



ECONOMÍA **MANEJO Y** **CONSERVACIÓN** **EN** ÁREAS **PROTEGIDAS** **DE MÉXICO**

VÍCTOR ÁNGEL HERNÁNDEZ TREJO

REYNA MARÍA IBÁÑEZ PÉREZ

RAMÓN VALDIVIA ALCALÁ

COORDINADORES

Universidad Autónoma de Baja California Sur
Universidad Autónoma Chapingo

ECONOMÍA, MANEJO Y CONSERVACIÓN
EN ÁREAS PROTEGIDAS DE MÉXICO



ECONOMÍA, MANEJO Y CONSERVACIÓN EN ÁREAS PROTEGIDAS DE MÉXICO

Víctor Ángel Hernández Trejo
Reyna María Ibáñez Pérez
Ramón Valdivia Alcalá
COORDINADORES

Universidad Autónoma de Baja California Sur
Universidad Autónoma de Chapingo
2019

D. R. © Víctor Ángel Hernández Trejo, Reyna María Ibáñez Pérez, Ramón Valdivia Alcalá, Luz Armenta, Elizabeth Olmos Martínez, Oscar Arizpe Covarrubias, Tsuyoshi Lucero Montañez, Gerzaín Avilés Polanco, Luis Felipe Beltrán Morales, Marco Antonio Almendarez Hernández, Franco Valderrama, Ana Maryury, Marcos Portillo Vázquez, Miguel Ángel Martínez Damián, Antonina Ivanova, Ekaterine A. Ramírez, Pablo Hernández, Diana Treviño Aguilar, Luis Almendarez Hernández, José Alberto Zepeda Domínguez, Adriana Elena Montoya Montes, Manuel Ángeles Villa.

D. R. © Universidad Autónoma de Baja California Sur, Carretera al sur km 5.5, La Paz, BCS

D. R. © Universidad Autónoma Chapingo

Primera edición, 2019

ISBN UABCS: 978-607-8654-07-9

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de este libro puede ser reproducida, archivada o transmitida, en cualquier sistema –electrónico, mecánico, de fotorreproducción, de almacenamiento en memoria o cualquier otro–, sin hacerse acreedor a las sanciones establecidas en las leyes, salvo con el permiso escrito del titular del copyright. Las características tipográficas, de composición, diseño, formato y corrección son propiedad de los editores.

Diseño y formación electrónica:

Formas e Imágenes, S.A. de C.V., formaseimagenes@gmail.com

Impreso y hecho en México

Printed and made in México

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN BAJA CALIFORNIA SUR	13
Reyna María Ibáñez Pérez Luz Armenta, Elizabeth Olmos Martínez Oscar Arizpe	
VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL DE LOS SERVICIOS RECREATIVOS DEL PARQUE NACIONAL ISLA ISABEL, MÉXICO	37
Víctor Hernández Trejo, Tsuyoshi Lucero Montañez Ramón Valdivia Alcalá	

VULNERABILIDAD SOCIO-AMBIENTAL
POR IMPACTO DE CICLONES TROPICALES
EN UN ÁREA NATURAL PROTEGIDA:
LORETO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO 67

Gerzaín Avilés Polanco
Luis Felipe Beltrán Morales
Marco Antonio Almendarez Hernández

IMPACTO DE LA MEDICIÓN EN EL VOLUMEN
DE AGUA FACTURADA DE USO INDUSTRIAL:
UNA APLICACIÓN PARA LA RESERVA
DE LA BIOSFERA EL VIZCAÍNO,
BAJA CALIFORNIA, MÉXICO 93

Marco Antonio Almendarez-Hernández

VALORACIÓN ECONÓMICA
PARA LAS ÁREAS NATURALES
PROTEGIDAS MARINAS
DEL PARQUE NACIONAL HUATULCO,
OAXACA, MÉXICO 129

Franco Valderrama Ana Maryury
Marcos Portillo Vázquez,
Víctor Hernández Trejo
Miguel Ángel Martínez Damián

CAMBIO CLIMÁTICO Y TURISMO ALTERNATIVO EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA EL VIZCAÍNO	161
Antonina Ivanova Ekaterine A. Ramírez Pablo Hernández	
EVALUACIÓN INTEGRAL DEL PARQUE NACIONAL DE CABO PULMO	209
Diana Treviño-Aguilar, Luis Almendarez-Hernández José Alberto Zepeda-Domínguez	
TURISMO EN LOS CABOS, BAJA CALIFORNIA SUR: UN ESTUDIO DE CAPACIDAD DE CARGA	249
Adriana Elena Montoya Montes Reyna Ibáñez-Pérez Elizabeth Olmos-Martínez Manuel Ángeles Villa	

VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL POR IMPACTO
DE CICLONES TROPICALES EN UN ÁREA NATURAL
PROTEGIDA: LORETO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Gerzaín Avilés Polanco,¹ Luis Felipe Beltrán Morales²
y Marco Antonio Almendarez Hernández²

RESUMEN

Los ciclones tropicales (CT) son uno de los desastres naturales que más daños causan en zonas costeras. El impacto de estos fenómenos naturales en comunidades costeras depende del nivel de riesgo al que se encuentre expuesta y el nivel de vulnerabilidad. El objeto de este trabajo es medir el grado de vulnerabilidad de la comunidad costera de Loreto, Baja California Sur. Para ello, se aplicó un cuestionario con reactivos referentes a aspectos sobre las características físicas de viviendas particulares, servicios públicos, demográficos, so-

