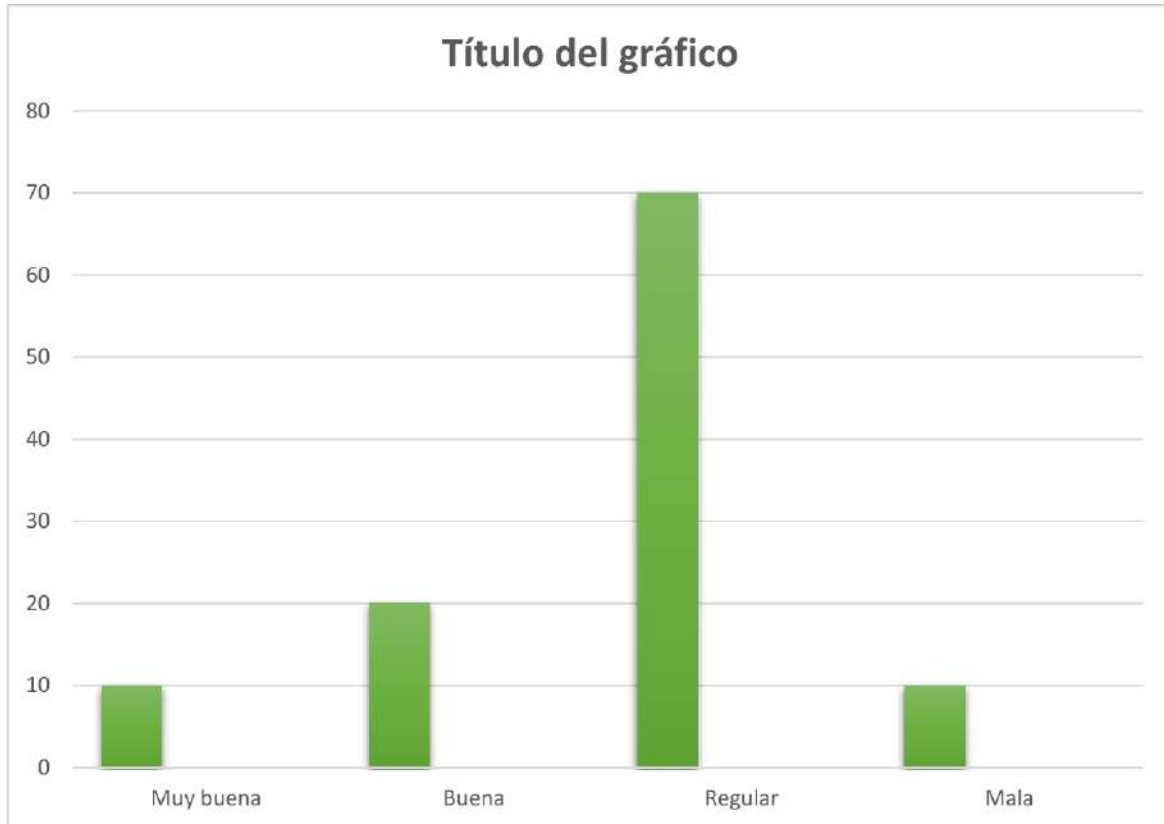
	Riesgo Alto
	Riesgo medio
	Riesgo bajo (Prevención)

Fuente. Elaboración propia con Atlas.ti V.8 (2022) (Continua).

6.4.3 Análisis de entrevistas semiestructuradas a grupos focales.

Asimismo, a partir del acercamiento a grupos focales de la región del Soconusco, doy cuenta mediante las siguientes gráficas y nube de palabras del resultado obtenido.

i. ¿Cuál es tu experiencia como usuario de la carretera costera?



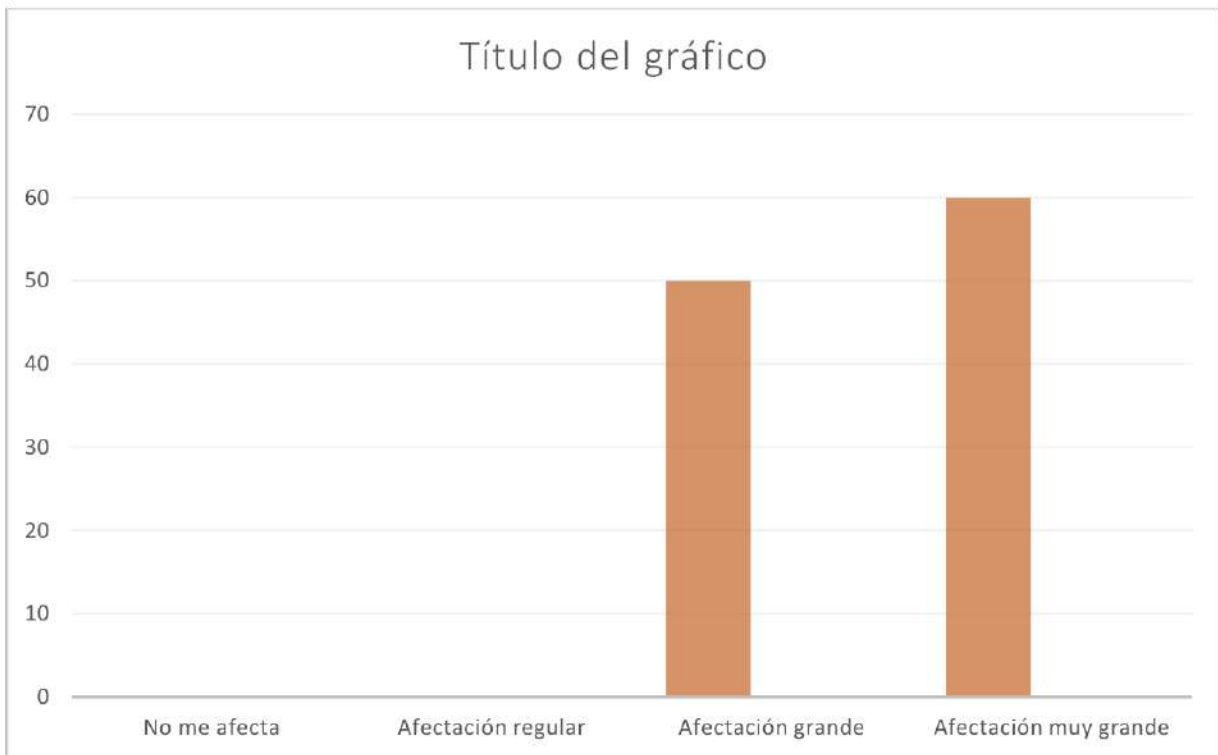
Nota. Los grupos focales coincidieron en su mayoría que su experiencia como usuario de la carretera costera era regular (Entrevista semiestructurada a grupos focales, 2022).

ii. ¿Cómo consideras el mantenimiento y conservación de la carretera?



