

# AMENAZAS Y DESASTRES EN LA CUENCA DEL PACÍFICO

---

Coordinadores

José Ernesto Rangel Delgado  
Mauricio Bretón González  
Antonina Ivanova Boncheva



UNIVERSIDAD DE COLIMA

# AMENAZAS Y DESASTRES EN LA CUENCA DEL PACÍFICO

---

enfoque académico

UNIVERSIDAD DE COLIMA

Dr. Christian Jorge Torres Ortiz Zermeño, Rector

Mtro. Joel Nino Jr., Secretario General

Mtra. Vianey Amezcua Barajas, Coordinadora General de Comunicación Social

Mtra. Gloria Guillermina Araiza Torres, Directora General de Publicaciones

# **AMENAZAS Y DESASTRES EN LA CUENCA DEL PACÍFICO**

---

Coordinadores

**José Ernesto Rangel Delgado**

**Mauricio Bretón González**

**Antonina Ivanova Boncheva**



UNIVERSIDAD DE COLIMA

© UNIVERSIDAD DE COLIMA, 2021  
Avenida Universidad 333  
C.P. 28040, Colima, Colima, México  
Dirección General de Publicaciones  
Teléfonos: (312) 316 10 81 y 316 10 00, extensión 35004  
Correo electrónico: publicaciones@ucol.mx  
<http://www.ucol.mx>

ISBN: 978-607-8814-13-8

Derechos reservados conforme a la ley  
Impreso en México / *Printed in Mexico*

Este libro, que se privilegia con el aval de las instituciones coeditoras, fue evaluado por pares académicos bajo arbitraje doble ciego en los meses de octubre y noviembre de 2020, a solicitud de la Universidad de Colima, entidad que resguarda los dictámenes correspondientes.

Proceso editorial certificado con normas ISO desde 2005  
Dictaminación y edición registradas en el Sistema Editorial Electrónico PRED  
Registro: LI-018-20  
Recibido: Diciembre de 2020  
Publicado: Noviembre de 2021

# Índice

PRESENTACIÓN.....	7
José Ernesto Rangel Delgado	
Mauricio Bretón González	
Antonina Ivanova Boncheva	
PRÓLOGO .....	12
Ramón Pichs Madruga	
GEOGRAFÍAS DEL RIESGO.....	21
El Grupo de Trabajo de Preparación para Emergencias (GTPE) de APEC: Logros y futuros retos .....	22
Antonina Ivanova Boncheva	
Riesgo estructural y gobernanza climática multinivel en la Cuenca del Pacífico .....	41
José Clemente Rueda Abad	
Rocío del Carmen Vargas Castilleja	
Liliana López Morales	
Percepción del riesgo en ambientes costeros del Pacífico tropical: Playas de Manzanillo, Colima, México .....	59
Omar Darío Cervantes Rosas	
Aramis Olivos Ortiz	

VULNERABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO: AMENAZAS DE UN DESASTRE MAYOR.....	84
Seguridad alimentaria frente al cambio climático: El caso de Corea del Sur y México.....	85
Saúl Martínez González	
José Ernesto Rangel Delgado	
Omar Alejandro Pérez Cruz	
Edgar Alfredo Nande Vázquez	
Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en las ciudades del Perú .....	104
Eduardo Calvo Buendía	
Efectos de la variabilidad climática en el desempeño económico de la pesquería de pelágicos menores del Pacífico mexicano.....	120
Víctor Hernández Trejo	
SISMOS, CICLONES, TSUNAMIS Y VOLCANES: RIESGOS CRECIENTES.....	139
El origen de los sismos: Explicaciones científicas y religiosas a ambos lados del Pacífico español (siglos XVI-XVIII) .....	140
Paulina Machuca Chávez	
Administración de riesgos de tsunamis. Caso de estudio en la Cuenca del Pacífico mexicano.....	155
Omar Alejandro Pérez Cruz	
México ante el impacto de ciclones tropicales de la Cuenca del Pacífico nororiental.....	174
Eleonora Romero Vadillo	
Irma Guadalupe Romero Vadillo	
El riesgo volcánico en la Cuenca del Pacífico.....	201
Mauricio Bretón González	
Sebastián González Zepeda	
SEMBLANZAS DE AUTORES.....	213

# Presentación

Distintos eventos de origen natural afectan con frecuencia las economías del mundo, entre ellas la de la Cuenca del Pacífico, sea por la actividad volcánica, tsunamis, sismos, huracanes o por el cambio climático que la envuelve y pone en riesgo a la sociedad entera, por lo que es necesario enfrentarse con medidas preventivas responsables y entereza científica.

La cooperación internacional actual se desarrolla a través del *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*, que funciona acorde con los objetivos del desarrollo sustentable aprobados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU).<sup>1</sup> En el período anterior, 2005-2015, estuvo en vigor el *Marco de Acción de Hyogo* mismo que proporcionó directrices fundamentales para reducir el riesgo de desastres y permitió progresar en el logro de los objetivos para el desarrollo del milenio.

En la evaluación del *Marco de Acción de Hyogo* se reporta que en el período 2005-2015 más de 700 mil personas perdieron la vida, más de 1.4 millones sufrieron heridas y alrededor de 23 millones se quedaron sin hogar como consecuencia de los desastres; en general, más de 1 500 millones de personas se afectaron por los desastres en diversas formas y de manera desproporcionada. Las pérdidas económicas totales ascendieron a más de 1.3 billones de dólares, además de que entre los años 2008 y 2012 fallecieron 144 millones de individuos por catástrofes naturales, cuyos desastres se ven exacerbados por el cambio climático y aumentan en

<sup>1</sup> Organización de las Naciones Unidas (2020). *Informe de los objetivos de Desarrollo Sustentable 2020*. Tomado de: [https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020\\_Spanish.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020_Spanish.pdf)

frecuencia e intensidad, obstaculizando significativamente el progreso hacia el desarrollo sostenible. El grado de exposición de la gente y sus bienes aumenta con más rapidez de lo que disminuye la vulnerabilidad, con un considerable impacto en los ámbitos económico, social, sanitario, cultural y ambiental tanto a corto como a mediano y largo plazos, en especial a nivel local, donde los desastres recurrentes de pequeña escala y lenta evolución inciden particularmente en las comunidades, familias y en las pequeñas y medianas empresas.

Todos los países, especialmente los que se encuentran en desarrollo —donde la mortalidad y las pérdidas económicas provocadas por los golpes de la naturaleza son desproporcionadamente más altas— enfrentan un volumen creciente de posibles costos ocultos y dificultades para cumplir sus obligaciones financieras y de otra índole.

Asia vivió 1 625 desastres entre 2005 y 2014, un 40% de todos los que se produjeron en el mundo, lo que la convierte en la zona más propensa a recibir estos impactos. Dicho de otra manera, un habitante de Asia Pacífico tiene el doble de probabilidades de verse afectado por un desastre que una persona que vive en África, casi seis veces más que alguien de América Latina o el Caribe, y 30 veces más que alguien que vive en Norteamérica o Europa, tal como lo señala el Informe 2015 de Desastres en Asia Pacífico.

En tal contexto, el estudio de causas, los impactos y los modos de afrontar las amenazas y desastres, adquieren siempre mayor relevancia en nuestros días, incluso distintas disciplinas tratan el tema de acuerdo con sus propios marcos conceptuales: desde la economía para concientizar sobre las pérdidas materiales; la sociología, interpretando los impactos sociales de distintos estragos socioeconómicos; la historia, para conocer mejor posibles tendencias de las amenazas y los desastres; la lingüística, en la búsqueda de una comunicación acertada en tiempo y forma con las comunidades en riesgo; la informática, telemática, robótica o mecatrónica, en la búsqueda de prevenciones/soluciones y la biología con el calentamiento/contaminación de los mares, son sólo algunas de las disciplinas involucradas en la atención de estos problemas de alto impacto.

Este libro intenta proporcionar datos sobre las amenazas y desastres en la Cuenca del Pacífico, cuya región encierra las mayores riquezas en cuanto a recursos marinos y de las que sobresalen los pesqueros y minerales. Al estar centrada en el océano Pacífico representa un factor ecológico fundamental para el mundo, y sus vías de comunicación constituyen nervios vitales para el sistema de comercio y el funcionamiento de la economía mundial.

Por sus reservas de biomasa, es fundamental para asegurar una alimentación rica en proteínas y de fácil obtención, siendo esto un factor de creciente atención por las grandes potencias, particularmente por el impacto en la producción de alimentos que se pronostica a partir de la reciente pandemia de la enfermedad por coronavirus (Covid-19).

La región de la Cuenca del Pacífico concentra alrededor de la mitad de la población del mundo, un producto interno bruto (PIB) aproximado de 50% de toda la producción global y se integra por países de alto desarrollo económico como Japón, Corea del Sur, Singapur, Australia, Nueva Zelanda, China o Rusia, que se muestran como economías de vanguardia en el siglo XXI pero que también presentan poblaciones vulnerables a los embates de la naturaleza.

Dicha región muestra altos índices de pobreza y pandemias, siendo la más reciente la de COVID-19. Esta zona se asocia con culturas, tradiciones, usos, costumbres y condiciones de salud particulares; así como con niveles de analfabetismo que requieren de una atención mayor por los Estados y las sociedades en su conjunto, todo ello la hace altamente susceptible y la coloca ante condiciones de desventaja debido a modelos de crecimiento económico de carácter lineal que han dejado de lado una perspectiva circular y humana de desarrollo.

Asimismo, potencias económicas y militares como Estados Unidos, Japón, China y Rusia han practicado históricamente una postura geopolítica y geoeconómica con el objetivo de controlar rutas marítimas y evitar posibles conflictos armados que pudieran desestabilizar el conjunto de intereses alrededor de esta región.

Por otro lado, la interacción del océano Pacífico con la atmósfera adquiere un significado especial y ata su desarrollo a los

acontecimientos meteorológicos que resultan de esta interacción, como es el caso de los fenómenos de El Niño y La Niña, que impactan severamente a las economías locales, sin excluir prácticamente a ninguna.

La diversidad geográfica, étnica y cultural de los países que conforman la Cuenca del Pacífico es también importante, dándose incluso al interior de cada uno de los países que la constituyen, con base a usos y costumbres muchas veces incomprendidos por otras sociedades.

En este libro pretendemos establecer la diferencia entre amenazas y desastres; las primeras se refieren a la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino en un lapso determinado, mientras que los desastres, para que se generen, es necesario tener alta exposición y una elevada vulnerabilidad; por lo tanto, y en sentido estricto, los desastres no son precisamente naturales sino de carácter socioeconómico, ya que, si bien pueden ser desencadenados por fenómenos de origen natural, deben contar con un componente social en que la vulnerabilidad y la exposición son fundamentales. Sin embargo, muchos organismos a nivel mundial continúan llamando desastres naturales a todos los eventos de origen natural que ocasionan daños en la población, por lo que en lo sucesivo utilizaremos en esta obra dicho término y en ese concepto.

El libro está dividido en tres partes: la primera trata de contextualizar las geografías del riesgo, para ello se presentan trabajos relacionados con el tema y de cómo se trata en grandes organizaciones del Asia Pacífico, como el grupo de trabajo de preparación para emergencias de APEC y la percepción del riesgo en zonas particulares (como es el caso de Manzanillo, Colima, México). La segunda parte se dedica a los grandes temas de la vulnerabilidad y el cambio climático, como amenazas de un desastre mayor; para ello toca el problema irónico de la abundancia/escasez de alimentos, particularmente respecto al hambre y a la seguridad alimentaria en esta región de la cuenca. La tercera y última parte está dedicada a los fenómenos naturales que impactan mayormente en la región, como sismos, ciclones, tsunamis y erupciones volcá-

nicas, afectando a miles de millones de personas a lo largo y a lo ancho del Océano Pacífico.

Finalmente, y no por ello menos importante, los coordinadores del libro desean agradecer a la Dirección General de Publicaciones de la Universidad de Colima, en especial a Myriam Cruz Calvario y a Ihován Pineda Lara por su ardua labor de revisión de los textos y seguimiento de la edición, un trabajo meticuloso que es posible gracias a la dedicación y entrega de profesionistas de alto nivel, como es el caso, para de dejar los textos lo mejor posible en atención a los lectores de la obra.

# Prólogo

Ramón Pichs Madruga

**E**n las décadas recientes han proliferado los estudios referidos a los desastres, sus causas tanto naturales como no naturales, los riesgos asociados a sus impactos socioeconómicos y ambientales, así como el diseño e implementación de estrategias de respuesta para enfrentarlos a distintas escalas espaciales (global, regional, nacional y local) y temporales (corto, mediano y largo plazos).

Una evaluación articulada de todos estos temas supone un alto grado de integración de conocimientos/saberes que corresponden a distintas disciplinas: ciencias naturales y exactas, ciencias sociales, ciencias de la sostenibilidad, entre otras que aportan el entramado necesario para un mejor análisis y comprensión del objeto de estudio. Hasta el momento, las mayores carencias de estos procesos de evaluación de los desastres y los riesgos asociados radican en la limitada participación de las ciencias sociales y, en general, a la falta de integración multidisciplinaria de conocimientos.

La aparición y rápida expansión de la pandemia del Covid-19, su alto costo socioeconómico y la incertidumbre que la acompaña, han puesto al desnudo los límites de la capacidad de respuesta a todas las escalas para lidiar con fenómenos como éste, que exigen un elevado grado de integración de conocimientos científicos en estrecha relación con el diseño e implementación de políticas públicas orientadas al desarrollo humano y al fomento de la cooperación internacional.

Si bien la actual crisis sanitaria y sus efectos han impactado en todos los rincones del planeta, en el enfrentamiento a la pandemia han aflorado, como nunca antes, las grandes brechas de equidad existentes entre países y dentro de los mismos, por lo que se han revelado las grandes carencias de muchas naciones en materia de inversión social (sobre todo en salud) y financiamiento de la ciencia; y se ha evidenciado también la importancia de combinar la cooperación internacional con énfasis en el desarrollo local. Muchas de estas lecciones también aplican, en mayor o menor medida, al tratamiento de otros desastres que azotan a la humanidad, como los analizados en esta compilación.

El presente volumen, coordinado por José Ernesto Rangel Delgado, Mauricio Bretón González y Antonina Ivanova Boncheva, explora algunas de las principales amenazas y desastres que afectan a la Cuenca del Pacífico, una amplia región que agrupa a países con muy desiguales niveles de desarrollo socioeconómico, gran diversidad étnica y cultural, y crecientes retos ambientales con impactos que difieren en función de las capacidades de respuesta de los distintos países. Esta región aporta alrededor de 50% de la población y del PIB global.

El contenido del libro se organiza en tres secciones: la primera referida a la geografía del riesgo, la segunda a la vulnerabilidad ante el cambio climático y la tercera está dedicada a los crecientes riesgos derivados de los sismos, ciclones, tsunamis y volcanes.

La primera contribución de la sección sobre la *Geografía del riesgo* hace una presentación del Grupo de Trabajo de Preparación para Emergencias (GTPE) del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés), con sus logros y retos futuros. Aquí, la autora Antonina Ivanova Boncheva destaca la necesidad de priorizar la capacidad de recuperación ante desastres en las estrategias de desarrollo nacionales, lo que a su vez tributa al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En un contexto global y regional cambiante y con elevada incertidumbre, la planificación para la resiliencia debe ser robusta y abarcadora, con sistemas de alerta temprana que lleguen a todos los posibles afectados y con garantías de aprovisionamien-

to en cuanto a recursos claves, como son los alimentos, de agua y de refugios. Respecto a la institucionalidad internacional sobre estos temas, se subraya la importancia del Marco de Sendai sobre la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (adoptado por las Naciones Unidas en 2015), la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (en septiembre de 2015) y el Acuerdo de París (en diciembre de 2015).

La autora también resalta la elevada propensión de la Cuenca del Pacífico a la potencialidad de amenazas como fuertes terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, ciclones tropicales, los fenómenos de El Niño y La Niña, entre otros, con impactos socioeconómicos considerables. Asimismo, se analizan los impactos del cambio climático en esta cuenca, en particular la exacerbación de eventos climáticos y meteorológicos extremos. Se explora un amplio rango de futuros socioeconómicos y se evalúan los riesgos que se derivan de posibles desastres.

Con relación al cambio climático se identifican, entre las áreas y sistemas más vulnerables, las zonas costeras y los pequeños estados insulares en desarrollo, los grandes centros urbanos, las redes de infraestructura y servicios básicos, sistemas hídricos y alimentarios, ecosistemas marinos y terrestres sensibles, así como las poblaciones pobres. También se priorizan aquellas opciones de adaptación donde prevalecen las iniciativas de prevención y el vínculo con las comunidades a escala local.

Se hace referencia a las acciones y políticas de APEC enfocadas a sostenibilidad, el enfrentamiento al cambio climático y la prevención de desastres naturales, entre las que se destaca el Grupo de Trabajo de Preparación para Emergencias (2005) y el Marco de Reducción de Riesgos de Desastres (2015). Este grupo de trabajo aboga, entre otras cosas, por mejorar la coordinación, cooperación e integración de los esfuerzos de respuesta, así como la generación, actualización y utilización adecuada de la información relevante.

Consecuentemente, se trabaja por mejorar la capacidad de respuesta ante desastres, se promueve la asociación público-privada, se apoyan los programas de recuperación y se facilita el manejo compartido de información y conocimiento, al tiempo que se reconoce el valor del conocimiento tradicional indígena y local. Se

identifican cinco dimensiones de resiliencia ante desastres: económica, ambiental, institucional, social y tecnológica.

El trabajo de José Clemente Rueda Abad, Rocío del Carmen Vargas Castilleja y Liliana López Morales, referido al riesgo estructural y la gobernanza climática multinivel en la Cuenca del Pacífico, comienza por destacar las grandes asimetrías económicas prevalecientes, donde coexisten países con alto desarrollo y países particularmente vulnerables como los pequeños estados insulares. Esta región, con alrededor de 60% de las emisiones globales, está llamada a tener un papel clave en los esfuerzos globales de carácter transformacional para enfrentar el cambio climático, en términos de adaptación y mitigación, tomando como referencia las evidencias científicas evaluadas en los informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).

Debe tenerse en cuenta que los niveles de emisiones de los distintos países que integran esta cuenca son desiguales, sólo China y Estados Unidos aportan 46% de las emisiones globales; por otro lado, según el *Índice de riesgo climático* (2018), nueve de los veinte países más impactados por eventos climáticos pertenecen a esta región, todos en desarrollo, entre los que se encuentran cuatro centroamericanos, cuatro asiáticos y un pequeño estado insular.

Los autores señalan la enorme brecha, en cuanto a capacidad de respuesta ante amenazas, entre los países con mayores recursos económicos y los más pobres, siendo estos últimos donde se registra la mayor cantidad de pérdidas humanas y materiales. También se destacan otras asimetrías, como la muy desigual participación en los procesos de evaluaciones científicas y negociaciones sobre cambio climático, y en los esfuerzos de descarbonización económica y energética en marcha. Los autores apuntan que los países más pobres y vulnerables no están siendo considerados en los esquemas financieros existentes con vistas a modificar muchas de las asimetrías estructurales exploradas en esta investigación.

La contribución de Omar Darío Cervantes Rosas y Aramis Olivos Ortiz cierra la primera sección del libro y trata sobre la percepción del riesgo en ambientes costeros del Pacífico tropical, en particular varias playas de Manzanillo, Colima, México. Los auto-

res señalan que un factor determinante que influye en la decisión de los usuarios al momento de elegir un destino turístico, en este caso las playas, es el riesgo al que puedan estar expuestos. Sobre esta base, los autores desarrollan un estudio donde ponderan tanto las opiniones de los visitantes o turistas como los criterios de quienes ofrecen los servicios, con relación a los riesgos existentes en cuatro playas, como insumo para la elaboración de estrategias de planificación en cuanto a seguridad y manejo de riesgos en dichos espacios de importancia socioeconómica, lo que pudiera replicarse en otras áreas costeras nacionales e internacionales.

Cabe destacar que los riesgos derivados de la inseguridad o posibles afectaciones a la salud son los que concentran la atención y, por ende, la percepción en los usuarios; además de la identificación de los riesgos de tipo hidrometeorológico y los derivados del cambio climático que, por su naturaleza ajena a la cotidianidad, pasan desapercibidos en su mayoría, debido al escaso conocimiento sobre el funcionamiento del ecosistema costero y sus implicaciones en la seguridad. A partir de estos resultados, los autores abogan por acciones de capacitación y por respuestas integradas, colaborativas y participativas de los actores involucrados directa e indirectamente en la gobernanza costera.

Tres contribuciones conforman la segunda sección de esta compilación dedicada a la *Vulnerabilidad ante el cambio climático*, donde se analizan temas tan variados como la seguridad alimentaria, el ambiente urbano y las pesquerías.

El trabajo de Saúl Martínez González, José Ernesto Rangel Delgado, Omar Alejandro Pérez Cruz y Edgar Alfredo Nande Vázquez, titulado *Seguridad alimentaria frente al cambio climático: El caso de Corea del Sur y México*, se adentra en el análisis de la autosuficiencia alimentaria como condición de la autonomía económica y política, además de explorar los distintos factores condicionantes de la seguridad alimentaria y de contrastar los conceptos de seguridad y soberanía alimentarias como propuestas de soluciones diferentes al conflicto agroalimentario; los autores analizan los impactos del cambio climático para la agricultura y comparan las experiencias de Corea del Sur y México.

Corea del Sur ha mantenido un alto grado de autosuficiencia en arroz, como alimento básico, y la solidez de su economía le ha permitido compensar la reducción en la autosuficiencia en otros renglones agrícolas; mientras que México, su inserción neoliberal en la economía global basada en la apertura de los mercados, tiene un considerable retroceso en materia de autosuficiencia alimentaria, incluso en el caso del maíz que es considerado como el principal grano en su dieta alimentaria. El sector agrícola mexicano ha mostrado gran fragilidad desde que en 1994 entrara en vigor el Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos y Canadá, lo que ha reforzado la vulnerabilidad del sector y del país ante el cambio climático.

En el análisis de la capacidad de respuesta del sector agrícola frente a los impactos del cambio climático, se destaca la situación de los estratos más pobres de la sociedad por ser los más vulnerables en situaciones de crisis y escasez alimentaria. La experiencia de México ha confirmado que las implicaciones de retos globales como el cambio climático suelen ser particularmente severas para los agricultores de subsistencia, ubicados en ambientes frágiles.

Eduardo Calvo Buendía, en su trabajo *Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en las ciudades del Perú*, se refiere a la relación entre los sistemas urbanos y el sistema climático; asimismo analiza el crecimiento urbano en ese país andino y destaca, entre otros rasgos de ese proceso, la falta de planificación o, en el mejor de los casos, la prevalencia de planes urbanos desactualizados y sin instrumentos de gestión, la expansión de ciudades de forma caótica y desordenada, el tráfico de tierras y la proliferación sin precedentes del patrón de ciudad informal e ilegal. A partir de esas realidades, las ciudades peruanas son muy vulnerables ante el cambio climático, debido a una combinación de condiciones meteorológicas y socioeconómicas. En esas circunstancias, la legislación peruana ha incorporado conceptos como: zona de riesgo recurrente y zona de alto riesgo no mitigable. Este trabajo expone los principales peligros climáticos que afectan a las ciudades peruanas y apunta que, a pesar de contarse con dicha información, el país no tiene un Plan Nacional de Adaptación. Para la preparación de estos planes nacionales se dispone de una metodología de

Naciones Unidas, que es reseñada por el autor; en el plano subnacional, si bien la mayoría de las regiones peruanas dispone de planes y estrategias sobre cambio climático, el obstáculo principal que enfrenta es la falta de financiamiento para su ejecución.

El trabajo *Efectos de la variabilidad climática en el desempeño económico de la pesquería de pelágicos menores del Pacífico mexicano* de Víctor Hernández Trejo, presenta evidencias de cambios observados en la distribución y abundancia de los pelágicos menores en la costa occidental de la península de Baja California en los últimos 90 años; asimismo, se refiere a estudios según los cuales, los cambios, en el corto plazo de la biomasa de pelágicos menores, están fuertemente ligados a la temperatura superficial del mar y al índice de surgencias, mientras que en largo plazo la variabilidad climática está dominada por el fenómeno de El Niño y por la Oscilación Decadal del Pacífico. Si bien se reconoce que los efectos económicos de la variabilidad climática en las pesquerías son la reducción de la productividad y efectos en la distribución, se recuerda que los estudios económicos sobre estos temas son escasos y fragmentados. El autor también destaca las principales consecuencias del cambio climático sobre las pesquerías, tanto local como nacional y global, y enfatiza los impactos directos e indirectos para las comunidades que dependen de estos recursos para su subsistencia. Este estudio ofrece, además, una evaluación cuantitativa de los efectos biológicos y económicos de la variabilidad y el cambio climático sobre el tipo de pesquería objeto de estudio. Se subraya la necesidad de considerar estos impactos tanto en el corto como en el largo plazos a la hora de proyectar el desempeño económico de esta actividad.

La tercera sección del libro, *Sismos, ciclones, tsunamis y volcanes: Riesgos crecientes*, consta de cuatro contribuciones, el primer trabajo es de Paulina Machuca Chávez, *El origen de los sismos: Explicaciones científicas y religiosas a ambos lados del Pacífico español (siglos XVI-XVIII)*, y tiene un marcado componente geográfico-histórico al referirse al origen de los sismos en dos dimensiones, una basada en la ciencia, que parte de planteamientos de Aristóteles e incorpora con posterioridad las perspectivas de la ciencia de la Tierra; y otra basada en la religión, sobre todo la judeo-cristiana, asociada al castigo divino como causante de los sismos.

En el aporte de Omar Alejandro Pérez Cruz, *Administración de riesgos de tsunamis. Caso de estudio en la Cuenca del Pacífico mexicano*, destaca la elevada propensión de esta región a la ocurrencia de tsunamis, entre otros desastres naturales. Se reseña el avance de la llamada sociología del desastre, como una disciplina amplia, así como el desarrollo de una base de datos con información sobre la gestión de riesgos de desastres. Estos esfuerzos, liderados por especialistas de Japón, apuntan al fomento de políticas de prevención y atención a los desastres con creciente reconocimiento internacional. El autor dedica especial atención a la administración del riesgo de desastres, a partir del análisis de temas claves como la susceptibilidad, exposición y capacidad de respuesta. El estudio de caso utilizado permite resaltar el papel de la comunidad como agente activo para establecer estrategias de enfrentamiento y sobrevivencia ante los tsunamis. Asimismo, frente este tipo de desastres, el autor aboga por el diseño y aplicación de políticas públicas a todos los niveles de gobierno y a una mejor articulación entre ellas.

La contribución *México ante el impacto de ciclones tropicales de la Cuenca del Pacífico Nororiental*, de Eleonora Romero Vadillo e Irma Guadalupe Romero Vadillo, comienza reconociendo el elevado poder de destrucción de los ciclones tropicales y reseñando las principales acciones y planes de respuesta a nivel estatal y federal para enfrentar estos eventos. Buena parte del incremento reciente de los daños provocados por los ciclones tropicales en el litoral occidental de México se atribuye al aumento de la concentración de población e infraestructura en esa región costera. Si bien se registran avances en cuanto a las acciones de respuesta, también persisten obstáculos como la falta de coordinación entre instituciones involucradas y la escasez de recursos financieros.

El trabajo de Mauricio Bretón González y Sebastián González Zepeda, titulado *El riesgo volcánico en la Cuenca del Pacífico*, también conocido como Cinturón de Fuego del Pacífico, dicen los autores, concentra 75% de la actividad volcánica del planeta. En dicha zona se ha incrementado considerablemente el riesgo volcánico debido al aumento del número de habitantes en espacios con probabilidad de ocurrencia de estos eventos. Riesgo, potencial

de peligro, exposición y vulnerabilidad son algunos de los términos más usados por los autores en el análisis de las consecuencias; también esbozan los distintos componentes de las estrategias para reducirlos. En este contexto, se aboga por esfuerzos coordinados y estrategias conjuntas entre los países de esta región, que concedan mayor prioridad a la prevención para reducir la vulnerabilidad ante las amenazas volcánicas.

Entre los temas más recurrentes en esta compilación están los relacionados con las grandes asimetrías y la alta propensión a la ocurrencia de desastres que caracterizan a la Cuenca del Pacífico; el elevado grado de vulnerabilidad de los segmentos más pobres de la población regional ante situaciones de desastres; la necesidad de diseñar e implementar estrategias oportunas e integradoras; el papel insustituible de las comunidades como agentes activos ante eventos extremos y portadores del conocimiento local y tradicional; y la importancia de la cooperación internacional en el estudio y enfrentamiento de estos retos globales y regionales. Estos mensajes generales y otros más específicos derivados de cada una de las contribuciones resultan de gran utilidad para la toma de decisiones acerca de estos temas.

Si bien se trata de amenazas y desastres de naturaleza muy diversa y no siempre relacionados entre sí, un concepto de uso común en todos los casos es el de capacidad de respuesta, donde convergen factores condicionantes de tipo económico, tecnológico, social, institucional, cultural y político, entre otros. Dentro de este conjunto de factores, la equidad social con una perspectiva de largo plazo constituye una condición de primer orden para la sostenibilidad de las respuestas ante los grandes retos globales y su manifestación a escala regional, nacional y local.

Contribuciones como las reunidas en esta compilación constituyen un valioso aporte al debate internacional acerca de la necesidad de cambiar nuestra forma de relacionarnos con la naturaleza, de estudiar con más profundidad y sistematicidad retos globales que nos amenazan y de aunar esfuerzos por el bien común.

# Geografías del riesgo

# El Grupo de Trabajo de Preparación para Emergencias (GTPE) de APEC: Logros y futuros retos

Antonina Ivanova Boncheva

## Introducción

Asia y el Pacífico son la región más afectada por desastres naturales, principalmente en los países y comunidades más pobres. La Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para el Desarrollo Sostenible tiene como objetivo llegar a todos los gobiernos para que protejan a las más vulnerables y garantizar que las estrategias nacionales de desarrollo estén firmemente basadas en la capacidad de recuperación ante desastres.

Las catástrofes naturales pueden destruir los años de trabajo e inversión de comunidades, gobiernos y organizaciones, es por ello que el principio de la capacidad de recuperación ante desastres es fundamental. Si se quieren alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, toda la nueva infraestructura debería ser capaz de soportar desastres naturales extremos para que las personas puedan evacuar y sobrevivir; sin embargo, dichos objetivos tienen otra estipulación crítica: se deben lograr no sólo para la mayoría de las personas, sino para todos; es decir, “no dejar a nadie atrás”. Los sistemas de alerta temprana deben llegar

a todos los que puedan verse afectados y los alimentos, el agua y los refugios deben estar disponibles rápidamente, incluso en las áreas más remotas, pues sería el primer paso de planificación para la resiliencia.

El Marco de Sendai sobre la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, adoptado por la ONU, tiene un énfasis mayor en la ciencia, en comparación con otros marcos de políticas mundiales (IISD, 2015; Aitsi-Selmi *et al.*, 2016), y se basa en la idea de que la ciencia y la evidencia son esenciales para la formulación efectiva de políticas para mejorar la vida, los medios de vida y la salud; fue el primer acuerdo histórico de la ONU del año 2015, los otros dos fueron los Objetivos de Desarrollo Sostenible (acordados en septiembre de 2015) y el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático (acordado en diciembre de 2015).

Este capítulo tiene como objetivo analizar las actividades del Grupo de Trabajo de Preparación para Emergencias (GTPE) de Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC), como un instrumento indispensable para afrontar los desastres naturales y garantizar el crecimiento económico verde e incluyente de las economías-miembro. Para este fin se ha estructurado en los siguientes apartados: en primer lugar, se presentan las amenazas y riesgos en la región Asia-Pacífico e ilustrar su gran impacto sobre el desarrollo económico, bienestar social y seguridad regional. El segundo apartado se dedica a las políticas de APEC enfocadas al desarrollo sostenible, así como las acciones para disminuir el impacto de los desastres y riesgos para garantizar la sostenibilidad. La estructura y objetivos del GTPE se analizan en el tercer apartado. En el cuarto se exponen los logros y oportunidades en la prevención de desastres naturales y elevación de la resiliencia mediante diferentes estrategias y en distintos sectores de la región Asia-Pacífico. Finalmente, el capítulo concluye con unas breves reflexiones, delineando los principales retos para APEC en sus políticas y acciones de afrontar la *nueva normalidad*, donde los impactos de los desastres naturales y variabilidad del clima pueden afectar el desarrollo económico y social, así como la seguridad y la salud de la población.

## Amenazas, desastres, riesgos y vulnerabilidad en la Cuenca del Pacífico

### *Panorama general*

La mayoría de las economías de APEC están situadas a lo largo del Cinturón de Fuego del Pacífico, donde fuertes terremotos, tsunamis y erupciones volcánicas representan amenazas constantes. La región Asia-Pacífico es la más frecuentada por formaciones de ciclones tropicales y está sujeta a cambios de temperatura en el Océano Pacífico, lo que resulta en los fenómenos de El Niño y La Niña; condiciones que podrían ser exacerbadas por el cambio climático. Además, es considerada la zona más propensa a desastres del mundo.