¹ Conacyt-Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste-Consorcio de Investigación, Innovación y Desarrollo para las Zonas Áridas

² Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

cioeconómicos, de educación y cultura de protección civil, así como la gravedad de los daños causados por inundación, deslaves, derrumbes, marea de tormenta, crecida de arroyos y vientos fuertes. El diseño del tamaño de muestra fue de muestreo aleatorio simple con 95% de confianza y un error de 6.3, resultando un tamaño de muestra de 239, siendo el elemento de muestreo el jefe de hogar de la vivienda particular habitada. Se aplicó el método análisis de componentes principales (CP). El índice de adecuación muestral resultó regular, ubicándose en 6.5. Se resumieron 10 ítems a tres factores que explicaron conjuntamente el 59.4% de la varianza total. Se calculó el índice de vulnerabilidad siguiendo la metodología recomendada por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). A partir del índice de vulnerabilidad, se clasificó el grado de vulnerabilidad mediante un método de estratificación univariada.

PALABRAS CLAVE: vulnerabilidad socioambiental, ciclones tropicales, Parque Nacional Bahía de Loreto, análisis de componentes principales.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2012), durante el periodo de 1970 al 2011 se registraron 186 ciclones tropicales con impacto directo en México, de los cuales 117 fueron depresiones y tormentas tropicales, mientras

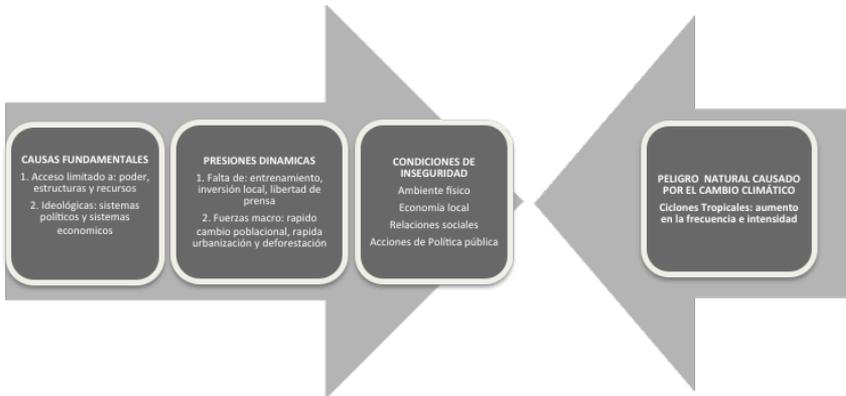
que 69 fueron huracanes, 20 de ellos considerados intensos (niveles III, IV y V en la escala Saffir-Simpson). De éstos 115 se originaron en el Pacífico y 71 en el Atlántico. De acuerdo a este registro histórico, las entidades con mayor riesgo ciclónico a nivel nacional son Baja California Sur, con 39; Sinaloa, con 37; Quintana Roo, con 36; Tamaulipas, con 30, y Jalisco, Michoacán y Veracruz, con 26.

Debido al grado de exposición a impacto de ciclones tropicales en Baja California Sur, se fundamentó teóricamente este trabajo de investigación bajo el enfoque integral de medición y evaluación de riesgo, vulnerabilidad y resiliencia. El nivel de riesgo se explica por la probabilidad de ocurrencia y la severidad de los posibles impactos o daños. La evaluación del riesgo se refiere a la estimación de las pérdidas por los impactos, mientras que la vulnerabilidad al cambio climático es definida por el IPCC como “el grado en que un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos”. La vulnerabilidad es una función del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático y la variación a la que está expuesta un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación, mientras que la resiliencia es la capacidad de un sistema de absorber los cambios.

De acuerdo a Ghemaras y Abela (2015), la interconectividad de estos conceptos constituye el marco adecuado sobre el cual es posible medir el nivel de evaluación de riesgo de peligros de estructuras vulnerables. Considerando que Baja Cali-

fornia Sur es la entidad federativa de mayor riesgo por impacto de ciclones tropicales en México y que los escenarios del IPCC prevén que el cambio climático incrementará la frecuencia de formación de ciclones tropicales, se utilizó el Modelo de Presión y Liberación (PAR, por sus siglas en inglés) con el objeto de identificar la relación de los factores que dimensionan los desastres naturales por impacto de ciclones tropicales. El Modelo de Presión y Liberación se puede apreciar en la figura 1.

FIGURA 1. MODELO DE PRESIÓN Y LIBERACIÓN (PAR)