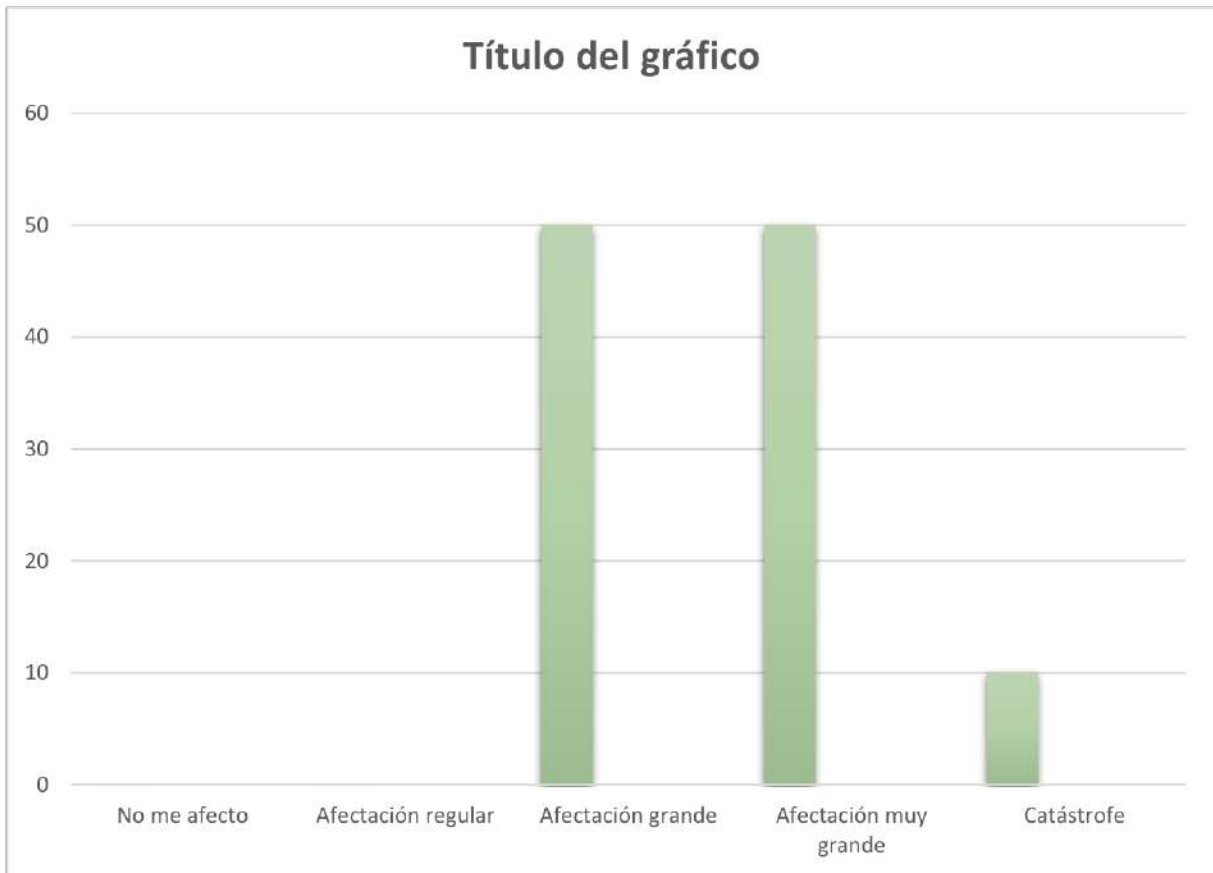
Nota. Los grupos focales coincidieron en su mayoría que el mantenimiento y conservación de la carretera era de malo a regular (Entrevista semiestructurada a grupos focales, 2022).

iii. ¿Si hay un desastre meteorológico y existe un daño en la carretera como impactaría en tu negocio?



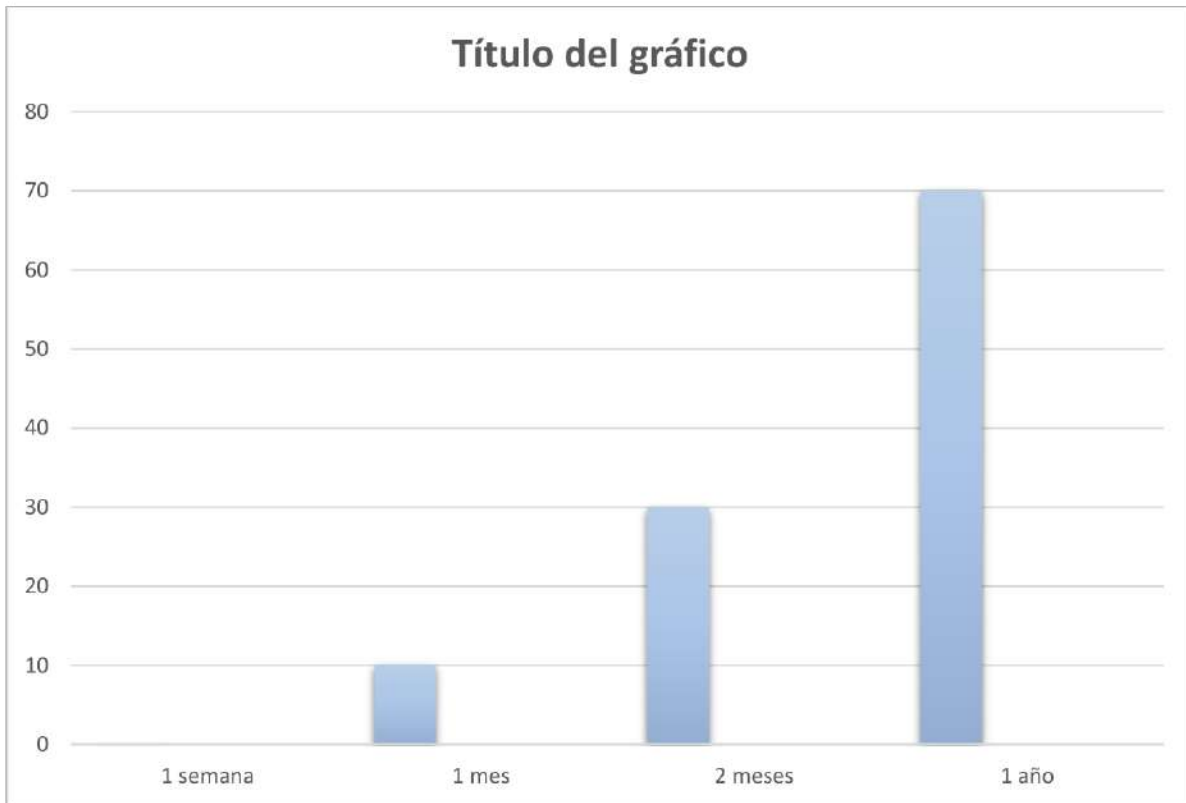
Nota. Los grupos focales coincidieron en su mayoría que si hay un desastre meteorológico y existe un daño en la carretera tendrían una afectación de grande a muy grande (Entrevista semiestructurada a grupos focales, 2022).

iv ¿Cómo repercutió en tu negocio el desastre por el Huracán Stan?



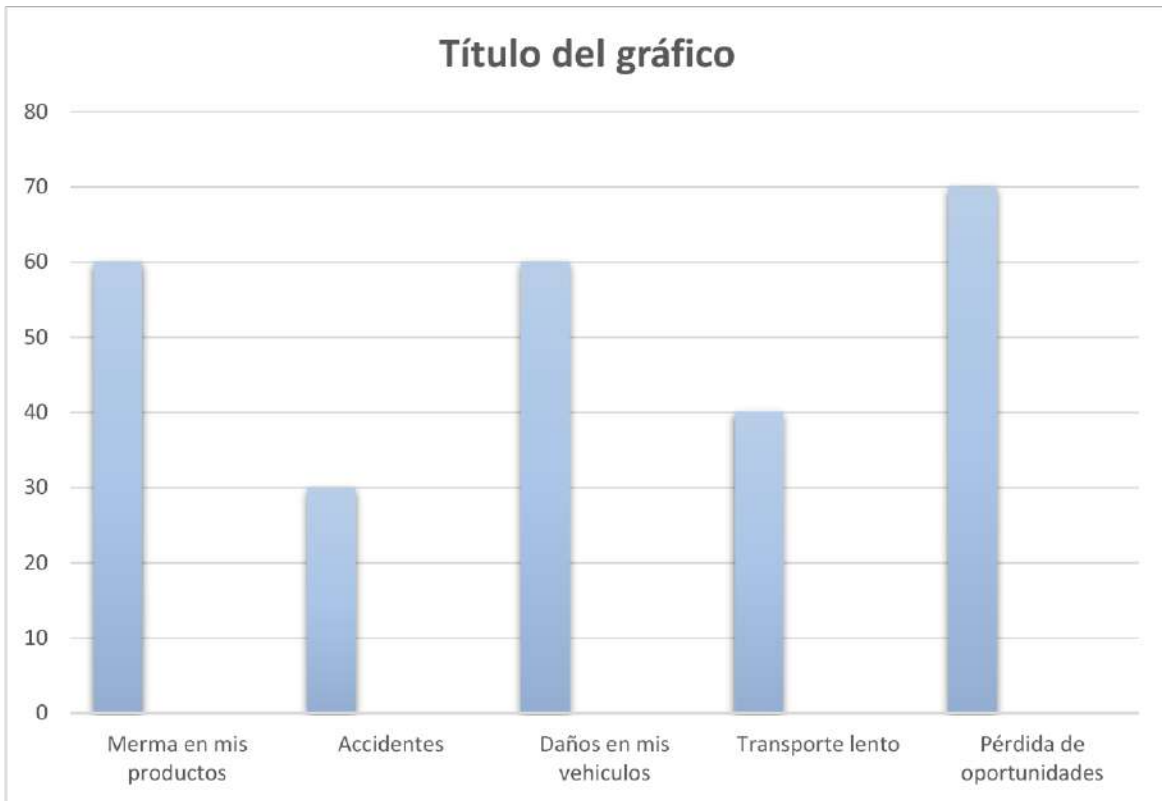
Nota. Sobre como repercutió en su negocio el desastre por el huracán Stan coincidieron en su mayoría que tuvieron una afectación de grande a muy grande (Entrevista semiestructurada a grupos focales, 2022).

v. Durante el Huracán Stan, que hubo tantos daños en la carretera costera, ¿Cuánto tiempo tuviste que esperar para normalizar tu negocio?