Desde el año 2000, 1.2 billones de personas han estado expuestas a peligros hidrometeorológicos por 1 215 eventos de desastres. Está demostrado que el cambio climático altera los patrones climáticos a escala regional, dando lugar a fenómenos meteorológicos extremos (APEC, 2015). Los impactos de los fenómenos meteorológicos extremos son, sin duda, más agudos y traumáticos, ya que causan muertes, enfermedades transmisibles debilitantes y daños materiales. Los eventos climáticos extremos incluyen olas de calor o de frío, inundaciones, sequías, huracanes, ciclones tropicales, lluvias intensas y nevadas; además de la actividad económica, la seguridad de la población y la salud humana (Hashim y Hashim, 2015). A nivel mundial, en el período de 20 años —comprendido entre 1993 y 2012— más de 530 000 personas murieron como resultado directo de casi 15 000 eventos climáticos extremos, con pérdidas mayores a 2.5 mil millones de dólares americanos, en paridad de poder adquisitivo. Sólo en el año 2018 se registraron alrededor de 45 desastres: entre terremotos, tsunamis, incendios, inundaciones, ciclones tropicales, sequías y tornados; los cuales, debido a su magnitud y consecuencias económicas, sociales, culturales, comerciales y políticas, tuvieron repercusión directa en las economías de APEC. Las catástrofes en la región, como el tsunami del Océano Índico de 2004, el terremoto de 2008 en la provincia china de Sichuan, el terremoto de 2010 en Chile

y los terremotos de 2011 en Nueva Zelanda y Japón, son recordatorios críticos de la importancia del trabajo de preparación para emergencias de APEC.

Una recopilación de los fenómenos naturales que ocurrieron en la región Asia-Pacífico puede observarse en el cuadro 1.

Cuadro 1

Cantidad de desastres en la Cuenca del Pacífico, 2000-2019

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
América del Norte				▲			▲				●						▲		●●●	▲	
América Central	●●	●●	●	▲	▲	●	●	●	●	●		●	▲	▲		●	●	●	▲	●	▲
América del Sur		▲			▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲		▲	
Norte / Este Asiático			●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲			●	▲	●	▲
Sur / Este Asiático													▲	●	●		●	▲	●		

● Huracán/tifón. ▲ Terremoto. ▲ Tsunami /inundación/sequia. ▲ Erupción volcánica.  
 Fuente: Elaboración propia con base a datos del Emergency Events Database (EM-DAT, 2019).

*Vulnerabilidad actual*

En décadas recientes, el cambio climático ha ocasionado impactos en todo el mundo, como la alteración de patrones de precipitación; el derretimiento de las cubiertas de hielo y nieve modificando los

sistemas hidrológicos y afectando la cantidad y la calidad de los recursos hídricos (Li *et al.*, 2010); el cambio de distribución geográfica, actividades de temporada, patrones de migración, abundancia e interrelaciones específicas de especies terrestres y de aguas dulces o marinas; entre otros.

Los impactos de los eventos extremos climáticos como olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones y fuegos forestales, revelan significativa exposición y vulnerabilidad de muchos sistemas naturales y humanos (Allen, 2006; Li *et al.*, 2010; Arias *et al.*, 2012) que, vale decirlo, provienen de factores no climáticos —como son los niveles de desarrollo—, por lo que los riesgos se pueden caracterizar como diferenciados (Ivanova, 2016); además, los impactos relacionados al cambio climático muchas veces agravan otras circunstancias negativas para la subsistencia, ante todo para personas y comunidades pobres. Pueden surgir conflictos violentos por los recursos escasos que, a su vez, incrementan la vulnerabilidad al cambio climático.

A lo largo de la historia, el ser humano ha creado respuestas a la variabilidad climática con diferentes grados de éxito, adaptándose a procesos de planeación (IPCC, 2014a), entre los más usuales están la ingeniería y tecnología integradas a programas de prevención de desastres y manejo de recursos hídricos, poniendo énfasis en los ajustes incrementales y los cobeneficios; sin embargo, se comienza a prestar mayor atención a los procesos de flexibilidad y aprendizaje. En cuanto los estudios existentes, la gran mayoría se enfoca sobre impactos, vulnerabilidad y planeación de adaptación, mientras que muy pocos evalúan el éxito de medidas de adaptación ya implementadas (IPCC, 2014b), aunque continuamente crece el reconocimiento del valor de medidas sociales, institucionales y ecosistémicas (Neo, 2012).

Los distintos niveles de gobierno han comenzado a desarrollar e integrar planes de adaptación y de desarrollo. En el Sureste Asiático se han implementado medidas de adaptación y mitigación a nivel de ciudades, así como medidas proactivas de adaptación para proteger inversiones en energía e infraestructura pública (APAN, 2016).

La variabilidad y los extremos climáticos han sido importantes en muchos contextos para la toma de decisiones, pero los riesgos asociados con el clima se incrementan debido tanto al cambio climático como al proceso de desarrollo económico (Allen, 2006). El Quinto Informe de la Evaluación de Riesgos del Grupo de Trabajo II (AR5 GT II) se basa en integrar diferentes formas de evidencia; no obstante, la incertidumbre sobre la futura vulnerabilidad, los niveles de exposición y las respuestas de los sistemas naturales y humanos interrelacionados son grandes, lo que ha motivado la exploración de un amplio rango de futuros socioeconómicos en la evaluación de los riesgos.

### *Futuros riesgos y oportunidades para la adaptación*

Esta sección presenta los futuros riesgos y beneficios potenciales en los sectores y regiones para las siguientes décadas (a partir de la segunda mitad del siglo XXI) y se analiza cómo éstos se ven afectados por la magnitud y grado del cambio climático, así como por las elecciones socioeconómicas; también se presentan las oportunidades para reducir los impactos y manejar los riesgos mediante la adaptación y la mitigación.

- **Riesgos clave para la Cuenca del Pacífico.** Son impactos potencialmente severos con relación al artículo 2 del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que se refiere a la “interferencia peligrosa antropogénica con el sistema climático”. Los riesgos se consideran clave debido al alto impacto y a alta vulnerabilidad de las sociedades y sistemas expuestos. La identificación de los riesgos clave se basa en juicios de expertos bajo los siguientes criterios específicos: alta magnitud, alta probabilidad o irreversibilidad de impactos, tiempo del impacto, vulnerabilidad persistente o exposición que contribuye al riesgo y potencial limitado a reducir el riesgo a través de la adaptación o la mitigación. Los riesgos clave se integran en cinco complementarias y sobrepuestas razones para su consideración (RPC).

Los riesgos clave expuestos a continuación son identificados con alta confianza y se refieren a sectores y regiones; cada uno de éstos contribuye a una o más RPC (IPCC, 2014a).

- I. Riesgo de muerte, lesión, daño a la salud, modos de subsistencia alterados en zonas costeras y pequeños estados/isla en desarrollo y otras pequeñas islas, debido a huracanes, inundaciones costeras y elevación del nivel del mar (RPC 1-5).
- II. Riesgo de grave daño a la salud y alteración del modo de subsistencia en poblaciones de grandes centros urbanos, debido a las inundaciones en ciertas regiones (RPC 2 y 3).
- III. Riesgo sistémico debido a eventos extremos que llevan a destrucción de redes de infraestructura y de servicios indispensables como electricidad, suministro de agua, servicios de salud y emergencias (RPC 2-4).
- IV. Riesgo de mortandad y morbilidad durante períodos de calor extremo, particularmente para poblaciones vulnerables urbanas y gente que trabaja al aire libre en las ciudades y en el campo (RPC 2 y 3).
- V. Riesgo de inseguridad alimentaria y colapso de los sistemas de alimentación relacionados con calentamiento, sequía, inundaciones, variabilidad en las precipitaciones y eventos extremos de mayor impacto para las poblaciones pobres en las áreas urbanas y rurales (RPC 2-4).
- VI. Riesgo de perder el modo de subsistencia e ingresos en el campo debido a acceso insuficiente a agua potable y agua para riego, así como reducción en la productividad agrícola con mayor impacto para agricultores y ganaderos de pocos recursos en regiones semiáridas (RPC 2 y 3).
- VII. Riesgo de perder ecosistemas marinos y costeros, biodiversidad, bienes y funciones ecosistémicas, así como los servicios que éstos ofrecen para mantener la subsistencia humana en zonas costeras, especialmente para las comunidades pesqueras de los trópicos y el Ártico (RPC 1, 2 y 4).
- VIII. Riesgo de pérdida de ecosistemas terrestres y sistemas hídricos continentales, biodiversidad y de bienes y funciones ecosistémicas, además de los servicios que éstos ofrecen para mantener la subsistencia humana (RPC 1, 3 y 4).

Muchos de los riesgos clave constituyen un reto particular para los países de menor grado de desarrollo y para comunidades vulnerables por su deficiente capacidad para afrontar los riesgos (Ivanova, 2016).

## Políticas de APEC frente a la sostenibilidad y la afrontación de riesgo

### *Desastres y sostenibilidad*

Los desastres pueden tener cada vez mayor potencial destructivo y la región podría representar un 40% de las pérdidas económicas mundiales en los próximos años, mientras que los pequeños estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados sufrirán pérdidas anuales del PIB equivalentes a 4 y 2.5%, respectivamente. Los avances científicos y técnicos en el pronóstico pueden identificar nuevos riesgos y vulnerabilidades, así como eventos extremos.

La sostenibilidad se logra cuando existe una reconciliación completa entre el desarrollo económico, la satisfacción —de manera equitativa— de las necesidades y aspiraciones humanas de crecimiento y de bienestar, y la conservación de los recursos naturales limitados, así como la capacidad del medioambiente para absorber las múltiples tensiones que son consecuencia de las actividades humanas. Los vínculos entre el clima y la sostenibilidad se examinan en el contexto de los riesgos climáticos y las respuestas de adaptación, tanto de la región más amplia de Asia-Pacífico como a nivel local, y se utilizan para sustentar e ilustrar implicaciones para la ciencia. Se ha demostrado que las evaluaciones de vulnerabilidad y riesgo del cambio climático son de importancia porque informan sobre las decisiones de dónde se invierten mejor los recursos para la adaptación; también muestran si los esfuerzos globales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero deben fortalecerse debido a los límites de la adaptación. En la práctica, la adaptación se lleva a cabo en muchos niveles, y varía esencialmente entre intervenciones tangibles a nivel comunitario y empresarial, y esfuerzos nacionales e internacionales para fortalecer el entorno propicio para la adaptación. Es imperativo realizar

evaluaciones regionales de adaptación, pues la mayoría de las intervenciones de adaptación deben reflejar las condiciones locales, incluidas las capacidades adaptativas (Hay y Mimura, 2016).

*APEC y su orientación hacia el desarrollo sostenible e incluyente*

En este apartado se da recuento de las etapas más importantes de las políticas de APEC enfocadas a sostenibilidad, cambio climático y prevención de desastres naturales.

En 1997, en la Declaración de Líderes se afirmó que “lograr el desarrollo sostenible está en el corazón del mandato del APEC” (Ivanova *et al.*, 2012: 87), por ello se expresó la necesidad de desarrollar iniciativas para implementar un plan de trabajo inicial para el desarrollo sostenible, donde se incluyan temas sobre sostenibilidad en el medioambiente marino, la tecnología, la producción limpia y las ciudades sostenibles. Ese mismo año se aprobó el plan de acción sobre estos temas.

En 2015, a través del compromiso *Construyendo comunidades sostenibles y resilientes*, se explícita que la región es vulnerable a los cada vez más frecuentes daños ambientales, por lo que fue adoptado el Marco de Reducción de Riesgos de Desastres del APEC con la finalidad de minimizar las pérdidas y dar apoyo para superar la adversidad y la recuperación de la región bajo mecanismos de financiamiento (APEC, 2015).

La 23a Declaración de Líderes Económicos de APEC: *Construyendo economías inclusivas, construyendo un mundo mejor: Una visión para una comunidad Asia-Pacífico*, expresó de manera clara: “Solicitamos a los asesores y científicos en jefe que exploren más a fondo la provisión de asesoramiento científico coordinado sobre y durante emergencias, en coordinación con otros organismos de APEC” (APEC, 2018a: Párrafo 4d). Esta solicitud de los líderes se consolidó en la declaración ministerial de la misma reunión como sigue: “Tomamos nota de la importancia de la ciencia en la reducción del riesgo de desastres y acogemos con beneplácito la discusión reciente de la Reunión de Asesores Científicos y Equivalentes (CSAE) sobre cómo el proporcionar asesoramiento científico antes, durante y después de emergencias puede contribuir a la reducción de riesgos y a una respuesta efectiva ante

desastres” (APEC, 2018b: Párrafo 102). La Red Internacional de Asesoramiento Científico Gubernamental (INGSA) es un modelo para el desarrollo de capacidades en todos los niveles de gobierno, al reunir a científicos, academias y formuladores de políticas para compartir lecciones sobre buenas prácticas (INGSA, 2016).

En el discurso de 2016, con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de París, se evidencia una conciencia clara de desafíos y riesgos mundiales que reafirman la necesidad de mantener su liderazgo a través de la cooperación y busca la transición hacia una economía baja en carbono con resiliencia climática (Ivanova y Cuevas, 2016), mientras que se continúa en el enfoque de los temas de seguridad alimenticia y energética como prioritarias, así como el manejo del agua y los bosques como base para el desarrollo económico y social.

#### *El Grupo de Trabajo de Preparación para Emergencias de APEC*

El Grupo de Trabajo de Preparación para Emergencias (EPWG antes TFPE, ambos por sus siglas en inglés) de APEC, se estableció por primera vez en 2005 por los altos funcionarios con los siguientes objetivos:

- Construir capacidad en la región para que cada miembro de APEC responda a cualquier emergencia y desastre natural.
- Mejorar la coordinación, cooperación e integración de prácticas contra emergencias y desastres naturales.
- Proveer a las economías de APEC información actualizada y criterios económicos relacionados a los costos de los desastres naturales en la región y a nivel global.

Para cumplir los objetivos se trabaja en cuatro áreas prioritarias:

- Mejorar la capacidad regional en caso de desastres, reducción de riesgo, emergencias y preparación.
- Promover asociación público-privada con el objetivo de desarrollar una mejor preparación y resistencia contra desastres naturales.
- Apoyar la recuperación de las economías afectadas por desastres naturales a largo plazo.

- Facilitar el manejo compartido de información y conocimiento a través de experiencias y prácticas en torno a desastres naturales (APEC, s.f.).

El Marco de Riesgo de Reducción de Desastres (2015) considera como *nueva normalidad* la persistencia de desastres en la región de Asia Pacífico (APEC, s.f.) y se caracteriza por el aumento de la frecuencia, la magnitud, el alcance de los desastres naturales y la interrupción de las cadenas de producción y suministros de la región. Esta nueva normalidad interrumpe el libre flujo de comercio e inversión a través de las economías y presenta tremendos desafíos y serias amenazas para la inclusión, la sostenibilidad del crecimiento y el desarrollo en la región. De acuerdo con datos del Banco Mundial (2019), se registran pérdidas de alrededor de 100 000 millones de dólares al año durante los últimos 10 años en las economías de APEC y, con base en ello, en el año 2016 el EPWG comenzó la elaboración del Plan de Acción en Reducción del Riesgo de Desastres (DRRAP, por sus siglas en inglés), que se fundamenta en cinco pilares para reducir el riesgo de desastres: áreas específicas de colaboración, actividades relacionadas, socios responsables, tiempos para cumplir e indicadores para la evaluación.

El EPWG trabaja en estrecha colaboración con el Centro del Clima de APEC, el Consejo Asesor Empresarial de APEC, la Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR, por sus siglas en inglés), el Observatorio de Manila y la OCDE (APEC, s.f.).

## Logros y oportunidades en las acciones de reducción del riesgo de desastres y adaptación

### *Cooperación público-privada y sectores económicos*

La asociación público-privada tiene importantes funciones que desempeñar en la gestión de desastres, incluida la creación de resiliencia empresarial y comunitaria, el desarrollo de la conciencia de riesgo de la comunidad y la prestación de servicios esenciales.

La reducción del riesgo de desastres (RRD) se puede implementar a través de diferentes enfoques: a nivel nacional está

estrechamente relacionada con la seguridad nacional, la sostenibilidad ambiental y los medios de vida de las personas; a nivel internacional, orientada a la economía, podría hacer contribuciones directamente para garantizar la seguridad del entorno y la operación comercial. Por tanto, desde 2011 APEC comienza a promover la resiliencia empresarial al introducir el plan de continuidad empresarial (BCP, por sus siglas en inglés), que recibe una cálida bienvenida y ayuda a las pequeñas y medianas empresas (PYMES) a mejorar la capacidad de respuesta cuando ocurre un desastre (APEC, 2011). APEC también fomenta la introducción de ciencia y tecnología innovadoras para compartir información de valor agregado, que aumentará el desarrollo de capacidades para la recuperación de desastres en las PYMES y las cadenas de valor globales al aumentar la preparación digital. De tal forma que APEC influye en el sector empresarial para fomentar una inversión regional más segura e inteligente, que toma en cuenta los desastres naturales frecuentes (Li, 2015).

Este informe examina y compara los estudios de caso de las respuestas de políticas del mercado laboral en las economías de APEC a los desastres naturales. Primero revisa las políticas y la práctica dentro de las economías de APEC e internacionalmente en la gestión de los efectos de desastres naturales en el mercado laboral. Al utilizar estudios de casos comparativos, el informe compara los recientes desastres ocurridos en la región de Asia y el Pacífico, que incluyen: inundaciones del sur de Alberta en Canadá (junio de 2013), inundaciones en Queensland en Australia (2010 y 2011), terremotos de Canterbury en Nueva Zelanda (2010 y 2011), el gran terremoto y tsunami del este de Japón (2011) y el terremoto de Wenchuan en China (2008) (Chang-Richards *et al.*, 2013).

El turismo es uno de los sectores económicos de mayor desarrollo en la Cuenca del Pacífico y proporciona importante ingresos y empleos para sus habitantes. Pese al interés mundial de los impactos por desastres naturales en el turismo, se realizan pocas investigaciones para explorar cómo se abordan a nivel de destino. Crear un vínculo entre el turismo, la reducción y gestión del riesgo de desastres es particularmente importante en lugares que dependen del turismo y, al mismo tiempo, son propensos a

los peligros naturales; el estudio de Becken y Hughey (2013) sobre Nueva Zelanda es un buen ejemplo, cuyas conclusiones se pueden generalizar sobre la región Asia-Pacífico. La planificación de gestión de riesgos en el turismo actualmente está deficiente y los desastres naturales recientes han identificado una serie de brechas e inquietudes dentro de cada una de las cuatro R: *reduction*, *readiness*, *response* y *recovery* (reducción, preparación, respuesta y recuperación). Sobre la base de estas ideas y de la estructura actual de defensa civil, se propone una plantilla para vincular el turismo en la gestión de desastres. Un plan de acción de turismo, adoptado por el Grupo de Turismo de Northland en Nueva Zelanda, proporciona una guía para iniciativas específicas de turismo que complementan los planes existentes de defensa civil, agregando valor a los esfuerzos formales de gestión de desastres. Teniendo en cuenta la falta de gestión sistemática de desastres en el turismo reportada en la literatura, esta propuesta también debe ser de interés para otros destinos turísticos y sus aspiraciones de sostenibilidad a largo plazo.

#### *Comunidades, conocimientos tradicionales y grupos vulnerables*

Si bien la comunidad científica ha mostrado mayor interés en mejorar la capacidad de recuperación ante desastres que afectaron a las sociedades, el esfuerzo por identificar las necesidades y habilidades de las zonas vulneradas no ha recibido la atención adecuada.

Bachracharya *et al.* (2012) analizan dos iniciativas recientes en asociaciones gobierno-comunidades en la costa dorada de Queensland, Australia. La primera es una iniciativa de un grupo comunitario local denominada *Varsity Lakes Community Limited*, para preparar una guía de gestión de desastres con el apoyo de la compañía de seguros NRMA y el consejo local. El segundo es el Programa Vigilancia de la Comunidad, iniciado por el concejo municipal de *Gold Coast* para involucrar a grupos de la comunidad local en varias zonas de la ciudad y así crear capacidad de recuperación ante desastres. Estos dos ejemplos proporcionan información sobre la evolución de las asociaciones público-privadas que se basan en la comunidad y que son de abajo hacia arriba por naturaleza. El estudio indica que existe la posibilidad de incluir

una capa adicional de comunidad cuando se conceptualiza el marco de gestión de desastres existente de cuatro niveles (comunidad, estado, distrito y gobierno local).

Es de suma importancia la gestión de desastres con un enfoque en la vulnerabilidad y la capacidad de recuperación de las mujeres, los niños, los ancianos y la población discapacitada, y el impacto del desastre en estas subpoblaciones. Un estudio importante a nivel regional es el de Busapathumrong (2013), que presenta los principales modelos de gestión de desastres en Tailandia y la creación de resiliencia para la recuperación social. Los cinco principales modelos seleccionados actualmente y empleados en la gestión de desastres en Tailandia son: (a) el modelo de proyecto real y la cooperación internacional sobre preparación y respuesta ante desastres, (b) modelo sociocultural de la ASEAN, (c) enfoque basado en los derechos, (d) modelo de combinación de bienestar y (e) modelo de gestión de conocimiento.

La identificación de los requisitos específicos de necesidades y habilidades de la comunidad para mejorar la capacidad de recuperación ante desastres se vuelve imperativa (Perera *et al.*, 2016), el estudio de Chang-Richards *et al.* (2013) identifica algunas relacionadas con los profesionales del entorno construido (edificios e infraestructura), las agruparon en cinco dimensiones de resiliencia: económicas, ambientales, institucionales, sociales y tecnológicas, mismas que a su vez se estructuraron en cinco etapas diferentes del ciclo de vida de la propiedad: preparación, diseño, construcción previa, construcción y uso de un desarrollo de propiedad. Garschagen y Kraas (2011) analizan las construcciones urbanas en Vietnam y las preferencias de los habitantes para su adaptación, resultados serían de utilidad para los profesionales de la construcción, así como quienes están interesados en las principales clasificaciones de necesidades y habilidades de las comunidades.

Los conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas y locales son importantes para afrontar desastres y adaptarse a la variabilidad climática, con prácticas milenarias que les han permitido sobrevivir. Un análisis interesante es el de Level (2013), quien presenta 42 estudios sobre cómo el conocimiento local con-

tribuye a la adaptación, a la variabilidad y al cambio climático en la región de Asia-Pacífico; la mayoría de los estudios se centraron en el conocimiento tradicional ecológico o indígena y abordaron tres preguntas simples: 1) ¿Cómo se reconocen los cambios en el clima? 2) ¿Qué se sabe sobre cómo adaptarse a los cambios en el clima? 3) ¿Cómo aprenden las personas a adaptarse? La conciencia del cambio es un elemento importante del conocimiento local y las acciones de adaptación varían con la escala de tiempo de interés, desde el manejo de los riesgos de desastres causados por fenómenos climáticos extremos y pasando por cambios de inicio lento (como las sequías estacionales) hasta los cambios a largo plazo en el clima. Otro estudio es el de Xenarios *et al.* (2019), que se refiere a la adaptación a los impactos del cambio climático de las comunidades en Asia Central, la experiencia pasada de eventos y formas de aprendizaje puede ser insuficiente para enfrentar un clima novedoso. Una vez que las fortalezas y limitaciones del conocimiento local (como las de la ciencia) se aprovechan, se amplían las oportunidades para una hibridación significativa del conocimiento científico y local para el manejo del riesgo de desastres naturales y la adaptación al cambio climático (Lebel, 2013).

## Conclusiones

Responder a los riesgos asociados con el cambio climático implica tomar decisiones en un mundo cambiante, con incertidumbre sobre la gravedad de afectación y el tiempo de ocurrencia de los impactos climáticos, con límites en cuanto la eficiencia de la adaptación. Las elecciones, en cuanto a la adaptación y mitigación, afectarán los riesgos relacionados al cambio climático en el siglo XXI (IPCC, 2014a).

Los retos para el GTPE de APEC se relacionan, en primer lugar, con temas como el uso óptimo de las capacidades predictivas, la caracterización de los vínculos entre el cambio climático y la sostenibilidad, las implicaciones de las tasas y magnitudes de adaptación requeridas, las respuestas institucionales que mejoran la capacidad de adaptación, el uso de tecnologías nuevas y tradicionales, las múltiples dimensiones, la responsabilidad social y el

cómo mejorar el entorno para disminuir riesgos y vulnerabilidad a nivel comunitario y empresarial. Un segundo conjunto de retos se centra en los criterios económicos, relacionados a los costos de los desastres naturales en la región y a nivel global que, a su vez, ayudarán a abordar las mejoras necesarias para cuantificar los costos y beneficios de la elevación de la resiliencia, priorizando las opciones de adaptación, evaluando las compensaciones de desarrollo sostenible y monitoreando el éxito de las iniciativas de prevención de desastres y adaptación. Y como un tercer reto, la creación de mayor vínculo con las comunidades, ya que como parte interesadas en la resiliencia ante desastres debe ser considerada como agente clave, por el hecho de que están en la línea del frente, tanto del impacto inmediato de un desastre como de la respuesta de emergencia inicial.

Las sinergias entre la reducción del riesgo de desastres, la acción climática y la agenda de desarrollo sostenible tienen que ser vistas como un conjunto para una formulación más eficaz de las políticas y para la canalización de recursos financieros; por ejemplo, la adaptación a los impactos al cambio climático, así como a la planeación y diseño de las políticas públicas puede contribuir a una prevención exitosa de los desastres naturales y a un desarrollo económico resiliente, verde y sostenible.

## Referencias

- Aitsi-Selmi, A.; Blanchard, K. and Murray, V. (2016). Ensuring Science is Useful, Usable and Used in Global Disaster Risk Reduction and Sustainable Development: A View Through the Sendai Framework Lens. *Palgrave Communications* (2). <https://www.nature.com/articles/palcomms201616>
- Allen, K.M. (2006). Community-Based Disaster Preparedness and Climate Adaptation: Local Capacity-Building in the Philippines. *Disasters*, 30(1): 81-101.
- Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) (s.f.). *Emergency Preparedness*. <https://www.apec.org/Groups/SOM-Steering-Committee-on-Economic-and-Technical-Cooperation/Working-Groups/Emergency-Preparedness>

- Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) (2011). *Multiple-Year Project on Disaster Resilience Building for SMEs in APEC*. Small and Medium Enterprises. <https://www.apec.org/Groups/SOM-Steering-Committee-on-Economic-and-Technical-Cooperation/Working-Groups/Small-and-Medium-Enterprises>
- Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) (2015). *Climate Change*. <https://www.apec.org/About-Us/About-APEC/Fact-Sheets/Climate-Change>
- Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) (2016). *APEC Disaster Risk Reduction Action Plan*. [http://mddb.apec.org/Documents/2016/EPWG/SDMOF/16\\_epwg\\_sdmof\\_003.pdf](http://mddb.apec.org/Documents/2016/EPWG/SDMOF/16_epwg_sdmof_003.pdf)
- Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) (2018a). *Mission Statement*. <https://www.apec.org/About-Us/About-APEC/Mission-Statement>
- Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) (2018b). *Leaders' Declaration*. [https://www.apec.org/Meeting-Papers/Leaders-Declarations/2018/2018\\_aelm](https://www.apec.org/Meeting-Papers/Leaders-Declarations/2018/2018_aelm)
- Arias, M.E.; Cochrane, T.A.; Piman, T., Kummu, M.; Caruso, B.S. and Killeen, T.J. (2012). Quantifying Changes in Flooding and Habitats in the Tonle Sap Lake (Cambodia) Caused by Water Infrastructure Development and Climate Change in the Mekong Basin. *Journal of Environmental Management*, 112: 53-66.
- Asia-Pacific Adaptation Network (APAN) (2016). *The 10th Exchange Series: Effective Capacity Building for Accessing Climate Finance*. E-Discussion Report. <http://www.asiapacificadapt.net/resource/10th-exchange-series-%E2%80%9Ceffective-capacity-building-accessing-climate-finance%E2%80%9D-e-discussion>
- Bachracharya, B.; Hastings, P.; Childs, I. and McNamee, P. (2012). Public-Private Partnership in Disaster Management: A Case Study of the Gold Coast. *Australian Journal of Emergency Management*, 27(3): 27-33.
- Becken, S. and Hughey, K.F.D. (2013). Linking Tourism into Emergency Management Structures to Enhance Disaster Risk Reduction. *Tourism Management*, 36: 77-85. doi: 10.1016/j.tourman.2012.11.006
- Busapathumrong, P.P. (2013). Disaster Management: Vulnerability and Resilience in Disaster Recovery in Thailand. *Journal of Social Work in Disability & Rehabilitation*, 12(1-2): 67-83. doi: 10.1080/1536710X.2013.784176

- Chang-Richards, A.Y.; Seville, E.; Wilkinson, S. and Walker, B. (2013). Building Natural Disaster Response Capacity: Sound Workforce Strategies for Recovery and Reconstruction in APEC Economies. Tomado de: [https://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/handle/10092/10481/12651073\\_apec-natural-disasters-workforce-project.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/handle/10092/10481/12651073_apec-natural-disasters-workforce-project.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- EM-DAT The International Disaster Database (2019). <http://www.emdat.be/database>
- Garschagen, M. and Kraas, F. (2011). Urban Climate Change Adaptation in the Context of Transformation: Lessons from Vietnam. In: K. Otto-Zimmermann (Ed.), *Resilient Cities: Cities and Adaptation to Climate Change – Proceedings of the Global Forum 2010* (pp. 131-139). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Hashim, J.H. and Hashim, Z. (2015). Climate Change, Extreme Weather Events, and Human Health Implications in the Asia Pacific Region. *Asia Pacific Journal of Climate Change*, 28(2): 8-14. doi: 10.1177/1010539515599030
- Hay, J. and Mimura, N. (2006). Supporting Climate Change Vulnerability and Adaptation Assessments in the Asia-Pacific Region: An Example of Sustainability Science. *Sustainability Science, Springer Verlag*, 1(1): 23-35. doi: 10.1007/s11625-006-0011-8
- International Institute for Sustainable Development (IISD). (2015). *WC-DRR Adopts Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*. <http://climate-l.iisd.org/news/wcdr-adopts-sendai-framework-for-disaster-risk-reduction>
- International Panel on Climate Change (IPCC) (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B. et al. (eds)]. Cambridge UK and New York USA: Cambridge University Press.
- IPCC (2014a). *Climate Change 2014. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policy Makers*. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. WG AR5 Phase I Report Launch. Yokohama, Japan.
- IPCC (2014b). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Part B: Regional Aspects*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel

- on Climate Change [Barros, V.R. *et al.* (eds.)]. Cambridge, UK, and New York: Cambridge University Press.
- Ivanova, A.; Rangel, E.; Celaya, R. y Gámez, A. (2012). *Más allá del comercio: Cómo el mecanismo de Cooperación Económica Asia-Pacífico contribuye al desarrollo sustentable, la ciencia y la formación de recursos humanos*. México: Senado de la República Mexicana, Universidad Autónoma de Baja California Sur y Universidad de Colima.
- Ivanova, A. (2016). El cambio climático: Impactos, vulnerabilidad y adaptación. Caso Sudeste Asiático. *Portes, Revista mexicana de estudios sobre la Cuenca del Pacífico*, 10(19): 105-136, tercera época.
- Ivanova, A. y Cuevas, A.B. (2016). How Climate Action at Regional Level Contributes to the Objectives of the UNFCCC: The APEC Case. *Modern Economy*, 7(12): 1428-1443. doi: 10.4236/me.2016.712131
- Lebel, L. (2013). Local Knowledge and Adaptation to Climate Change in Natural Resource-Based Societies of the Asia-Pacific. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 18(7): 1057-1076. doi: 10.1007/s11027-012-9407-1
- Li, W.S. (2015). Experience of APEC in Disaster Management: Importance of BCP. In: T. Izumi and R. Shaw (Eds.), *Disaster Management and Private Sectors. Disaster Risk Reduction (Methods, Approaches and Practices)* (pp. 31-45). Tokyo: Springer. doi: 10.1007/978-4-431-55414-1\_3
- Neo, L. (2012). Governance Issues in Climate Change Adaptation in the Lower Mekong Basin: Perspectives from Practitioners. *Asian Journal of Environment and Disaster Risk Management*, 4(4): 397-424.
- Perera, S.; Babatunde, S.; Adeniyi, O. and Ginige, K. (2016). *Community Stakeholder Perspective on Construction Industry-Related Needs and Skills for Enhancing Disaster Resilience*. CIB World Building Congress, 30th May - 3rd June 2016. Tampere, Finland.
- Thomas, V.; Albert, J.R.G. and Hepburn, C. (2014). Contributors to the Frequency of Intense Climate Disasters in Asia-Pacific Countries. *Climatic Change*, 126(3-4): 381-398. doi: 10.1007/s10584-014-1232-y
- Xenarios, S.; Gafurov, A.; Schmidt-Vogt, D.; Sehring, J.; Manandhar, S.; Hergarten, C.; Shigaeva, J. and Foggin, M. (2019). Climate Change and Adaptation of Mountain Societies in Central Asia: Uncertainties, Knowledge Gaps, and Data Constraints. *Regional Environmental Change*, 19(5): 1339-1352.