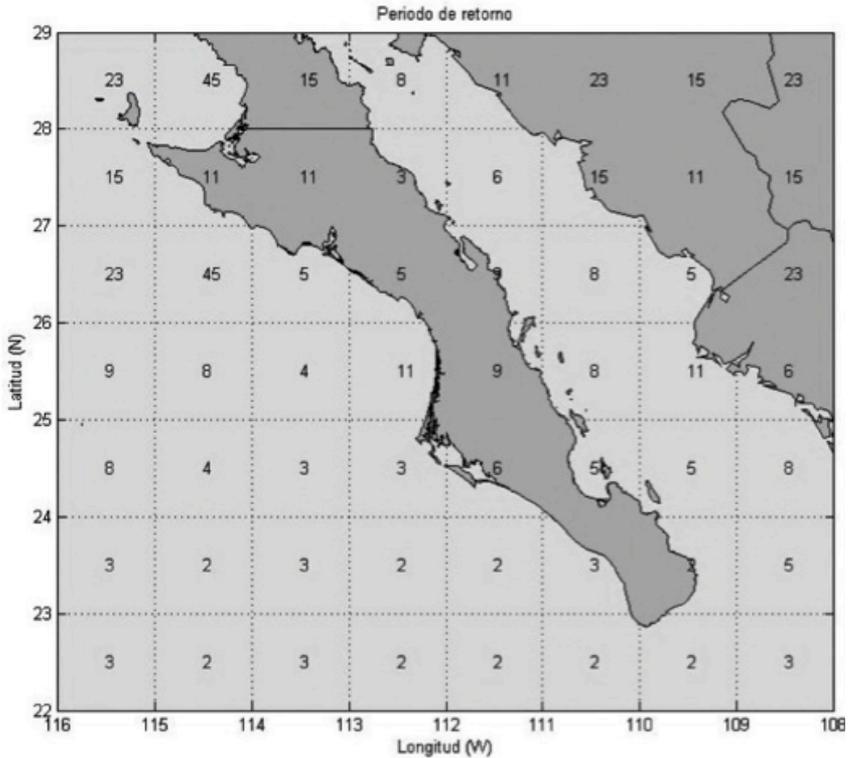
Fuente: Blaikie et al (1994). At Risk: Natural hazards, People's vulnerability, and disasters

En la figura 1 se puede apreciar cómo un desastre es la intersección entre presiones socioeconómicas (del lado derecho) y exposición física a peligros naturales asociados al cambio climático, en este caso ciclones tropicales (lado derecho). Considerando las condiciones de presión política, económica, demográfica, sociocultural, físico-espacial, así como el riesgo por impacto de ciclones tropicales ante escenarios determinados por los periodos de retorno de huracanes por categoría en Baja California Sur, se ha desarrollado una propuesta metodológica de investigación que mide la vulnerabilidad por impacto de ciclones tropicales en el contexto del cambio climático mediante la estimación del grado de vulnerabilidad de hogares al interior de viviendas particulares habitadas en la localidad de Loreto, Baja California Sur.

De acuerdo a Romero Vadillo y Romero Vadillo (2013), uno de los criterios más importantes para medir la vulnerabilidad por impacto de ciclones tropicales es el periodo de retorno medido en años de los ciclones tropicales. Dado que los daños que un ciclón puede causar están relacionados con el tamaño de la población expuesta, se tomaron como criterios para la determinación de las áreas de estudio el tamaño de la población de las localidades costeras, así como el periodo de retorno de los ciclones por región. En este sentido, las localidades costeras de mayor población son La Paz, con 215,178 habitantes; Los Cabos, con 138,251 (corredor turístico de San José-Cabo San Lucas) y Loreto con 14,724 (INEGI, 2010). Estos centros urbanos concentran 59% de la población total del

estado (627,427 habitantes). En cuanto el periodo de retorno por región, éstos se pueden apreciar en la figura 2.

FIGURA 2. PERIODO DE RETORNO DE LOS CICLONES TROPICALES EN BAJA CALIFORNIA SUR



Fuente: Romero Vadillo, Eleonora y Romero Vadillo, Irma Guadalupe (2013).

La figura 2 muestra los periodos de retorno y se observa que los periodos más cortos se encuentran en el sur de estado, específicamente en Los Cabos (corredor turístico de San José-Cabos San Lucas), con un retorno de dos ciclones tropicales cada dos años; posterior a estos centros urbanos le siguen en orden de importancia por población, las localidades urbanas costeras de La Paz con un periodo de cinco años y Loreto con un periodo de retorno de nueve años.

El propósito de este trabajo es medir el grado de vulnerabilidad socioambiental de Loreto, Baja California Sur, ante impacto de un ciclón tropical de categoría de la escala Saffir-Simpson, esto debido a que el último ciclón de mayor intensidad que impactó Loreto fue Odile con categoría 1.

Es importante señalar que la literatura sobre efectos por impactos de ciclones tropicales en Loreto es escasa. No obstante, recientemente ha surgido un esfuerzo por medir el nivel de riesgo y vulnerabilidad física al que se encuentra expuesta la población; muestra de ello es el trabajo desarrollado por Romero Vadillo y Romero Vadillo (2016), quienes calculan el riesgo de las viviendas en las principales localidades urbanas de Baja California Sur. Para ello, utilizan el Censo de Población y Vivienda 2010 para obtener información sobre las características físicas de las viviendas, como lo son tipo de material de construcción de paredes y techos. De acuerdo a la resistencia de estos materiales, clasifican las viviendas en niveles de alta, media y baja resistencia, asociándolos al daño potencial de ciclones tropicales (por categoría Saffir-Simpson), conforme a su frecuencia por