Nota. La mayoría coincidió en que después del huracán Stan el tiempo para normalizar su negocio fue de hasta un año (Entrevista semiestructurada a grupos focales, 2022).

vi. ¿Cómo repercute en tu negocio que la carretera costera no esté en buen estado?



Nota. Sobre la repercusión en su negocio que la carretera costera no esté en buenas condiciones la mayoría coincidió en que tenían pérdida de oportunidades, merma en sus productos, daños en sus vehículos, transporte lento y accidentes (Entrevista semiestructurada a grupos focales, 2022).

Tabla 6.17
Análisis cualitativo de riesgos de entrevista a grupos focales.

Cód.	Descripción del Riesgo	Categoría	Tipo	Prob.	Nivel de Riesgo	Estrategia	Respuesta al riesgo
RA-001	Experiencia como usuario de la carretera costera	Riesgos asociados al estado actual de la carretera	Negativo	70%		Mitigar	Mejorar la experiencia del usuario con una mejor carretera
RA-002	Mantenimiento y conservación de la carretera costera	Riesgos asociados al estado de conservación de la carretera	Negativo	90%		Mitigar	Mejoramiento en el programa de conservación y mantenimiento de la carretera costera
RA-003	Impacto en el negocio ante un desastre en la carretera costera	Riesgos asociados a la afectación de la carretera en caso de desastres meteorológicos	Negativo	100%		Mitigar	Programa de reconstrucción de la carretera ante el caso de desastres meteorológicos
RA-004	Repercusión en negocios por desastre del Huracán Stan	Riesgos asociados al corte de circulación en la carretera en caso de desastres meteorológicos	Negativo	90%		Mitigar	Programa de reconstrucción de la carretera para reactivar vialidades en corto plazo
RA-005	Tiempo para normalizar negocio por desastre del Huracán Stan	Riesgos asociados a la reparación de los daños ocasionados con los desastres meteorológicos	Negativo	70%		Evitar	Programa de reconstrucción de la carretera en caso de desastre para normalizar la circulación.

Fuente. Elaboración propia con Atlas.ti V.8 (2022).

Cód.	Descripción del Riesgo	Categoría	Tipo	Prob.	Nivel de Riesgo	Estrategia	Respuesta al riesgo
RA-006	Merma en los productos	Riesgos asociados al estado de conservación de la carretera	Negativo	70%		Evitar	Mejoramiento en el programa de conservación y mantenimiento de la carretera costera
RA-007	Accidentes viales en la carretera	Riesgos asociados al estado de conservación y señalamientos de la carretera costera	Negativo	60%		Evitar	Mejoramiento en el programa de conservación y mantenimiento de la carretera costera
RA-008	Daños en vehículos	Riesgos asociados al estado de conservación de la carretera	Negativo	60%		Evitar	Mejoramiento en el programa de conservación y mantenimiento de la carretera costera
RA-009	Transporte lento	Riesgos asociados al estado de conservación de la carretera	Negativo	40%		Evitar	Mejoramiento en el programa de conservación y mantenimiento de la carretera costera
RA-010	Perdida de oportunidades	Riesgos asociados al estado de conservación de la carretera	Negativo	30%		Evitar	Mejoramiento en el programa de conservación y mantenimiento de la carretera costera

	Riesgo Alto
	Riesgo medio
	Riesgo bajo (Prevención)

Fuente. Elaboración propia con Atlas.ti V.8 (2022) (Continua).

6.5 Operatividad del modelo propuesto

Tras los desastres naturales que han impactado a México, se han desarrollado y utilizado herramientas de protección para enfrentar este tipo de contingencias extremas. Esta **transferencia de riesgos** permite blindar al país con componentes reglamentados y recursos que, en caso de desastres, puedan ser utilizados para salir adelante de estos eventos inesperados, incluyendo desde el apoyo a la población en la emergencia hasta el proceso de reconstrucción.

El éxito de la prevención, en gran parte, es cómo se anticipa a lo que va a suceder, incluso de lo que no va a ocurrir y cómo se planea. Aunque las necesidades de protección varían según el sector, siempre es importante conocer los peligros a los que se están expuestos, incluyendo aquellos producidos por omisiones humanas, por fenómenos naturales e incluso, por los relacionados con aspectos tecnológicos.

Las amenazas de desastres naturales forman parte de nuestros sistemas naturales, como es el caso en la carretera costera Mex 200, pero pueden llegar a ser considerados como recursos negativos. Los eventos naturales forman parte de los "problemas del medio ambiente" que tanto atraen la atención pública, alteran los ecosistemas e intensifican su degradación, reflejan el daño causado por el ser humano a su medio ambiente y pueden afectar a grandes grupos humanos.

Aunque la mayoría de la información sobre desastres naturales contienen una crónica de muertes y destrucción, es muy raro que incluyan relatos sobre daños evitados por una buena **gestión de riesgos**. Los efectos de los desastres naturales pueden ser reducidos en gran parte si se toman precauciones para reducir la vulnerabilidad. Con la cultura de la prevención se han logrado progresos en la reducción del impacto de huracanes, inundaciones, terremotos, erupciones

volcánicas y derrumbes. Esto se ha logrado con la aplicación de una serie de medidas de mitigación tales como zonificación restrictiva, mejoramiento de estructuras e instalación de sistemas de predicción, monitoreo, alarma y evacuación. En México se ha reducido el número de fatalidades ante algunos desastres, principalmente debido a las actividades de preparación y respuesta a los mismos. Hoy en día se cuenta con la posibilidad de reducir sus pérdidas económicas utilizando medidas de mitigación en el contexto de desarrollo.

Los desastres naturales generan una gran demanda de capital para reemplazar lo que ha sido destruido y dañado. Las personas que trabajan en el campo de desarrollo en infraestructura deberían interesarse en este asunto ya que representa, dentro de todos los aspectos de medio ambiente, la situación más manejable: los riesgos pueden ser identificados rápidamente, se dispone de medidas de mitigación y los beneficios al reducir la vulnerabilidad son altos en comparación a los costos.

Con una frecuencia realmente alarmante, los desastres naturales encabezan los titulares de la prensa internacional. Cada año por lo menos un huracán azota a México. Los huracanes muy destructivos, tales como Gilberto en 1988, tormenta Javier en 1998 y Stan en 2005, pueden causar millones de dólares en daños, tal y como lo hemos visto en esta investigación. También ocurren inundaciones anualmente, pero no hay una estimación confiable que indique los daños que éstas causan.

Un elemento clave a ser considerado, es la distribución de recursos entre actividades de prevención y esfuerzos post-desastre. Los estudios y diseños de ingeniería que tomen en cuenta la prevención son eficaces en función de los costos para reducir el número de fatalidades y daños. Las medidas de ayuda y

reconstrucción después de un desastre son importantes por razones humanitarias y pueden incluir mejoras destinadas a prevenir o mitigar desastres en el futuro. Cada vez más, este es el caso de los proyectos financiados por los organismos de financiamiento para el desarrollo. Sin embargo, las medidas post-desastre son desproporcionadamente costosas en relación con cada vida salvada y cada infraestructura reconstruida. Las medidas de prevención pueden reducir las tragedias humanas y el incalculable costo de las pérdidas de empleos y de producción a causa de los desastres naturales.

A pesar de que la prevención es claramente más ventajosa que la ayuda y la reconstrucción a nivel humano y económico, son estos últimos los que típicamente cuentan con más interés y apoyo financiero y político. Después de la ocurrencia de un desastre, los países que prestan ayuda ofrecen inmediatamente equipos sofisticados y personal altamente capacitado para las misiones de búsqueda y rescate. Por otro lado, los políticos de la nación afectada ganan más apoyo consolando a las víctimas del desastre que cobrando más impuestos para tomar las medidas necesarias para evitar otro desastre en el futuro. Los esfuerzos a corto plazo para atender las necesidades inmediatas generalmente tienen prioridad sobre las actividades de prevención y las medidas de recuperación a largo plazo, principalmente debido a la cobertura de prensa en la fase de auxilio de un desastre.