# Riesgo estructural y gobernanza climática multinivel en la Cuenca del Pacífico

José Clemente Rueda Abad  
Rocío del Carmen Vargas Castilleja  
Liliana López Morales

## Introducción

La Cuenca del Pacífico es una región económicamente asimétrica en que se encuentran algunas de las economías más importantes del mundo, así como las pequeñas islas del Pacífico que, de acuerdo con la literatura científica y política, está llamada a ser una de las zonas más vulnerables al cambio climático. Esta cuenca es ciclogénica, por lo que incrementa el riesgo estructural y la vulnerabilidad social en condiciones de variabilidad climática natural, cuya tendencia habría de incrementarse en un contexto de cambio climático.

El objetivo de este capítulo no sólo es mostrar el riesgo estructural como una realidad que condiciona el presente, sino hacer énfasis en el proceso analítico de las respuestas nacionales ofertadas por los países de la zona a cuestiones como la productividad y el riesgo climático. Para ello se utilizan conceptos clave, como riesgo estructural, gobernanza climática multinivel y *habitus*, para

identificar los patrones de respuesta en el contexto climático que, como se muestra en la parte del análisis, se enfatiza que la presencia de China y Estados Unidos son los ejemplos claros de la asimetría y el riesgo estructural de las zonas que integran la Cuenca del Pacífico.

En ese entendido, la apuesta central de este trabajo es señalar que los procesos asimétricos actuales de la región no permiten identificar rasgos que supongan modificaciones sustantivas en el corto plazo, por lo que el mantenimiento de los mismos implica retos específicos para el desarrollo de los países de la región a los que se suman los escenarios del cambio climático.

## La ruta climática al punto de no retorno y el riesgo estructural en la Cuenca del Pacífico

A partir de octubre de 2018, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático ha puesto en circulación el mensaje más poderoso creado hasta el momento: el fin de los tiempos de la especie humana, vinculado a la elevación de la temperatura, está más cerca que nunca; a los habitantes del planeta les queda menos de tres lustros para hacer un cambio radical en sus prácticas y consumos culturales para, con ello, modificar las tendencias de la crisis civilizatoria en que se encuentra (IPCC, 2018).

Este discurso es poderoso porque en sus cinco reportes de evaluación han contado con la constante de que la elevación de la temperatura se confirma e incrementa, y señala que la evidencia de la interferencia humana pasó de ser una sospecha a confirmarse.

Regresando al *Reporte especial sobre la elevación de la temperatura*, un resumen de éste señala, entre otras cosas, que el cambio climático es una realidad y ya está afectando a las personas, los ecosistemas y los medios de subsistencia en el mundo; además, ratifica que el cambio climático ha sido causado por el hombre y que la elevación de la temperatura es de al menos 1 °C con respecto a la era preindustrial, que el planeta estará llegando aproximadamente en el año 2040 a 1.5 °C y a los 2 °C en 2060. Otro dato relevante es que todos los países del mundo se verán afectados,

aunque de manera asimétrica, y que los mayores impactos se presentarán en los países más pobres y vulnerables.

En lo que puede parecer una obviedad, pero hay que señalarlo, es que un escenario con 1.5 °C es mucho mejor porque se presentarían menos impactos adversos que con un escenario de 2 °C; lo mismo puede decirse con respecto a escenarios de 3 o 4 °C, ya que en el *Quinto reporte de evaluación* el IPCC (2014: 21) expresa que no encontraba evidencia para suponer que pudiera controlarse la temperatura en los 2 °C o menos. En el supuesto de un escenario de 1.5 °C, los más afectados serían las pequeñas islas, las megaciudades, las regiones costeras y las cadenas montañosas altas.

Según el IPCC, controlar el problema es físicamente posible, pero para lograrlo se requiere de una transformación sin precedentes en la próxima década. En ese sentido, el objetivo sería no sólo reducir las emisiones de una manera agresiva, sino alcanzar las emisiones cero netas para el año 2050, para ello se requieren de cambios significativos en la producción y uso de energía, infraestructura, transporte, producción de alimentos y dietas.

Es necesaria una combinación amplia de opciones para lograr este objetivo, tales como incrementar las fuentes de energía renovables (entre 50 y 75% debe provenir de estas fuentes a mediados del siglo), menos deforestación, mejor manejo de la tierra y agricultura sostenible, incluso se deben considerar opciones de carbono atmosférico y analizar opciones de geingeniería, así como de impulsar la eficiencia energética para que la demanda de energía se reduzca. Esto es, lograr este cambio requiere de una acción reforzada por el clima, que trascienda y se inspire en el Acuerdo de París. El mensaje clave del IPCC es que mientras más se reduzcan emisiones, en el menor tiempo posible, más opciones habrá para controlar la temperatura; de lo contrario, una vez llegado el umbral de los 2 °C, la civilización habrá llegado a un punto de no retorno.

Por el tipo de cambios que implicaría modificar el paradigma de crecimiento económico, basándose en la idea de la descarbonización económica y un conjunto de ajustes institucionales de escala global, es que Stiglitz (2019) ha dicho que el cambio climáti-

co puede ser considerado como nuestra tercera guerra mundial, lo cual se encuentra muy cercano a la tesis de la obra de Ulrich Beck (2016), quien sostiene que el mundo no se encuentra en un proceso de cambio o ajuste, sino en una transformación profunda y radical (metamorfosis) que permita a las sociedades humanas vivir aun en un contexto de clima más caliente.

Por otro lado, teniendo como telón de fondo el Reporte Especial del IPCC, el 24 junio de 2019 fue presentado el reporte del Comisionado de los Derechos Humanos de las Naciones Unidas, donde se sostiene la siguiente idea: "Considerando que los individuos [y los países] ricos podrían salvarse más fácilmente que los pobres de los impactos climáticos, porque pueden adquirir medios económicos para subsistir, entonces estaría por conformarse un *apartheid* climático" (Alston, 2019: 14).

Sin embargo, la idea del *apartheid* en el contexto climático debe ser matizada, ya que el sistema de segregación racial que privilegia a la minoría blanca y rica en Sudáfrica, no sólo se basa en prácticas y costumbres sino que es parte de un sistema institucionalizado y normativamente regulado, por lo se puede decir que dichas características no se encuentran presentes en el régimen climático actual y futuro, ya que existe la idea de que los países, de acuerdo a sus propias capacidades, harán sus tareas climáticas, también los países en desarrollo tienen derecho al financiamiento climático, que debe ser un mecanismo de cooperación nuevo, adicional y progresivo a la Agenda de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

Partiendo de lo antes mencionado, debe señalarse que el problema climático puede ser considerado como un tema de carácter estructural. De acuerdo con Mancini (2018: 35), este tipo de riesgos estructurales, están

asociados a la desigualdad de oportunidades entre las personas [o países] que pueden o no ser absorbidos por instituciones sociales; y riesgos que generan cierta inseguridad a lo largo del curso de vida, independientemente de la relativa desigualdad de origen o de la posición social de los individuos, donde el aseguramiento del riesgo está mayoritariamente asignado al mercado.

En otras palabras, la estructura genera un orden y mecanismo de gobernanza que es válido para un constructo social y, por tanto, es verdadero sólo en dicha delimitación sociopolítica y no en otra. En ese mismo sentido, el marco normativo, el diseño institucional y las políticas públicas están diseñadas para reproducir las condiciones estructurales del sistema, con lo cual se genera no sólo sentido político, sino control y mecanismos de participación que son legal y legítimamente reconocidos por los actores de la estructura.

## Asimetría, riesgo estructural y cambio climático en la Cuenca del Pacífico

Los países que integran esta cuenca tienen en común la ubicación geográfica, ya que se encuentran ubicados a ambos lados de la misma; algunos de los pequeños estados insulares potencialmente vulnerables a los impactos adversos del cambio climático están ubicados en la parte sur del Pacífico, donde incluso hay territorios que no son independientes y muestran los últimos ejemplos de los procesos coloniales de las potencias europeas y estadounidenses.

En lo que se refiere a la productividad y la balanza comercial de los países de la cuenca, es notoria la diferencia entre los que forman parte del Grupo de los 20 (G20) que están presentes en la región y que sin su presencia los balances intrarregionales serían completamente distintos. Dichos países son: Australia, Canadá, China, Corea del Sur, Estados Unidos (EEUU), Indonesia, Japón, México y Rusia; pero incluso entre estos países las cosas también son asimétricas, por lo que en este análisis se han creado datos que muestran a la región en general y la importancia de la economía china y estadounidense dentro de la cuenca y su impacto global.

Un aspecto determinante en el análisis del riesgo estructural y climático es que debe hacerse de manera segmentada, porque en un contexto global hay realidades y escenarios económicos de carácter asimétrico que hacen imposible un esquema comparativo a escala país, entre todos los países de la zona.

En primer instancia se dividieron los países de la cuenca de la siguiente manera: *Noreste Asiático* (Rusia, Japón, Corea

del Norte, Corea del Sur, China, Hong Kong, Macao, Taiwán); *Sureste Asiático* (Filipinas, Vietnam, Camboya, Tailandia, Malasia, Singapur, Brunéi, Indonesia y Timor Oriental); *Estados soberanos de Oceanía* (Australia, Palaos, Micronesia, Papúa Nueva Guinea, Islas Salomón, Nauru, Islas Marshall, Vanuatu, Nueva Zelanda, Tuvalu, Fiji, Kiribati, Tonga, Samoa, Niue e Islas Cook); *América del Norte* (Canadá, EEUU y México); *América Central* (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá) y *América del Sur* (Colombia, Ecuador, Perú y Chile).

A manera de ejemplo, en el año 2017 la economía china fue ubicada en la posición número uno del mundo, seguida por EEUU, ambos países están ubicados en la parte norte de la Cuenca del Pacífico. De acuerdo con la Agencia Central de Inteligencia de EEUU, en el año 2018 las exportaciones mundiales equivalieron a un monto total de 17 311 millones de dólares, de ese total mundial 51 % fue realizado por los países que conforman la cuenca; sin embargo, como se mencionaba, la cuestión al interior es todo menos equitativa, ya que los países del Noreste Asiático tuvieron 53% de lo realizado en la zona, seguido de América del Norte con 27% y el Sudeste Asiático con 14%. Por su parte los países de Oceanía, sólo tuvieron 3%, los de América del Sur 2% y los de América Central un 1% del total (CIA, 2018).

Las importaciones fueron de 16 866 millones de dólares, de los cuales 51% fue para los países de la cuenca; de ellos, 44% de las importaciones fueron de los países del Noreste Asiático, 37% de Norteamérica, 13% para los del Sureste Asiático y 3% para los de Oceanía; los países de América del Sur tuvieron 2% y los de América Central sólo 1% del total (CIA, 2018).

En lo que respecta al producto interno bruto (PIB), fue de 126 924 millones de dólares, lo que representó 56% del total mundial para los países de la cuenca. En el análisis regional de ese total, 51% fue para los países del Noreste Asiático, 33% para Norteamérica y 11% para el Sureste Asiático; por su parte, Oceanía y América del Sur cada uno 2%; mientras que el restante 1% fue para América Central.

La disparidad entre las zonas de la región obedece a la presencia de China y EEUU, ya que entre estas dos economías

concentran 43% de las exportaciones, 47% de las importaciones y 60% del PIB. A escala planetaria, las exportaciones de China fueron de 13% y para EEUU de 9% mundial. En las importaciones, la proporción fue 10% para China y 14% para EEUU. Finalmente, con respecto al PIB, 18% fue para China y 15% para EEUU.

Considerando que el mundo vive en economías altamente dependientes de las energías convencionales, esta región no es la excepción; es importante señalar que de todos los países de la cuenca 22 de ellos cuentan con petróleo y gas natural. De igual manera es importante destacar que, en la zona de Oceanía, solamente hay tres naciones que cuentan con dichos recursos (Nueva Zelanda, Australia y Papúa Nueva Guinea).

De acuerdo con la misma fuente, en el año 2017, la producción de petróleo por día fue de 80 555 193 barriles, de los cuales 42% fue producido por los países de la cuenca. En lo que respecta al consumo mundial de petróleo fue de 85 359 752 barriles por día, la cuenca demandó a los mercados 59% del total mundial. Como ya se ha mencionado, no todos los países cuentan con este tipo de recursos, por lo que únicamente fueron responsables de 25% de las exportaciones de petróleo, que fueron de 45 022 683 barriles por día; pero importaron 55% de esta fuente de energía, del que se puede puntualizar que las importaciones mundiales fueron de 45 513 309 barriles por día.

Las reservas mundiales comprobadas de petróleo equivalen a 1 653 407 533 184 barriles, de la cuenca sólo se asegura la existencia de 21% del total mundial.

La producción de petróleo en el año de referencia fue de 44% para el Noreste Asiático, 7% para el Sureste Asiático, 1% para Oceanía, 44% para Norteamérica y 4% para los países de América del Sur. En lo que se refiere al consumo de petróleo por zona, se tiene que el 39% se concentró en la región del Noreste de Asia, 9% en el Sureste de Asia, 2% Oceanía, 47% América del Norte, 1% América central y el restante 2% América del Sur.

Las exportaciones de petróleo mantuvieron la tendencia asimétrica dentro de la región, ya que 46% fueron realizadas por los países del Noreste de Asia, 35% por América del Norte, 9% para el Sureste Asiático, 6% para América del Sur y para Oceanía

y América Central 2% cada uno. En lo referente a las importaciones, 52% de ellas correspondieron al Noreste de Asia, 10% para los países del Sureste de ese mismo continente, 2% para Oceanía, 35% para América del Norte y el restante 1% para América del Sur. Con relación a las reservas de esta fuente de energía convencional dentro de las zonas de la cuenca, el Noreste de Asia tenía 31% y el Sureste 4%; por su parte, América del Norte tenía 61% (el doble del Noreste de Asia) y América del Sur únicamente 3%.

Desagregando la información de China y EEUU se tiene que estas dos economías concentran 38% de la producción de petróleo en la cuenca y consumen 57% del total del petróleo en la región; sus exportaciones no son relevantes porque su producción no la enfocan a la venta al exterior, sino que, por el contrario, importan 56% del petróleo que se demanda en la zona y sus reservas petroleras sólo equivalen a 18% de la existencia de petróleo de la región.

De acuerdo con datos del Banco Mundial (1980), las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial fueron de 13 822 250.5 Gt y, de ellas, la Cuenca del Pacífico generó 8 587 362.11 Gt que representaron 62% de las emisiones generadas en el planeta. Para el año 2014 fueron 33 785 974.2 Gt, mientras que las producidas en la cuenca fueron de 22 177 044.1 Gt, representando 66% mundial.

En el análisis por zonas dentro de la cuenca, se tiene que en 1980 el Noreste de Asia emitió 2 549 632.09 Gt (30%), el Sureste Asiático 255 340.5 Gt (3%), Oceanía 223 987.63 Gt (3%); América del Norte 5 434 897.36 Gt (63%), América del Sur 107 186.4 Gt (1%); para el año 2014 la relación fue para el Noreste de Asia de 13 839 005 Gt (63%), el Sureste de Asia duplicó su participación en la emisión de gases al contabilizar 1 368 410.68 Gt (6%). Por su parte Oceanía, aunque aumentó sus emisiones a 370 058.91 Gt, su participación representó sólo 2%; América del Norte bajó a 28% con 627 1743.43 Gt; América del Sur se mantuvo en 1% con 272 318.73 Gt y América central emitió 55 507.36 Gt.

En 1980 las emisiones de China y EEUU representaron 72% y en 2014 fue de 70%; mientras que los rangos las emisiones mundiales estuvieron para 1980 en 45% y en 2014 con 46%. De manera desagregada, en 1980 de las emisiones eran de 11% para el país

asiático y 34% para EEUU y en 2014 la relación se invirtió a 30% de las emisiones para China y 16% para el país norteamericano.

Es importante mencionar que la Cuenca del Pacífico es una zona ciclogénica que impacta a los países de ambos extremos de esta, sobre todo en la región intertropical. En la parte norte de Asia (en la Cuenca del Pacífico noroccidental) a los fenómenos hidrometeorológicos extremos se les denomina tifones, mientras que en la parte oriental a esos mismos fenómenos se les denominan huracanes. Más allá de la denominación, lo cierto es que año con año este tipo de eventos se presentan en ambas partes de la cuenca, y en el contexto de cambio climático el supuesto es que estos habrán de incrementarse en frecuencia e intensidad, provocando que las condiciones estructurales de desarrollo social y crecimiento económico se vean mermadas porque incrementarán su vulnerabilidad social.

Prueba de lo anterior es la publicación del *Índice de riesgo climático 2018*, donde se señala que, en el periodo 1996-2017, 9 de los 20 países más impactados por eventos de carácter climático forman parte de esta cuenca: Honduras, Nicaragua, Filipinas, Vietnam, Tailandia, Guatemala, Fiji, Camboya y El Salvador. Por su parte, los países que en el mismo periodo han registrado asociados a este tipo de eventos de 100 a 174 muertes por año por cada 100 mil habitantes son China, Nueva Zelanda, Malasia, Japón, Chile, Canadá, Brunei, Timor oriental, *Singapur*, *Palaos*, *Tuvalu*, *Islas Marshall* y *Kiribati* (los países en cursivas son los que presentan el mayor número de muertes, cada uno con un promedio anual de 174 por año). En el periodo reportado han muerto 1 901 personas en promedio por año en estos países (Eckstein *et al.*, 2018).

En este periodo de 20 años, las pérdidas económicas promedio son de 108 398 664 millones de dólares (mdd) y los países mayormente afectados son EEUU (40 300 087 mdd), China (36 054 958 mdd), Tailandia (7 696 587 mdd), México (2 957 022 mdd), Filipinas (2 893 041 mdd), Japón (2 525 021 mdd), Australia (2 234 059 mdd), Rusia (2 051 364 mdd); Vietnam (2 029 799 mdd), Indonesia (1 925 018 mdd), Canadá (1 670 941 mdd) y Corea del Sur (1 097 283 mdd).

Revisado por zonas dentro de la región se tiene que el Noreste Asiático ha tenido en promedio 367 muertos por cada 100 mil habitantes en el periodo (lo que representa un 12%), el Sureste de Asia 880 (28%), Oceanía 1 077 (34%), América del Norte 312 (10%), América Central 204 (7%) y América del Sur 283 (9%). Por lo que se refiere al promedio de pérdidas en mdd, el Noreste de Asia contabilizó 42 702 731 mdd (39%), el Sureste de Asia 15 059 727 mdd (14%), Oceanía 2 755 704 mdd (3%), América del Norte 44 928 248 mdd (42%), América Central 1 566 509 mdd (1%) y América del Sur 1 385 745 mdd (1%).

Las pérdidas económicas referidas de China y EEUU suman en total 70% de las pérdidas en la región (33 y 37%, respectivamente), por lo que el resto de las pérdidas (30%) son distribuidas entre los países que forman la cuenca. De lo que ha documentado el *Índice de riesgo climático 2018*, se puede concluir que la dimensión asimétrica estructural en la región es determinante, ya que los países más afectados no necesariamente son los más ricos; las pérdidas económicas no se traducen necesariamente a tener un mayor riesgo, sino que es la combinación de crecimiento económico y exposición a eventos de carácter climático los que colocan a los países en una mayor o menor vulnerabilidad.

En otras palabras, el que un país tenga mayores recursos económicos le permite minimizar las pérdidas humanas, aunque sus afectaciones económicas sean mayores y, en el anverso de la moneda, se encuentran los países menos desarrollados que evidentemente cuentan con infraestructuras más frágiles y menos costosas, por lo que las pérdidas económicas son comparativamente menores. Sin embargo, su mismo crecimiento económico provoca que sus mecanismos de prevención de riesgo de desastres sean menos desarrollados y ello provoca mayores pérdidas humanas.

Por otro lado, en el contexto de los reportes de *Evaluación del Panel intergubernamental de cambio climático* de la ONU, se sabe que los países de la cuenca también han tenido representación en la confirmación del problema climático (cuarto y quinto reportes). En el cuarto reporte participaron como autores y revisores 1 682 personas que radican en países de la cuenca, de 3 451 participantes (esto es 49% del total); en el quinto reporte, el número de parti-

participantes se incrementó tanto de los países de la cuenca como del número total a nivel mundial que fue de 5 370 de personas y 2 713 de la cuenca (51% del total) (Rueda, 2019: tabla 21).

Si se revisa por zonas de la cuenca, en el cuarto reporte 303 (18%) fueron del Noreste de Asia; 38 (2%) del Sureste Asiático; 259 (16%) de la zona de Oceanía; 1 056 (63%) de la zona de Norteamérica; 21 (1%) de América del Sur y 5 personas de Centroamérica. En lo que respecta a números netos, en el quinto reporte del IPCC todas las zonas de la cuenca incrementaron su representación, ya que 554 (20%) personas fueron del Noreste Asiático; 44 del Sureste Asiático, que aunque incrementó su número de participantes su porcentaje se mantuvo en 2%; situación similar se presentó con América del Sur que aumentó su participación a 35 personas pero su porcentaje se mantuvo en 1%; caso contrario en Oceanía que aunque aumentó su número de participantes a 310 el porcentual bajó a 11%; América del Norte con 1 757 (65%) y finalmente América Central que aumentó su participación a 13 personas.

No obstante, la participación de expertos en el proceso de creación de los reportes del IPCC muestra la misma tendencia asimétrica, ya que sólo cinco países de la cuenca son los que tienen una representación mayoritaria. En el cuarto reporte, por el Noreste Asiático, China tuvo a 102 personas y Japón a 158; en la zona de Oceanía, Australia tuvo a 168 personas; por la región de Norteamérica, Canadá tuvo a 210 y Estados Unidos a 820 personas. En términos globales, estos cinco países tuvieron 87% de la representación total de la cuenca en la elaboración y revisión del reporte presentado en el año 2007. La tendencia asimétrica se mantuvo en el quinto reporte, ya que China tuvo a 230 personas, Japón a 255 personas, Australia incrementó su representación a 215, Canadá a 205 expertos y Estados Unidos a 1 512 personas. En términos globales, la suma de estos cinco países representó 89% de los participantes de la Cuenca del Pacífico.

Esta situación asimétrica (estructural) se refleja también en la minoritaria participación en la negociación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, ya que del total de países participantes (134), el Grupo de los 77 más China (G77+China) están en esta región; de los 48 países del de-

nominado grupo Países Menos Desarrollados, seis se encuentran en la cuenca; 16 de los 40 que integran el Grupo de Pequeñas Islas que son Países en Desarrollo; sólo hay dos de los cinco integrantes del Grupo de Integridad Ambiental (Corea del Sur y México), que además sólo participan en dicho grupo; seis de los nueve miembros del Grupo *Umbrella* (Australia, Canadá, EEUU, Japón, Nueva Zelanda y Rusia) únicamente participan en este grupo (CMNUCC, 2018).

Los países de la cuenca que participan en el G77 + China son Brunei, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Filipinas, Guatemala, Honduras, Indonesia, Malasia, Nicaragua, Panamá, Perú, Tailandia y Vietnam. Los países que participan en el Grupo de Pequeñas Islas que son Países en Desarrollo son Islas Cook, Niue, Palaos y Tuvalu (este último también participa en el grupo de los Países Menos Desarrollados). Camboya también participa en dos grupos oficiales: el G77 + China y en el de los Países Menos Desarrollados. Por su parte, Fiji, Islas Marshall, Micronesia, Nauru, Papúa Nueva Guinea, Samoa, Singapur y Tonga participan en dos grupos en la CMNUCC: el G77 + China y en el de Pequeñas Islas que son Países en Desarrollo. Finalmente, Timor Oriental, Islas Solomon, Kiribati y Vanuatu son parte del G77 + China, del grupo de los Países Menos Desarrollados y del grupo de las Pequeñas Islas que son Países en Desarrollo.

La conformación de los grupos es relevante porque en el proceso del Acuerdo de París, que entrará en instrumentación mundial el próximo año, sólo Rusia no lo ha ratificado (hasta este momento), pero es probable que lo haga antes de que finalice el año 2019. Por su parte, EEUU, con la presidencia de Donald Trump ha anunciado su salida del instrumento. Es relevante mencionar que en el proceso de la conferencia de la Parte 21, 27 estados que forman parte de la cuenca participaron activamente en la denominada Coalición por la Gran Ambición, que fue el grupo de negociación informal que facilitó las negociaciones para modificar el régimen climático internacional. Entre los países promotores de dicha iniciativa y que forman parte de la región se encuentran: Camboya, Colombia, EEUU, Islas Marshall, Islas Solomon, Kiribati, México, Timor Oriental, Tuvalu y Vanuatu.

Parte de lo que se ha firmado en el Acuerdo de París es la descarbonización económica del planeta, que puede considerarse como una estrategia que permitirá que el planeta logre controlar la temperatura en los 2° C o menos, y que se compone de tres elementos: transición energética, eficiencia energética y proyectos de geoingeniería (CMNUCC, 2015). En este caso nos centraremos a revisar la cuestión de la energía solar y eólica.

De acuerdo con los datos estadísticos de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, 2018), la capacidad total instalada de energía solar en 2008 a nivel mundial fue de 15 160 MW, de los cuales 4 445 MW (29%) proviene de los países de la cuenca. En el contexto de las zonas que conforman la región en ese año, el Noreste de Asia generó 59%, el Sureste de Asia 1%, Oceanía 2%, América del Norte 38% y aunque Centroamérica y Sudamérica tienen capacidad instalada entre las dos zonas, sólo alcanzaban los 20 MW. En ese año, la capacidad instalada entre EEUU (1 618 MW) y China (113 MW) representaba 39% de toda la cuenca. A escala mundial, la capacidad de energía solar de China era de solamente de 1% y EEUU tenía 11%.

En el año 2017, la situación en esta área se ha tornado completamente diferente: la capacidad mundial instalada aumentó a 390 622 MW y de ella la cuenca es responsable de 246 978 MW (63% del total mundial). La situación al interior de la cuenca muestra los siguientes porcentajes: Noreste de Asia 186 789 MW (75%), el Sureste de Asia 4 145 MW (2%), Oceanía 6 513 MW (3%), América del Norte 46 397 MW (19%) y América del Sur 2 309 MW (1%). Nuevamente la asimetría está presente, ya que en este año la suma de China (130 646 MW) y de Estados Unidos (42 889 MW) representaron 71% de la capacidad instalada en toda la cuenca. A escala planetaria, la capacidad solar instalada de China representó 33% del total mundial y la de Estados Unidos 11%.

En el caso de la energía eólica se tiene que, en 2008, la capacidad mundial instalada fue de 114 799 MW y en la cuenca de 39 720 MW (35% del total mundial). En el interior de las zonas de la cuenca, la capacidad fue del orden siguiente: el Noreste Asiático 10 708 MW (27%), Oceanía 1 776 MW (5%), Norteamérica 27 088 MW (67.5%), América Central 70 MW (0.20%), América del Sur 43

MW (0.15%) y el Sureste de Asia 35 MW (0.15%). La capacidad instalada de China es 8 388 MW y de EEUU 24 651 MW, representando 83% de la capacidad de toda la cuenca. A escala mundial la capacidad de energía eólica fue de 7% para China y 22% para EEUU.

Para el año 2017, la situación se modificó drásticamente, ya que la capacidad mundial instalada fue de 513 941 MW; de esta cifra, la cuenca fue responsable de 55% (282 382 MW). En la distribución porcentual entre las zonas, la situación refleja claramente la modificación antes mencionada, ya que el Noreste de Asia tuvo 169 161 MW (59%), Norteamérica 103 862 MW (37%), Oceanía 5 260 MW (2%), América del Sur 1 702 MW (1%) y América Central 1 135 MW (1%); en tanto que el Sureste de Asia sólo tuvo 1 262 MW. La capacidad instalada de China (164 061 MW) y la de EEUU (87 544 MW) representaron en conjunto el 89% del total de la cuenca, pero a nivel mundial esa capacidad representa para China 32% y para EEUU 17%. En otras palabras, entre estos dos países tienen casi la mitad de la capacidad mundial instalada.

Una de las maneras para revertir el desequilibrio asimétrico, no sólo en el contexto climático sino de carácter estructural, podría ser con el acceso a los mecanismos de financiamiento que, en el régimen climático internacional, están garantizados en el artículo 11 del Protocolo de Kioto (CMNUCC, 1998) y en el artículo 9 del Acuerdo de París (CMNUCC, 2015).

De acuerdo con los datos del European Bank for Reconstruction and Development (2017), en el periodo 2015-2017, la Banca Multilateral para el Desarrollo apoyó proyectos vinculados al cambio climático con un total de 83 847mdd, de los cuales los países de la cuenca obtuvieron 20 337mdd (24% del total mundial). En el esquema de porcentajes dentro de las zonas se tiene que el Sureste Asiático recibió 6 671 mmd (33%), el Noreste de Asia 5 801 mmd (28%), América del Sur 3 948 mmd (19%), América del Norte 1 818 mmd (9%), Centroamérica 1 582 mmd (8%) y Oceanía 517 mmd (3%).

En este caso, como en el de los impactos económicos por eventos climáticos, conocer la información por país es un hecho importante, porque revela que las condiciones de asimetría se mantienen incluso en este indicador. En ese entendido, se han

colocado los países de mayor a menor: China (5 745 mmd), Vietnam (2 458 mmd), Indonesia (2 124 mmd), Colombia (1 083 mmd), México (1 818 mmd), Filipinas (1 461 mmd), Ecuador (934 mmd), Perú (700 mmd), Nicaragua (491 mmd), Panamá (488 mmd), Chile (480 mmd), Tailandia (396 mmd), Honduras (343 mmd), Camboya (218 mmd), Costa Rica (206 mmd), Papua Nueva Guinea (170 mmd), Fiji (98 mmd), Vanuatu (91 mmd), Rusia (56 mmd), Islas Solomon (45 mmd), El Salvador (29 mmd), Samoa (25 mmd), Guatemala (25 mmd), Tonga (24 mmd), Islas Marshall (23 mmd), Islas Cook (16 mmd), Timor Oriental (14 mmd), Kiribati (11 mmd), Tuvalu (11 mmd) y Nauru (3 mmd).

De este grupo de países que han accedido a recursos de la banca multilateral, los que pertenecen al G20 han accedido a 48% de los recursos totales. Los recursos obtenidos por China dentro de toda la cuenca representan 28%, México 9%, Indonesia 11% y el resto de los países que la integran (26) el remanente 52%. Lo cual se traduce al hecho de que los países más pobres y vulnerables no están siendo considerados a través de este tipo de esquemas financieros para modificar la tendencia asimétrica que revisada en este documento.

## Conclusiones

Desde octubre de 2018, el mundo se encuentra inmerso en la narrativa del cambio radical de prácticas y consumos culturales que provocan alteración climática (básicamente con el consumo y demanda de energías fósiles). La tesis que domina el mundo social a escala planetaria es que el tiempo está por agotarse y que, en caso de no lograr los cambios que la ciencia recomienda, se habrán llegado a un punto de no retorno, donde solamente habrá que esperar a que la alteración del sistema climático incremente los riesgos e impactos adversos en todas las latitudes del planeta.

Autores como Ulrich Beck (2016) sostienen que el mundo no se encuentra en un proceso de cambio sino de transformación profunda, por lo que puede suponerse que se está en una metamorfosis, pero que necesariamente debemos dejar de pensar y actuar como hasta la fecha.

Sin embargo, como se ha revisado, por más que las tendencias hacia el cambio sean decididas desde el año 2015 con la creación, firma, ratificación y entrada en vigor (año 2016) del Acuerdo de París, aun así existen procesos asimétricos de carácter estructural que permanecen y tienden a mantenerse como elementos y mecanismos que garantizan la gobernanza multinivel en zonas como la Cuenca del Pacífico y que hacen prevalecer el *estatus quo* imperante con el que el mundo ha entrado al combate climático.

Con el Protocolo de Kioto se entiende que hay un reconocimiento y al mismo tiempo se legalizan las asimetrías entre los países que forman parte del régimen climático internacional. Con el Acuerdo de París esta misma situación se encuentra presente, pero bajo la figura de las capacidades nacionales de cada una de las partes para hacer frente a sus responsabilidades climáticas.

En el caso de la Cuenca del Pacífico, es importante destacar que los procesos asimétricos son claros, ya que existen países con economías del primer mundo y la mayoría se encuentran en procesos de desarrollo, pero es claro que países dentro de la misma cuenca (Oceanía) y que son pequeñas islas en desarrollo, no cuentan con los mecanismos que les permitan competir en los mercados internacionales, ya que sus consumos energéticos los hacen vulnerables al no contar con recursos económicos para crecer a estándares de carácter internacional.

Por si fuera insuficiente, China y Estados Unidos comandan la región y hacen patente los desequilibrios estructurales entre los países de la cuenca; según los datos, no existe evidencia de que dicha situación se pueda modificar (ni siquiera pensar en que se revierta), por lo que las pequeñas islas del Pacífico incrementarán su riesgo climático. En el mismo tenor se encuentra la región de Centroamérica, que por su ubicación geográfica tiene la posibilidad de ser impactada por eventos hidrometeorológicos por ambos lados de su geografía, haciéndola potencialmente vulnerable en el presente y en el futuro.