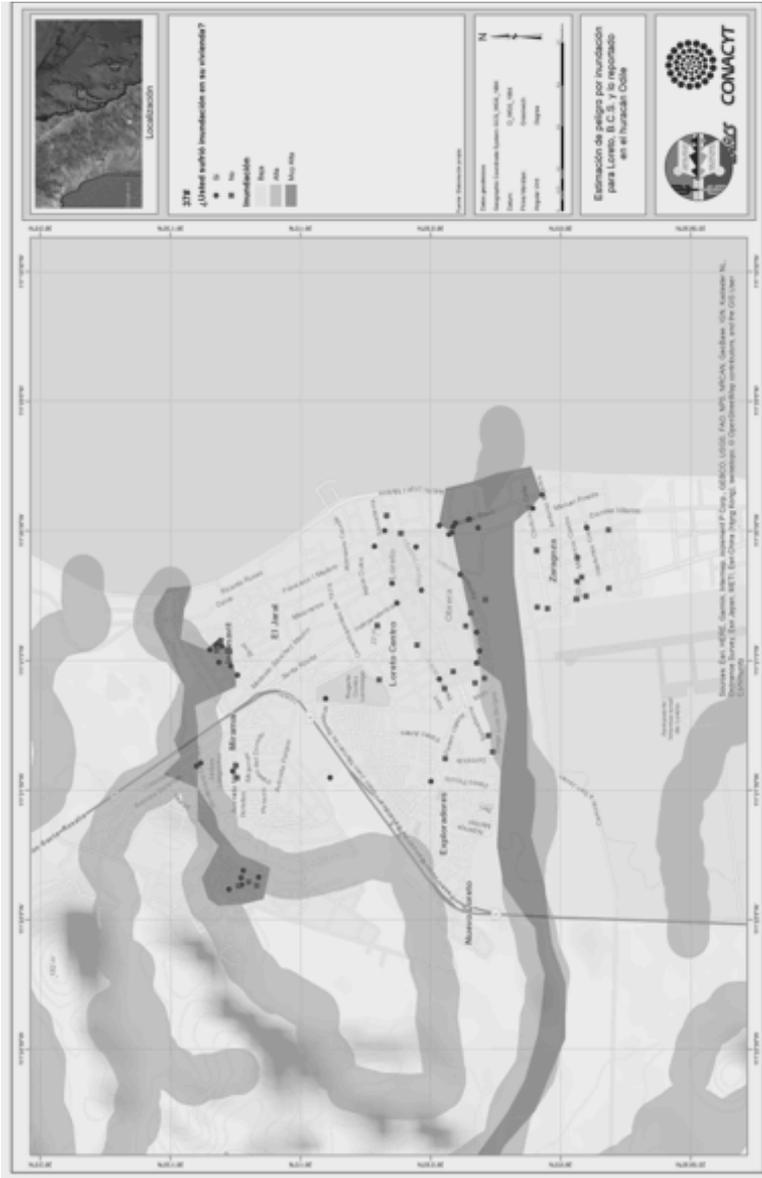
localidad urbana. Con ello estiman el riesgo en viviendas. Para el caso de Loreto, encontraron que es la localidad urbana que cuenta con la mayor proporción de viviendas en condiciones precarias debido a lo endeble de sus materiales de construcción. El nivel de riesgo resultó el más bajo de las localidades urbanas de la entidad con 0.011, lo cual se atribuye a que no se cuenta con registros de que recibiera impactos directos de ciclones tropicales mayores a huracanes de categoría 1.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

La localidad de Loreto se encuentra ubicada en la zona de influencia del Parque Nacional Bahía de Loreto y cuenta con una población de 18,912 habitantes (INEGI, 2015). Ésta se desarrolló a partir de una política sectorial implementada por el Fondo Nacional de Turismo (FONATUR) en 1976, mediante la creación del Centro Integralmente Planificado (CIP) Loreto, mientras que en 1996 fue decretado como Parque Nacional Bahía de Loreto (PNBL), con una superficie de 206,580 ha. En lo que se refiere al grado de vulnerabilidad, Loreto es una de las localidades de Baja California Sur de mayor vulnerabilidad geofísica debido al incremento en el nivel medio del mar, de acuerdo a los escenarios estimados por el IPCC (Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur, 2012).

FIGURA 3. MAPA DE RIESGO POR INUNDACIÓN DE LORETO CON ENCUESTAS GEOREFERENCIADAS



Fuente: elaboración propia

2.2. Diseño de muestra y encuesta

Los datos de la encuesta se obtuvieron de 239 jefes de hogar de viviendas particulares en junio de 2017. El tamaño de muestra se obtuvo mediante el método aleatorio simple con un nivel de confianza de 95% y un error de 6.3%. La encuesta fue estructurada para obtener información en cuatro secciones: 1) características demográficas y económicas del hogar, 2) condiciones físicas y servicios que se dispone en la vivienda, 3) nivel de la gravedad de daños ocasionados por el huracán Odile y 4) nivel de capital social de los hogares relativo a educación y cultura de prevención de desastres por ciclones tropicales. Se utilizó la escala Likert de cinco puntos con valor ascendente de acuerdo al nivel de magnitud de atributos, intensidad del daño o nivel de conocimiento. La primer parte de la encuesta versa sobre las condiciones físicas de las viviendas. La escala de medida está categorizada de forma ascendente según la calidad de los materiales de construcción.

1. ¿De qué material es la mayor parte del piso de esta vivienda?
 - 1) Tierra 2) Cemento 3) Mosaico,
 - 4) Vitropiso 5) Madera o mármol
2. ¿De qué material es la mayor parte del techo de esta vivienda?
 - 1) Material de desecho 2) Láminas (cartón, metálica, asbesto, fibrocemento) 3) Madera 4) Teja 5) Concreto

3. ¿De qué material es la mayor parte de las paredes o muros de esta vivienda?

- 1) Material de desecho 2) Carrizo bambú o palma, 3) Láminas de cartón, asbesto, metálica 4) Madera, adobe o embarre, 5) Tabique, ladrillo, block, piedra cantera, cemento o concreto.