En lo que respecta a ciencia y tecnología, la situación es similar. Las inversiones están dirigidas cada vez más a técnicas de predicción, monitoreo y alerta, en vez de la recopilación de información básica sobre la ubicación, severidad y probabilidad de los eventos, datos que sientan las bases para tomar medidas de prevención. Debe existir un balance entre la obtención de información científica

adicional y la aplicación de la información ya existente para implementar las medidas de mitigación que se apoyen en los procesos económicos y políticos.

Es por lo que este modelo propuesto tiene el objetivo de reducir *el impacto de las amenazas naturales*. La información y los métodos para reducir los efectos de los desastres naturales existen, y para prevenir que éstos causen un desastre. Si bien no puede evitarse la ocurrencia del evento, sí se puede salvar vidas y reducir los daños tomando medidas preventivas en la construcción de infraestructura. En ciertos casos, como es el caso de las inundaciones, la incorporación de medidas de mitigación en la planificación del proyecto puede permitir que se evite el evento por completo.

La mitigación de los riesgos puede lograrse en una región donde previamente han ocurrido desastres naturales, como es el caso de la carretera costera Mex200. Las medidas de mitigación deben ser consideradas como una inversión básica y fundamental en todos los proyectos en las zonas de medio a alto riesgo. Se sabe que en México tenemos el peligro de huracanes e inundaciones. Los planificadores no deben preguntarse sobre la posibilidad de que ocurran o no estos eventos, sino sobre lo que sucederá y que se puede hacer en el momento en que ocurran.

Sabemos los riesgos que enfrentamos en nuestras vías de comunicación, como la carretera Mex200; pueden no saber cómo cuantificar estos peligros o la mejor manera de mitigarlos, pero entienden que algo debe hacerse al respecto.

- Enfocándome en la investigación del caso de la carretera costera Mex200 y el modelo aquí planteado.

En el transcurso de la investigación he tenido que realizar ciertos cambios y mejoras con la finalidad de obtener un mejor resultado y poder exponer soluciones que sean prácticas dentro de la realidad del caso; y que sea de beneficio para la región de Soconusco y de apoyo para la gestión de riesgo y prevención.

En mi opinión toda teoría debe estar ligada a un caso real y realizable, por ello he analizado y propuesto las formas en que podemos actuar y mejorar cada uno de los tramos. Considero que el modelo acá presentado es útil, funcional y ayuda a zonificar las zonas inundables de la carretera costera a la misma vez que plantea varios puntos fundamentales como son: La causa de los daños, informa sobre las condiciones geofísicas de cada tramo, sugiere posibles soluciones o mejoras de cada uno de los tramos, analiza las fortalezas y debilidades de aplicación de las soluciones acá planteadas.

A través de la consulta a expertos (ingenieros civiles, constructores, profesores y funcionarios públicos) sobre su visión técnica de la carretera costera; y a grupos focales productivos sobre el impacto socioeconómico que tiene la situación de la carretera costera; todo esto mediante entrevistas semiestructuradas las cuales proyecte utilizando preguntas abiertas, para poder obtener respuestas descriptivas, con un lenguaje que el participante pudiera comprender fácilmente, con preguntas breves y sin formular preguntas negativas.

Los resultados de estas entrevistas fueron analizados en sus coincidencias y propuestas; todos estos resultados se han tomado en cuenta en las cédulas de trabajo, así como en las medidas de mejoras de los tramos analizados -que se

pueden extrapolar a todos-; obteniendo resultados de aspectos importantes de funcionalidad y desarrollo del modelo.

7. Conclusiones.

En relación con los desastres acá descritos, he comprobado que el problema estudiado ocurre tanto a nivel global, nacional, y regional, siendo importante realizar un tratamiento absoluto del comportamiento de las inundaciones que pueden afectar a los tramos carreteros y de la creación de mecanismos preventivos.

7.1.- Conclusiones sobre el marco teórico referencial.

En una primera etapa de investigación documental, encaminada principalmente a la búsqueda de información, se analizó los sistemas de gestión para el riesgo de infraestructuras y la preocupación por los daños y su prevención.

Con toda esta información, he tratado de aproximar la realidad del problema con las necesidades que demandan los habitantes de la región del Soconusco para minimizar los daños y así poder plantear un modelo para la gestión del riesgo en desastres meteorológicos acorde a la carretera costera Mex200.

Posteriormente, fue muy importante el análisis de la bibliografía y propuestas que existen del problema planteado, considerando la prevención como eje de abatimiento de daños en la vía de comunicación. También encontré bibliografía que vincula a las inundaciones con el cambio climático, haciendo una clara crítica de cómo la deforestación en la sierra madre está directamente en función a los fenómenos observados. En la literatura, existe una gran cantidad de artículos que hablan del problema de los daños en infraestructura carretera y los desastres meteorológicos. También, hay otras investigaciones que afirman que el fenómeno de las avenidas máximas en los ríos son un fenómeno ambiental y cíclico que no depende de otros factores que haya alterado el ser humano.

Planteadas las consideraciones anteriores, se orientó el problema al ámbito regional, enfocando el problema de los desbordamientos en la vulnerabilidad de la carretera costera Mex200 y la falta de gestión de riesgos y recursos ante estos desastres meteorológicos.

Además de la literatura antes mencionada, analicé los aspectos de los riesgos asociados a las inundaciones, sus principios y su gestión en base a la Normativa ISO 31000-31010, sin haberlo asociado a otros modelos planteados.

Puedo concluir que a todo lo aquí expuesto se han contrastado aspectos que tiene que ver con la problemática de los desastres meteorológicos aproximándome a cumplir mi objetivo específico sobre la aplicación del modelo para la gestión del riesgo acá propuesto.

7.2.- Conclusiones sobre el modelo propuesto y su aplicación.

De acuerdo con las consideraciones aquí expuestas, he logrado que el modelo para la gestión de riesgos aporte de forma detallada las formas de prevención y mejoras de la protección de la carretera costera Mex200 ante las inundaciones que se puedan presentar posteriormente.

El modelo para la gestión de riesgo aquí expuesto es un comienzo a la resolución de una problemática internacional, que siempre tiene una evolución continua de mejora, no solo por los avances que puedan darse por las variaciones ambientales que puedan afectar al estudio preventivo del modelo.

Sobre el factor medio ambiente, aunque no es ámbito de la aplicación del modelo para la gestión de riesgo propuesto, se considera que está ligado a los fenómenos meteorológicos y los posibles desastres que desencadenen, en el "Informe

Mundial sobre Desastres 2020 - Contra calor y marea” (IFRC, 2020) nos dice que el cambio climático constituye un reto para la humanidad, si cabe incluso más importante que el nuevo coronavirus, pues es literalmente una amenaza que pone en entredicho nuestra supervivencia a largo plazo. Debemos enfrentar esta amenaza con la adopción de medidas que inviertan la tendencia y, mientras tanto, hacer lo posible para limitar las muertes y los daños que provocan los desastres ligados al clima. Todos -los gobiernos, los donantes, los sectores humanitario, ambiental, climático y de desarrollo— deberemos actuar con eficacia antes de que sea demasiado tarde. No podemos dejar escapar esta oportunidad.

El cambio climático es un fenómeno que afectará a la gran mayoría de los aspectos de nuestra vida, incluido el transporte, afirman Emilio Ortega Pérez, profesor de Sistemas de Información Geográfica especializado en la planificación de transporte y territorio, de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y Belén Martín Ramos, profesora en la ETSI de Montes, Forestal y del Medio Natural e investigadora en TRANSyT – Centro de Investigación del Transporte, Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

El clima puede afectar al transporte a través de cambios bruscos o graduales. Entre los factores que puedan causar posibles alteraciones se incluyen las modificaciones en las lluvias, la temperatura, el viento, las heladas, la niebla o el aumento del nivel del mar. Recientemente, investigadores de la UPM han evaluado la vulnerabilidad de las carreteras y vías de ferrocarril frente a cambios futuros en el clima.

Los estudios científicos realizados hasta ahora concluyen que las infraestructuras de transporte se verán afectadas principalmente por cambios de temperatura y precipitación y por el aumento del nivel del mar.