Como colofón, para cambiar las asimetrías estructurales se requieren, más que sólo la existencia de decisiones de carácter multilateral, los recursos económicos que realmente ayuden a mejorar la situación en la que viven las sociedades de la cuenca; sin

embargo, el mismo grado de desarrollo hace que los acreedores no los vean como sujetos de crédito. ¿Cuánto más podrán aguantar el riesgo climático y estructural las pequeñas islas del Pacífico y Centroamérica? De acuerdo con la doxa dominante, no más allá del año 2060, cuando la temperatura rebasa los 2° C y entonces se abra una espiral global hacia la incertidumbre. Mientras tanto, China se apodera del mundo y Estados Unidos no deja de competir, aunque ambos usen energías sucias para seguir creciendo a costa de la integridad de los países más pobres y vulnerables.

## Referencias

- Alston, P. (2019). *Climate Change and Poverty*. Report of the Special Rapporteur on Extreme Poverty and Human Rights, A/HRC/41/39, Human Rights Council Forty-first Session, 24 June-12 July 2019. <https://www.ohchr.org/EN/NewsEvents/Pages/DisplayNews.aspx?NewsID=24735&LangID=E>
- Banco Mundial (2019). *Indicadores del desarrollo mundial. Emisiones de CO<sub>2</sub> (toneladas métricas per cápita)*. Tennessee, Estados Unidos: Centro de Análisis de Información sobre Dióxido de Carbono, División de Ciencias Ambientales del Laboratorio Nacional de Oak Ridge. <https://datos.bancomundial.org/tema/cambio-climatico>
- Beck, U. (2016). *The Metamorphosis of the World*. Cambridge, United Kingdom: Polity Press.
- Central Intelligence Agency (CIA) (2018). *The World Factbook*. Tomado de: <https://www.indexmundi.com>
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (1998). *Protocolo de Kyoto*. Bonn, Alemania: Naciones Unidas. Tomado de: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (2015). *FCCC/CP/2015/L.9 Aprobación del Acuerdo de Paris*. Bonn, Alemania: Naciones Unidas. Tomado de: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/109s.pdf>
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (2018). *Party Groupings*. Tomado de: <https://unfccc>.

- int/process-and-meetings/parties-non-party-stakeholders/parties/party-groupings
- European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) (2017). *Joint Report on Multilateral Development Banks' Climate Finance*. London, UK: European Bank for Reconstruction and Development. Tomado de: [www.ebrd.com/2017-joint-report-on-mdbs-climate-finance](http://www.ebrd.com/2017-joint-report-on-mdbs-climate-finance)
- Eckstein, D.; Künzel, V. and Schäfer, L. (2018). *Who Suffers Most from Extreme Weather Events? Weather-Related Loss Events in 2016 and 1997 to 2016*. Global Climate Risk Index. Tomado de: <https://german-watch.org/en/download/20432.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014). Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. En: R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.), *Cambio climático 2014: Informe de síntesis*. Ginebra, Suiza: IPCC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2018). Summary for Policymakers. In: V. Masson-Delmotte *et al.* (eds.), *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C Above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization.
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2018). *Renewable Capacity Statistics 2018*. Abu Dhabi, UAE: IRENA.
- Mancini, F. (2018). El riesgo en la sociología contemporánea. En: I. Rubio Carriquirriborde (Coord.), *Sociología del riesgo. Marcos y aplicaciones* (pp. 17-48). México: UNAM-FCPyS/DGAPA.
- Rueda Abad, J.C. (2019). *De París a Katowice. Geopolítica climática y gobernanza multinivel de la descarbonización económica: el caso de la transición energética*. México: UNAM-PINCC.
- Stiglitz, J. (2019). The Climate Crisis is Our Third World War. It Needs a Bold Response. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2019/jun/04/climate-change-world-war-iii-green-new-deal>

# Percepción del riesgo en ambientes costeros del Pacífico tropical: Playas de Manzanillo, Colima, México

Omar Darío Cervantes Rosas  
Aramis Olivos Ortiz

## Introducción

Las playas son una unidad morfológica definida como la franja de material no consolidado presente en la interface océano-continente, cuyos depósitos sedimentarios están compuestos por arenas de grano fino a medio, cuya composición y color varían según el origen de sedimentos (INVEMAR, 2010). Son estructuras que se encuentran bajo la influencia del continente, océano y atmósfera, por lo que son consideradas de alta fragilidad ambiental; en consecuencia, características como su anchura, pendiente y estabilidad, entre otras, dependen de la dinámica de la marea y de la energía del oleaje (Zielinski y Botero, 2012).

Son áreas que poseen alto potencial para la recreación, tanto para el turismo local como extranjero, ya que sus zonas de baño representan valiosos recursos nacionales que requieren un manejo especial, producto del número de usos a que son sometidas (Micallef y Williams, 2009); también ofrecen diferentes servicios

ambientales, entre los que destacan la protección contra eventos de tormenta, así como sitios para la protección, anidación, alimentación y reproducción de distintas especies costeras de mamíferos y aves, por lo que es necesario regular la explotación de su arena, minerales o materiales pétreos (Enríquez Hernández, 2003).

A nivel internacional se reconoce que una zona costera con playa contribuye de manera importante al desarrollo del potencial económico de una región, por lo que la incidencia de las diversas actividades humanas que en ella se realizan, y debido a la tendencia mundial del crecimiento demográfico cerca de la zona costera, se han convertido en un escenario prioritario para muchos países. En este caso, el de los servicios y actividades turísticas que en México se han convertido en la segunda actividad que genera el mayor número de empleos a nivel nacional y regional (Jiménez, 2005).

Por su potencial turístico, la certificación de playas —como sinónimo de un ambiente de seguridad y calidad— es una estrategia ante los nuevos retos que el mercado plantea, ya que cada vez aparecen nuevos destinos emergentes con los cuales competir, se introducen en el mercado turístico vertiginosamente apoyados por precios bajos, por los cambios constantes de la demanda turística y por la evolución de sus gustos hacia niveles más altos de calidad. Estos son sólo algunos de los factores que han llevado al sector turístico a plantearse un cambio de estrategia y adoptar iniciativas que permitan avanzar en la mejora de la calidad de sus productos y servicios “como factor competitivo y signo diferenciador en los mercados nacionales e internacionales” (ICTE, 2007: 3).

En la actualidad, un factor determinante que influye en la decisión de los usuarios al momento de elegir un destino turístico es el riesgo al que puedan estar expuestos, lo que resulta lógico si se considera éste, según Zielinski y Botero (2012), como la probabilidad de que un fenómeno dañe la salud o cause efectos adversos en las personas. Para ello debemos considerar que toda actividad social se realiza bajo la percepción que se tiene de un territorio; por tanto, elegir una zona para realizar alguna actividad depende del tipo de sociedad, la clase social y el origen cultural, además de que biológicamente es el resultado de una estimulación de los órganos del sistema nervioso, dando como resultado sensaciones

que no todas las personas perciben de la misma manera, pues se involucra una visión del mundo temporal en donde participan aspectos individuales y sociales (Durand, 2008).

Desde ese punto de vista, el objetivo de esta investigación es explorar la percepción del riesgo en playas de Manzanillo, Colima, revelando la opinión y actitudes de los usuarios como un insumo para la conformación de estrategias para la gestión del riesgo y de recreación, segura en estos espacios arenosos de importancia socioeconómica.

## Área de estudio

Se estudiaron cuatro playas turísticas: Playa de Oro, Santiago, La Audiencia y San Pedrito; ubicadas en las bahías de Manzanillo y Santiago, localizadas al oeste del estado de Colima, en el litoral del Pacífico central mexicano, entre los  $19^{\circ} 01'$  y  $19^{\circ} 7'$  latitud norte y  $104^{\circ} 18'$  y  $104^{\circ} 26'$  longitud oeste. Estas playas con distinta longitud, amplias y arenosas, responden a la fisiografía de la costa, siendo limitadas en el extremo norte por Punta Juluapan y al Sur por Punta Ventanas (figura 1).

Figura 1

Localización del área de estudio



Fuente: Google Earth (2019).

El uso de los espacios es preferencialmente turístico, aunque con distinto grado de equipamiento y desarrollo urbano en su zona aledaña, con una serie de características que se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1

Características de las playas sobre las cuales se realizó la investigación

Playa	Descripción
Playa de Oro	Con una longitud de 1 200 m, de pendiente ligera a moderada y oleaje entre moderado y fuerte en algunos periodos del año, presenta corrientes de retorno de manera temporal, arena media a gruesa y de color ligeramente café y gris. Esta zona de la playa recibe aportes del arroyo Santiago en épocas de lluvia. Las principales actividades que se realizan son baños de sol, natación, caminatas y surf.
Santiago	Con extensión de 800 m es la más importante desde el punto de vista turístico y se divide en tres zonas o playas de interés debido a la presencia de un macizo rocoso. La pendiente de la playa es suave, con arena fina de color ligeramente café, presenta olas menores a 1 m. Las principales actividades que se realizan son baños de sol, caminatas, natación, pesca y <i>jet ski</i> .
La Audiencia	Es un espacio arenoso con 300 m de largo y una pendiente moderada frente al centro de la misma, donde el tamaño del grano de arena va de medio a grueso, con oleaje ligero, no presenta corrientes de retorno, los extremos de la playa muestran arena fina a media y de color café dorado con fondo negro. Las principales actividades que se llevan a cabo son baños de sol, caminatas, prácticas de voleibol playero, natación, buceo libre (snorkel) y paseos en <i>banana</i> por la bahía.
San Pedrito	Es una playa de bolsillo con una extensión de 450 m, con pendiente suave, arena fina de color café dorado. No presenta oleaje ni corriente de retorno, las principales actividades que se realizan son baños de sol, caminatas, fútbol playero, natación y pesca.

Fuente: Elaboración propia.

## Percepción de los usuarios

El revelar la percepción de los riesgos en las playas (cuadro 2) mediante la opinión y actitud de los usuarios, constituye un insumo esencial para la planificación y como diagnóstico útil para los de-

sarrolladores urbanos, turísticos y gestores costeros (Roig-Munar, 2000; Pereira *et al.*, 2003).

Cuadro 2

Tipos de riesgos reales identificados en las distintas playas

Riesgos	Descripción
Sanitarios	Existe el riesgo potencial de contraer infecciones o enfermedades debido a la contaminación del agua e infecciones auditivas, a los ojos o afecciones a la piel
Quemaduras a la piel	Daños en la dermis por exposición prolongada al UV de los rayos solares
Riesgos de calambres y contracturas	Se producen al bañarse al poco tiempo de haber ingerido alimentos
Riesgos de inmersión	En niños, el ahogamiento puede producirse en profundidades menores (centímetros). En jóvenes y adultos, los accidentes se producen en general por conductas <i>temerarias</i> o actividades en el agua bajo la influencia del alcohol. Ahogo por no respetar zonas no aptas para el baño
Corrientes de resaca o corriente de retorno (CR)	Es una corriente fuerte de agua que fluye desde la costa hacia mar abierto, lo que provoca gran cantidad de muertes humanas, son producidas por variaciones en las alturas de las olas en los rompientes sobre la playa.

Fuente: Lizano (2009; 2012).

Por su parte, Cervantes (2008) y Espejel *et al.* (2007) reportan que la percepción socioambiental de los usuarios, definida a partir de la opinión y actitud, permite revelar sus preferencias y los elementos que componen el imaginario que sobre la playa (incluidos los riesgos) se han construido, siendo esta información (la percepción) una herramienta para la gestión y manejo de las playas y riesgos, replicable en otros espacios costeros nacionales e internacionales. Así, este documento se centra en la identificación de los riesgos por parte de los usuarios y visitantes de la playa que se clasifican como *Riesgos percibidos* en cuatro playas: San Pedrito, La Audiencia, Santiago y Playa de Oro.

## Metodología

Primero, se realizaron recorridos prospectivos en las cuatro playas de estudio para identificar los riesgos; segundo, se aplicaron encuestas diseñadas de acuerdo con los criterios propuestos por Cervantes (2008) a los usuarios y prestadores de servicios en las playas.

### *Encuestas*

La herramienta de investigación social consistió en un cuestionario de siete preguntas: cinco de opción múltiple y dos abiertas para identificar los riesgos reales (prestadores de servicios) y riesgos percibidos (usuarios) durante la época vacacional de invierno y primavera; asimismo, un grupo de estímulos (preguntas) que describen el perfil del usuario.

La implementación de la encuesta considera una tabla para que el usuario seleccione un valor cuantitativo a los riesgos percibidos, de manera que fue posible llevar a cabo una ponderación: 1. Poca importancia, 2. Importancia intermedia y 3. Mayor importancia. La campaña de aplicación de las encuestas se realizó en temporadas vacacionales de invierno (noviembre y enero) de 2013 y Semana Santa (abril) de 2014, época de mayor afluencia.

## Resultados

### *Aplicación de encuestas*

Se obtuvieron 480 encuestas para usuarios y prestadores de servicios como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3

Fechas y número de encuestas obtenidas  
en las distintas temporadas de muestreo

Playas	Encuestas	Periodo	Fecha
San Pedrito, La Audiencia, Santiago y Playa de Oro	240	Invierno	Noviembre 2013 a enero 2014
	240	Primavera	Abril 2014

Fuente: Elaboración propia.

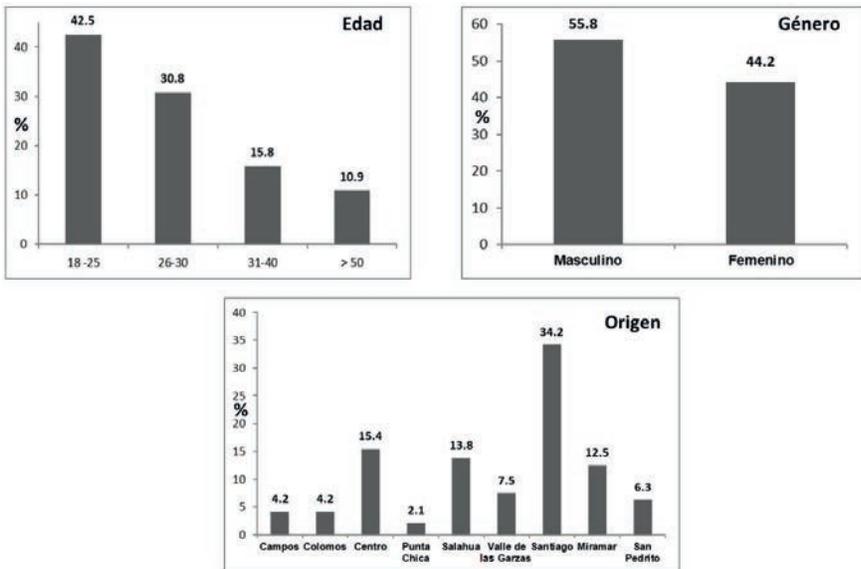
## Perfil del usuario

### *Temporada de invierno*

La mayoría de las personas que fueron encuestadas se encuentran entre el rango de edad de los 18 a 25 años (43%): del género masculino, 56% procedentes de la bahía de Santiago y 34% de lugares y sitios cercanos al municipio de Manzanillo.

Respecto a las condiciones de la playa, la principal causa de la presencia de residuos es por los visitantes (93%), según señalaron respecto a todas las playas. La accesibilidad (62%) y la no saturación de los espacios costeros son factores de atracción y por ello la estancia se torna normal y satisfactoria (25 y 53%, respectivamente). En temporada no vacacional, los riesgos son menores debido a que no hay exceso de turistas, visitantes ni de vendedores ambulantes (figura 2).

Figura 2  
Perfil del usuario en la temporada de invierno

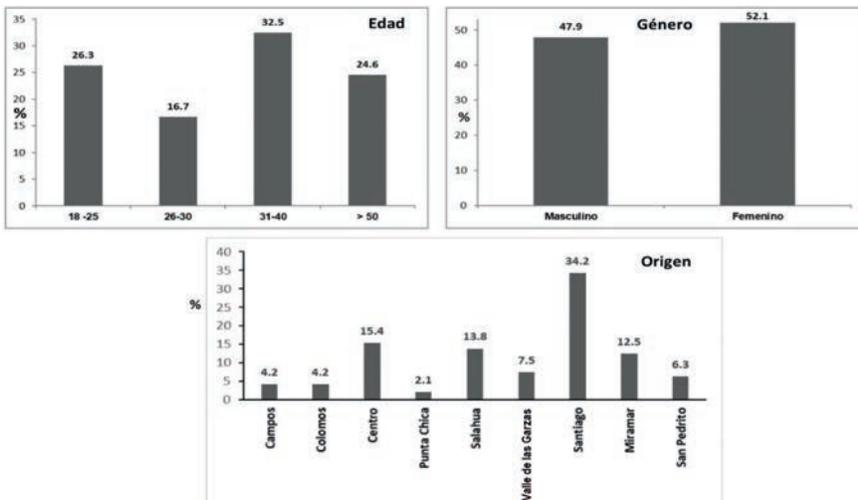


Fuente: Elaboración propia.

*Temporada de primavera*

En el caso de la temporada de primavera y Semana Santa, el rango de edad promedio es de 31 a 40 años y, en términos de género, el componente estuvo integrado por 48% femenino y 52% masculino; la procedencia de las personas encuestadas fue de 34% de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, y el resto de otros estados, como Monterrey, Michoacán, Ciudad de México, Colima, León, Guanajuato y San Luis Potosí, entre otros (figura 3). Los usuarios y prestadores de servicios consultados coinciden (83%) en que el principal generador de basura en las bahías de Santiago y Manzanillo son los visitantes; asimismo, revelaron que la principal razón de atracción a dichas playas es la seguridad (31%), accesibilidad (27%), servicio (23%) y la limpieza del espacio costero (9%). Los encuestados revelaron que en ambas temporadas los riesgos aumentan debido al flujo de visitantes y también crece la presencia de vendedores, quienes incrementan sustancialmente sus ganancias; pese a esta situación de saturación, los usuarios califican su estancia como satisfactoria y el estado de la playa como aceptable.

Figura 3  
Perfil del usuario en la temporada de primavera



Fuente: Elaboración propia.

## Riesgos

La percepción sobre las playas en mención y las actividades, preferencias y riesgos, tanto los percibidos por los visitantes como los reales identificados por los prestadores de servicios, se describen a continuación.

### *Riesgos percibidos: temporada de invierno*

Los riesgos percibidos y su importancia se describen por cada una de las playas en el anexo I.

- *San Pedrito*. El riesgo mayor para el total de los usuarios encuestados (50) es la inseguridad pública; seguido por el riesgo intermedio clasificado hacia los salvavidas en estado de ebriedad durante su horario de labores (por 49 usuarios), así como la entrada y salida de barcos (por 45 usuarios); mientras que para 42 encuestados un riesgo de poca importancia son los bebedores de alcohol en la zona de baño.
- *La Audiencia*. El riesgo de mayor importancia para el total de usuarios encuestados (50) es la falta de alumbrado y que exista demasiada tranquilidad, se encontraron restos de carbón por fogatas sobre la arena y líquido contaminante (al parecer diésel) sobre el agua y parte de la arena. En importancia intermedia (34 personas) se encuentran las construcciones y la marea roja; y con poca importancia, según 38 usuarios, está la entrada/salida de embarcaciones.
- *Santiago*. El riesgo de mayor importancia para 48 usuarios es la falta de salvavidas y señalamientos; en importancia intermedia, según 36 visitantes, se encuentra el mar abierto; mientras que para 45 personas el riesgo de poca importancia son los bebedores de alcohol.
- *Playa de Oro*. Considerado como el principal riesgo, los encuestados (¿cuántos?) señalan a las escaleras que dan acceso a la playa y a la basura acumulada en la playa. En importancia intermedia se encuentran las corrientes de retorno, según 36 personas; mientras que para 45 usuarios un riesgo de poca importancia es la presencia de abejas y avispas en la playa.

### *Riesgos reales: temporada de invierno*

Los riesgos reales y su importancia se describen por cada una de las playas en el anexo II.

- *San Pedrito*. El riesgo de mayor importancia según 10 prestadores de servicio son los indigentes y los calambres al estar dentro del agua; de importancia intermedia son los ladrones, según siete; y el riesgo identificado como de poca importancia son los tsunamis, debido a que no se presentan con frecuencia, según 5 prestadores de servicios.
- *La Audiencia*. La falta de salvavidas incrementa el riesgo de ahogamiento de personas, por lo que se le otorgó la mayor importancia por 10 encuestados; por su parte, la importancia intermedia correspondió a la exposición al sol, palmas tiradas y las raspaduras por jugar fútbol, según lo señalaron seis prestadores de servicio; mientras que el riesgo de poca importancia es el sol, ya que es considerado uno de los factores determinantes para visitar estas playas, según cuatro de los seis prestadores cuestionados.
- *Santiago*. El mayor riesgo es la suciedad y las personas en mal estado ahí presentes, como drogadictos, según 10 prestadores de servicio; mientras que la existencia de la montaña en los alrededores de las playas y la presencia de *malaguas* es un riesgo de importancia intermedia para siete prestadores; y lo que no es de vital importancia en esta temporada para seis prestadores es la falta de salvavidas, ya que el flujo de visitantes es menor que en cualquier época del año.
- *Playa de Oro*. Los prestadores de servicio coincidieron que en esa zona el riesgo de mayor importancia es la falta de protección a los peatones, señalamientos mal marcados y la ausencia de malecón; mientras que de importancia intermedia son las mareas y ahogamientos; y de poca importancia es la presencia de mantarrayas, según 7 entrevistados.

### *Riesgos percibidos: temporada de primavera*

Los riesgos percibidos y su importancia se describen por cada una de las playas en el anexo III.

- *San Pedrito*. El riesgo de mayor importancia para los usuarios es la presencia de personas adictas o viciosas (drogadictas y alcoholizadas) en la zona de baño, generando sensación de inseguridad. El tránsito de embarcaciones fue considerado como riesgo de importancia intermedia, cuyo dato coincide con lo percibido durante la temporada invernal en este sitio. Para el riesgo de poca importancia se señala al sol y los bebedores de alcohol.
- *La Audiencia*. Los riesgos percibidos de mayor importancia es la tranquilidad, el que no haya movimiento ya sea físico o de oleaje; seguido de la marea alta y de la presencia de *jet skis* en el agua. Los considerados riesgos de importancia intermedia son los residuos de carbón sobre la arena seguido de la marea roja; mientras que los riesgos de poca importancia son el tránsito de embarcaciones y los visitantes bebedores de alcohol.
- *Santiago*. El riesgo por ahogamiento y los accesos reducidos son considerados de mayor importancia; mientras que el tránsito de embarcaciones y la presencia de erizos son de importancia intermedia; y los visitantes bebedores de alcohol, así como la marea roja fueron evaluados de poca importancia.
- *Playa de Oro*. Los encuestados mencionaron que los riesgos de mayor importancia en este sitio son las escaleras de acceso, la presencia de basura, los vidrios en la arena de botellas quebradas y el ahogamiento (pérdidas humanas); mientras que las quemaduras de la piel por el sol, las embarcaciones cerca de los bañistas y los surfistas son considerados de importancia media. El mar picado (mucho oleaje o embravecido) y las abejas fueron valorados como de importancia baja.

*Riesgos reales: temporada de primavera*

Los riesgos reales y su importancia se describen por cada una de las playas en el anexo IV

- *San Pedrito*. Los riesgos de mayor importancia identificados están relacionados con seguridad pública, por los indigentes, ladrones y adictos en la zona. La presencia de erizos y el oleaje alto es considerada como un riesgo de importancia

intermedia; mientras que los temblores son mencionados como de poca importancia.

- *La Audiencia*. Los riesgos de mayor importancia en este sitio son los ahogamientos (pérdida de vidas humanas) y el oleaje; de importancia intermedia consideran el sol y los golpes; mientras que la inseguridad y las *malaguas* son los riesgos de poca importancia.
- *Santiago*. Los prestadores de servicio opinan que los riesgos de mayor importancia son la suciedad, los drogadictos y el ahogamiento. El sol, las raspaduras y golpes por jugar fútbol es considerado de importancia intermedia, principalmente por la saturación de la playa en esta época del año; mientras que el oleaje y las montañas aledañas a la playa son riesgos de poca importancia.
- *Playa de oro*. Los riesgos reales son la falta de protección de los peatones al no existir andadores o banquetas en el acceso a la playa, seguido de ahogamientos y la presencia de letrinas mal ubicadas. De importancia intermedia fueron señalados el sol y las *malaguas*. Los de menor importancia identificados son la presencia de corrientes de retorno y mantarrayas.

## Discusión

### *Percepción*

La percepción de los usuarios, como un componente de los sistemas de gestión, permite particularizar las problemáticas de cada playa para priorizar y eficientizar la toma de decisiones (Navarro, 2010). Los riesgos hidrometeorológicos y derivados de la variabilidad climática, por su naturaleza ajena a la cotidianidad, pasan en su mayoría desapercibidos como riesgos por el escaso conocimiento que tienen los usuarios sobre el funcionamiento del ecosistema y sus implicaciones en la integridad física de las personas y de la infraestructura costera y de playas. Cabe destacar que la zona de interés se ubica en un espacio sujeto a fenómenos naturales extremos como sismos, tsunamis, tormentas tropicales y huracanes; por ende, es relevante observar que los encuestados identifican los

riesgos derivados de la inseguridad o la salud poblacional, por encima de cualquier fenómeno natural extraordinario.

Por su parte, Zielinski y Botero (2012) mencionan que la seguridad de los visitantes es uno de los factores más importantes para los gestores de una playa, no sólo en términos de seguridad física sino también de la imagen, de lo contrario traerá consigo repercusiones en el sector turismo y por ende en el económico.

En el caso de San Pedrito, la vigilancia es deficiente y por consiguiente da lugar a sucesos que ponen en peligro la integridad física de los visitantes por riñas que propician los adictos en la zona, aunado a la ausencia de un código de comportamiento en la playa. Los usuarios perciben indiferencia a la presencia de elementos del orden público y, debido a lo deficiente de su desempeño, consideran que su seguridad e integridad física depende de ellos mismos. Esto contrasta con lo que reporta Zielinski y Botero (2012), quienes mencionan que la garantía de la seguridad en las playas se logra mediante la presencia de salvavidas y centros de primeros auxilios, prohibiciones para la disminución de actividades riesgosas, delimitaciones de áreas de estacionamiento (parqueo) fuera del perímetro de la playa, prohibiciones de entrada de animales domésticos, entre otros.

Así se establece que una playa segura es aquella en donde se brindan las condiciones para la protección a la vida y a la integridad física de los usuarios, con servicios de rescate y primeros auxilios, atención de emergencias en mar y tierra, vigilancia para salvaguardar ante la delincuencia y actos criminales; aspectos que no se observan de forma permanente en las playas de estudio, ya que estos servicios sólo se presentan en temporadas vacacionales; no obstante, estos espacios recreativos se utilizan de manera habitual por la población.

Destaca el hecho de que los servicios brindados no se ofrecen al mismo nivel para todos los usuarios, tal es el caso de Playa de Oro, donde el personal encomendado a dar prioridad a los visitantes que cruzan la carretera, atienden únicamente a los turistas que salen y entran al hotel que se ubica enfrente, descuidando a quienes no se alojan en el hotel y peligran al cruzar la carretera para acceder a la zona de baño; aunque cabe mencionar que para

el caso de ambos grupos la seguridad en el agua es deficiente, por ello el riesgo de ahogamientos es elevado.

La seguridad puede representarse por dos categorías: *física*, la cual abarca la presencia de salvavidas y un puesto de primeros auxilios, y *policial*, encargada de la prevención del delito y mantenimiento del orden y seguridad pública (Micallef y Williams, 2003). En este trabajo se detectó que la única presencia permanente es la de tipo policial; sin embargo, es poco confiable debido a que no se encuentra de manera permanente. Cervantes (2008) destaca que la seguridad junto con los servicios sanitarios son los aspectos más importantes para los usuarios, respaldando el que la vigilancia (policial y de servicios) debe ser permanente. Como ya se dijo, en las playas San Pedrito y Playa de Oro sólo se ofrecen estos servicios de protección en los periodos vacacionales de Semana Santa y días festivos, con activación del Programa Operación Salvavidas de la Secretaría de Marina, que ayuda a mantener la vigilancia y seguridad de los turistas por tierra y mar.

Así pues, los visitantes son atraídos a las zonas de baño por su imagen física, independientemente de la seguridad, ya que tienen clara la idea de que cada quien es responsable de su cuidado personal; sin embargo, a pesar de contar con servicio de policías y salvavidas, no impide que se susciten afectaciones a su integridad física.

Los usuarios locales mencionaron que son poco frecuentes sus visitas a la playa, por lo que la cercanía del mar no es un factor que influya en la concurrencia de los manzanillenses; en cambio, las personas extranjeras y foráneas acostumbran asistir en los periodos vacacionales. Adicionalmente, se debe considerar que la densidad de usuarios (saturación del espacio costero) puede llegar a provocar más accidentes, como sucede en Semana Santa, mientras que en la época de invierno no existe saturación de las playas y el flujo de usuarios es primordialmente local.

### *Riesgo*

La teoría del conocimiento sobre la percepción del peligro y evaluación de riesgos explica que es una variable en función de lo que ellos mismos conocen sobre lo que puede presentarse en ese

momento y lugar (Juran, 2006). Existe gran cantidad de riesgos que afectan la integridad física de las personas, pero que desafortunadamente desconocen o no les dan la importancia debida; lo anterior es derivado de la percepción, un tema poco explorado en los estudios relacionados con la evaluación y calidad de las playas. Los resultados sobre los riesgos reales indican que los prestadores de servicio encargados de la seguridad del usuario desconocen los mismos, por ello es recomendable y de vital importancia brindar a los prestadores de servicio información y capacitación para que cumplan responsablemente con salvaguardar las vidas de sus usuarios, así como de informar a las autoridades superiores las necesidades propias de cada punto encuestado para que brinden un mejor servicio.

Las cuatro playas estudiadas presentaron características físicas semejantes, como el oleaje y accesibilidad, entre otras; sin embargo, los atributos que determinan las actividades a realizar y el tipo de turismo que las frecuentan son por la cercanía y espacio. Durante las encuestas, tanto los usuarios como los prestadores de servicios hicieron hincapié en que las playas de Manzanillo carecen de equipamiento suficiente, como son baños, regaderas, botes de basura y señalamientos ubicados estratégicamente y que estén diseñados bajo el concepto de la comunicación efectiva, de manera que transmita de forma eficaz y sencilla la presencia de fenómenos como las corrientes de retorno, oleaje de fondo, mareas de tormenta, cómo se debe de actuar ante un sismo (el cuál eventualmente puede generar un evento de tsunami); así como de estacionamientos, baños y demás. Cabe mencionar que este análisis de riesgo requiere de una respuesta integrada, colaborativa y participativa de los actores ligados directa e indirectamente (sociedad, prestadores de servicio y autoridades) con la costa y las playas, lo que nos permite hacer referencia a un caso de gobernanza costera.

## Conclusiones

El desarrollo de este estudio permite establecer que los usuarios de las playas y costas perciben distintos riesgos:

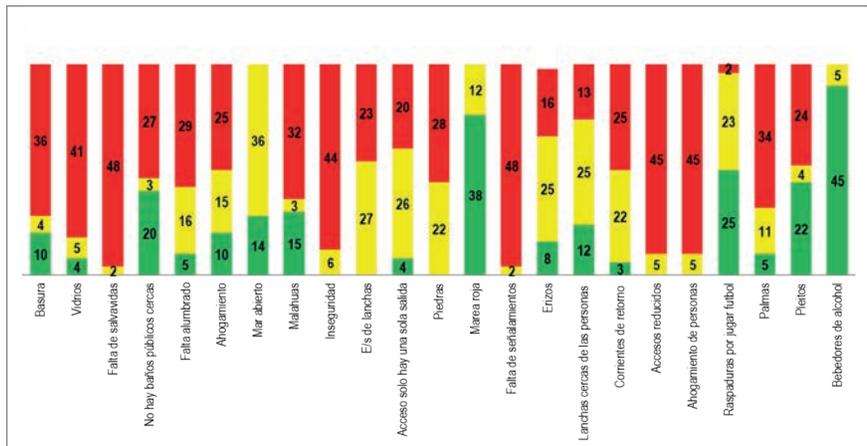
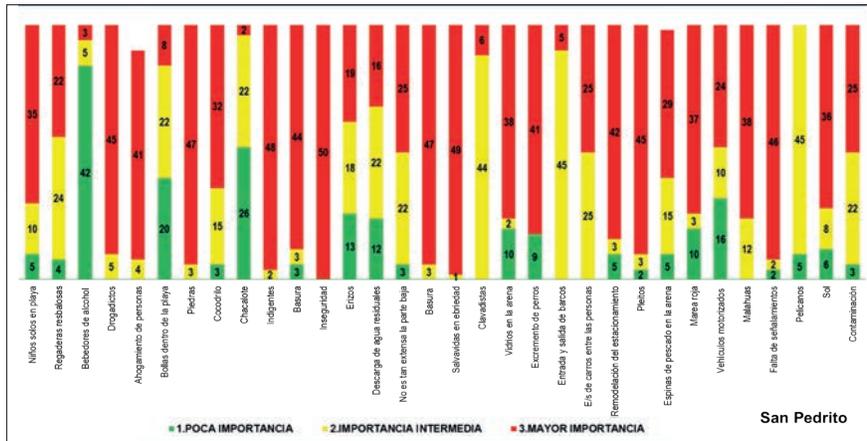
- Riesgos reales: calambres dentro del agua, indigentes, ahogamiento de personas, carencia de salvavidas, suciedad, drogadictos, falta de protección a peatones, falta de señalamientos de precaución y ausencia de rampas de acceso, banquetas o malecón.
- Riesgos percibidos: inseguridad; falta de alumbrado; carbón en la arena; exceso de tranquilidad; falta de señalamientos, de salvavidas, de accesos y de botes de basura; presencia de contaminación y de drogadictos.
- Principales demandas de los usuarios de las playas: limpieza, infraestructura y servicios.
- Percepción minoritaria de los usuarios sobre riesgos relevantes: corrientes de retorno o los derivados de eventos hidrometeorológicos y los asociados al cambio climático que generan cambios en la fisonomía de la playa con un riesgo real potencial para la zona costera, su infraestructura y sobre la población urbana en general.
- Es necesario el diseño e implementación de una estrategia de gestión de riesgos y de recreación segura para las playas y costa de las bahías de Manzanillo, Colima.