En la segunda parte se indaga sobre el nivel de daños causados por los impactos del huracán Odile. La escala de daños se marcó en cinco puntos (1 = muy grave, 5 = no hubo impacto):

4. ¿Cómo calificaría el grado de los daños causados para su hogar a causa de inundación en su calle, manzana o colonia?
5. ¿Cómo calificaría el grado de los daños causados para su hogar a causa de marea de tormenta en su vivienda, calle o manzana?
6. ¿Cómo calificaría el grado de los daños causados para su hogar a causa de deslave o derrumbe en su vivienda, calle o manzana?
7. ¿Cómo calificaría el grado de los daños causados para su hogar a causa de la crecida de arroyos cercanos a su vivienda, calle o manzana?

En la tercera sección se consideran preguntas que buscan medir el nivel de conocimiento en prevención de desastres por fenómenos hidrometeorológicos. La escala de conocimiento mide el nivel de percepción (1 = Muy bueno, 5 = Muy deficiente):

1. ¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre el proceso de formación de huracanes tropicales?
2. ¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre las fases del Sistema de Alerta Temprana de Ciclones Tropicales (sat-ct 2003) Acercamiento-Alejamiento?
3. ¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre la escala de Saffir–Simpson de huracanes y los daños potenciales por vientos, precipitación y marea de tormenta?

Los resultados se capturaron en el paquete estadístico SPSS y se realizó la estadística descriptiva que a continuación se describe: 68.8% de los hogares encuestados manifestaron contar con jefatura de hogar masculina. 24.9% de los jefes de hogar nacieron en otro estado; 5.5% de los jefes de hogar no cuenta con escolaridad formal, mientras que 81.4% cuenta con educación básica; 1.7% habita una construcción no apta para el uso habitacional.; 3.8% no cuenta con el servicio de agua entubada; 7.6% carece del servicio de drenaje y alcantarillado; 1.7% no cuenta con servicio de energía eléctrica; 5.9% cuenta con planta de generación de energía eléctrica a base de gasolina o diesel.

En materia de prevención de desastre por el impacto del huracán Odile, 33.8% manifestó haber sido informado por parte de las autoridades sobre algún grado de susceptibilidad de riesgo de su vivienda. De éstos, 14.3% fue por inundación, 2.5% por deslave o derrumbe, 1.3% por marea de tormenta, 5.5% por crecida de arroyos y 18.6% por la velocidad de los vientos. Respecto al medio de comunicación por el cual

dan seguimiento a los boletines informativos de protección civil, 39.7% lo hace por radio, 24.9% por televisión, 20.3% por internet, 1.3% por medios impresos y 8.4% por medio de vecinos, amigos o familiares. Algunos datos que destacan son que 21.1% desconoce la ubicación del albergue más cercano y 12.7% evacuó su vivienda antes, durante o después del impacto del huracán Odile.

En cuanto a la escala de capacidades físicas de las viviendas, se encontró que 62.4% cuenta con techo de concreto; 28.7% tiene techos compuestos por láminas de cartón, metálicas, asbesto o fibrocemento; 7.6% cuenta con techos de madera; 0.8% tiene de teja y 0.4% cuenta con techo de material de desechos. En cuanto a los materiales por los que está compuesto la mayor parte de paredes o muros de las viviendas, se tiene que 82.7% es de tabique, ladrillo, block, piedra cantera, cemento o concreto; 8.4% de láminas de cartón, asbesto o metálica; 6.3% están construidas con madera, adobe o embarre; 2.1% son de carrizo, bambú o palma y 0.4% están elaboradas con material de desechos. En lo que se refiere al material de construcción del piso de las viviendas, se encontró que 6.8% tiene piso de tierra.

En la escala de nivel percibido de daños causados por el impacto del huracán Odile, 27% manifestó haber sufrido inundación; 66.1% de éstos alcanzó una altura máxima de 20 centímetros, mientras que en 33.9% la inundación se situó en un intervalo mayor de 20 centímetros y hasta un metro. En cuanto al nivel de daños percibido, 15.8% consideró que los

daños en su vivienda a causa de la inundación fueron de graves a muy graves, 10.7% dijo haber sufrido daños de graves a muy graves por deslaves o derrumbes. En relación al nivel de daños percibido por crecidas de arroyos, 19.9% declaró haber presentados daños de graves a muy graves. Respecto a los daños por marea de tormenta, 5.9% declaró haber padecido de daños calificados de graves a muy graves.

En la escala de conocimiento en materia de protección civil, categorías y proceso de formación de ciclones tropicales, 18.2% calificó su nivel conocimiento sobre el proceso de formación de ciclones tropicales de bueno a muy bueno, mientras que 23% lo calificó de deficiente a muy deficiente. En cuanto al nivel de conocimiento sobre la escala de Saffir –Simpson y los daños potenciales de cada categoría por vientos, precipitación y marea de tormenta, 18.2% lo declaró de bueno a muy bueno, mientras que 39.7% lo consideró de deficiente a muy deficiente. En lo que se refiere al nivel de conocimiento sobre las fases del Sistema de Alerta Temprana de Ciclones Tropicales (SAT-CT 2003) Acercamiento-Alejamiento, 24.5% lo calificó de bueno a muy bueno, mientras 39.7% lo declaró de deficiente a muy deficiente.