7.2.1 Sobre el modelo propuesto.

Concluido el análisis y gestión, así como el trabajo de campo de los tramos de la carretera costera Mex200 aquí estudiados se puede llegar a varias conclusiones del modelo. Ante la situación planteada existe un patrón común, y principal causa de los daños en los tramos de esta vía de comunicación. El modelo nos ayuda a ubicar las zonas afectadas en estudio y determinar las principales causas de las inundaciones.

Debemos de recordar que las afectaciones según los resultados obtenidos en el modelo propuesto -tanto en las cédulas obtenidas en campo, como en las entrevistas realizadas a expertos- pueden deberse o afectar en mayor o menor medida debido a:

- *Estructuras de puentes dañadas por arrastre y choque de rocas y piedras.*
- *Exposición de acero de refuerzo en estructuras basales o de cimentación.*
- *Azolvamiento de cauces de ríos por arrastres de arenas, rocas y piedras; causando disminución de área hidráulica.*
- *Disminución de galibó por azolvamientos.*
- *Falta de mantenimiento de carpeta asfáltica provocando baches que afectarán la estructura del pavimento.*
- *Falta de mantenimiento y limpieza de estructuras de drenaje (cunetas, alcantarillas).*
- *Falta de cunetas formales en la mayor parte de la carretera.*

De lo anterior, se obtiene el presente resultado, siendo innegable que está muy relacionada la falta de mantenimiento periódico de los cauces pluviales, de la carretera costera y su infraestructura con los daños provocados por las precipitaciones pluviales.

Es evidente que se pueden realizar correcciones preventivas parciales de la carretera costera, que pueden aminorar daños severos en caso de presentarse un nuevo desastre meteorológico.

Por lo general, la mayor parte de acciones para mejorar las carreteras frente a las inundaciones dependen de la Secretaría de Infraestructura y Transporte, y generalmente dichas actuaciones son realizadas con presupuesto de la federación en el área de conservación de carreteras.

Es importante mencionar los resultados obtenidos en la consulta a expertos sobre las causas y efectos que producen las inundaciones y sobre las mejoras propuestas. Del resultado de la consulta referida atendiendo a la implantación de un modelo para la gestión del riesgo, se obtuvo que la mayoría de los expertos se inclina por la implementación de un modelo, coincidiendo con la inquietud que existe en todos los sectores de la población de la región para que se mejore y se prevenga daños en la carretera costera.

También menciono que los grupos focales entrevistados señalaron la importancia de la carretera costera y las grandes pérdidas que puede generar un posible evento como los acá estudiados, así como la necesidad de tener un mantenimiento constante para evitar daños o colapsos de esta importante vía de comunicación; afectándolos en mayor o menor medida debido a:

- *Regular experiencia de los usuarios de la carretera costera.*
- *Regular a mal mantenimiento y conservación de la carretera costera.*
- *Afectaciones grandes a muy grandes en la actividad económica regional por desastres meteorológicos.*

- *Repercusiones grandes a muy grandes en los negocios regionales por desastres meteorológicos.*
- *Normalización de la actividad económica hasta de un año debido a la falta de programas de reconstrucción de la carretera costera.*
- *La falta de tener una carretera costera bien conservada y señalizada provoca en mayor o menor medida: merma en los productos, accidentes, daños en vehículos, transporte lento y pérdida de oportunidades.*

A partir de los resultados obtenidos se desarrolló el modelo para la gestión de riesgos, logrando identificar los riesgos de esta carretera. En el proceso de identificación de riesgos se obtuvieron 34 riesgos detectados por expertos; y luego de realizar el análisis cualitativo se priorizaron los riesgos, consiguiendo 11 riesgos de nivel alto, 15 riesgos de nivel medio y 8 riesgos de nivel bajo.

Asimismo, los grupos focales detectaron 10 riesgos que afectan sus actividades económicas, 8 riesgos altos y 2 medios.

Teniendo detectados los riesgos y sus pesos por objetivo, se elaboró la matriz de causa y respuesta al riesgo, determinando los niveles de riesgos por cada categoría. Con esta información se priorizaron los riesgos en función al nivel obtenido.

De la lista de riesgos obtenida se identificaron 8 riesgos de oportunidades y 26 riesgos negativos (amenazas), una vez identificados los riesgos positivos y negativos del proyecto, se definen la estrategia a seguir para nuestro plan de respuesta de riesgos a cada uno de ellos.

Dentro de los riesgos de mayor amenaza descubiertos en el presente estudio, tenemos: mantenimiento, daños en carpeta y baches, daños estructurales y/o

asentamientos de puentes, daños en obras de alcantarillado, mal control de calidad de materiales de construcción, falta de mantenimiento de los cauces fluviales, deforestación y cambio climático.

Dentro de los riesgos de mayor oportunidad para el presente proyecto son: la realización de estudios del terreno, ensayos de control de zonas inundables, mecanismos de protección públicos, mejorar el presupuesto gubernamental para mantenimiento y conservación, creación de un modelo para gestión de riesgos.

Todos estos riesgos analizados, pueden ser tomados como referencia para el análisis cualitativo de riesgos, en proyectos de infraestructura de carreteras.

La presente investigación nos demuestra cómo podemos llevar a cabo un modelo para gestión de riesgos utilizando las herramientas adecuadas. Este análisis nos permite identificar los diferentes tipos de riesgos que se presentarán durante la vida, mantenimiento y conservación de la carretera costera, logrando identificar los riesgos que requerirán tener mayor control, y en caso de que se presenten, se pueda implementar el plan de respuesta que evite daños tanto en la infraestructura, como en la economía de todos los sectores a nivel regional.

Por lo que es importante la identificación de riesgos, debido a que esto enriquece al área de conservación de esta carretera para su mantenimiento adecuado durante toda su vida útil, así como en el mejoramiento de su diseño y soluciones al momento de hacer renovaciones en la infraestructura.

Este trabajo nos demuestra que el equipo del área de conservación y mantenimiento de la carretera costera debe establecer los pasos adecuados para poder cumplir con su responsabilidad. Para los nuevos proyectos de la carretera como pueden ser ampliaciones, renovaciones, reencarpetamientos, los

funcionarios, proyectistas y contratistas tendrán que analizar cada objetivo para determinar cuál es el adecuado para esta importante vía de comunicación.

La propuesta de este modelo que permite analizar los riesgos futuros en base a la experiencia de los desastres meteorológicos sufridos y la situación actual de esta carretera se podrá tomar para la identificación de los riesgos, el análisis cuantitativo y cualitativo, así como el plan de respuesta al riesgo, en general se podrá replicar la metodología utilizada, incorporando los nuevos riesgos encontrados o eliminando los riesgos que no apliquen a esta u otra vía de comunicación.

La gestión de riesgos en las vías de comunicación, como la carretera costera Mex200, es fundamental porque permite tomar mejores decisiones, estar preparados y tener controles adecuados que busquen minimizar o incluso eliminar los potenciales riesgos que las afectan, sin embargo, vemos que la gestión de riesgos aún no logra tener la adecuada importancia en el sector comunicaciones y transportes.

Para que la carretera costera tenga un adecuado programa de conservación y mantenimiento, debe existir una estrecha comunicación entre todo el equipo técnico responsable, y en general con todos los interesados y usuarios de la carretera costera, ya que el proceso de identificación de riesgos es constante durante todo el tiempo y se necesita del involucramiento de todos para registrar la mayor cantidad de riesgos.

Cada carretera es única por sus características geográficas, pero se debe tomar en cuenta las variables comunes que apliquen a cada una de ellas, entre estas variables, tenemos: ubicación, estructura gubernamental, usuarios, disponibilidad de recursos, condiciones climáticas, etc.

Es importante en el proceso de identificación de los riesgos, en la etapa de recolección de información para identificarlos, considerar a personal que forme parte no solo del equipo de mantenimiento y conservación sino también personal que tenga experiencia en vías de comunicación, porque cada uno de ellos tiene diferentes perspectivas de los riesgos que se pueden generar en cada carretera.

7.3 Consideraciones Finales.

Los desastres no son naturales, afirma Alcántara-Ayala et al (2019), son eventos contruidos socialmente cuyos graves estragos a nivel humano no dependen de la naturaleza sino de una inadecuada urbanización, falta de planeación, condiciones inseguras, insalubridad, desigualdad y pobreza. Amenazas como los sismos, tsunamis y erupciones volcánicas, que tienen un origen natural, se convierten en desastres porque existen sociedades vulnerables expuestas a ellos. Otro tipo de desastres, como las inundaciones, sequías y deslizamientos de tierra son socio naturales, pues en ellos la actividad humana inadecuada tiene mucho que ver en su ocurrencia.