## Referencias

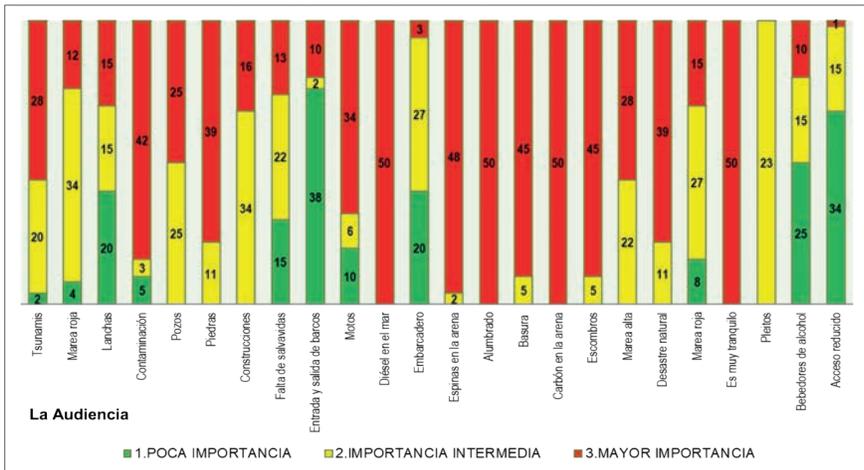
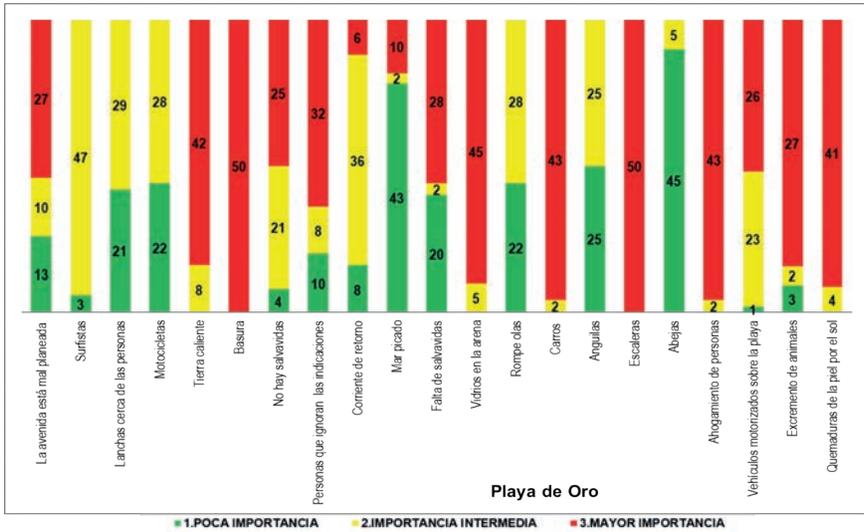
- Cervantes, O. (2008). *Diseño de un índice integral (VIP) para evaluar playas recreativas*. Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Baja California. México.
- Durand, L. (2008). De las percepciones a las perspectivas ambientales. Una reflexión teórica sobre la antropología y la temática ambiental. *Nueva Antropología. Revista de Ciencias Sociales. Ambiente y Cultura*, 68: 75-87.
- Espejel, I. (2007). Modelo de clasificación integral de playas: Indicadores ambientales (biofísicos y socioeconómicos) como bases para un marco 51 regulatorio y de aprovechamiento sustentable de las playas de Golfo de California y Pacífico Norte. Ensenada, México. *CONACYT-CAN* (50): 47-51.
- Enríquez Hernández, G. (2003). Criterios para evaluar la aptitud recreativa de las playas en México: Una propuesta metodológica. *Gaceta Ecológica*, 68: 55-68.

- Instituto para la Calidad Turística Española (ICTE) (2007). *Dossier sobre calidad turística*. Sevilla, España: Centro de Documentación del ICTE.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (INVERMAR) (2010). *Informe de estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia*. Serie de publicaciones periódicas (8). Santa Marta, Colombia: INVERMAR.
- Jiménez, M. (2005). *Desarrollo turístico y sustentabilidad: El caso de México*. México: Miguel Ángel Porrúa Editorial.
- Juan Pérez, J.I. (2006). Cap. IV. Los riesgos ambientales. En: *Manejo del ambiente y riesgos ambientales en la región fresera del Estado de México* (pp.112-129). Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP). México.
- Lizano, O. (2009). Corrientes marinas en algunas playas de Costa Rica. En: R. Viales, J. Amador y F. Solano (Eds.), *Concepciones y representaciones de la naturaleza y la ciencia en América Latina* (pp. 261-274). San José, Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Lizano, O. (2012). Las corrientes de resaca, el riesgo y las muertes por sumersión en las playas de Costa Rica. *En Torno a la Prevención*, 8: 23-27.
- Micallef, A. y Williams, A. (2009). Platform Dendation Measurements Along the Maltese Coastline. *Journal of Coastal Research*, 56: 737-741.
- Navarro, R.C. (2010). *Diagnóstico socio ambiental y propuesta de manejo integrado de tres playas recreativas de Acapulco, Guerrero, México*. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California, México.
- Pereira, L.J.; Jiménez, C.M. y Costa, R.M. (2003). The Influence of Environmental Status of Casa Caiada and Rio Doce Beaches (NE-Brazil) on Beach Users. *Ocean and Coastal Management*, 46: 1011-1030.
- Roig Munar, F.X. (2000). Identificación de variables útiles para la calificación y gestión de playas y calas. El caso de la isla de Menorca (I. Balears). *Boletín de la AGE*, 35: 175-190.
- Ponce, M. (2004). Percepción del modelo turístico de sol y playa: El caso del Mar Menor. *Papeles de Geografía*, 39: 173-186.
- Zielinski, S. y Botero, C. (2012). *Guía básica para certificación de playas turísticas*. Santa Marta, Colombia: Editorial Gente Nueva.

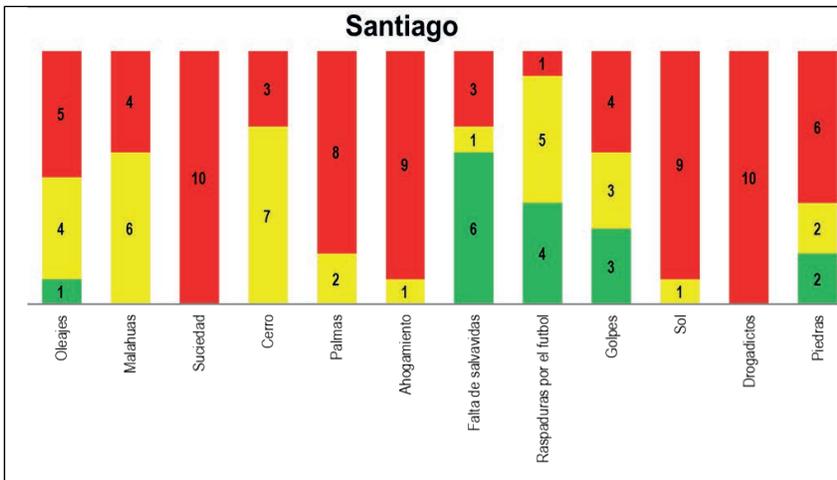
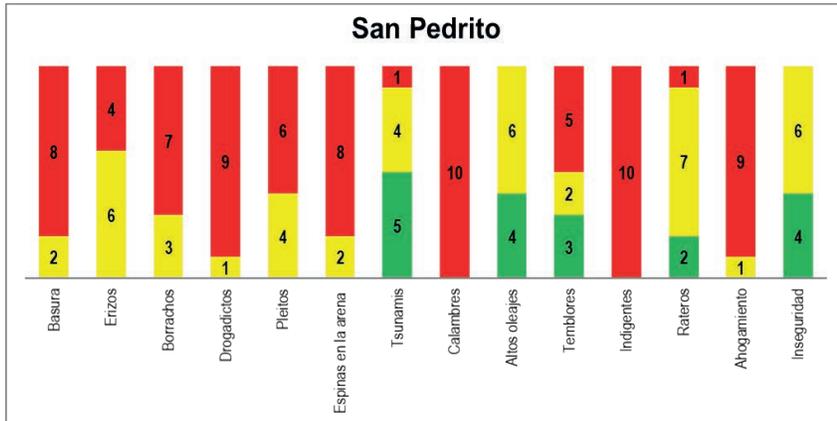
## Anexo I. Riesgos percibidos. Temporada de invierno



## PERCEPCIÓN DEL RIESGO EN AMBIENTES COSTEROS...

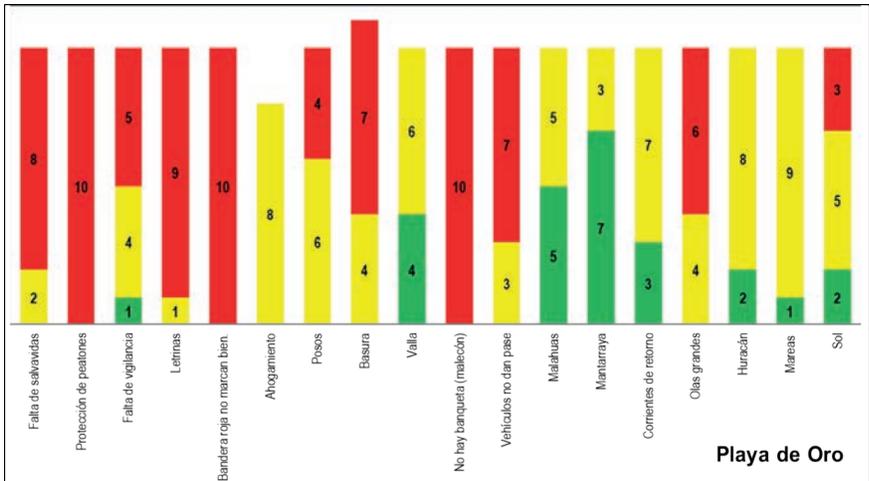


## Anexo II. Riesgos reales. Temporada de invierno

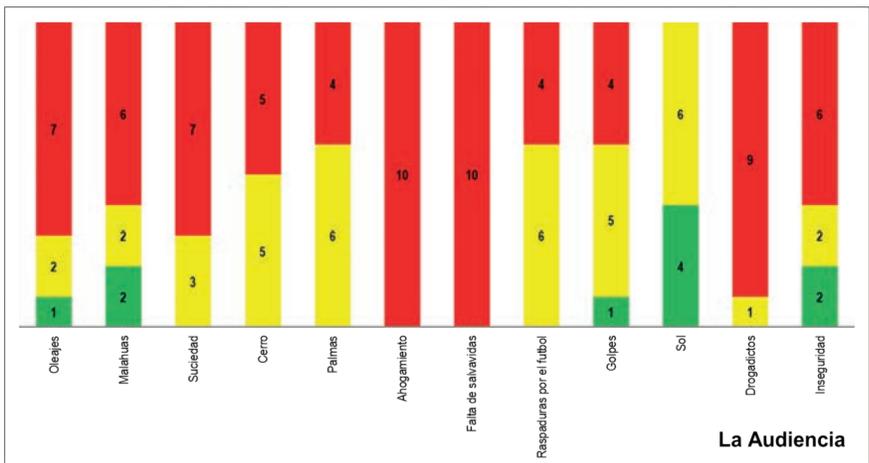


■ 1. POCA IMPORTANCIA    ■ 2. IMPORTANCIA INTERMEDIA    ■ 3. MAYOR IMPORTANCIA

PERCEPCIÓN DEL RIESGO EN AMBIENTES COSTEROS...

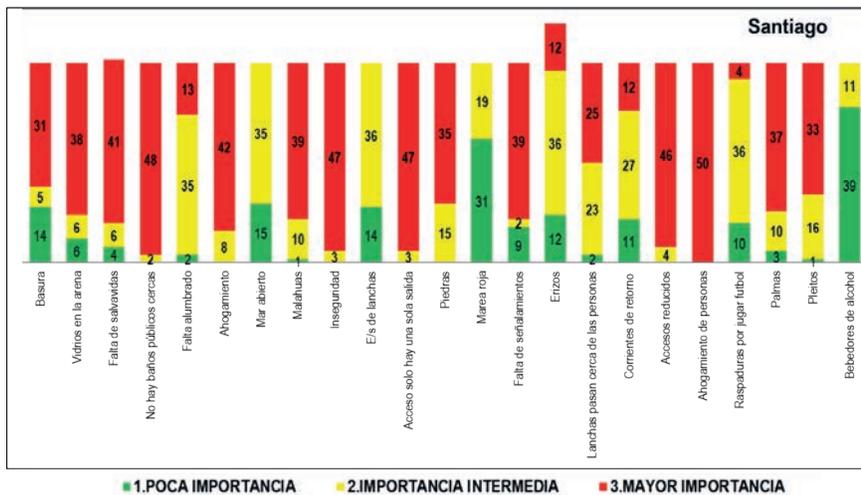
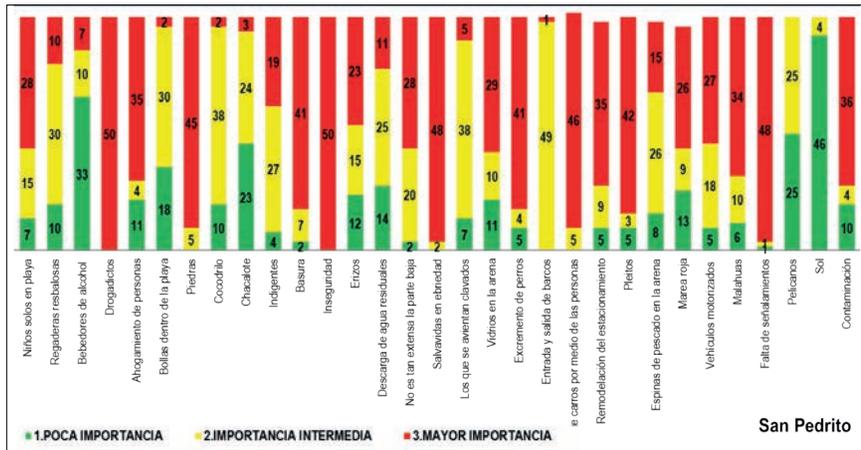


■ 1. POCA IMPORTANCIA   ■ 2. IMPORTANCIA INTERMEDIA   ■ 3. MAYOR IMPORTANCIA

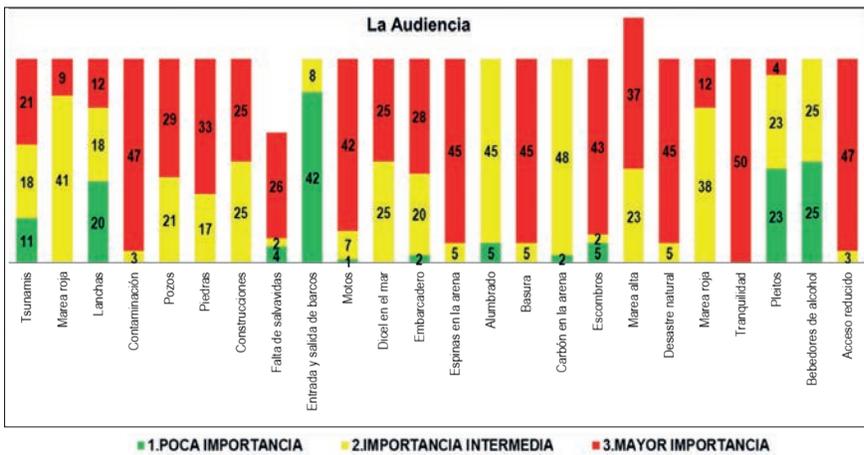
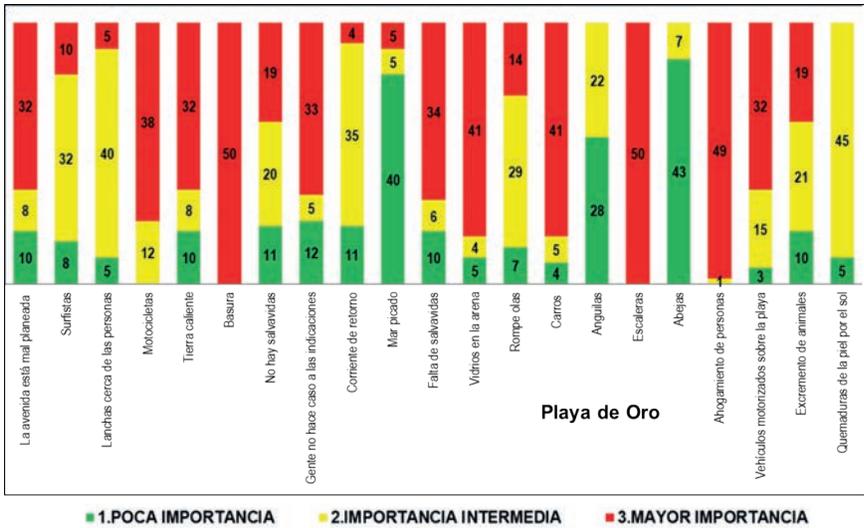


■ 1. POCA IMPORTANCIA   ■ 2. IMPORTANCIA INTERMEDIA   ■ 3. MAYOR IMPORTANCIA

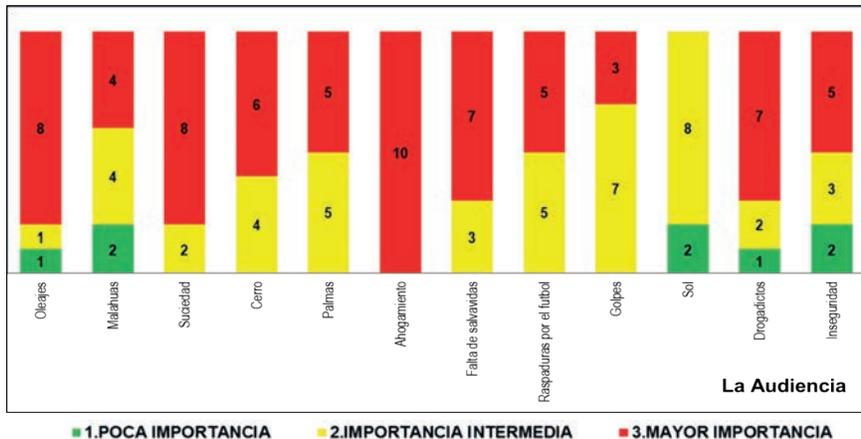
## Anexo III. Riesgos percibidos. Temporada de primavera



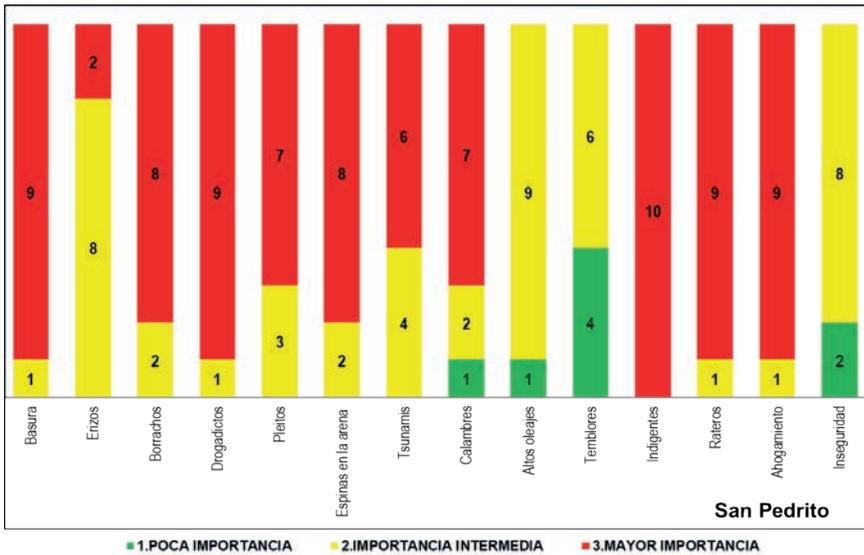
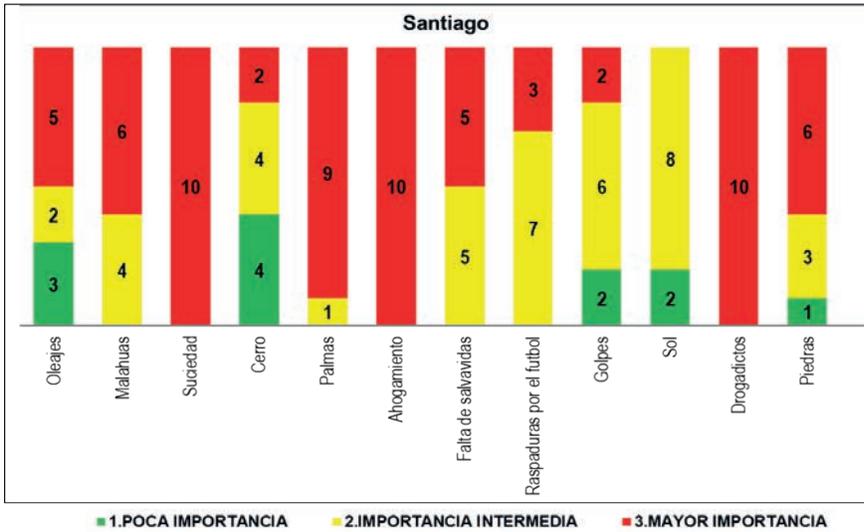
PERCEPCIÓN DEL RIESGO EN AMBIENTES COSTEROS...



## Anexo IV. Riesgos reales. Temporada de primavera



PERCEPCIÓN DEL RIESGO EN AMBIENTES COSTEROS...



Vulnerabilidad y cambio climático:  
Amenazas de un desastre mayor

# Seguridad alimentaria frente al cambio climático: El caso de Corea del Sur y México

Saúl Martínez González  
José Ernesto Rangel Delgado  
Omar Alejandro Pérez Cruz  
Edgar Alfredo Nande Vázquez

## Introducción

**E**l aumento de la temperatura del planeta ha sido progresivo y de no atenderse seguirá incrementándose con una proyección que resulta casi imposible de frenar, aun cuando los 17 objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible se cumplieran completamente.

El material que aquí se presenta intenta evidenciar que la seguridad alimentaria está determinada, en gran medida, por la capacidad de producción de alimentos, el grado de desarrollo económico de un país, la política agrícola y comercial instrumentada, así como la capacidad de respuesta de su agricultura frente a la amenaza del cambio climático como un fenómeno irreversible.

Esta reflexión surge de contrastar dos economías emergentes con diferentes niveles de desarrollo económico, como son Corea del Sur (en adelante Corea) y México. Por un lado, Corea

mantiene una férrea política agrícola y comercial que persigue la autosuficiencia alimentaria en arroz, como alimento básico y estratégico; mientras que México, con otro nivel de desarrollo, está insertado en la dinámica capitalista de la globalización, entendida como la apertura de mercados que incluyen al sector agrícola y a su principal grano en la dieta como lo es el maíz, lo cual se traduce en la pérdida de la autosuficiencia alimentaria y en una fuerte y peligrosa dependencia de alimentos del mercado internacional.

En ese sentido, se plantea la hipótesis de que la seguridad alimentaria está determinada por la capacidad productiva de un país; la política agrícola y comercial, y la capacidad de respuesta de la agricultura frente a la amenaza del cambio climático que es irreversible e inevitable en condiciones de un mercado internacional que determina la política exterior en materia agrícola. La metodología seguida utiliza el método comparativo y se refuerza el análisis a través de una regresión que aplica mínimos cuadrados ordinarios (MCO) con el estimador de errores estándar corregidos para panel (EECP),<sup>1</sup> para identificar las variables más significativas de la seguridad alimentaria y del cambio climático.

## Marco conceptual de referencia

El consumo alimentario constituye un elemento fundamental del Sistema Alimentario Mexicano (SAM) (FAO, 2019), de tal forma que sirve de indicador económico para estimar a nivel individual, familiar, nacional y global cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes, seguros y nutritivos alimentos, con la finalidad de satisfacer sus necesidades y preferencias para llevar una vida activa y sana. Su abordaje es un apartado especial de las ciencias económicas concerniente a la satisfacción de las demandas de alimentos de un país; sin embargo, el estudio no se limita a la perspectiva económica, en tanto que también incorpora cuatro dimensiones: disponibilidad, acceso, estabilidad y utilización de los alimentos (FAO, 2006a; 2006b). La seguridad alimentaria constituye en sí un fenómeno de múlti-

1 Que por sus siglas en inglés corresponde al modelo Panel Corrected Standard Errors (PCSE).

ples aristas que se transforma conforme cambian las condiciones históricas y contextos internacionales.

Usualmente, el abordaje de la seguridad alimentaria se sirve de modelos estructurados a partir de indicadores económicos similares: exportación, importación y precios internacionales. Por su parte, la ausencia de investigaciones sobre este tema demanda la incorporación de más variables relacionadas, de este modo se consideran el tamaño y ritmo de crecimiento del PIB (Galindo, 2009), la energía alimentaria y nutricional (Loukili y Bour, 2016; Andino, 2015), las consecuencias en la salud (Nande *et al.*, 2019; Ortiz-Hernández *et al.*, 2012), las políticas públicas (FAO, 2006b), la migración y movilidad internacional (Taylor, 2010; Rangel, 2009) y el empleo y productividad (Gómez, 2016; Villareal, 2005; OIT, 2011), entre otros.

#### *Amenaza del cambio climático sobre la producción agrícola*

Por otro lado, y tras el incremento de la temperatura a nivel mundial, hay un nuevo escenario agroalimentario que presenta la necesidad de estudiar los efectos del cambio climático en el presente siglo, ya que pone en peligro la propia existencia de los seres vivos y que está asociado al cultivo de especies de consumo humano en la cadena alimentaria (Paralelo36 Ecologismo, 2009).

Diversos estudios realizados por especialistas coinciden en que el calentamiento global es inequívoco, dado la evidencia observada en impactos directos e indirectos sobre las actividades agrícolas. Entre los impactos directos está el aumento de la temperatura (IPCC, 2007), cambios en los modelos de precipitaciones (Broecker, 2012), condiciones climáticas extremas (Rojas, 2013; Galindo, 2009), sequías (Rojas *et al.*, 2015; Magaña y Neri, 2012) y lluvias torrenciales, inundaciones y tormentas tropicales (Schwartz, 2018). Entre los impactos indirectos se pueden mencionar el incremento de la temperatura producto del cambio climático que propicia la propagación de insectos y plagas sobre los cultivos,<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Lo anterior, debido a que el cambio de clima afecta el ciclo biológico de los insectos, como en las relaciones tróficas o de la cadena alimentaria con sus enemigos naturales y plantas hospedantes, entre los cuales la temperatura, la humedad relativa y el fotoperiodo son fundamentales (véase Marco, 2012, citado en FAO-SAGARPA, 2012).

la transmisión de enfermedades por vectores<sup>3</sup> (Contreras *et al.*, 2009), la disponibilidad del agua con serias afectaciones a los cultivos de temporal y el aumento del estrés hídrico (Vargas, 2007; Calva, 1989),<sup>4</sup> el incremento en el nivel del mar (FAO-SAGARPA, 2012) y su consecuente salinización de las tierras (FAO, 2002), el desempleo y la pobreza<sup>5</sup> (FAO, 2016; Esteva, 1990), las migraciones masivas (Rangel, 2009) y los cambios en la composición de la atmósfera (Boronat-Gil, 2018).

Todas estas predicciones apuntan hacia una “reducción del rendimiento agrícola que repercutirá gravemente en la capacidad de alimentación mundial” (Kasterine, 2011: 1), reafirmando así que el cambio climático tiene un impacto negativo en la producción de alimentos, pues hace aumentar el precio de estos y pone en peligro los medios de subsistencia en zonas rurales.

De este modo, el suministro o disponibilidad de alimentos como requisito esencial para la seguridad alimentaria de la población en constante crecimiento, depende de la producción, así como también de la reducción de pérdidas post cosecha, las políticas comerciales, el volumen de las importaciones y exportaciones (principalmente en los países desarrollados), de los precios internacionales de los alimentos y de la disponibilidad de divisas para importar alimentos, entre otros factores.

3 Además, estas plagas y enfermedades pueden expandirse y llegar a regiones antes libres de ellas y provocar fuertes problemas como las plagas que se han presentado en regiones cítricas de Brasil provenientes de Asia, como el dragón amarillo o *wuanglobin*, que se expandió en toda América latina desde 2004 y alcanzó a México en 2008, provocando graves problemas en la producción de las principales regiones cítricas del país (Lemonnier, 2020).

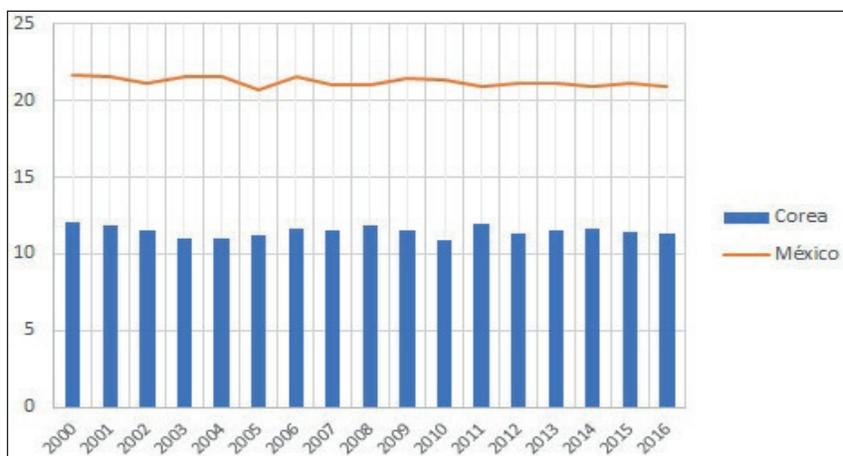
4 En este sentido, la situación es verdaderamente grave para México, ya que el sector agropecuario es un gran consumidor de agua y se estima que consume 80% de las aguas superficiales y 70% de las aguas subterráneas, representando 77% del volumen total concesionado. El reporte señala que la situación se torna más preocupante en aquellas regiones localizadas principalmente en la zona norte, noroeste y centro del país, donde existe una gran presión sobre el recurso agua, que es precisamente donde se encuentra la mayor superficie de riego del país (FOA-SAGARPA, 2012).

5 Innumerables estudios han demostrado que los efectos de las crisis económicas, como el alza del precio de los alimentos, reducen los ingresos reales, fuerzan a los más pobres a vender sus bienes, disminuyen el consumo de alimentos, reducen la diversidad de la dieta y el acceso a alimentos seguros y de calidad. Los desastres se manifiestan en trampas de pobreza que aumentan la prevalencia de la inseguridad alimentaria y malnutrición.

Es por ello que en esta investigación se entiende el cambio climático como una modificación de la temperatura atribuida, directa o indirectamente, a la actividad humana (FAO, 2006c). La gráfica 1 muestra esta modificación en los países objeto de este estudio.

Gráfica 1

Estadística de temperatura en México y Corea



Fuente: FAOSTAT (2018).

El recorrido conceptual anterior configura un referente teórico que posibilita la explicación del cambio climático y su impacto en la seguridad alimentaria; en particular, el de la disponibilidad de alimentos. Sobre la base de este entramado conceptual relativo a la temperatura, la producción de alimentos, el volumen de importación de los mismos, la tasa de crecimiento de importación de alimentos, la tasa de autosuficiencia alimentaria y el desempleo, y de algunas otras variables generalmente implementadas en otros análisis; se llevó a cabo esta investigación con los objetivos de: 1) estimar un modelo de seguridad alimentaria para México y Corea del Sur, como aproximación al análisis empírico de la producción y consumo de los principales granos y cereales de ambos países (maíz y arroz), y la temperatura como factor determinante; 2) analizar la influencia de otros factores agroalimentarios, como el volumen de importación de maíz y arroz, la tasa de crecimiento de los mismos,

la autosuficiencia de granos; 3) analizar cómo el desabasto de maíz y arroz debilitan la autosuficiencia alimentaria y generan desempleo y alza en los precios de los alimentos, así como las implicaciones de las políticas alimentarias adoptadas por ambos países durante el periodo de 2000 a 2018 sobre la seguridad alimentaria.