3. MÉTODOLÓGÍA. ANÁLISIS FACTORIAL

Con el objeto de reducir el número de variables a dimensiones que revelen la mayor asociación de interdependencia en aspectos

que determinan la vulnerabilidad socioambiental de los hogares de Loreto BCS, se realizó el análisis de datos por medio del método de Componentes Principales, a partir de la previa estandarización de las variables descritas con anterioridad. Se encontraron los siguientes resultados: el índice de adecuación muestral Kaiser-Meyer-Olkin fue de 6.5 (0.65), considerado regular, para encontrar la solución, por lo que se procede al análisis posterior de reducción de variables. Se encontraron tres factores:

- a. El factor 1 explica 24.7% de la varianza total. Este factor recoge información sobre la exposición de los hogares a través de la percepción de daños causados por el huracán.
- b. El factor 2 explica 19.7% de la varianza total. Este factor captura información sobre la capacidad adaptativa, mediante la medida del capital social de la comunidad en materia de educación y cultura de prevención de desastres por fenómenos hidrometeorológicos.
- c. El factor 3 explica 14.93% de la varianza total y contiene los elementos de sensibilidad de los hogares al representar las condiciones de calidad en los materiales de construcción de las viviendas.

La varianza total explicada por estos tres factores es de 59.4%. La descripción detallada de estos resultados se muestra en la tabla 1.

Con el fin de interpretar los resultados mediante la correlación de cada variable respecto al factor al que se agrupa, se aplicó la rotación Varimax. En este sentido, se encontró que el nivel de gravedad de los daños percibidos por inundación está relacionado (0.73) con el componente de exposición a ciclones tropicales, así como también la percepción del nivel de daños causados por deslaves y derrumbes (0.82), marea de tormenta (0.80) y la crecida de arroyos (0.69), factor 1. El conocimiento sobre el proceso de formación de ciclones tropicales está relacionado con la capacidad adaptativa (0.74). Conocer la escala de Saffir–Simpson de ciclones tropicales y los daños potenciales asociados a cada categoría está altamente relacionado con (0.81) con la capacidad adaptativa de la localidad, así como el nivel de conocimiento sobre las fases del Sistema de Alerta Temprana de Ciclones Tropicales (SAT-CT 2003) Acercamiento-Alejamiento (0.85). Las características físicas de las viviendas, en cuanto a la calidad de los materiales de construcción de techo, paredes y piso, están relacionadas a la sensibilidad de los hogares ante los efectos de ciclones tropicales (0.65, 0.73 y 0.76, respectivamente).

TABLA 2. MATRIZ DE COMPONENTES ROTADOS

ÍTEMS	COMPONENTE		
	1	2	3
¿De qué material es la mayor parte del techo de esta vivienda?	-.131	-.070	.654
¿De qué material es la mayor parte de las paredes o muros de esta vivienda?	.089	.015	.738
¿De qué material es la mayor parte del piso de esta vivienda?	.006	-.084	.767
¿Cómo calificaría el grado de los daños causados para su hogar a causa de inundación en su calle, manzana o colonia?	.730	.077	-.003
¿Cómo calificaría el grado de los daños causados para su hogar a causa de deslave o derrumbe en su vivienda, calle o manzana?	.828	-.006	.078
¿Cómo calificaría el grado de los daños causados para su hogar a causa de marea de tormenta en su vivienda, calle o manzana?	.802	-.011	-.084
¿Cómo calificaría el grado de los daños causados para su hogar a causa de la crecida de arroyos cercanos a su vivienda, calle o manzana?	.694	.069	-.037
¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre el proceso de formación de huracanes tropicales?	.116	.741	-.118
¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre la escala de Saffir–Simpson de huracanes y los daños potenciales por vientos, precipitación y marea de tormenta?	-.035	.816	-.079
¿Cómo calificaría su nivel de conocimiento sobre las fases del Sistema de Alerta Temprana de Ciclones Tropicales (SAT-CT 2003) Acercamiento-alejamiento.	.037	.852	.046

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser. La rotación ha convergido en 4 iteraciones.

Fuente: elaboración propia

TABLA 1. VARIANZA TOTAL EXPLICADA

Componentes	Valores propios iniciales				VARIANZA EXPLICADA				Rotación de suma de cargas al cuadrado		
	Total	% de la varianza	% acumulada	Total	Total de la varianza explicada. Extracción de sumas de cargas al cuadrado	% de la varianza	% acumulada	Total	% de la varianza	% acumulada	
1	2.477	24.773	24.773	2.477	24.773	24.773	2.384	23.841	23.841		
2	1.971	19.705	44.478	1.971	19.705	44.478	1.963	19.635	43.476		
3	1.496	14.963	59.441	1.496	14.963	59.441	1.597	15.965	59.441		
4	.816	8.162	67.604								
5	.736	7.363	74.967								
6	.703	7.030	81.997								
7	.612	6.122	88.119								
8	.489	4.887	93.006								
9	.404	4.039	97.045								
10	.296	2.955	100.000								

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales

Fuente: elaboración propia

Con la finalidad de generar el índice de vulnerabilidad socioambiental por impacto de ciclones tropicales, se utilizó el método de regresión para obtener la matriz de coeficientes estandarizados; posteriormente se sustituyeron los valores estandarizados de cada variable en la muestra en la ecuación correspondiente de cada factor. Los puntajes obtenidos corresponden a los índices de vulnerabilidad para cada dimensión: exposición (factor 1), capacidad adaptativa (factor 2) y sensibilidad (factor 3). No obstante, para obtener el índice de vulnerabilidad general se utilizó la formulación desarrollada por el IPCC, que resulta de la diferencia entre capacidad de adaptación y sensibilidad/exposición.

$$Vulnerabilidad=(Capacidad\ adaptativa)-(Sensibilidad+exposición)... (1)$$

De tal manera que, cuando la capacidad adaptativa supera la sensibilidad y exposición, el hogar será menos vulnerable socioambientalmente a los impactos de ciclones tropicales. Mientras que, si la capacidad adaptativa es menor, el hogar será más vulnerable.