Más allá del entendimiento de la potencial distribución y dinámica espacial y/o temporal de las amenazas, cuya relevancia es incuestionable, son precisamente la vulnerabilidad y la exposición los ingredientes del binomio que expresa fehacientemente los procesos de construcción social del riesgo que se deben atender con la finalidad de disminuir el riesgo de desastres. Las implicaciones que esto conlleva rebasan el ámbito de la Protección Civil, la cual en México ha estado prácticamente dirigida a proteger parcialmente la integridad física de la población a través de acciones de respuesta durante emergencias, dejando de lado las acciones orientadas, a mediano y largo plazo, a la reducción de los factores de vulnerabilidad y exposición (Alcántara-Ayala et al, 2019).

La investigación científica y tecnológica ha realizado contribuciones en el sentido de la dinámica de amenazas, así como del significado de las diferentes vertientes de la vulnerabilidad y la exposición en la construcción social del riesgo de desastres, resulta importante la reflexión de la evolución y desempeño que se ha logrado en la prevención de desastres.

Durante la fase inicial de la investigación científica involucra el análisis de las causas inmediatas que dieron origen a los desastres, para después identificar los propulsores del riesgo, los factores de vulnerabilidad, la exposición, y por último las causas de fondo, para poder explicar el desastre y proponer las soluciones. La línea de investigación inicia con el desastre y se mueve hacia afuera (Oliver-Smith et al, 2016).

El territorio es un factor importante en los procesos de evaluación de la vulnerabilidad social y determina en gran medida los alcances de la prevención que se requieren. Por lo que es necesario: recuperar, difundir y alentar la investigación científica para generar teorías, métodos y modelos -cuantitativos y cualitativos- de análisis, destinados al conocimiento del territorio, la territorialidad y la habitabilidad; y fortalecer la organización, gestión y autogestión territorial, atendiendo a sus diferentes dimensiones y escalas, para la valoración de las condiciones reales de la población tenemos que tomar en cuenta: experiencias, recursos, bienes, capacidades, potencialidades y requerimientos en materia de bienestar social, como un dispositivo ineludible para la prevención y gestión de riesgos.

Esta investigación se ha realizado con el espíritu de recuperar, difundir y alentar la investigación científica, que líneas arriba expuse, aportando un modelo para la Gestión del Riesgo de Desastres meteorológicos en la carretera costera Mex 200,

destinado al conocimiento de la región de Soconusco y su problemática en esta importante vía de comunicación, de tal manera de poderlo extrapolar para cualquier carretera de nuestro país o nuestro continente, teniendo una visión integral desde el origen de los desastres, para que, desde ahí poder radicar prioritariamente la reducción de riesgos, la cual conllevará a la prevención de futuros desastres e impactos en la población.

Referencias Bibliográficas .

AENOR. (2011). UNE-31010-2011. "Gestión del riesgo, técnicas apreciación del riesgo. Madrid.

Alcántara-Ayala, Salinas, López-García, Magaña-Rueda, Oropeza-Orozco, Puente-Aguilar, Rodríguez-Velázquez, Lucatello, Ruiz-Rivera, Tena-Núñez, Urzúa-Venegas y Vázquez-Rangel. (2019). *Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia*. Investigaciones Geográficas, Instituto de Geografía, UNAM, Núm. 98, abril.

Alexander, D. & Myers, A. (2004). *Preparing communities for disasters: issues and processes for government readiness*. Disaster Prevention and Management, 13(2).

Ángel, Alejandro y Sandino Margarita. (2010). *Comunidades locales vulnerables y cambio climático. Estudio de caso: Cuenca del río Cane Iguaque-Campohermoso Boyacá*. Observatorio. Grupo de estudios en economía política y medio ambiente. Núm. 7. Universidad Sergio Arboleda. Colombia.

Ángel, D. (2011). *La hermenéutica y los métodos de investigación en ciencias sociales*. Estudios de Filosofía, núm. 44, julio-diciembre. p. 9-37. Colombia: Universidad de Antioquia Medellín.

APM Group Limited. (2004). *Project Risk Analysis and Management Guide (PRAM Guide)*. 2ª ed. UK, Association for Project Management Group Limited. Aschauer, D. (1989), Is public expenditure productive?, *Journal of Monetary Economics*, vol. 23, Num. 2, Holland.

Aschauer, David. (1998). *The role of public infrastructure capital in Mexican Economic growth*. In *Economía Mexicana, Nueva Época*, VII (1), Centro de Investigación y Docencia Económicas, Mexico City, Mexico, pp. 47-78.

Avenas, E. (2005). *The experience of responsibility-based management in decision making: a grounded theory study*. Dissertation. University of Phoenix, November.

Baldwin, R. & Okubo, T. (2006). *Agglomeration, offshoring and heterogenous firms*. cepr Discussion Paper Num. 5663, London, Centre for Economic Policy Research.

Barro, R. J. y Sala-i-Martin, X. (2004). *Economic growth*. Press. Berechman. USA, MIT

BID. (2006). *Manual de evaluación económica de proyectos de transporte*. Washington, D.C.

Bitran Daniel, (2001). *Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el periodo 1980-99*. 1a edn. CENAPRED. CDMX.

Blaikie, P. (1996). *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*. Editorial Soluciones Prácticas. Panamá.

Blasco, J. E., Pérez, J. A. (2007). *Metodologías de investigación en las ciencias de la actividad física y el deporte: ampliando horizontes*. España. Editorial Club Universitario.

Blumer, Herbert. (1969). *Symbolic interactionism. Perspective and method*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Brannen, J. (1992). *Mixing methods: Qualitative and quantitative research*. London: Avebury. (Reprinted)

Bryman, A. (1988). *Quantity and Quality in Social Research*, Unwin Hyman, London.

Cantos, P., Gumbau-Albert, M. & Maudos, J. (2005). *Transport infrastructures, spillover effects and regional growth: evidence of the Spanish case*. Transport Reviews. vol. 25, Num.1. UK.

Cardona, O.D. (2003). *Indicadores para la Medición del Riesgo: Fundamentos para un enfoque metodológico*. IADB/IDEA Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos. Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

Cardona, O. D. (2007). *Gestión integral de riesgos y desastres*. Tesis Maestría en Medio ambiente y desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. Manizales.

Cardona O. D. (2003). *The Need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from a Holistic Perspective: A Necessary Review and Criticism for Effective Risk Management*. in Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People , G. Bankoff, G. Frerks, D. Hilhorst (Ed), Earthscan Publishers, London.

Cardona, O. D. (2007). *Información para la gestión de riesgo de desastres: Estudio de caso de cinco países: Colombia*. Sede Subregional de la CEPAL en México (Estudios e Investigaciones) 25930, Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Carreño, M. (2006). *Técnicas innovadoras para la evaluación del riesgo sísmico y su gestión en centros urbanos: Acciones ex ante y ex post*. Tesis doctoral. Barcelona, Departamento de Ingeniería del Terreno, cartografía y geofísica, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Casal, J., et al. (1999). *Análisis del riesgo en instalaciones industriales*. Barcelona, Ediciones UPC.

Cedeño Ortega Iván y Jaramillo Rivas Milagros. (2017). *Las bases de la ciencia: positivismo y postpositivismo*, Venezuelan Journal of maritime research, Doctum Vol. 17, pp. 93-111

CENAPRED. (1999). *Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república mexicana en el año 1998*. Informe ejecutivo. México.

CENAPRED, CEPAL. (2006). *Características e impacto socioeconómico de los huracanes Stan y Wilma en la República Mexicana en 2005*. Informe ejecutivo. México. p. 322.

CENAPRED. (2006). *Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república mexicana en el año 2005*. Informe ejecutivo. México.

Centro de Monitoreo vulcanológico-sismológico del UNICACH, (2020), en línea:
<https://monitoreo.unicach.mx/index.php?p=page&v=MzE=>

CEPAL. (2003). *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los Desastres, Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (El Banco Mundial)*.

Chandra, A. & Thompson, E. (2000). *Does public infrastructure affect economic activity? evidence from the rural interstate highway system*, Regional Science and Urban Economics. Vol. 30, Num. 4. Julio. Elsevier. Holland.