## Materiales y métodos

En el contexto hasta ahora expuesto, los materiales utilizados, las referencias comentadas y la suma del método comparativo que sustenta el presente trabajo —dada la estrecha relación comercial de los últimos tiempos que se tiene entre Corea y México y de un modelo de estimación empírica— permiten, según los autores, explicar más a detalle la relación entre seguridad alimentaria y cambio climático.

### *Fuentes de información*

Para el análisis empírico de la seguridad alimentaria se especificó, en un primer momento, información de fuentes institucionales (FAOSTAT, 2018) y hemerográficas, así como diversas publicaciones científicas. Posteriormente se diseñó un modelo de regresión aplicando la estimación de MCO y, en este sentido, debido a las carencias de información sobre datos oficiales homogéneos, armonizados y confiables, el periodo de análisis fue de 2000 a 2018.

### *Especificación del modelo y estimación empírica*

Para exponer la asociación entre la influencia de una o más variables sobre otras socioeconomías a través de un periodo de tiempo, se evalúan modelos dinámicos con los datos de panel utilizando el estimador de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), los efectos fijos (EF) y los efectos aleatorios (EA), entre otros. Uno de sus principales objetivos es conocer cómo la unidad de observación varía en dos dimensiones: en corte transversal y en series de tiempo. Este tipo de modelo permite mejorar la fiabilidad de las estimaciones, pues amplía notablemente las observaciones al trabajar en conjunto con la información de todas las unidades de análisis. La ecuación funcional implementada para estimar las asociaciones a partir del modelo econométrico diseñado fue:

$$TEMP_{it} = \alpha + \beta_1 PROD\_MAÍZARROZ_{it} + \beta_2 VOLÚMIMPORTMAÍZARROZ_{it} + \beta_3 TASARECIMPORTMAÍZARROZ_{it} + \beta_4 DEPIMPORTDECEREALES_{it} + \beta_5 TASADEAUTOSUFICIENCIAENGRANOS_{it} + \beta_6 DESEMPLEO_{it}$$

Ecuación (1)

para  $i = 1, \dots, 2$  y  $t = 2000, \dots, 2018$  para los dos países.

En este sentido, el modelo planteado considera como variable dependiente la temperatura, un concepto prioritario y estratégico dentro del constructo de cambio climático, pero además explicativo, para determinar su influencia en la existencia de seguridad alimentaria en los países determinados (México y Corea).

Como variables independientes se consideró la de producción de maíz y arroz, el volumen de importación de maíz y arroz, la tasa de crecimiento de maíz y arroz, el volumen de importación de cereales, la tasa de autosuficiencia de granos y el porcentaje de tierra cultivable (FAOSTAT, 2018). El modelo incorpora finalmente tanto el modelo de EF, como el EA para moldear el carácter individual de cada país. En la mayoría de las variables los signos de los estimadores socioeconómicos mantuvieron significatividad y la tendencia *a priori*.

Para procesar la información se empleó el software STATA 14, con el cual se estimaron las pruebas de Wooldridge y de Wald modificada, a fin de descartar la autocorrelación y la heterocedasticidad en los modelos estadísticos. El estimador que se sugiere para este tipo de casos es el de errores estándar corregidos para panel (EECP), tratando de ofrecer con este modelo mejorar la fiabilidad de los resultados (Beck, 2001), por tener mayor precisión en determinar la relación de largo plazo en este tipo de información.

## Resultados de la estimación: Influencia de la temperatura sobre la seguridad alimentaria en México y Corea

En el cuadro 1 se presentan los distintos coeficientes, así como los niveles de significatividad del estimador de EEPC para el análisis de la ecuación general. De manera general, todos los estimadores

fueron estadísticamente significativos y, exceptuando dos variables (producción y tierra cultivada) tuvieron tendencia positiva.

Cuadro 1  
Modelo EEPC cambio climático y seguridad alimentaria en Corea del sur y México

Variables	Modelo EEPC		
	Coefficiente		Error estándar
Producción de maíz y arroz	-0.0741	**	0.0366
Volumen de importación de maíz y arroz	0.0001	**	0.0000
Tasa de crecimiento de maíz y arroz	0.0047	**	0.0023
Tasa de autosuficiencia de granos	0.0295	***	0.0172
Tierra cultivable	-0.3690	*	0.1551
Constante	7.0611		
R- cuadrado	0.9966		
Número de observaciones	34		
Chi-cuadrado	0.0000		

\* significativa a 1%, \*\*significativa a 5%, \*\*\* significativa a 10%.

Fuente: Elaboración propia con base en STATA 14.

A partir de los estimadores analizados en el modelo anterior, se puede explicar lo siguiente:

- La producción de maíz y arroz y la tierra cultivable con signo negativo indican que —en condiciones adversas, tal y como lo señala la evidencia académica— existe una relación inversa entre el cambio climático (expresado en el aumento de la temperatura) y la disminución de la producción del maíz y el arroz, así como de la proporción de tierra cultivable. Los coeficientes de estimación resultan bajos, comprendido en el rango entre -0.0741 y -0.3690, lo que se interpreta como que un aumento de 100% en la temperatura indica una contracción muy rígida de la producción de maíz y arroz (7.4%) y de la tierra cultivable (de 36%), tales hallazgos están en consonancia con autores de otros países (Kasterine, 2011; Jones y Thornton, 2003); por tanto, los cambios en la tempe-

ratura influyen muy poco en la producción de maíz y arroz, pero sí afectan otros cultivos que reducen el porcentaje de tierra cultivable.

- Relación positiva del incremento del cambio climático con el volumen de importación de granos (maíz y arroz<sup>6</sup> en el caso de cada país), lo cual puede sugerir cierta autosuficiencia de granos, aun con el aumento de la temperatura, que en ese sentido implica una influencia muy débil en el volumen de importación de maíz y arroz, donde el coeficiente de estimación resultó en 0.0001. Esto se interpreta en el sentido de que un aumento de la temperatura incrementa en un 1 % el volumen de importación de maíz y arroz. Tales hallazgos están en consonancia con lo estipulado por la FAO (2018).
- Para la variable tasa de crecimiento de maíz y arroz su relación es positiva con el aumento de la temperatura e indica que el crecimiento de estos granos aumenta en función del aumento de la temperatura.
- Para la variable tasa de autosuficiencia de granos, su relación es positiva debido al aumento de temperatura, cuya producción es suficiente; sin embargo, la tendencia no es amigable para el mediano plazo, pues la temperatura sigue en aumento. Esto se explica, para el caso de México, que con el aumento de la temperatura se requerirá importar más alimentos, que a su vez será una carga mayor, no sólo para México sino para todos los países susceptibles a las temperaturas elevadas, como son aquellos cercanos a los trópicos. A diferencia de Corea que, por sus temperaturas más bajas que México, necesita importar menos alimentos.
- Una economía agrícola como la de México tiene mayor vulnerabilidad con el aumento de las temperaturas, debido a las sequías, a la disminución de la lluvia y a la proliferación de fauna nociva tanto depredadora como de plagas, entre otros factores climáticos. De acuerdo con Boronat-Gil (2018),

6 Se refieren a maíz y arroz como granos representativos de los países estudiados. Esta variable sustituye la otra sobre tasas de crecimiento de la producción de granos básicos, porque la base de datos sólo muestra datos del año 2000 y 2016, lo que impide integrar una secuencia de información estadística.

el determinante del aumento de la temperatura se relaciona con los gases de efecto invernadero (GEI). Esto significa que a mayor temperatura, mayor vulnerabilidad alimentaria. De este modo, los países que más pierden con el cambio climático son aquellos más cercanos al trópico, como en es el caso de México.

## Otros factores determinantes de la seguridad alimentaria en México y en Corea

Debido a la carencia o dificultades para integrar indicadores próximos para los países en el periodo considerado, o bien por tener que estimar alguno de estos en el modelo, se pierde significatividad global. Así, en el modelo especificado en el apartado anterior no se incluye a todos los posibles factores climáticos y socioeconómicos que permitan cuantificar esa relación funcional entre éstos y la seguridad alimentaria (en tanto *proxy* del abastecimiento alimentario). No obstante, debido a la importancia que guardan en la teoría económica y la literatura especializada (KOIMA-CEOG, 2017; Kwack, 1986); a continuación, se abordan someramente algunas de las diferencias para los casos de México y Corea, que sustentan estos resultados.

Una primera diferencia es la extensión de su territorio, México es casi veinte veces mayor a Corea al contar con una superficie continental de un millón 960 mil hectáreas, mientras que Corea tiene una extensión de 9 millones 960 mil hectáreas, equivalente al tamaño del territorio del estado de Oaxaca; sin embargo, en ambos casos la cantidad de los recursos naturales para la agricultura es un factor escaso, ya que, debido a su topografía, las tierras cultivables en México ocupan cerca de 31.3 millones de hectáreas, lo que representa un 16% de la superficie total, mientras que la península de Corea cuenta con una extensión cultivable de solamente 1 millón 836 mil hectáreas, es decir, 18.4% de su superficie total. El resto de la superficie es no agrícola y se destina a otros fines.

Una segunda diferencia es el tamaño de la población, la mexicana es más del doble de la coreana, ya que México cuenta con 119

millones de habitantes y una densidad de población de 61 habitantes por kilómetro cuadrado; mientras que Corea tiene una población de 51.4 millones de habitantes, con una densidad de población de 509 habitantes por kilómetro cuadrado, lo cual la ubica como uno de los países más densamente poblados del mundo; no obstante, en la última década ambos países presentan una tasa de crecimiento similar, en torno a 1.3% anual en México y 1.2% en Corea.

Una tercera diferencia es que el tamaño de las economías, medida por el PIB es muy similar, mientras que en México es de 1 233 billones de dólares (2016), el de Corea del Sur es de 1 304 billones de dólares (2016). Sin embargo, la productividad de Corea es casi tres veces mayor que la de México, pues el producto *per cápita* mexicano se ubica en 9 064 dólares americanos por habitante (2017), en contraste con el de Corea que se ubica en 27 513 dólares americanos (2016), triplicando al de México.

La cuarta diferencia entre Corea y México es la importancia de la población rural y el problema del empleo rural que existe en ambos países. En Corea, la población rural es de 9.5 millones de campesinos que representan 18.5% de la población total, que es de 51.4 millones coreanos (2015). Desde el punto de vista del empleo en la economía, el sector agrícola emplea únicamente 2.6 millones de trabajadores agrícolas que representan solamente 4.8% de la población total ocupada en ese país.

En contraste, la población mexicana ocupada en el sector rural es de 5.5 millones de trabajadores, de los cuales 56% de ellos son productores y el resto son jornaleros agrícolas o asalariados.

## Discusión final y conclusiones

A lo largo de esta investigación, basada en las fuentes secundarias y su contrastación con las investigaciones, se diseñó y estimó un modelo econométrico de seguridad alimentaria para México y Corea, como un instrumento de análisis empírico del cambio climático y la seguridad alimentaria en los países mencionados. Mediante este modelo econométrico, se estimó el papel de la temperatura en la producción maíz y arroz, volumen de importación de maíz y arroz, tasa de crecimiento de maíz y arroz, volumen de importación de

cereales, tasa de autosuficiencia de granos y porcentaje de tierra cultivable como factores determinantes de la seguridad alimentaria durante el periodo 2000-2018.

El análisis de la información oficial especificada permite concluir que el volumen de importación de maíz y arroz, la tasa de crecimiento de importación de maíz y arroz, así como la tasa de autosuficiencia en granos y cereales, son significativos como determinantes de la influencia del cambio climático en el periodo observado. Lo que demuestra que la política agrícola implementada por ambos países en los últimos años ha sido determinante para alcanzar y mantener la autosuficiencia alimentaria o no, en sus principales granos de su dieta, como lo es el maíz y el arroz.

Todos ellos afectan la producción de alimentos e influyen en la seguridad alimentaria planetaria. No obstante que los efectos serán mayores en las regiones tropicales donde se ubica México a diferencia de Corea.

La crisis económica mundial de 2008 alertó a todos los países sobre las consecuencias económicas del alza de los precios de los alimentos y las amenazas en la seguridad alimentaria, principalmente en aquellos países deficitarios que dependen de las importaciones agroalimentarias para su sobrevivencia. Más aun, aquellos países que presentan una alta proporción de población pobre, pues es la más vulnerable frente a estos eventos.

A pesar de que la FAO considera la seguridad alimentaria como un problema de disponibilidad y acceso a los alimentos, omite que la falta de acceso físico y económico es un problema asociado a la pobreza, porque sólo son accesibles para aquellas personas que pueden comprarlos, aunque estos estén disponibles.

Los estudios refieren que la seguridad alimentaria está en entredicho en aquellos países pobres que, frente a la reducción previsible de alimentos resultado del cambio climático, aumentará el número de pobres y hambrientos. Las crisis económicas ponen en evidencia la fragilidad de los sistemas nacionales de seguridad alimentaria por la cada vez mayor interdependencia económica global.

Los efectos del cambio climático sobre la seguridad alimentaria en México serán mayores porque la importancia de la

agricultura es mayor que en Corea, y la población rural es diez veces mayor que en aquel país asiático y por los efectos proteccionistas del sector, diferentes en ambos.

El crecimiento económico coreano ha sido sostenido y con altas tasas desde 1961, alcanzando una tasa promedio anual de 7.4% anual hasta la fecha; mientras que en México su crecimiento sostenido se interrumpió desde la década de los ochenta, pasando a un crecimiento mediocre de sólo 2.2% anual desde 1994 a la fecha.

La capacidad de respuesta del sector agrícola es mayor en México, ya que dispone de más de diez veces de superficie agrícola que Corea, y no obstante que desde 1965 a la fecha ha perdido la mitad de sus tierras agrícolas por el cambio de uso del suelo para la urbanización, México ha aumentado su frontera agrícola en siete millones de hectáreas durante el mismo periodo.

Corea ha privilegiado la autosuficiencia alimentaria como una política de Estado en su principal grano alimenticio: el arroz, lo cual ha conducido a mantener un nivel alto de autosuficiencia de este grano; mientras que el cambio de política agrícola de México, a partir de la década de los ochentas, ha conducido a la pérdida de la autosuficiencia alimentaria en maíz y otros alimentos básicos, y se ha convertido en un país altamente dependiente de las importaciones y extremadamente vulnerable.

Corea es menos vulnerable al cambio climático porque el modelo de desarrollo económico implementado a partir de la reforma agraria de 1957 permitió una equitativa distribución de ingresos y una reducción gradual de la pobreza, hasta alcanzar menos de 10% de su población; mientras que México es altamente vulnerable porque su modelo de desarrollo económico, instrumentado durante el periodo del *milagro mexicano* y cuna de la revolución verde, fue altamente polarizador y generó una fuerte concentración de la riqueza así como de población pobre, que actualmente llega a 43.7% de la población total; situación que la hace completamente frágil frente a la escasez de alimentos y ante la posibilidad de la alza del precio de los alimentos en el mercado internacional.

México es más vulnerable al cambio climático porque la población pobre se localiza en el medio rural, que alcanza 27.5 millones de campesinos y de los cuales 70% vive en extrema pobreza;

mientras que en Corea es de sólo 2.5 millones y de los cuales su ingreso rural es equiparable al ingreso urbano.

Por otro lado, los valores con tendencia negativa y estadísticamente significativos obtenidos de la producción de maíz y arroz, el porcentaje de tierra cultivable y la temperatura como variable explicativa, resultan relevantes ante un cambio en las políticas agroalimentarias que pretenden estimular la producción doméstica de maíz y arroz y la eficiente disminución de importaciones; esto sugiere la importancia de mantener una política agrícola que, aunque costosa, permita subsidiar al sector agrícola a niveles competitivos en el mercado internacional.

En consecuencia, una adecuada política agroalimentaria deberá orientarse a incentivar la capacidad productiva de ambos países para cerrar la brecha de dependencia de las importaciones, con lo cual se estaría atendiendo de manera paralela la tasa de autosuficiencia alimentaria, relacionada con las dimensiones de disponibilidad y el acceso a la alimentación (FAO, 2006c). Este impulso al desarrollo de los sistemas agrícolas requiere de financiamiento, ya que es insuficiente en el caso de México. Además de la contribución de los programas de ayuda al desarrollo, se tendrán que contemplar estrategias de combate al cambio climático, toda vez que el principal problema es que no se ha establecido una clara relación entre el cambio climático y su impacto en el sector agrícola.

Finalmente, debe tenerse en cuenta que la seguridad alimentaria requiere de una estrategia de mitigación del inevitable cambio climático, incorporando una economía sustentable y autosuficiente.

## Referencias

- Andino, J. (2015). Demanda de energía alimentaria, abastecimiento e ingesta de nutrientes en Venezuela: Principales cambios e implicaciones nutricionales. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 240(1): 109-158.
- Beck, N. (2001). Time-Series-Cross-Section Data: What Have We Learned in the Past Few Years? *Annual Review of Political Science*, 4(1): 271-293.

- Boronat-Gil, R. (2018). Diseño experimental de un sumidero de CO<sub>2</sub> y sus implicaciones en el cambio climático. Una experiencia de trabajo con alumnos en el laboratorio de educación secundaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 15(1): 1-10. doi: 10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2
- Broecker, W. (2012). *El impacto del calentamiento global en la distribución de las precipitaciones: Una perspectiva histórica*. Hay futuro. Visiones para un mundo mejor. Madrid: BBVA. Tomado de: <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/el-impacto-del-calentamiento-global-en-la-distribucion-de-las-precipitaciones-una-perspectiva-historica/>
- Calva, J. (1989). *Crisis agrícola y crisis alimentaria*. México: Ed. Fontamara.
- Contreras Servin, C.; Galindo Meza, G.; López Vázquez, V.H.; Ibarra Zapata, E. y Mata Cuellar, F. (2010). El cambio climático y su influencia en las plagas agrícolas. En: S.G. Cruz Miranda, J. Tello Flores, A. Mendoza Estrada y A. Morales Moreno (editores), *Entomología mexicana* (pp. 239-243). Vol. 9. México: Sociedad Mexicana de Entomología.
- Esteva, G. (1990). *La batalla del México rural*. México: Siglo XXI.
- Galindo, L.M. (2009). *La economía del cambio climático en México. Síntesis*. México: SEMARNAT. Tomado de: <https://es.scribd.com/document/310548250/La-economia-del-cambio-climatico-en-Mexico-Sintesis-Galindo-Luis-Miguel-2009-pdf>
- Gómez, O. (2016). *Evolución del empleo y productividad en el sector agropecuario en México*. Serie Macroeconomía del desarrollo. México: CEPAL-FAO.
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático (2007). Cambio climático: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Ginebra, Suiza: IPCC. Tomado de: [Phttps://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4\\_syr\\_sp.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_sp.pdf)
- Jones, P.G. y Thornton, P.K. (2009). The Potential Impacts of Climate Change on Maize Production in Africa and Latin América in 2055. *Global Environmental Change*, 13(1): 51-59. doi: 10.1016/S0959-3780(02)00090-0

- Kasterine, A. (2011). *Crecientes dolores: La influencia del cambio climático en la agricultura. Asesor principal de desarrollo de mercados*. México: ITC. Tomado de: <http://www.intracen.org/Crecientes-dolores-La-influencia-del-cambio-climatico-en-la-agricultura/>
- Korea Importers Association (KOIMA-CEOG) (2017). *Mercado de Corea. Las nuevas oportunidades para productos agroalimentarios*. 6° Foro Agroalimentario: El reajuste de los mercados agropecuarios con las negociaciones del TLCA. Korea: KOIMA.
- Kwack, S.Y. (1988). El desarrollo económico de Corea del Sur 1965-1981. *Estudios Públicos*, 31: 139-208. Tomado de: [https://www.cepchile.cl/cep/site/artic/20160303/asocfile/20160303184155/rev31\\_yeung.pdf](https://www.cepchile.cl/cep/site/artic/20160303/asocfile/20160303184155/rev31_yeung.pdf)
- Lemonnier, B. (2020). *Dragón amarillo: La amenaza del limón mexicano*. Laboratorio de Periodismo de Ciencia. México: DGDC-UNAM. Tomado de: <http://www.dgdc.unam.mx/labpdc/leer/13/dragon-amarillo-la-amenaza-del-limon-mexicano>
- Loukili, B. y Bour, A. (2016). Impact de la grande distribution sur les habitudes d'achats et la santé (surcharge pondérale) des Marocains. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 30(2): 250. doi: 10.1016/j.nupar.2016.09.064
- Magaña Rueda, V.O. y Neri, C. (2012). Cambio climático y sequías en México. *Revista Ciencia*, 63(4): 26-35.
- Nande, E.; Pérez, O.; Martínez, S. y Rangel, J. (2019). Seguridad alimentaria y obesidad: Un análisis comparativo entre China-México-EU. *PORTES, Revista mexicana de estudios sobre la Cuenca del Pacífico*, 13(25): 105-137.
- Ortiz-Hernández, L.; Rodríguez-Magallanes, M. y Melgar-Quiñónez, H. (2012). Obesidad, conducta alimentaria e inseguridad alimentaria en adolescentes de la Ciudad de México. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, 69(6): 431-441.
- OIT (2011). *Trabajo decente en la cadena mundial de suministro de alimentos: Un enfoque sectorial*. Organización Internacional del Trabajo. Tomado de: [https://www.ilo.org/gb/GBSessions/WCMS\\_163663/lang-es/index.htm](https://www.ilo.org/gb/GBSessions/WCMS_163663/lang-es/index.htm)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018). *Estadísticas. Datos sobre alimentación y agricultura*. España: FAOSTAT. Tomado de: <http://www.fao.org/statistics/es/>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Ganadería y Pesca (2012). *México: El sector agropecuario ante del desafío del cambio climático*. México: FAO-SAGARPA. Tomado de: <http://www.fao.org/3/a-i4093s.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2019). *El sistema alimentario en México. Oportunidades para el campo mexicano en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible*. México: FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018). *A medida que el cambio climático transforma la agricultura, el comercio internacional será cada vez más importante para alimentar al planeta*. FAO. Tomado de: <http://www.fao.org/news/story/es/item/1152953/icode/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2006a). *El estado de inseguridad del hambre en el mundo*. FAO. Tomado de: <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2006b). *Seguridad alimentaria. Informe de políticas*. Número 2. FAO. Tomado de: <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2016). *El cambio climático aumentará hasta en 122 millones el número de pobres*. Expansión. FAO. Tomado de: <https://expansion.mx/economia/2016/10/17/el-cambio-climatico-aumentara-hasta-en-122-millones-el-numero-de-pobres-fao>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2006c). *Seguridad alimentaria y nutricional. Conceptos básicos*. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) Centroamérica y Proyecto Food Facility Honduras. FAO. Tomado de: <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2002). *La sal de la tierra: Peligro para la producción de alimentos*. Cumbre mundial sobre la alimentación. FAO. Tomado de: <http://www.fao.org/worldfoodsummit/spanish/newsroom/focus/focus1.htm>

- Paralelo36 Ecologismo (2009). Cambio climático y agricultura campesina: Impactos y respuestas adaptativas. *Paralelo 36*, mayo 12. Andalucía: Espacio de Pensamiento y Cooperación Política. Tomado de: <https://www.paralelo36andalucia.com/cambio-climatico-y-agricultura-campesina-impactos-y-respuestas-adaptativas/>
- Rangel, T. (2009). La crisis del sector rural y el costo de la migración en México. *Iberofórum. Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana*, IV(8): 40-81.
- Rojas, L. (2013). *Estudio: Cambio climático impacto en la agricultura. Hieladas y sequía*. Informe final. Chile: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Tomado de: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2013/12/cambioClimatico2013.pdf>
- Rojas, O.; Yanyun Li, Y. y Cumani, R. (2015). *Entendiendo el impacto de la sequía por El Niño en el área agrícola mundial. Una evaluación utilizando el índice de estrés agrícola*. Series sobre el medio ambiente y la gestión de los recursos naturales, 23. Roma, Italia: FAO.
- Schwartz, J. (2018). Más inundaciones y sequías extremas a causa del cambio climático. Medioambiente. *The New York Times*. Publicado el 14 de diciembre. Tomado de: <https://www.nytimes.com/es/2018/12/14/espanol/cambio-climatico-inundaciones-sequias.html>
- Taylor, J. (2010). *Migración: Nuevas dimensiones y características, causas, consecuencias e implicancias para la pobreza rural*. Davis, Estados Unidos: Universidad de California - Departamento de Agricultura y Recursos. Tomado de: <http://www.fao.org/docrep/003/x9808s/x9808s07.htm>
- Vargas, A. (2007). Cambio climático, agua y agricultura. *Perspectivas. Revista Comunica*. 1(II): 13-23. Tomado de: <http://repiica.iica.int/docs/B0482e/B0482e.pdf>
- Villareal, R. (2005). *Industrialización, competitividad y desequilibrio externo de México. Un enfoque macro industrial y financiero (1929-2010)*. Quinta edición. México: FCE.

## Anexo 1

```
. xtpcse temperatura ProdMaizArroz VolúmImportMaizArroz TasaCrecImportMaizArroz tasadeautosuficienciaengranos tierra_cul, het
```

Linear regression, heteroskedastic panels corrected standard errors

```
Group variable: id                Number of obs   =    34
Time variable:  ao                Number of groups =     2
Panels:         heteroskedastic (balanced)  Obs per group:
Autocorrelation: no autocorrelation          min =    17
                                              avg =    17
                                              max =    17
Estimated covariances =      2      R-squared       =    0.9966
Estimated autocorrelations =    0      Wald chi2(5)    =  10024.23
Estimated coefficients =      6      Prob > chi2     =    0.0000
```

temperatura	Het-corrected				
	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
ProdMaizArroz	-.0741541	.0366373	-2.02	0.043	-.145962 - .0023463
VolúmImportMaizArroz	.000106	.0000481	2.20	0.028	.0000117 .0002003
TasaCrecImportMaizArroz	.0047893	.0023028	2.08	0.038	.0002759 .0093027
tasadeautosuficienciaengranos	.0295589	.0172379	1.71	0.086	-.0042268 .0633447
tierra_cul	-.3690884	.0298252	-12.38	0.000	-.4275446 -.3106321
_cons	30.13588	1.964873	15.34	0.000	26.2848 33.98696

# Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en ciudades del Perú

Eduardo Calvo Buendía

## Introducción

Los sistemas urbanos en Perú figuran entre los más antiguos del mundo (Shady, 2006) y hasta el censo de 1791 sólo dos ciudades contaban con más de 50 mil habitantes: Lima y Jauja (Minam, 2016). En los siglos XIX y XX aparecieron los sistemas urbanos y fueron tomando la forma actual.

Históricamente, el fenómeno climático más estudiado ha sido el de El Niño, recibió su nombre (hoy usado en todo el mundo) por los pescadores de Piura (norte de Perú) quienes asociaban el mar caliente y las lluvias intensas a las travesuras del niño Jesús (también conocido como niño Manuelito), ya que se presentaban en los alrededores de las fiestas navideñas. Lo cierto es que sólo hay pruebas científicas de que este fenómeno haya ocurrido desde 1925, aunque se conoce su existencia con alta probabilidad desde el siglo XVI (Seiner, 2002).

En el siglo XX, al adquirir Lima un carácter metropolitano y al aparecer una serie de polos de desarrollo (mencionados de norte a sur) como Piura, Chiclayo, Trujillo y Chimbote a lo largo de la

costa norte, la importancia del fenómeno El Niño va adquiriendo notoriedad. Es preciso señalar que, hasta la década de los sesentas del siglo XX, la mayor parte de la población peruana era rural, siendo actualmente la población urbana superior a 80%.

Aunque este fenómeno no sea de origen antropogénico, sino que forme parte de la variabilidad climática natural propia del trópico sudamericano, da pie a la comprensión de la relación entre los sistemas urbanos y el sistema climático.

El desarrollo de las telecomunicaciones, primero a través de la radio, desde inicios del siglo XX —sobre todo con la llegada de la televisión desde los años cincuenta de ese siglo—, permitieron acercar a millones de personas a los eventos climáticos de otras latitudes y de aquellos que ocurren a nivel nacional. A partir de la década de los ochenta, las transmisiones en directo permitieron sensibilizar más sobre las pérdidas acaecidas en las ciudades del interior de dicho país, así como del drama de las zonas marginales de la capital.

## Características del crecimiento urbano

El crecimiento sin planificación de las ciudades peruanas ha sido recientemente revisado por Calderón (2017: 227-228), quien afirma que:

El Perú urbano es un país de ciudades sin planificación. Considerando las ciudades más grandes del país, hacia el [año] 2016 unas 103 (60%) tenían plan urbano, mientras los 70 restantes (40%) no tenían. Sin embargo, de aquellas ciudades que tenían un plan, unas 32 no contaban con uno vigente. En otras palabras, 135 ciudades de un total de 173 no tenían plan. El actual director general de políticas y regularización en vivienda y urbanismo indica que en el Perú existen 1 330 ciudades, entre grandes y pequeñas, con planes urbanos desactualizados y sin instrumentos de gestión.

Sus conclusiones resultan aterradoras:

La consecuencia, que está a la vista de todos, es la ciudad ilegal e informal. En ausencia de planificación, y de los consiguientes arreglos previos y democráticos que

podrían existir entre los actores, las ciudades crecen bajo las fuerzas del mercado (legal e ilegal, léase tráfico de tierras), la necesidad de la gente y el Estado, en el marco de una economía formal, informal y delictual. Un crecimiento caótico y desordenado.

De acuerdo con información oficial, los barrios urbanos marginales (BUM), entre 2002 y 2007, pasaron de 7 419 a 8 940 a nivel nacional y de 2 705 a 4 453 en Lima. En el mismo periodo, la población marginal en Lima se elevó de 2 072 245 a 4 105 884 de habitantes. Parte de esos BUM —y entramos así a la coyuntura actual— se ubica sobre tierra no urbanizada y en áreas de riesgo, una de las explicaciones es el tráfico de tierras, cuyas modalidades van desde el crimen organizado (con sus mafias delictuales en la que están involucrados alcaldes) hasta la venta ilegal por comuneros de las comunidades campesinas de la costa, de dirigentes de asociaciones de vivienda e incluso, en un nivel micro, de familias y personas que especulan en estos mercados. El tráfico de tierras ha superado la invasión, algo que era inimaginable hace 20 años, por lo que en ciudades como Arequipa y Lima el tráfico de tierras adquiere enormes dimensiones (Calderón, 2017: 229-230).

No se debe dejar de mencionar que algunas urbanizadoras formales venden tierras sin licencia ni habilitación urbana, especialmente cuando no existen planes urbanos como en la mayoría de los casos, y llegan a crear la figura de la *prehabilitación*, misma que no está contemplada en el marco legal; y se suman las urbanizaciones que venden lotes en zonas inundables y áreas de riesgo (por ejemplo, al norte de Lima).

Lo más curioso es que el crecimiento sin precedentes de la ciudad informal e ilegal, como lo indican las cifras, ha ocurrido en el Perú urbano en años de crecimiento económico y de reducción oficial de la pobreza (Lima, según las autoridades, ya casi no tiene pobres, sólo un 14%) y en los cuales, desde 2002, el Estado ha gastado cientos de millones de dólares en una política de vivienda social, para ser casi exactos, 1 200 millones de dólares entre 2003 y junio de 2016. Nada de eso frenó o detuvo a la informalidad urbana.

## Factores socioeconómicos y ambientales de la vulnerabilidad de las ciudades peruanas al cambio climático

### *Factores socioeconómicos*

Perú y sus ciudades son altamente vulnerables al cambio climático debido a las condiciones meteorológicas que experimentan: principalmente variación de precipitación, temperatura, vientos fuertes y tormentas; aunado a la densidad de población, dependencia de servicios e infraestructura, construcciones inadecuadas y débil institucionalidad para manejar todos estos desafíos.

Los patrones de crecimiento sin planificación, motivados por otros factores socioeconómicos, principalmente pobreza<sup>1</sup> e ignorancia de la población y corrupción de las autoridades han sido los causales de la situación actual, que se ha visto reflejada de manera dramática en el evento que afectara principalmente a la costa norte y centro del país, aunque con repercusiones de carácter nacional, conocido en 2017 como El Niño costero.

Esto ocurrió, pese a que ya desde el año 2012 Perú contaba con legislación como la Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable (Ley 29869), promulgada ese año (Congreso de la República, 2012), misma que establece en su artículo 21 la prohibición de ocupar zonas de alto riesgo no mitigable: “Está prohibido ocupar zonas declaradas de muy alto riesgo no mitigable para fines de vivienda o cualquier otro que ponga en riesgo la vida o integridad de las personas. Corresponde a la municipalidad distrital ejecutar las acciones administrativas y legales que correspondan para el cumplimiento de la ley y a la municipalidad provincial brindar el apoyo necesario. No se puede dotar de servicios públicos a los asentamientos poblacionales que ocupen zonas declaradas de muy alto riesgo no mitigable, bajo responsabilidad”.