Para clasificar el grado de vulnerabilidad de los hogares, se utilizó el desarrollo metodológico de Opiyo, Wasonga y Nyangito (2014), quienes consideran tres categorías de grado de vulnerabilidad, a saber: los hogares menos vulnerable son aquellos que se encuentran en situación de vulnerabilidad, pero que pueden hacer frente a los impactos de un ciclón de categoría 1 en la escala Saffir-Simpson; los hogares moderadamente

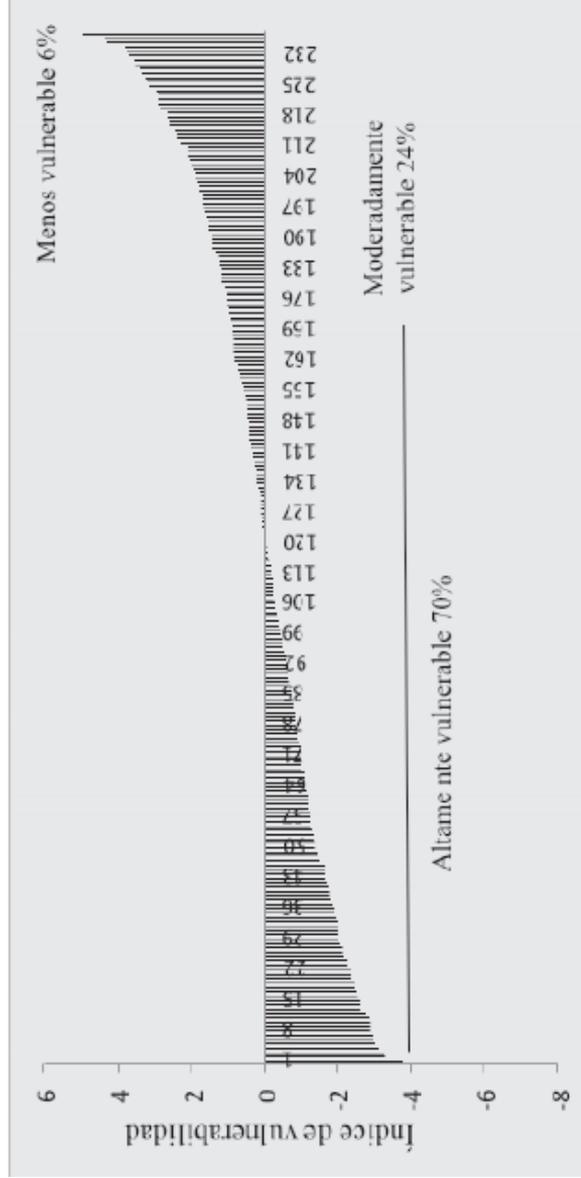
vulnerables son aquellos que requieren asistencia urgente pero temporal en caso de shock o estrés; mientras que los altamente vulnerables son aquellos para los que la asistencia temporal no sería suficiente para retornar a su nivel de bienestar previo al impacto de un ciclón tropical.

Una vez obtenido el índice de vulnerabilidad socioambiental por ciclones tropicales, en Loreto se procedió a clasificar el grado de vulnerabilidad mediante la técnica de estratificación de Dalenius-Hodges (1959), la cual consiste en la formación de estratos, privilegiando que la varianza al interior de cada estrato sea mínima y máxima entre cada uno de ellos, formando estratos homogéneos.

4. RESULTADOS

Los resultados muestran que la mayoría de los hogares se ubican en la categoría de altamente vulnerable, con 70%, dentro de un intervalo del índice de -3.7973 a 0.8809; los moderadamente vulnerables constituyen el 24%, con valores de 0.8810 a 3.0888; mientras que los menos vulnerables tienen un índice de 3.0889 a 5.5891 y representan sólo el 6% de los hogares de la muestra. Los resultados revelan niveles de alta y moderada vulnerabilidad socioambiental por ciclones tropicales del 94% en los hogares de Loreto. Lo anterior se puede apreciar en la figura 4.

FIGURA 4. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL
 POR CICLONES TROPICALES EN LORETO B.C.S., MÉXICO.



Fuente: elaboración propia

En la tabla 3 se resumen los principales hallazgos sobre la vulnerabilidad socioambiental por impacto de ciclones tropicales como huracán de categoría I en la escala Saffir-Simpson:

TABLA 3. VULNERABILIDAD POR IMPACTO DE HURACÁN CON CATEGORÍA 1 EN ESCALA SAFFIR-SIMPSON CICLONES TROPICALES EN LORETO B.C.S., MÉXICO.

CATEGORÍA DE VULNERABILIDAD	SITUACIÓN DE LOS HOGARES	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD		PORCENTAJE DE HOGARES
Altamente vulnerable	Nivel de emergencia	-3.7973	0.8809	70
Moderadamente vulnerable	Necesita asistencia urgente, pero temporal para recuperarse	0.8810	3.0888	24
Menos vulnerable	En situación vulnerable, pero aún capaz de hacerle frente a impactos	3.0889	5.5891	6
Total				100
Fuente: elaboración propia conforme Opiyo, Wasonga y Nyangito (2014) y estimaciones a partir de datos de la encuesta				

5. DISCUSIÓN

Los resultados sugieren que la mayor parte de la población de Loreto se encuentra en elevados niveles de vulnerabilidad, esto es atribuible a que la capacidad adaptativa de los hogares resultó menor en términos absolutos a la exposición y sensibilidad.