Chávez, J. (1996). *La investigación educativa en América Latina*. Habana: Ponencia para el Primer Taller en Metodología de la Investigación de la Facultad de Educación Infantil del ISP.

Conagua. (1998). *Boletines de Datos Proporcionados por Dependencias y Organismos Oficiales y/o Verificados por Subgerencias Estatales*. Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos. México.

Conagua-SMN. (2005). *Boletín de lluvia y Afectaciones del Huracán Stan en Chiapas*. México.

Conagua-SMN. (2006). *Boletín del Huracán Stan*. México.

Connelly, Michael y Clandinin, Jean. (1995). *Relatos de experiencia e investigación narrativa*. En J. Larrosa y otros, *Déjame que te cuente*. Ensayos sobre narrativa y educación (pp.11-59). Barcelona: Laertes.

Cook, T y Reichardt, Ch. (1995). *Métodos cuantitativos y cualitativos en investigación evaluativa*. Ediciones Morata. Madrid, España.

Coordinación general de protección civil. (2005). *Informe de daños ocasionados por el huracán Stan en Chiapas*. Tuxtla Gtz., México.

Creswell, J.W. (1998). *Qualitative inquiry and research design*. Choosing among Five traditions. London, Sage.

Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Dalle, P., Boniolo, P., Sautu, R. y Elbert, R. (2005). *Manual de metodología. Construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología*. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. Buenos Aires.

Deichmann, U., Fay, M., Koo, J. & Lall, S. (2004). *Economic structure, productivity, and infrastructure quality in southern Mexico*. The Annals of Regional Science. Vol. 38, Num. 3, September. Springer, USA.

Del Cid, A., Méndez, R. y Sandoval, F. (2007). *Investigación. Fundamentos y metodología*. (Primera Edición). México: Pearson Educación.

Del Valle, Juan Manuel. (2003). *A cinco años del desastre*. Diario del Sur, Tapachula.

Démurger, Sylvie. (2001). *Infrastructure development and economic growth: an explanation for regional disparities in China?* Journal of Comparative Economics, 29(1), Elsevier, Amsterdam, Netherlands, pp.95-117.

Deng, T. (2013). (2013) *Impacts of Transport Infrastructure on Productivity and Economic Growth: Recent Advances and Research Challenges*. Transport Reviews. London, England. 33:6, 686-699.

Deng, T., Shao, S., Yang, L. y Zhang, X. (2014). *Has the transport-led economic growth effect reached a peak in China? A panel threshold regression approach*, Transportation, vol. 41, núm. 3, USA, Springer Science+Business Media, may.

Denzin Norman, Lincoln Yvonna. (2012). *Las estrategias de investigación cualitativa*. Gedisa, España.

De Rus Mendoza, Betancort Cruz, Campos Méndez. (2006). *Evaluación económica de proyectos de transporte*. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Díaz-Bravo, Laura; Torruco-García, Uri; Martínez-Hernández, Mildred; Varela-Ruiz, Margarita. (2013). *La entrevista, recurso flexible y dinámico Investigación en Educación Médica*. vol. 2, núm. 7, julio-septiembre, UNAM, México. pp. 162-167

DOF. (2005). *Declaratoria de desastre en Chiapas*. 11-nov-2005. México.

Domínguez, E. y Herrera, J. (2011). *La investigación narrativa en Psicología: Definición y funciones*. Revista Psicología desde El Caribe, 30(3), 620-641.

EIRD. (2004). *Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (2004). Vivir con el Riesgo extracto del Informe Mundial sobre las iniciativas para la reducción de desastres*. Naciones Unidas, Suiza.

Escalante-Sandoval Carlos y Amores-Rovelo Fernando. (2014). *Análisis de tendencia de las variables hidro climáticas de la Costa de Chiapas*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 5 1 de enero – 14 de febrero. pp. 61-75

Escalante- Sandoval Carlos (2006). *Análisis del patrón de lluvias en la Costa de Chiapas*. Quehacer Científico en Chiapas. 1. Tuxtla Gtz. pp. 39–64.

Escalante, C. y Palacio, J. (2000). *La Deforestación y su impacto en la Costa de Chiapas, Primer Congreso de Deforestación*. SEMARNAT, Texcoco, México.

FERMA. (2003). *Estándares de gerencia de riesgos*. AIRMIC, ALARM, IRM. Bruselas, Bélgica.

Flick UWE. (2012). *Introducción a la investigación cualitativa*. Ediciones Morata. Madrid, España.

Folgueiras Bertomeu Pilar. (2018). *La Entrevista*. ub.edu. Barcelona, España.

Fujita, M., Krugman, P. & Venables, A. (2001). *The spatial economy: cities, regions and international trade*. MIT Press. Garcia-Mila. USA.

Fuster-Guillen, D. E. (2019). *Investigación cualitativa: Método fenomenológico hermenéutico. Propósitos y Representaciones*. 7(1), 201-229.

Gálvez-Marroquín Mauricio. (2017). *Delimitación de la cuenca del río Vado Ancho*. Ecosur, México.

García-Arróliga, N. et al. (2006). *Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2005*. En línea: http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/375/1/images/no_7.pdf.

Ghiso, A. (1996). *Métodos de la investigación cualitativa*. Málaga. Ediciones Aljibe,39-59.

Glaser, B.G. (1978). *Theoretical sensitivity*. Sociology Press. Mill Valley, CA

Gómez, M. (2016). *Elementos de Estadística Descriptiva*. (Tercera Edición). EUNED. San José, Costa Rica.

Guber, Rosana. (2011). *La etnografía: método, campo y reflexividad*. Siglo XXI.

Hamui-Sutton, Alicia. (2013). *Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación, Investigación en Educación*. Volumen 2, Issue 8, pp. 211-216

Heidegger, M.(2006). *Introducción a la fenomenología de la religión*. México: Fondo de Cultura Económica.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill. pp. 355-376

Hernández-Carrera, Rafael. (2014). *La investigación cualitativa a través de entrevistas: su análisis mediante la teoría fundamentada*. Cuestiones pedagógicas, 23, pp. 187-210.

Hernández-García, Lelis-Zaragoza, Islas-Rivera, Torres-Vargas, Alonso-Gutiérrez. (2009). *Movilidad regional en Chiapas, información básica para la planeación del transporte*. Publicación técnica Núm. 330. Instituto mexicano del transporte. Sanfandila, Qro.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (1996). *Metodología de la Investigación*. Bogotá: McGraw Hill.

ICONTEC. (2018). *Gestión del riesgo*. Directrices. NTC ISO 31000:2018'. Bogotá: ICONTEC, p. 20. en línea: <https://tienda.icontec.org/producto/ntc-iso31000-2/?v=42983b05e2f2>.

IDESMAC. (2006). *Atlas de riesgo del Soconusco*. México.

IFRC. (2014). *Reporte mundial sobre desastres 2014*. Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, Ginebra, Suiza.

IFRC. (2020). *Informe mundial sobre desastres 2020 -Contra calor y marea-*. Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, Ginebra, Suiza.

IMT. (2001). *Proyecto de Puentes y Estructuras*. N-PRY-CAR-6.01.02/01. México.

INEGI. (2017). *Anuario estadístico de Chiapas*. INEGI informa. México.

INEGI. (2020). *Censo Nacional de Población*. México.

Inverso, H.G. (2018). *¿Qué es la fenomenología? La vía psicológica y la colaboración entre Husserl y Heidegger en el artículo de la Enciclopedia Británica*. Daimon Revista Internacional de Filosofía, (73), 181-198.

Nattiez, Jean-Jacques. (1990). *Music and Discourse: Toward a Semiology of Music (Musicologie générale et sémiologie)*. Prince University Press. UK.

Kauffer-Michel Edith F. (2010). *Las cuencas hidrográficas de México, La cuenca del río Coatlán, entre inundaciones y escasez*. INECC, México.

Kenneth, Andrews y Christensen, Roland. (1974). *El análisis FODA*. Estrategia Magazine. USA.

Kovach, R. (1995). *Eath's fury. An introduction to natural hazards and disasters*. New Jersey: Prentice Hall.

Lavell Allan. (2001). *Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacia una Definición*. en línea: <http://cidbimena.desastres.hn/pdf/spa/doc15036/doc15036-contenido.pdf>

Leal, N. (2000). *El método fenomenológico: principios, momentos y reducciones*. Revista Electrónica de Investigación Científica, Humanística y Tecnológica, 1(5), 52-60.