1 En Perú, 60% de la población está en los niveles socioeconómicos (NSE) D y E, y cerca de 26% en el C; esto evidencia que sólo uno de cada siete peruanos tendrían la capacidad de responder a los peligros climáticos con sus propios recursos.

La tragedia de 2017 condujo a la dación de la Ley 30645, la misma que introdujo el concepto de zona de riesgo recurrente, definida como: “Aquella donde existe la probabilidad de que la población o sus medios de vida sufran daños en forma recurrente, como consecuencia de los constantes deslizamientos, huaicos<sup>2</sup> y desbordes de ríos, entre otros.

Dicha zona, aunque es mitigable en el corto plazo debido a la recurrencia del desastre natural, resulta de mayor costo y complejidad que la reubicación de las viviendas y el equipamiento urbano respectivo, ya que el riesgo se evalúa en función del peligro, la vulnerabilidad y la recurrencia.

Un análisis breve del contenido de la Ley 29869 de 2012 y su reglamento, muestra que la declaración de muy alto riesgo no mitigable de una zona es un proceso costoso y engorroso que en el caso de cientos de municipios pobres resulta impensable de gestionar; sin embargo, a partir del evento de 2017 en el que el fenómeno de El Niño afectó fuertemente a la población, este proceso fue llevado a cabo por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y estableció zonas de riesgo no mitigable en las fajas marginales de 12 ríos y de 10 localidades de las regiones La Libertad, Áncash, Piura, Ica, Lambayeque, Lima metropolitana y Lima provincias. En el caso de Lima metropolitana se concentran 16 de estas zonas, ubicadas en las fajas de los ríos Rímac, Chillón y Lurín; en Piura se identifican tres zonas: Catacaos, Castilla y Tambogrande.

## Factores ambientales

Los escenarios climáticos para 2030 en Perú prevén un incremento de la temperatura mínima de hasta 1.4 centígrados en la mayor parte del territorio nacional y un decrecimiento promedio entre un 10 y 20% en la precipitación (MINAM, 2015).

Con base a la información de estudios sobre variabilidad climática realizados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú y el Instituto Geofísico del Perú, considerando

2 Huaico está definido en la Real Academia Española (RAE) como “una masa enorme de lodo y peñas que las lluvias torrenciales desprenden de las alturas de los Andes y que, al caer en los ríos, ocasionan su desbordamiento”.

los eventos ocurridos históricamente y el diagnóstico realizado en las estrategias regionales de cambio climático aprobadas y disponibles, se han podido clasificar ocho peligros climáticos principales que afectan o afectarán a las ciudades peruanas con énfasis en las regiones de la costa norte y centro, sierra y selva alta de Perú:

- Olas de calor
- Olas de frío (incluyendo heladas<sup>3</sup> y friaje<sup>4</sup>)
- Sequías
- Lluvia intensa, nevada y granizo
- Huaicos
- Aumento del nivel del mar y erosión costera
- Vientos fuertes, tornados y huracanes
- Tormentas eléctricas e incendios generados por ellas.

## Adaptación al cambio climático

### *Nivel nacional*

Pese a la identificación de los principales peligros, Perú no cuenta con un Plan Nacional de Adaptación<sup>5</sup> pese a los múltiples esfuerzos e inversiones realizadas durante las últimas décadas, sobre todo con ayuda de la cooperación internacional. Aunado a ello, en julio de 2019 se remitió una convocatoria de consultoría para la elaboración de este plan, mismo que debería estar listo en febrero de 2020, en el que se incluyeran también los enfoques de género, intercultural e intergeneracional, así como de enfatizar los aspectos de comunicación y financiamiento.

3 Las heladas se caracterizan por la disminución brusca de las temperaturas en las zonas altoandinas, principalmente en las regiones de la sierra sur y centro, y se producen debido a masas de aire frío y seco a gran altitud que al ingresar reducen la nubosidad, impiden la concentración del calor y disminuyen la temperatura ambiental. Usualmente van de abril a septiembre en la temporada seca. A mayor altitud del lugar, menor temperatura, que llegan incluso por debajo de los 20 grados bajo cero.

4 El friaje consiste en la entrada de masas de aire frío superficial desde el sur hacia la selva, mayormente durante la estación seca de abril-mayo hasta setiembre. Pese a que en la mayoría de los casos no está muy por debajo de los 18° C, por la poca adaptación tanto en el vestido como en la vivienda, generalmente produce fuertes impactos sobre la salud, como propagación de epidemias.

5 Instrumento previsto tanto a nivel global en el marco de la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático como en la Ley Marco de Cambio Climático peruana.

De acuerdo a la página web de la Convención de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Perú ha sido receptor de cooperación internacional en temas de adaptación por parte de Canadá, Estados Unidos de América, Finlandia, Japón y Suiza. La última convocatoria es con financiamiento del gobierno de los Estados Unidos a través del Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (IISD) de Canadá.

En cuanto a los Planes Nacionales de Adaptación (PNAD), Naciones Unidas propuso a través del Grupo de Expertos de los Países Menos Adelantados (2012) la metodología que a continuación se describe (a seguir según proceda).

*Elemento A. Establecimiento de las bases y determinación de las carencias*

- Iniciar y lanzar el proceso del PNAD.
- Balance: identificar la información disponible sobre los efectos del cambio climático, su vulnerabilidad y adaptación y evaluar las carencias y necesidades del entorno para el proceso del PNAD.
- Abordar las carencias y debilidades de la capacidad para llevar a cabo el proceso del PNAD.
- Evaluar íntegramente y de forma reiterada las necesidades de desarrollo y las vulnerabilidades climáticas.

*Elemento B. Elementos preparatorios*

- Analizar los escenarios de clima actual y de cambio climático futuro.
- Evaluar las vulnerabilidades frente al cambio climático e identificar las opciones de adaptación en los niveles sectorial, subnacional y nacional o en los niveles que se considere necesarios.
- Revisar y valorar las opciones de adaptación.
- Recopilar y divulgar los planes nacionales de adaptación.
- Integrar la adaptación al cambio climático en la planificación sectorial y de desarrollo a nivel nacional y subnacional.

*Elemento C. Estrategias de aplicación*

- Priorizar la adaptación al cambio climático en la planificación nacional.
- Desarrollar una estrategia de aplicación de la adaptación nacional (largo plazo).
- Mejorar la capacidad de planificación y aplicación de la adaptación.
- Promover la coordinación y la sinergia a nivel regional y con otros acuerdos ambientales multilaterales.

*Elemento D. Supervisión, evaluación y presentación de informes*

- Supervisar el proceso del PNAD.
- Revisar el proceso del PNAD para evaluar el progreso, su eficacia y las carencias.
- Actualizar de forma reiterada los planes nacionales de adaptación.
- Divulgar el proceso del PNAD y elaborar informes sobre el progreso y su eficacia.

Los elementos A y D, para la formulación de los planes nacionales de adaptación, se exponen en el anexo a la decisión 5/CP.17. Aquí se citan los pasos para facilitar su consulta, sin embargo, cada país deberá elegir qué pasos son aplicables para su situación específica y en qué orden se llevarán a cabo. Además, en el mismo documento se formuló una serie de preguntas clave para cada uno de los elementos (anexo I).

*Nivel regional y local*

Desde la década pasada, el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM) ha promovido la generación de planes y estrategias regionales sobre cambio climático de acuerdo la Ley 28245, también conocida como Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental y su reglamento D.S. 008-2005-PCM, que establece la creación de grupos técnicos regionales para elaborar propuestas para la aplicación en el nivel regional, entre ellos los Grupos Técnicos Regionales de Cambio Climático.

De esta manera, la mayoría de las regiones elaboraron, aprobaron y publicaron sus estrategias y planes (en algunos casos

incluso han sido actualizados recientemente); sin embargo, en muchos casos estos se quedaron en letra muerta debido a la falta de financiamiento para su ejecución.

En el ámbito local existieron esfuerzos pioneros en el tema desde hace casi una década (Calvo, 2010). Según la Ley Marco sobre Cambio Climático (Ley 30754), los gobiernos locales, en apego de sus competencias y funciones, diseñan, ejecutan, monitorean y evalúan medidas y proyectos para desarrollar la capacidad de adaptación a los impactos del cambio climático y reducción de la vulnerabilidad, priorizando a las poblaciones en situación de vulnerabilidad.

Para asegurar que los gobiernos locales de Lima metropolitana cuenten con medidas de adaptación al cambio climático apropiadas a su realidad y técnicamente factibles, el Foro Ciudades para la Vida (FCPV) con el apoyo de la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ, por sus siglas en alemán) prepararon la *Guía para elaborar medidas de adaptación al cambio climático para municipalidades de Lima metropolitana* (FCPV, 2017), dirigida especialmente a funcionarios y colaboradores de las municipalidades, plataformas de defensa civil, grupos de trabajo para la gestión de riesgo de desastres y grupos técnicos de cambio climático de las comisiones ambientales municipales; pero también provee información relevante para los actores privados, académicos y de sociedad civil, que quieran informarse sobre los efectos del cambio climático en el ámbito urbano e identificar sus peligros climáticos, vulnerabilidad y opciones de adaptación en sus ámbitos de operación. La guía se basó en la metodología del *Klimacheck*<sup>6</sup> del Estado Federado de Baviera.

6 Herramienta PDF interactiva para averiguar quiénes se han visto realmente afectados y hacer que los efectos, como el estrés por calor, la sequía o las inundaciones, sean evaluables para los municipios y determinar la respectiva necesidad de adaptación para brindar a los municipios opciones estratégicas. Esta herramienta de adaptación se diseñó principalmente para los municipios pequeños y medianos de Baviera como parte del proyecto de la UE C3-Alpes y fue el resultado de una cooperación entre el Ministerio de Medio Ambiente de Baviera y la Facultad de Turismo de la Universidad de Ciencias Aplicadas (Ministerio de Medio Ambiente y Protección del Consumidor del Estado de Baviera. <https://www.stmuvm.bayern.de/themen/klimaschutz/kommunal/klimacheck.htm#top>)

En la actualidad se encuentra en proceso de validación una guía para gobiernos locales, también preparada por el FCPV.

## Consideraciones finales

Con una población creciente, las ciudades de Perú tendrán que albergar al año 2070 a otros 10 millones de personas en un contexto donde se espera que sobrepasemos definitivamente 1.5 °C antes de 2050, aún con esfuerzos de mitigación que ni siquiera se avizoran.

Las ciudades peruanas deben comenzar hoy la evaluación de sus vulnerabilidades presentes y futuras, llevando este proceso a un ciclo de mejora continua y recordando siempre que la exposición al peligro (riesgo climático) es sólo una parte de la ecuación que conduce a la vulnerabilidad, siendo las otras la sensibilidad de los sistemas y finalmente su capacidad adaptativa.

Conforme crecen y se complejizan las ciudades, la posibilidad de reducir la exposición (migración) se va haciendo más remota, aunque no se descarte (ver lo que ocurre actualmente con Yakarta (Takagi *et al.*, 2017), capital de Indonesia).

Resulta imperativo establecer redes de cooperación Sur-Sur para reducir la sensibilidad y mejorar la capacidad adaptativa, ya que el tipo y magnitud de los impactos del cambio climático pueden variar, pero los modelos de gestión pueden ser similares.

La Alianza del Pacífico —creada para alentar la integración regional, para lograr un mayor crecimiento, desarrollo y competitividad de las economías de los países pertenecientes, así como para avanzar progresivamente hacia el objetivo de alcanzar la libre circulación de bienes, servicios, capitales y personas— puede constituirse en ese tipo de espacio de cooperación, ya que genera las condiciones necesarias para el bienestar común.

## Referencias

Calderón, J. (2017). *La insoportable levedad de la planificación urbana lo legal informal en el Perú*. Serie Perú Hoy, 31. Perú: DESCO El arte del desgobierno. Tomado de: [http://www.desco.org.pe/recursos/site/files/CONTENIDO/1118/12\\_Calderon\\_PHj17.pdf](http://www.desco.org.pe/recursos/site/files/CONTENIDO/1118/12_Calderon_PHj17.pdf)

- Calvo, E. (2010). *Guía metodológica para la adaptación a los impactos del cambio climático en las ciudades y opciones de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero*. Lima: FCPV. Tomado de: [http://www.siagua.org/sites/default/files/documentos/guia.met\\_adaptacion.frente.cambio.cli\\_.pdf](http://www.siagua.org/sites/default/files/documentos/guia.met_adaptacion.frente.cambio.cli_.pdf)
- Congreso de la República (2012). *Ley 29869. Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable*. Publicada el 20 de mayo. Lima, Perú. Tomado de: [https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/2018/06/ley\\_29869.pdf](https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/2018/06/ley_29869.pdf)
- Foro Ciudades para la Vida (FCPV) (2017). *Guía para elaborar medidas de adaptación al cambio climático para municipalidades de Lima metropolitana*. Lima, Perú: GIZ. Tomado de: <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/3490>
- Grupo de expertos de los Países Menos Adelantados (PMA) (2012). *Planes nacionales de adaptación. Directrices técnicas para el proceso del plan nacional de adaptación*. Bonn, Alemania: UNFCCC.
- Ministerio del Ambiente del Perú (2015). *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. Lima, Perú: MINAM.
- Ministerio del Ambiente del Perú (2016). *Historia ambiental del Perú. Siglos XVIII y XIX*. Lima, Perú: MINAM.
- Seiner, L. (2002). *Estudios de historia medioambiental. Perú, siglos XVI-XX*. Lima, Perú: UL.
- Shady, R. (2006). *Caral-Supe, la civilización más antigua de América*. Proyecto Especial Arqueológico Caral-Supe. Lima, Perú: Instituto Nacional de Cultura.
- Takagi, H.; Fujii, D.; Esteban, M. y Yi, X. (2017). Effectiveness and Limitation of Coastal Dykes in Jakarta: The Need for Prioritizing Actions against Land Subsidence. *Sustainability*, 9(4): 619.

## Anexo 1. Preguntas clave

### *A. Establecimiento de las bases y determinación de las carencias*

#### 1. Iniciación y lanzamiento del proceso del plan nacional de adaptación (PNAD)

- ¿Cuál es el planteamiento y la estrategia general nacional para el proceso del PNAD y qué tipo de mandato es necesario para poder llevarlo a cabo?
- ¿Qué acuerdos institucionales a nivel nacional son necesarios para coordinar, dirigir y supervisar el proceso del PNAD?
- ¿Qué resultados se esperan del proceso del PNAD y cuándo?
- ¿Cuáles serán las disposiciones sobre la presentación de informes a las diferentes partes interesadas en el país?
- ¿Qué acuerdos financieros y técnicos son necesarios y pueden ser puestos en marcha para mantener el proceso a corto y largo plazos?

#### 2. Balance. Identificar la información disponible sobre los efectos del cambio climático, su vulnerabilidad y adaptación y evaluar las carencias y necesidades del entorno para el proceso del PNAD

- ¿Dónde nos encontramos con respecto a las actividades de adaptación eficaces a corto y largo plazos?
- ¿Qué datos y conocimientos están disponibles para valorar los riesgos climáticos, la vulnerabilidad y la adaptación actuales y futuros?
- ¿Cuál es la mejor forma de coordinar el almacenamiento y la gestión de estos datos y conocimientos?
- ¿Qué carencias se pueden identificar con relación a las capacidades, la idoneidad de los datos y la información, y los recursos necesarios para involucrarse en el proceso del PNAD?
- ¿Qué barreras existen para planificar, diseñar e implementar la adaptación de forma eficaz?

#### 3. Abordar las carencias y debilidades de la capacidad para llevar a cabo el proceso del PNAD

- ¿Cómo se pueden abordar mejor las carencias en la capacidad técnica e institucional, y qué recursos son necesarios?

- ¿Cómo se puede institucionalizar el desarrollo de la capacidad a largo plazo?
  - ¿Cómo se pueden derribar las barreras a la planificación de la adaptación?
  - ¿Dónde se encuentran las oportunidades para integrar la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo?
4. Evaluar íntegramente y de forma reiterada las necesidades de desarrollo y las vulnerabilidades climáticas
- ¿Qué objetivos de desarrollo son sensibles al cambio climático?
  - ¿Cómo se pueden identificar los riesgos climáticos al desarrollo y los posibles beneficios colaterales de la adaptación y el desarrollo?

### *B. Elementos preparatorios*

1. Analizar los escenarios de clima actual y de cambio climático futuro
- Según los datos observados, ¿qué patrones climáticos del país son más importantes en términos de ajuste, adaptación o aclimatación de los sistemas sociales?
  - ¿Qué riesgos entraña el cambio climático para el país?
  - ¿Cuáles son las principales amenazas climáticas?
  - ¿Cuál es el rango de incertidumbre estimado para los posibles escenarios climáticos del futuro?
  - ¿Qué índices de tendencias climáticas son adecuados para la planificación y la toma de decisiones?
2. Evaluar las vulnerabilidades climáticas e identificar las opciones de adaptación en los niveles sectorial, subnacional y nacional o en los niveles que se considere necesarios
- ¿Qué sistemas, regiones o grupos trabajan con objetivos de desarrollo como la seguridad alimenticia, la reducción de la pobreza, el desarrollo económico, etcétera?
  - ¿Cuáles son las principales vulnerabilidades de los sistemas/regiones fundamentales para alcanzar los objetivos de desarrollo principales?

- ¿Cuáles son los efectos esperados del cambio climático?
  - ¿Qué opciones de adaptación rentables y viables existen para reducir los efectos del cambio climático o para aprovechar las oportunidades?
3. Revisar y valorar las opciones de adaptación
- ¿Cuáles son los costes y beneficios de cada opción de adaptación?
  - ¿Cuál es la mejor forma de implementar las opciones de adaptación y cuáles son las condiciones para el éxito?
  - ¿Es posible identificar los beneficios colaterales entre las opciones de adaptación y el desarrollo?
4. Recopilar y divulgar los planes nacionales de adaptación
- ¿Cómo se incorporarán las opciones prioritarias de adaptación sectorial y subnacional a los planes nacionales de adaptación?
  - ¿Cómo se incorporarán las aportaciones de todas las partes relevantes en la producción de los planes nacionales?
  - ¿Cuál es la mejor forma de comunicar y divulgar los planes nacionales de adaptación a nivel nacional?
5. Integrar la adaptación al cambio climático en la planificación sectorial y de desarrollo a nivel nacional y subnacional
- ¿Cuál es la mejor forma de integrar la adaptación en el proceso de planificación de desarrollo en marcha?
  - ¿Qué tipo de oportunidades pueden surgir de la integración?
  - ¿Cómo se puede facilitar el proceso de integración?

### *C. Estrategias de aplicación*

1. Priorizar la adaptación al cambio climático en la planificación nacional
- ¿Cuál es la mejor forma de priorizar el trabajo de adaptación para su implementación a nivel nacional considerando las necesidades de desarrollo, las vulnerabilidades climáticas y los riesgos, además de los planes existentes?
  - ¿Qué criterios se pueden utilizar para definir las acciones prioritarias?

2. Desarrollar una estrategia de aplicación de la adaptación nacional (largo plazo)

- ¿Cuál es la estrategia más adecuada para la aplicación de las actividades de adaptación incluyendo plazos, beneficiarios/ áreas objetivo, autoridades responsables y un orden de actividades?
- ¿Cómo puede la aplicación aprovechar y complementar las actividades de adaptación existentes?
- ¿Cuáles son los costes potenciales de la aplicación de los PNAD y cómo se pueden cubrir estos costes?

3. Mejorar la capacidad de planificación y aplicación de la adaptación

- ¿Cómo se pueden mantener y mejorar a diferentes niveles las capacidades técnicas e institucionales y las normas para la planificación a largo plazo y la aplicación de la adaptación?
- ¿Qué se puede aprender de otras experiencias internacionales y de la cooperación internacional con respecto a la planificación de la adaptación?

4. Promover la coordinación y la sinergia a nivel regional y con otros acuerdos ambientales multilaterales

- ¿Cómo se puede promover y mejorar la coordinación de la planificación de la adaptación intersectorial y regional?
- ¿Cómo se puede identificar y promover la sinergia con otros acuerdos ambientales multilaterales en el proceso de planificación y aplicación?

*D. Supervisión, evaluación y presentación de informes*

1. Supervisar el proceso del PNAD

- ¿Qué áreas del proceso del PNAD son clave para su eficacia y deberían ser el objetivo del proceso de supervisión?
- ¿Qué información y medidas son necesarias para supervisar el progreso, la eficacia, las carencias y las lecciones del proceso del PNAD?

2. Revisar el proceso del PNAD para evaluar el progreso, su eficacia y las carencias
  - ¿Cuál será el intervalo de tiempo para revisar el proceso del PNAD?
  - ¿Cuál es la mejor forma de cuantificar y evaluar el progreso, la eficacia y las carencias y que información externa al proceso del PNAD es necesaria?
3. Actualizar de forma reiterada los planes nacionales de adaptación
  - ¿Cuál es la frecuencia o los desencadenantes de las actualizaciones de los PNAD y los resultados asociados?
  - ¿Cuál de los pasos anteriores del proceso del PNAD se repetiría para obtener una actualización?
  - ¿Cómo se puede alinear la actualización de los PNAD con otros procesos de planificación del desarrollo para asegurar la coordinación y la identificación de los beneficios colaterales?
4. Divulgar el proceso del PNAD y elaborar informes sobre el progreso y su eficacia
  - ¿Cuál es la mejor forma de difundir los documentos del PNAD entre la secretaría de la CMNUCC y otras partes interesadas?
  - En las comunicaciones nacionales ¿qué tipo de información es necesaria incluir en los informes sobre el progreso y la eficacia del proceso del PNAD?
  - ¿Qué otros canales se pueden utilizar para informar a la CP y a otras partes interesadas sobre el progreso?

# Efectos de la variabilidad climática en el desempeño económico de la pesquería de pelágicos menores del Pacífico mexicano

Víctor Hernández Trejo

## Introducción

De acuerdo con el Statistics and Information Service of the Fisheries and Aquaculture Department de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés, 2012), a nivel mundial se capturan 24 182 millones de toneladas (t) de pelágicos menores. Con respecto a este total, los principales países en captura a nivel mundial son, en orden de magnitud proporcional: Perú (34%), Estados Unidos de Norteamérica (22%), Chile (18%), México (7%), Canadá (4%), Argentina y Ecuador (con 3% cada uno), Brasil (2%) y Belice, Groenlandia y Venezuela (aportando 1% individualmente).

La Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA, 2013) menciona que la pesquería de pelágicos menores es la principal en términos de volumen, sus capturas en el año 2014 ascendieron a 568 264 toneladas. Los pelágicos menores de mayor importancia comercial en el Pacífico mexicano son la sardina crinuda (*Ophistomena libértate*, *O. bulleri* y *O. mediraste*), la monterrey (*Sardinops caeruleus*) y la anchoveta (*Engralius mordax*).

En México, la pesquería de pelágicos menores opera en el golfo de California y en la costa occidental del Pacífico mexicano. En el año 2014, Baja California y Baja California Sur registraron desembarques por 175 160 t, que representa un tercio de la producción nacional, en capturas equivalentes entre ambos estados: 93% de sardina monterrey, 6% de sardina crinuda y 1% de macarela. En la pesquería operan 22 embarcaciones mayores, de ellas 91% trabaja en Baja California y 9% en Baja California Sur; en su mayoría son embarcaciones con eslora superior a 25 m, capacidad de almacenamiento entre 80 y 100 t y más de 30 años de antigüedad (CONAPESCA, 2014). Del total de la flota solamente 73% se encuentra operando. Como todas las especies pelágicas, habitan aguas someras de gran productividad primaria (fitoplancton y zooplancton) y en la periferia de las zonas anticiclónicas donde hay intensas surgencias de nutrientes primarios a la superficie (Garza-Gil *et al.*, 2011).

La biomasa de sardina y anchoveta se desplaza a lo largo de la corriente de California por la costa occidental; mientras que, en periodos fríos, la distribución espacial de los pelágicos menores en México va desde el Pacífico central oriental hasta el golfo de California. La costa occidental del Pacífico está sometida a una variabilidad interanual de episodios oceanográficos y atmosféricos que influyen en la distribución, abundancia y disponibilidad de los recursos marinos y pesqueros, y se han observado cambios en la distribución y abundancia de los pelágicos menores en la costa occidental de la Península de Baja California en los últimos 90 años. Estudios realizados por Nevárez-Martínez *et al.* (2008), Bakun *et al.* (2010), National Academy Press y Asociación Mexicana de Ciencias (1999) y Lluch-Belda *et al.* (1990), indican que cambios en el corto plazo de la biomasa de pelágicos menores están fuertemente ligados a la temperatura superficial del mar (SST, por sus siglas en inglés) y al índice de surgencias (UI, por sus siglas en inglés), mientras que en largo plazo la variabilidad climática (VC) está dominada por El Niño/La Niña-Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) y por la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés).

Un efecto destacable de ENSO es la disminución en la productividad primaria (plancton y macroalgas) al bloquear las

surgencias es que disminuye la biomasa disponible para captura o causa migraciones de algunas especies. Durante periodos cálidos de ENSO, las especies tropicales expanden su distribución geográfica y en episodios de enfriamiento contraen sus poblaciones; en otros casos, durante estos episodios climáticos de gran envergadura, algunas poblaciones de recursos pesqueros se hacen poco disponibles a las flotas pesqueras, al cambiar su distribución vertical o en el sentido costa-océano. En consecuencia, si la biomasa de pelágicos menores se ve afectada por la variabilidad climática, las capturas también.

De forma tal que la sardina (*Sardinops* spp.) y anchoveta (*Engraulis* spp.), al ser especies subtropicales que coexisten regularmente en ambientes entre climas subárticos y tropicales, constituyen una de las especies pesqueras más voluminosas en el mundo; sus fluctuaciones se vinculan a variables climáticas (Lluch-Belda *et al.*, 1990) y se estima que la biomasa y el reclutamiento de pelágicos menores del Pacífico están intrínsecamente ligados a episodios de ENSO y al índice de surgencias (Galindo-Cortes *et al.*, 2010); mientras que la biomasa adulta se vincula a la SST (McClatchie, 2012; Lanz *et al.*, 2010, Lluch-Belda *et al.*, 1990; Casas-Valdez, 1987; Smith, 1978; Ahlstrom, 1978). Algunos estudios relacionan el desove y la biomasa de los pelágicos menores a la PDO (Zwolinski y Demer, 2014).

En general, los potenciales impactos económicos de la VC en las pesquerías no son fáciles de estimar, en el Pacífico mexicano dependen en gran medida de la frecuencia de ENSO y de la VC en el ambiente marino. Por otra parte, los estudios que incorporan la dimensión económica de los efectos de la VC y del cambio climático (CC) sobre las pesquerías del NM son muy escasos.

Los efectos económicos de la VC en las pesquerías son reducción de la productividad y afectaciones en la distribución; en el corto plazo, el mercado reacciona y se adapta a estos impactos, la oferta intenta reducir el esfuerzo pesquero y crear incentivos económicos para modificar patrones de producción (artes de pesca, ecoeficiencia o ecotecnología) y la demanda se adapta a los cambios en las preferencias del consumo o creando impuestos al consumo. Pese a las amplias referencias sobre la VC y pesquerías, no se han

encontrado estudios que aborden los impactos económicos de este fenómeno respecto a la pesquería de pelágicos menores en México, como la de estimación de funciones de oferta y demanda de la actividad o instrumentos económicos orientados a mitigar el potencial impacto negativo de la VC en los recursos pesqueros, entre otros.

Los estudios que abordan los efectos económicos del CC y la VC sobre las pesquerías centran su atención en tres tópicos: vulnerabilidad, mitigación y adaptación; otros aspectos poco explorados son la estimación de funciones de oferta y demanda incorporando variables ambientales, medición de variaciones en el bienestar por cambios en la producción o por nuevas estrategias de manejo, producción o comercialización, entre otros. Esto abre un amplio nicho de investigación para analizar los efectos económicos del CC y VC en las pesquerías nacionales.

Lluch-Belda y Ponce-Díaz (2000) describen que algunos efectos económicos negativos asociados a ENSO durante 1997-1998 sobre algunas de las pesquerías más relevantes del noroeste de México son de sardina, calamar y atún; y otras de menor escala como el camarón, que disminuyeron en la producción, exportaciones, empleo y capturas. Magaña-Rueda y Gay-García (2002) determinan que los impactos económicos del CC en la pesca no son fáciles de cuantificar, y sugieren que la productividad del sector dependerá de la frecuencia con que se presente ENSO. Lo que se puede afirmar con certeza es que hay efectos económicos en el sector pesquero por condiciones climáticas extremas, no sólo por ENSO sino en general por la VC en el ambiente marino y con especial énfasis en los potenciales impactos del calentamiento global sobre los ecosistemas marinos y la actividad pesquera.

## Efectos del cambio climático y variabilidad climática en las pesquerías

Se reconoce que el CC está afectando la estructura ecológica y el funcionamiento de los ecosistemas marinos, así como los bienes y servicios que proveen de formas similares a las que se conocen en los ecosistemas terrestres (Barange, 2002). Un esfuerzo por entender cómo afecta el CC a la abundancia, diversidad y productividad

de las poblaciones marinas es la creación en 1991 del Global Ocean Ecosystem Dynamics Programme (GLOBEC), esencial para poder manejar de manera efectiva a las poblaciones de peces y moluscos durante los impactos antrópicos y la dependencia de estos recursos (GLOBEC, 1996). La investigación sobre el CC en ecosistemas marinos, en algunos de sus componentes como la eutroficación y sobrepesca, son bien conocidos, mientras que otros impactos climáticos son desconocidos total o parcialmente.

Las investigaciones respecto a las implicaciones económicas del cambio climático sobre las pesquerías han sido, hasta ahora, limitadas y fragmentadas. En general, los países se ajustan a cambios en la abundancia de recursos marinos, sin importar la causa, de formas descoordinadas y altamente espaciales en el tiempo. Ya que los efectos del CC son impredecibles, en comparación con problemas agudos de corto plazo lo es como el control del esfuerzo pesquero o programas de recuperación de acervos. Las personas pueden estar reacias a entender lo impredecible que son estos eventos y sus consecuencias, lo que es claro es que CC y VC son dos lados de un mismo problema (Hannesson *et al.*, 2006).

### *Efectos biológicos*

El cambio y variabilidad climática se han producido a lo largo de la historia y los sistemas naturales han desarrollado una capacidad de adaptación que les ayuda a aminorar el impacto de los cambios futuros; sin embargo, dos factores pueden limitar esta capacidad de adaptación: i) rápido aumento en la tasa de cambio futura en el clima, mayor que cambios naturales previos; ii) la resiliencia de las especies y los sistemas está siendo comprometida por presiones concurrentes, incluida la pesca (Planque *et al.*, 2010). Adicionalmente, otros factores que en menor medida pueden influir sobre la capacidad de adaptación son la pérdida de la biodiversidad (incluida la diversidad genética), la destrucción de hábitat, la contaminación, así como los patógenos y especies introducidas e invasoras.

Los impactos del CC en las pesquerías van desde lo local, pasando por la escala nacional, hasta llegar a impactos globales (OECD, 2010). A pesar de esta complejidad y la incertidumbre,

cada vez más se reconoce que el CC puede impactar sobre las comunidades humanas locales a través de dos vías. La primera, el CC (incluyendo la acidificación del océano) modifica la estructura del ecosistema acuático, afecta la distribución y productividad espacial y temporal de los recursos pesqueros, reduce el acceso de oportunidades de subsistencia y acervo de capital natural y modifica la productividad de las pesquerías en ciertas áreas, aunque también puede mejorar las oportunidades en otros lugares (sobre todo en latitudes más altas). En segundo término, la creciente frecuencia y severidad de eventos extremos como inundaciones, tormentas y huracanes, cuyos eventos aumentan la vulnerabilidad de las comunidades pesqueras, dañan la infraestructura, reducen las oportunidades para salir al mar y amenazan la salud humana.

Brander (2010) menciona que el cambio climático tiene efectos directos e indirectos sobre los acervos de peces. Los directos actúan sobre la fisiología, el comportamiento y alteran el crecimiento, la capacidad reproductiva, la mortalidad y la distribución. Los efectos indirectos modifican la productividad, estructura y composición de los ecosistemas marinos, de los cuales dependen los peces para alimentarse; sin embargo, las interacciones biológicas y factores ambientales no climáticos, como la pesca, también pueden tener efectos similares. Cuando un cambio es adscrito al clima, estos otros factores también pueden ser evaluados.

Pese a que se conoce el proceso por el cual los factores ambientales y climáticos influyen sobre las poblaciones de peces y el ecosistema, aún permanece limitado y sólo es posible observar algunas modificaciones que pueden ser atribuidos a la variabilidad o al cambio climático; por ejemplo, los cambios en la distribución de los peces y plancton, ya que ocurren más rápido que los de la flora y fauna terrestres.