De acuerdo a Akter y Mallik (2013), la capacidad adaptativa se puede medir como la capacitación para saber cómo enfrentar un desastre natural. Para el caso de Loreto, las variables que integran el factor de capacidad adaptativa son el nivel de conocimiento en prevención de desastres por ciclones tropicales: a) conocimiento de la escala Saffir-Simpson y los daños potenciales asociados a cada categoría y b) conocimiento sobre las fases del Sistema de Alerta Temprana. Estas variables muestran que gran parte de la población (39.7%) considera su conocimiento deficiente sobre la escala Saffir-Simpson y el poder destructivo o daño potencial asociado a cada categoría, mientras que 34.2% considera su conocimiento sobre las fases del Sistema de Alerta Temprana de Ciclones Tropicales (SAT-CT 2003) Acercamiento-Alejamiento. Lo anterior refleja la falta de educación y cultura de prevención de desastres por fenómenos hidrometeorológicos, ante la falta de interés por parte de la población al percibir bajo nivel de riesgo por impactos directos de huracanes, como lo señalan Romero Vadillo y Romero Vadillo (2016).

El factor de sensibilidad está conformado por las variables referentes a la resistencia de los materiales de construcción de paredes, techo y piso. 28.3% de las viviendas tiene techos contruidos con lámina de cartón, metálica, asbesto o fibrocemento, 8% cuenta con paredes de carrizo, palma o láminas de cartón, asbesto o metálicas, mientras que 4.4% tienen piso de tierra. Lo anterior es consistente con la mayor proporción de precariedad de las viviendas en Loreto, como lo señalan Romero Vadillo y Romero Vadillo (2016).

En cuanto al factor exposición, se encontró que 36.5% de los hogares percibió los daños causados por los vientos del huracán Odile como graves, 23.4% percibió como graves los daños por marea de tormenta, 19.9% identificó como graves los daños ocasionados por la crecida de arroyos, 15.8% consideró como graves los daños causados por inundación y 10.7% percibió derrumbes con daños graves.

6. CONCLUSIONES

Para incrementar la resiliencia de Loreto a los impactos de ciclones tropicales es necesario conocer su vulnerabilidad socioambiental. Resulta necesario incrementar el conocimiento en materia de prevención de desastres hidrometeorológicos, así como mejorar la condición de los materiales de pisos, paredes y techos, con el fin de reducir la sensibilidad a impacto de ciclones tropicales. Se categorizó el nivel de vulnerabilidad de los hogares mediante una técnica de estratificación univariada con el propósito de medir la magnitud del grado de vulnerabilidad relativa ante el impacto de ciclones tropicales de categoría 1 en la escala Saffir-Simpson. Una recomendación de política pública pertinente sería poner a disposición de la población un mapa de riesgos por impacto de ciclones tropicales, así como realizar campañas de educación y cultura de prevención de desastres hidrometeorológicos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Fondo Sectorial SEP-Conacyt Ciencia Básica por el financiamiento del proyecto “Capacidad de adaptación al cambio climático: una propuesta para medir la vulnerabilidad y resiliencia ante impacto de ciclones tropicales en Baja California Sur”, así como al Proyecto de Cátedras Conacyt “Valoración económica de los conocimientos tradicionales asociados a los recursos naturales”.

REFERENCIAS

- Akter, S., y Mallik, B. (2013) “The Poverty-vulnerability-resilience nexus: evidence from Bangladesh”. *Ecological Economics* 96.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., y Wisner, B. (1994) *At Risk: Natural hazards, People's vulnerability, and disasters*. London. Routledge.
- CONAGUA (2012). Análisis de las temporadas de huracanes de los años 2009, 2010 y 2011 en México. Consultado en febrero de 2015. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/CGSMN-2-12.pdf>
- Dalenius Tore y Hodges, Joseph L (1959). “Minimum Variance Stratification”, *Journal of the American Statistical Association*. 54:285.
- Ghemras, Y., y Abela, S. (2015). “Spatially-Explicit Structural Approaches to Measuring Hazard/Risk Assessment, Vulnerability and Resilience”. *Geography & Natural Disasters*. 4:133.

- INEGI. (2010). *Censo de Población y vivienda 2010*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- IPCC: Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D. J., Noguer, M., Van Der Linden, P. J., Xiaosu, D. (Eds.), (2001). *Climate change 2001: the scientific basis Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Cambridge University Press. Cambridge and New York.
- Ivanova, Antonina y Gámez, Alba E. (2012). *Plan Estatal de Acción ante el cambio Climático para Baja California Sur*, México: Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada CICESE). Centro Interdisciplinario de Ciencias Marina (CICIMAR). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Instituto Nacional de Ecología (INE).
- Opiyo Francis E.O., Wasonga Oliver V., y Nyangito Moses N. (2014). “Measuring household vulnerability to climate-induced stresses in pastoral rangelands of Kenya: Implications for resilience programming”. *Pastoralism*. 4:10.
- Romero Vadillo, Eleonora y Romero Vadillo, Irma Guadalupe (2013). “Ciclones tropicales: tendencias y potencial de afectación en Baja California Sur”. En: *Baja California Sur ante el cambio climático: vulnerabilidad, adaptación y mitigación*. Ivanova Antonina y Gámez Alba E. (Ed.), pp. 69-92.
- Romero Vadillo, Eleonora y Romero Vadillo, Irma Guadalupe. (2016). *Estimación del riesgo en las viviendas de Baja California Sur ante el impacto de ciclones tropicales Teoría y Praxis*. Universidad de Quintana Roo.