Looney, R. y Frederiksen, P. (1981). *The regional impact of infrastructure investment in Mexico*. Regional Studies. Vol. 15, Num. 4, November. Routledge, United Kingdom,

Mansour S. (2004). *Pesticide exposure-Egyptian scene*. *Toxicology*. 198, 91-115.

- Martínez, M. (1999). *La nueva ciencia: Su desafío, lógica y método*. Venezuela
- Martínez Martín María Isabel. (2013). *El Impacto socioeconómico de las entidades de Economía Social*. CEPES, Madrid.
- Maynard, Nancy. (2009). *Native peoples-Native homelands. Climate change workshop II-Final Report. An Indigenous Response to Climate Change*. Prior Lake, Minnesota.
- Meneses Julio y Rodríguez David. (2018). *El cuestionario y la entrevista*. FUOC-PIC.
- Miles, M. y Huberman, A.M. (1984). *Qualitative data analysis. A source book of new methods*. Beverly Hills, Sage.
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología (MECT). (2007) *¿Qué es la documentación narrativa de experiencias pedagógicas?* Colección de materiales pedagógicos. Buenos Aires, Argentina.
- Molpeceres, A. et al. (2018). *Protocolo de análisis de riesgos*, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en México (PNUD).
- Monje-Álvarez, Carlos Arturo. (2011) *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa*. Neiva, Colombia.
- Moomaw, R. y Williams, M. (1991). *Total factor productivity growth in manufacturing: further evidence from the States*. Journal of Regional Science. Vol. 31, Num. 1, February. USA, Wiley-Blackwell.
- Moreno-Coutiño, A. B., y Cuevas-Renaud, C. (2012). *Análisis de aproximaciones metodológicas empleadas en el campo de la investigación en Psicología de la Salud*. Revista Latinoamericana de Medicina Conductual/Latín American Journal of Behavioral Medicine, 2(1), 51-59.
- National Geographic. (2017). *Cambio climático, sequías e inundaciones*. Revista de marzo 2017.
- Nelson, Gerald C., M.W. Rosegrant, J. Koo, R. Robertson, T. Sulser, T. Zhu, C. Ringler, S. Msangi, A. Palazzo, M. Batka, M. Magalhaes, R. Valmonte-Santos, M. Ewing y D. Lee. (2009). *Cambio Climático. El impacto en la agricultura y los costos de adaptación*. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias IFPRI, Washington, D.C.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). (2007). *La Región Mesoamericana: Sureste de México y América Central. Estudios territoriales de la OCDE*.
- Ortiz, Mario G. (2020). *Valdivia, a 22 años del paso del huracán*, Ultimatum – 9-sep-2020.
- Padua, Jorge. (1993). *Técnicas de investigación aplicadas a las ciencias sociales*. FCE, México.

- Palacio Prieto, José Luis. (2010). *Vulnerable a los fenómenos naturales, la costa de Chiapas*. Universia (UNAM), en línea: <https://www.universia.net/mx/actualidad/orientacion-academica/vulnerable-fenomenos-naturales-costa-chiapas-68233.html>
- Perry, R. et al. (2001). *Manual del ingeniero químico*. Vol. IV. Cuarta edición. McGraw Hill. Madrid.
- Perry, R, Quarantelli, E. L. (2004). *What is a Disaster? New Answers to Old Questions*. Xlibris Corporation.
- Project Management Institute (PMI). (2013). *PMBOK Guide*. 1ª Edición, USA.
- Ramírez Carlos y Sam Vanessa. (2020) *¿Qué es un Norte? Acerca de un término local que causa mucha curiosidad*, en línea: <https://www.zenger.news/2020/12/09/que-es-un-norte-acerca-de-un-terminohttps://www.zenger.news/2020/12/09/que-es-un-norte-acerca-de-un-termino-local-que-causa-mucha-curiosidad/-local-que-causa-mucha-curiosidad/>
- Reforma. (2005). *Los grandes desastres por lluvias en la Costa de Chiapas*. CDMX, (4-oct-2005).
- Reforma. (2005). *Causa Agua Mayor Daño*. Sección Estados, México, D. F. 30-octubre-2005. p. 26.
- Rietveld, P. y Nijkamp, P. (1992). *Transport and regional development*. Research Memorandum. Núm. 50, Serie Research Memoranda, VU University Amsterdam, Holland, December.
- Ritzer, G. (1993). *Teoría sociológica clásica*. España: McGraw- Hill.
- Rodríguez-Gómez, G., Gil-Flores, J. y Jiménez, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Aljibe. Málaga.
- Rojas, J.A. y Perdomo, I.R. (2019). *Experiencias de castigo físico en familias de la región de la Orinoquía colombiana*. Revista Latinoamericana de Estudios de Familia, 11(2), 171-185. DOI: 10.17151/rlef.2019.11.2.9.
- Rozas, P. y Sánchez R. (2004), *Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual*. Serie Recursos naturales e infraestructura. N° 75 (LC/L.2182-P). CEPAL. Santiago de Chile.
- Rusque, (2000). *De la diversidad a la unidad en la investigación cualitativa*. Ed. Vadell.
- Salgado-Lévano, A. C. (2007). *Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos*. Liberabit, 13(13), 71-78
- SCT. (2018). *Manual de conservación de carreteras*. México.
- SCT. (2010). *Índice de carreteras federales de México*. México.

SCT. (2018). *Obras de Construcción y Modernización de carreteras*. Memoria documental 2012-2018, México.

SCT. (2018). *Programa Nacional de infraestructura carretera 2018-2024*, en línea: <https://www.gob.mx/sct/articulos/programa-nacional-de-infraestructura-carretera-2018-2024-185945?idiom=es>

SCT. (2018). *Reporte de estado de conservación de la carretera Mex200 (tramo Arriaga-Tapachula)*. Dirección de mantenimiento de carreteras. México.

Schwartz, H. y Jacobs, J. (1984). *Sociología Cualitativa. Método para la reconstrucción de la realidad*. Trillas.

SEDESOL. (1998). *Boletín Nuevo Milenio, Programa Emergente de Vivienda para Chiapas*. México.

SEGOB. (1998). *Información de Avances en las Acciones Realizadas en el Estado de Chiapas Durante la Temporada de Lluvias 1998 y del Huracán Paulina 1997*. Dirección General de Protección Civil, México.

Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua. (2005). *Información Climatológica*. México.

SH. (2013). *Plan Estatal de Desarrollo 2012-2018*. Tuxtla Gtz.

SHCP. (2018). *Ficha técnico concesión APP 0448 Mantenimiento y Conservación del Tramo Carretero Arriaga-Tapachula*. Proyectos México.

SIPUMEX-SCT. (2018). *Informe de puentes y obras de infraestructura*. México.

Smith, K. (1996). *Environmental hazards. Assessing risk and reducing disasters*. XXIII. Routledge. London.

Strauss, A. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa*. Colombia: Universidad de Antioquia.

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Suddaby, R. (2006). *From the editors: What grounded theory is not*. The Academy of Management Journal. 49(4), 633-642.

Taylor, S. J. y Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós. Barcelona.

Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2005). *Research Methods in Physical Activity*. Fifth edition. USA. Human Kinetics.

Trinidad, A.; Carrero, V. y Soriano, R. (2006). *Teoría Fundamentalada "Grounded Theory". La construcción de la teoría a través del análisis interpretacional*. Cuadernos Metodológicos, N°37. Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS). Madrid.

UNE. (2018). *Norma ISO-31000: 2018. Gestión de riesgos*.

UNISDR. (2013). *Global Assessment Report on disaster risk reduction (GAR)*. On line: <https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2013>

UNODC. (2018). *Informe mundial sobre las drogas*. en línea: https://www.unodc.org/wdr2018/prelaunch/WDR18_ExSum_Spanish.pdf

Vázquez-Barquero, A. (1997). *Gran empresa y desarrollo endógeno: la convergencia estratégica de las empresas y territorios ante el desafío de la competencia*. *Eure*, 23(70)

Zepeda, I., Ángeles, G. y Carrillo, D. (2017). *Infraestructura portuaria y crecimiento económico regional en México*, *Economía, sociedad y territorio*. Vol. 17, núm. 54, El Colegio Mexiquense, mayo-agosto. México.

Zhang, L. & Levinson, D. (2007). *The economics of transportation network growth*, in P. Coto-Millán y V. Inglada (eds.), *Essays on Transport Economics*, Germany, Physica-Verlag HD.