Las especies marinas pueden haber evolucionado para hacer frente a la VC en escalas largas de tiempo, pero la presión pesquera global ha ido en aumento desde mediados del siglo XX. Los efectos del clima oceánico y la extracción de poblaciones de peces no pueden analizarse por separado (Planque *et al.*, 2010). La evidencia empírica sugiere que el aumento en la población de peces responde al clima, posiblemente como resultado de la ex-

tracción. Bajo esta premisa se derivan dos situaciones principales: i) el cambio climático se suma a la variabilidad del clima; ii) la sobrepesca ya no es un problema regional sino más bien un problema de alcance oceánico.

Los principales efectos de la pesca y el CC sobre las poblaciones de peces son: i) reducción de la edad/tamaño; ii) agotamiento del local que lleva a la eliminación de las unidades de la metapoblación; iii) alteración de las características del ciclo de vida; iv) aumento de las tasas de rotación de la población/ecosistema; v) reducción de la complejidad del ecosistema. Todos ellos convergen hacia una reducción de la diversidad a nivel individual, de población y del ecosistema.

### *Efectos económicos*

Cheung *et al.* (2009) sugiere que la VC puede conducir a una redistribución de gran escala en la captura global, con aumentos entre 30 y 70% para las regiones de latitud alta y, una caída de hasta un 40% en los trópicos. Los cambios en las poblaciones de peces provocarán cambios macroeconómicos importantes, como la reducción de la contribución de las pesquerías a la economía nacional en algunas áreas y la menor disponibilidad de peces como fuente de proteína en la dieta.

Las fluctuaciones en las poblaciones de peces han tenido importantes consecuencias económicas para las sociedades humanas a lo largo de la historia, muchos ejemplos pueden citarse (Hamilton y Haedrich, 1999; Kawasaki, 1992) para mostrar los efectos de las fluctuaciones de las poblaciones de peces sobre las sociedades humanas y la economía regional para algunas pesquerías (arenque europeo, sardina en el lejano Oriente y bacalao en Terranova, Groenlandia e islas Feroe).

La investigación de los efectos económicos del cambio climático en la pesca es un campo en rápido ascenso que se puede esperar ayude considerablemente en la planificación de estrategias de adaptación o en algunos de los casos en la mitigación de los impactos futuros (Hanneson, 2006). GLOBEC (1996) recomendó que las consecuencias sociales y económicas de los cambios en el clima oceánico deben ser tomados en cuenta para desarrollar un

plan que los evalúe tanto en los acervos como en la productividad de las pesquerías, principalmente pelágicos menores, e incluyendo fenómenos de corto plazo como el ENSO, al igual que los de largo plazo como los cambios decadales en el clima oceánico. Ello debido a que los científicos sociales no se han preocupado por incluir estos tópicos en sus agendas.

A partir de entonces se han realizado estudios que involucren variables asociadas al CC y su efecto económico sobre las pesquerías a nivel global, como los de O'Brien y Leichenko (2000), Roessig *et al.* (2004) y McGoodwin (2007), en cuyos trabajos analizan los impactos de largo plazo del CC y la globalización económica, evalúan los efectos en las pesquerías estuarinas y comparan las políticas de adaptación en Islandia y Alaska. Un análisis global de este tipo es el de Allison *et al.* (2009), quienes compararon los potenciales impactos del cambio climático sobre 132 países y las capturas futuras de sus pesquerías; también se han realizado estudios que analizan los efectos de la VC sobre pesquerías y economías particulares, como el Tseng y Chen (2008) para la trucha taiwanesa; Kalikoski *et al.* (2010) se enfocan en las pesquerías estuarinas de Brasil; McIlgorm (2010) encauza su estudio en las pesquerías de atún y picudos en el Pacífico noroeste y Mideksa (2010) en las pesquerías de Etiopía; Garza-Gil (2011) aborda la pesquería de pelágicos menores en Europa y Nursey-Bray *et al.* (2012) de la langosta roca en Tasmania.

Otros estudios combinan VC de corto y largo plazos, como el de Merino *et al.* (2010) para las poblaciones de pelágicos menores y su industria (pesquerías, harinas y aceites) utilizando modelos bioeconómicos. Barange *et al.* (2011) estiman la producción de plancton y peces mediante modelos macroecológicos para la vulnerabilidad de la pesca ante futuros cambios climáticos, incluyendo consecuencias del mercado global de productos pesqueros.

La economía, como ciencia social, implica hacer uso racional de los recursos escasos al alcance del individuo o de la sociedad para la producción, distribución o consumo de bienes y servicios; ello significa que está relacionada con el rendimiento que traigan consigo dichos bienes o servicios y, finalmente, el beneficio o pérdida que cada actividad genere. La pesca, como actividad eco-

nómica, se ve alterada por fenómenos ambientales como el CC y la VC, principalmente. Por todo lo anterior se hace necesario, para los actores de la actividad extractiva de peces marinos, tomar las debidas medidas de manejo para cada especie susceptible de explotación, con el propósito de hacer que, dicha actividad de extracción (captura o función de producción) de tales recursos naturales se lleve a cabo de manera sustentable.

Acorde al Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2008) la vulnerabilidad y VC dependerán, en gran medida, de los contextos geográficos, sectoriales y sociales. Vulnerabilidades de industrias, infraestructura, asentamientos y sociedades vinculadas a variaciones climáticas son generalmente muy grandes en localidades de alto riesgo, particularmente costas y riberas, así como en áreas donde la actividad económica está estrechamente vinculada a recursos sensibles a estas variaciones, como son las industrias agrícolas y silvícolas; la demanda de agua, el turismo y la pesca.

## Materiales y métodos

Anderson y Seijo (2010) indican un método para evaluar los efectos del CC o VC sobre pesquerías, es el uso de modelos bioeconómicos, que utilizan ecuaciones diferenciales para estimar volúmenes de biomasa, capturas y beneficios económicos. Primeramente, se estima un modelo de crecimiento de la biomasa de la especie de interés, ya sea de tipo logístico o el de Gordon-Scheafer, que son los más comunes. Garza-Gil *et al.* (2011) mencionan que estos modelos buscan explicar cómo es que la biomasa varía dependiendo de condiciones preestablecidas en cada uno de ellos, al mismo tiempo que se les incorporan variables climáticas.

Para las estimaciones de biomasa se utilizó la función logística de crecimiento (ecuación 1), incorporando índices climáticos como la SST o sus anomalías (SST-A), el índice multivariable de ENSO (MEI, por su acrónimo en inglés), el UI y la PDO. Este modelo arroja más parámetros significativos a niveles aceptables considerando los contrastes estadísticos y las respectivas hipótesis (menores a 5% de significancia) con respecto del modelo de crecimiento logístico (Opsomer y Conrad, 1994). El modelo de Ricker linealizado queda formalmente expresado en la ecuación (1).

$$X_{t+1} + h_t = aX_t - bX_t^2 + cT_t \quad (1)$$

donde  $X$  es la biomasa,  $t$  es el tiempo (año),  $h$  las capturas,  $a$ ,  $b$  y  $c$  son parámetros que recolectan información biológica y  $T$  es la variable climática.

Posterior a las estimaciones de biomasa debe estimarse un modelo para los beneficios económicos, siendo la función Cobb-Douglas el modelo más común (Armstrong y Sumaila, 2001), el cual incluye el esfuerzo pesquero ( $E$ ) y la biomasa del año anterior ( $X_{t-1}$ ) como variables explicativas de las capturas ( $h$ ). Esta función ha sido utilizada ampliamente para la modelación de producción en pesquerías (Bjørndal, 1987; Bhattacharya, 2012; Crentsil y Ukpong, 2014; Jamniaa *et al.*, 2015; Eide, 2016).

El modelo económico original propuesto por Cobb y Douglas define la producción ( $Y$ ) como una función exponencial de los factores de la producción (capital [ $K$ ] y trabajo [ $L$ ]) tal que  $Y = aL^\alpha K^\beta$ , donde  $\alpha$  y  $\beta$  son las productividades marginales de cada factor y,  $a$  mide la productividad total de los factores. La virtud de este modelo es que si se está en una situación como: a)  $\alpha + \beta = 1$  se obtienen rendimientos constantes a escala; b) si  $\alpha + \beta > 1$  está en una situación de rendimientos crecientes a escala; c) si  $\alpha + \beta < 1$  se tienen rendimientos decrecientes a escala (Pindyck *et al.*, 2009). Adicional a los factores de producción se utilizarán como variables instrumentales (VI) los índices climáticos para poder incorporar los efectos de la VC en el desempeño de la pesquería de interés. Los modelos estimados por VI permiten apreciar los efectos del CC o la VC sobre el desempeño (beneficios o capturas) de la pesquería estudiada.

Los modelos por VI son capaces de incorporar en su análisis elementos exógenos (como los índices climáticos) que no están correlacionados con el término estocástico, pero sí con la variable dependiente. Los modelos econométricos más utilizados son el modelo de mínimos cuadrados en dos etapas (TSLS, por su acrónimo en inglés) o el Método de Momentos Generalizado (GMM, por su acrónimo en inglés), los cuales permiten utilizar variables como instrumentos exógenos, en este caso las variables asociadas al CC o VC derivan en un vector exógeno  $Z$ . Esto significa que  $Z$  no debe

tener ningún efecto parcial sobre la variable dependiente y Z no debe estar correlacionado con variables omitidas en el modelo.

El utilizar métodos con VI reduce el sesgo de variables omitidas que están correlacionadas con X pero no son observadas; el sesgo de causalidad simultánea (variables endógenas explicatorias: X causa Y, Y causa X) y el sesgo de errores en las variables (X es mensurada con errores). Con el vector Z, el estimador de VI captura sólo los efectos de los cambios en X sobre Y que son inducidos por Z.

## Resultados

### *Biológicos*

Se estimaron modelos logísticos de crecimiento para la biomasa de la pesquería de pelágicos menores del Pacífico mexicano (cuadro 1), estos modelos incluyen índices asociados a la VC en el océano. Los criterios de selección utilizados para comparar los resultados de los modelos fueron el coeficiente de determinación  $R^2$ , el coeficiente de determinación ajustado o  $R^2$  ajustado (el valor máximo), el criterio de información de Akaike (el de mínimo valor), el estadístico Durbin-Watson que prueba la  $H_0$ : autocorrelación es cero. Se busca determinar cuál de estos índices climáticos es un determinante estadísticamente significativo para el crecimiento de la biomasa.

En el modelo 1 la variable climática es SST y se puede observar que el parámetro asociado a la biomasa ( $a$ ) es estadísticamente significativo, el parámetro asociado a la biomasa al cuadrado no resulta significativo y el parámetro para SST es estadísticamente significativo.

Para el modelo 1 y el modelo 2 se observa que la biomasa reproductora ( $a$ ) es significativa a 1%, mientras que SST ( $c$ ) también resultó estadísticamente significativa a 1% en el modelo 1 y en el modelo 2 la SST es significativa a 5%. La tasa de cambio ( $\frac{\partial}{\partial}$  elasticidad) entre la SST y la biomasa ( $X$ ) se calculó mediante  $\beta \frac{IC}{X}$ ; donde  $\beta$  es el parámetro asociado al índice climático,  $IC$  es el promedio del mismo índice y  $X$  es el promedio de la variable dependiente ( $X$ ). La elasticidad SST-biomasa del modelo 1 indica que si la SST aumenta 10%, la biomasa disminuirá un 18.14%. Para el modelo 2, la tasa

de cambio calculada indica que si el índice climático MEI-RANK aumenta en un 10%, la biomasa disminuirá en 14.65%. Ambos modelos explican alrededor de 92% del crecimiento de la biomasa.

Cuadro 1

Modelos logísticos de crecimiento para la biomasa de pelágicos menores en el Pacífico mexicano. Distintos índices climáticos como variable independiente. Dependiente X

Parámetro	Modelo									
	(1) SST		(2) MEI-RANK		(3) MEI		(4) PDO		(5) UI	
	Coef.	Pr > z	Coef.	Pr > z	Coef.	Pr > z	Coef.	Pr > z	Coef.	Pr > z
A	1.0402	0.0000	1.0090	0.0000	0.8439	0.0000	0.8636	0.0000	0.8680	0.0000
B	-1.3E-07	0.4626	-1.3E-07	0.4755	-1.1E-08	0.9547	-3.3E-08	0.8385	5.54E-09	0.9727
C	-3279.47	0.0002	-1439.32	0.0041	-24541.8	0.2939	-31679.8	0.1393	433038.6	0.0243
R <sup>2</sup>		0.92		0.92		0.91		0.91		0.91
R <sup>2</sup> Ajustado		0.91		0.91		0.90		0.91		0.91
AIC		26.25		26.26		26.37		26.31		26.29
DW		0.67		0.75		0.72		0.76		0.65

X: Biomasa

SST: Temperatura superficial del mar

MEI: Valores bimestrales de índice multivariado de ENSO. Caracteriza la intensidad de ENSO y combina múltiples componentes meteorológicos (SST, componentes meridionales y zonales de la temperatura superficial del viento, presión sobre el nivel del mar, temperatura superficial del aire y nubosidad). Altos valores positivos indica un episodio de El Niño y altos valores negativos indican un episodio de La Niña.

MEI-RANK: Con base en valores durante episodios fríos y cálidos de ENSO se obtiene valor de 1 para un episodio fuerte de La Niña y valor de 68 o 69 para un episodio fuerte de El Niño.

PDO: Oscilación Decadal del Pacífico. Patrón de larga duración de la variabilidad del clima del Pacífico (enfriamiento o calentamiento), que dura entre 10 y 20 años. Las fases extremas de la DOP se clasifican como cálidas o frías.

UI. Índice de surgencias. Es una medida del volumen que aflora a lo largo de la costa, identifica la cantidad de transporte de aguas superficiales a alta mar debido a campos de viento geostrófico.

DW: Estadístico Durbin-Watson: n = 30;  $\alpha = 0.01$ ; k = 3; valor crítico de 1.01; probando H<sub>0</sub>:  $\rho = 0$ .

AIC: Criterio de información de Akaike.

Fuente: Elaboración propia.

En los modelos 3 y 4 la biomasa reproductora es significativa a 1%, sin embargo, el índice multivariado de ENSO y la PDO no resultan ser estadísticamente significativas para explicar el crecimiento de la biomasa de pelágicos menores en el Pacífico mexicano. A pesar de esto, los modelos explican alrededor de 91%

del crecimiento de la biomasa; no obstante, los resultados deben ser tomados con precaución si se desea hacer proyecciones sobre la biomasa.

En el modelo 5, que utiliza UI, la biomasa reproductora es estadísticamente significativa a 1%, mientras que el UI resulta estadísticamente significativa a 5%. El ajuste general del modelo es de 91%. La elasticidad del UI indica que si este índice aumenta en 10% la biomasa aumentará en 8.92%.

*Económicos*

La función de producción Cobb-Douglas (cuadro 2) incluye el esfuerzo pesquero ( $E$ ) y la biomasa disponible del año anterior ( $X_{t-1}$ ) como variables explicativas de las capturas ( $h$ ). La salida del modelo entrega elasticidades constantes, al ser un modelo doble logarítmico. Se estimó un modelo mediante MCO y otro modelo utilizando TSLS por variables instrumentales.

Cuadro 2

Función de producción Cobb-Douglas para la pesquería de pelágicos menores del Pacífico mexicano. Mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y variables instrumentales (VI)

Modelo	Variable dependiente: h							
	c	Log( $X_{t-1}$ )	Log( $E$ )	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj.	DW	Pr F-Stat	Pr J-Stat
MCO	3.9776*	0.3966**	0.3462	0.78	0.76	1.33	0.0000	—
t-stat	(2.27)	(7.55)	(1.76)	—	—	—	—	—
VI	6.0325	0.4011**	0.0452	0.73	0.71	1.07		0.0725
t-stat	(1.32)	(3.50)	(0.10)					

\*\*p < 0.01; \*p < 0.05.

DW: n = 30; a = 0.01; k = 3; valor critico de 1.01; probando Ho: ρ = 0.

Instrumentos en VI son PDO, MEI-RANK, UI, MEI y SST

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar los resultados por MCO y VI podemos observar que en ambos modelos la significancia individual de la biomasa es a 1%; la variable esfuerzo en el modelo estimado por VI no es significativa, mientras que en modelo por MCO es significativa a 10%. Para el modelo por MCO, el coeficiente asociado a la biomasa indica que si la biomasa aumenta 10%, las capturas se incrementarán 39.66%,

mientras que un incremento del esfuerzo detonará un aumento de 34.62% de las capturas. La suma de ambos parámetros indica que la pesquería opera en rendimientos decrecientes a escala.

El modelo MCO explica 76% de las capturas y el ajuste global es significativo a 1%, mientras que para el modelo por VI el parámetro de la biomasa indica que si esta crece 10% las capturas incrementarán 40.11% y si el esfuerzo se incrementa en 10% las capturas aumentarán en 4.52%; la productividad total de los factores indica rendimientos decrecientes a escala en la pesquería, pero menores que en el modelo MCO, además explica 71% de las capturas y su ajuste global resulta significativo a 10%.

## Conclusiones

Las investigaciones sobre los efectos económicos de la VC en México en las pesquerías nacionales han ido en aumento, incluso son escasas y focalizadas, y el presente trabajo viene a incrementar el acervo de estudios sobre su influencia en las pesquerías.

Se muestra que índices climáticos asociados al crecimiento de la biomasa de los peces pelágicos menores en el Pacífico como la temperatura superficial del mar (SST), el índice multivariado de ENSO estratificado (MEIRANK) y el índice de surgencias (UI) influyen de forma significativa en la disminución de la biomasa, de la cual depende la pesquería. Confirmando que el comportamiento poblacional de los pelágicos menores obedece principalmente a eventos de corto plazo, mientras que las estimaciones de los modelos logísticos para biomasa no son capaces de incorporar los efectos climáticos de largo plazo. Los índices climáticos que ejercen mayor cambio porcentual sobre la biomasa en el corto plazo son, en orden de magnitud, la temperatura superficial del mar (SST), la intensidad de ENSO y el índice de surgencias.

Podemos mencionar que un aumento en la temperatura superficial del mar o la presencia de un evento muy cálido de ENSO afectará la biomasa disponible para la pesquería, lo que puede traer consigo una contracción en las capturas de la misma. Lo cual acarrearía pérdidas, aun no cuantificables en la industria asociada a la pesquería. Si bien la industria sardinera deberá ir adaptando más

rápidamente su comportamiento a la disponibilidad del recurso y la predictibilidad de efectos climáticos como ENSO y su duración, lo cual ha ayudado tener en cuenta estos fenómenos.

Las estimaciones mediante MCO para la función Cobb-Douglas relacionadas al rendimiento de la pesquería dejan ver que la biomasa es un factor estadísticamente significativo en las capturas anuales, mucho más que el esfuerzo pesquero aplicado a la misma. En el modelo por VI la influencia de la biomasa en las capturas es mayor que en el modelo MCO y, el esfuerzo pierde significancia para explicar los desembarques de pelágicos menores. Los modelos por MCO y VI no son capaces de incorporar otros determinantes en las capturas; por ejemplo, la productividad tecnológica y el factor trabajo están ausentes.

El modelo por MCO tiene mayor capacidad predictiva sobre el comportamiento de las capturas que el modelo VI, a pesar de que el primero no incorpora la VC. Las estimaciones por VI son estadísticamente menos robustas que las del modelo MCO; sin embargo, la prueba de endogeneidad para los instrumentos es rechazada, esto demuestra que los instrumentos están significativamente asociados a las capturas de la pesquería de pelágicos menores del Pacífico mexicano. Por lo que se puede inferir que la VC es un factor exógeno en las capturas de pelágicos menores en el Pacífico mexicano.

Finalmente, el no considerar los efectos de largo plazo de la variabilidad climática, como la PDO, o el régimen de 60 años en el desempeño económico de la pesquería, es un riesgo latente e importante para la industria y la pesquería en sí. La adaptación en el corto plazo puede ser efectiva, pero quizás no en el largo plazo, ya que los cambios de régimen en el océano no son perceptibles al estar compuestos de variaciones interanuales. Los modelos estimados no son capaces de concentrar efectos de largo plazo en la pesquería, dejando una ventana de investigación abierta.

## Referencias

Ahlstrom, E.H. (1954). Distribution and Abundance of Egg and Larval Populations of the Pacific Sardine. *Fishery Bulletin*, 56 (93): 83-139.

- Allison, E.H.; Perry, A.L.; Badjeck, M.C.; Adger, W.N.; Brown, K.; Conway, D.; Halls, A.S.; Pilling, G.M.; Reynolds, J.D.; Andrew, N.L. and Dulvy, N.K. (2009). Vulnerability of National Economies to the Impacts of Climate Change on Fisheries. *Fish and Fisheries*, 10: 2-24.
- Amstrong, C. and Sumaila, U.R. (2001). Optimal Allocation of TAC and the Implications of Implementing an ITQ Management System for the North-East Arctic Cod. *Land Economics*, 77: 350-359.
- Anderson, L.G. and Seijo, J.C. (2010). *Bioeconomics of Marine Fisheries Management*. Singapur: Wiley-Blackwell Eds.
- Bakun, A.; Babcock, E.A.; Luch-Cota, S.E. and Salvadeo, C.J. (2010). Issues of Ecosystem-Based Management of Forage Fisheries in Open Non-Stationary Ecosystems: The Example of the Sardine Fishery in the Gulf of California. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 20(1): 9-29.
- Barange, M. (2002). Influence of Climate Variability and Change on the Structure Dynamics and Exploitations of Marine Ecosystems. *Issues in Environmental Science and Technology*, 17: 57-82.
- Barange, M.; Allen, I.; Allison, E.; Badjeck, M.C.; Blanchard, J.; Drakeford, B.; Dulvy, N.K.; Harle, J.; Holmes, R.; Holt, J.; Jennings, S.; Lowe, J.; Merino, G.; Mullon, C.; Pilling, G.; Rodwell, L.; Tompkins, E. and Werner, F. (2011). Predicting the Impacts and Socio-Economic Consequences of Climate Change on Global Marine Ecosystems and Fisheries: The Quest\_Fish Framework. In: R. Ommer, I. Perry, K.L. Cochrane and P. Cury (Eds.), *World Fisheries. A Social-Ecological Analysis* (pp. 31-59). US: Blackwell Publishing Ltd.
- Bhattacharya, D.K. (2012). Maximization of Revenue in Fishery Model with Cobb-Douglas Type of Production Function. *Optim Lett*, 6: 331-338. doi: 10.1007/s11590-010-0260-4
- Bjørndal, T. (1987). Economics and Optimal Stock Size in a North Atlantic Fishery. *The Scandinavian Journal of Economics*, 89(2): 145-164. Tomado de: <https://www.jstor.org/stable/3440061>
- Brander, K. (2010). Impacts of Climate Change on Fisheries. *Journal of Marine Systems*, 79: 389-402.
- Casas-Valdez, M.M. (1987). Distribución en tiempo y espacio de las especies de sardina y macarela en bahía Magdalena, BCS, México. *Investigaciones Marinas, CICIMAR*, 3(2): 11-30.
- Cheung, W.; Lam, V.W.Y.; Sarmiento, J.L.; Kearney, K.; Watson, R. and Pauly, D. (2009). Projecting Global Marine Biodiversity Impacts under Climate Change Scenarios. *Fish and Fisheries*, 10: 235-251.

- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (2013). *Anuario estadístico de acuacultura y pesca*. México: CONAPESCA.
- Crentsil, C. and Ukpong, I.G. (2014). Production Function Analysis of Fish Production in Amansie-West District of Ghana, West Africa. *American Journal of Experimental Agriculture*, 4(7): 817-835.
- Eide, A. (2016). *Introduction to Fisheries Economics by the Use of Mathematical Programming*. US: Arnie Eide Publisher.
- Galindo-Cortes, G.; De Anda-Montañez, J.A.; Arreguín-Sánchez, F.; Salas, S. and Balart, E.F. (2010). How do Environmental Factors Affect the Stock-Recruitment Relationship? The Case of the Pacific Sardine (*Sardinops sagax*) of the Northeastern Pacific Ocean. *Fisheries Research*, 102: 173-183.
- Garza-Gil, M. (1998). ITQ Systems in Multifleet Fisheries. An Application for Iberoatlantic Hake. *Environmental and Resources Economics*, 15: 93-106.
- Garza-Gil, M.D.; Torralba-Cano, J. y Varela-Lafuente, M.M. (2011). Evaluating the Economic Effects of Climate Change on the European Sardine Fishery. *Regional Environmental Change*, 11: 87-95.
- Global Ocean Ecosystem Dynamics (1996). Global Ocean Ecosystem Dynamics Implementation Plan. Report and IGBP Report 47. Estocolmo: GLOBEC.
- Hamilton, L.C. and Haedrich, R. (1999). Ecological and Population Changes in Fishing Communities of the North Atlantic Arc. *Polar Research*, 18(2): 383-388.
- Hammann, M.G. (1989). *Spawning Habitat and Egg and Larval Transport, and their Importance to Recruitment of Pacific Sardine, *Sardinops sagax cauridicus*, in the Gulf of California*. Memories, International Symposium on the Long-Term Variability of Pelagic Fish Populations and the Environment. 14-18 November. Sendai, Japan.
- Hannesson, R.; Barange, M. and Herrick Jr., S.F. (2006). *Climate Change and the Economics of World Fisheries. Examples of Small Pelagic Stocks. New Horizons in Environmental Economics*. US: Edward Elgar Publishing Ltd.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2008). Glosario de términos utilizados en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC. Tomado de: <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

- Jamniaa, A.R.; Mazlounzadeha, S.M. and Keikhab, A.A. (2015). Estimate the Technical Efficiency of Fishing Vessels Operating in Chabahar Region, Southern Iran. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 14(1): 26-32. doi: 10.1016/j.jssas.2013.04.005
- Kalikoski, D.C.; Quevedo-Neto, P. and Almudi, T. (2010). Building Adaptive Capacity to Climate Variability: The Case of Artisanal Fisheries in the Estuary of the Patos Lagoon, Brazil. *Marine Policy*, 34: 742-751.
- Kawasaky, T. (1992). Climate-Dependent Fluctuations in the Far Eastern Sardine Population and their Impacts on Fisheries and Society. En: Michael H. Glantz (Ed.), *Climate Variability, Climate Change and Fisheries* (325-354). Colorado, US: Cambridge University Press.
- Lanz, E.; Nevárez-Martínez, M.; López-Martínez, J. y Dworak, J.A. (2010). Small Pelagic Fish Catches in the Gulf of California Associated with Sea Surface Temperature and Chlorophyll. *CalCOFI Report*, 50: 134-146.
- Lluch-Belda, D.; Hernández-Vázquez, S.; Salinas-Zavala, C.A. and Schwartzlose, R. (1990). Sardine and Anchovy Spawning as Related to Temperature and Upwelling. *CalCOFI Report*, 32: 105-111.
- McClatchie, S. (2012). Sardine Biomass is Poorly Correlated with the Pacific Decadal Oscillation off California. *Geophysical Research Letters*, 39: L13703, 6.
- McGoodwin, R.R. (2007). Effects of Climatic Variability on Three Fishing Economies in High-Latitude Regions: Implications for Fisheries Policies. *Marine Policy*, 31: 40-55.
- McIlgorm, A. (2010). Economic Impacts of Climate Change on Sustainable Tuna and Billfish Management: Insights from the Western Pacific. *Progress in Oceanography*, 86: 187-191.
- Merino, G.; Barange, M. y Mullan, C. (2010). Climate Variability and Change Scenarios for a Marine Commodity: Modelling Small Pelagic Fish, Fisheries and Fishmeal in a Globalized Market. *Journal of Marine Sciences*, 81: 196-205.
- National Academy Press y Academia Mexicana de Ciencias (1999). *Ocean Science Partnership. The United States and Mexico Working Together*. Washington, DC: National Academy Press y Academia Mexicana de Ciencias.
- Nevárez-Martínez, M.O.; Cisneros-Mata, M.A. y Lluch-Belda, D. (2008). Las capturas de sardina monterrey *Sardinops sagax* (Jenyns, 1842) y su relación con el medio ambiente y el esfuerzo pesquero. En:

- J. López Martínez (Ed.), *Variabilidad ambiental y pesquerías en México* (pp. 178-195). México: SAGARPA.
- Nursey-Bray, M.; Pecl, G.T.; Frusher, S.; Gardner, C.; Haward, M.; Hobday, A.J.; Jennings, S.; Punt, A.E.; Revill, H. and Van Putten, I. (2012). Communicating Climate Change: Climate Change Risk Perception Sand Rock Lobster Fishers, Tasmania. *Marine Policy*, 36: 753-759.
- O'Brien, K.L. and Leichenko, R.M. (2000). Double Exposure: Assessing the Impacts of Climate Change within the Context of Economic Globalization. *Global Environmental Change*, 10: 221-232.
- Opsomer, J.D. and Conrad, J.M. (1994). An Open-Access Analysis of the Northern Anchovy Fishery. *Journal of Environmental Economics and Management*, 27(1): 21-37.
- Pindyck, R.S. y Rubenfield, D.L. (2009). *Microeconomía*. 7ª Ed. España: Pearson Prentice-Hall.
- Planque, B.; Fromentin, J.-M.; Cury, P.; Drinkwater, K.F.; Jennings, S.; Perry R.I. and Kifani, S. (2010). How Does Fishing Alter Marine Populations and Ecosystems Sensitivity to Climate? *Journal of Marine Systems*, 79(3-4): 403-417.
- Roessig, J.M.; Woodley, C.M.; Cech, J.J. y Hansen, L.J. (2004). Effects of Global Climate Change on Marine and Estuarine Fishes and Fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14: 251-275.
- Smith, E. (1978). Biological Effects of Ocean Variability: Time and Space Scales of Biological Response. *Rapp. P. -V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.*, 173: 117-127.
- Statistics and Information Service of the Fisheries and Aquaculture Department (2012). *2010/FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics*. Roma, FAO.
- The World Bank (2010). *The Economics of Adapting Fisheries to Climate Change. Synthesis Report*. US: The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.
- Wei-Chun, T. and Chi-Chung, C. (2008). Valuing the Potential Economic Impact of Climate Change on the Taiwan Trout. *Ecological Economics*, 65 (2): 282-291. doi: 10.1016/j.ecolecon.2007.06.015
- Zwolinski, J.P. and Demer, D.A. (2013). Environmental and Parental Control of Pacific Sardine (*Sardinops sagax*) Recruitment. *ICES Journal of Marine Sciences*, 71(8): 2198-2207. doi: 10.1093/icesjms/fst173.

Sismos, ciclones, tsunamis  
y volcanes:  
Riesgos crecientes

# El origen de los sismos: Explicaciones científicas y religiosas a ambos lados del Pacífico español (siglos XVI-XVIII)

Paulina Machuca Chávez

## Introducción

La ruta transpacífica protagonizada por el Galeón de Manila, a partir de la década de 1570, no sólo significó un creciente intercambio de mercancías entre Asia, América y Europa, sino también un intenso flujo de ideas entre Oriente y Occidente. En Filipinas, al igual que en Hispanoamérica, autoridades civiles y religiosas comenzaron a explicar el origen de los sismos en dos dimensiones: científica y religiosa. Científicamente, según el pensamiento aristotélico, los sismos en Filipinas fueron vistos como el resultado de la gran cantidad de mar que rodeaba las islas y la cavidad de éstas. Desde el punto de vista religioso, los sismos fueron interpretados como el castigo divino ante el pecado de los hombres y, por ello, en Filipinas se inició el nombramiento de santos patronos desde principios del siglo XVII —un fenómeno cultural que viajó de Europa a América y se extendió a Asia tras la colonización española y portuguesa—, con el anhelo de proteger a la población de los constantes terremotos.

Así, atestiguamos la homogeneización de ideas que explicaban el origen de los sismos en la región que hoy conocemos como

Cuenca del Pacífico, desde Chile, Perú, México, hasta Filipinas, y que hoy se sitúan en el llamado Cinturón de Fuego del Pacífico. Este texto aborda las explicaciones científicas y religiosas del origen de los sismos, haciendo énfasis en que a través de la Cuenca del Pacífico se diseminaron ideas y prácticas desde hace varios siglos, lo que la convierte en una región con profundas raíces históricas que trascienden las coyunturas económicas actuales.<sup>1</sup>

## Explicaciones científicas en torno al origen de los sismos: de Occidente a Oriente

Los hispanos conocían de primera mano la existencia de movimientos telúricos que habían afectado a Europa desde la antigüedad. Una de las principales fuentes de interpretación sobre estos fenómenos geológicos fue, durante siglos, Aristóteles, quien en su obra *Meteorológicos* afirmaba que al interior de la tierra existía “un fuego permanente que da lugar a un soplo o *pneuma* y a exhalaciones que, al desplazarse, provocan los temblores” (citado en García, 2001: 74). Según Aristóteles, seguido por Séneca en sus *Cuestiones naturales*, los sismos eran el resultado de fuegos subterráneos, es decir, del aire que circulaba a presión bajo la tierra y que buscaba liberarse hacia la superficie terrestre.

Estas teorías pasaron a Hispanoamérica, donde autores como Joseph de Acosta, Tomás López Medel y Juan de Cárdenas se encargaron de consolidarlas, enfatizando que el aire y el agua constituían dos elementos fundamentales para entender el origen de los sismos. Así fue como se interpretaron cuando menos dos grandes sismos: el de Guatemala en 1651 y el de Chile en 1751. En el primero, se llegó al caso de que las autoridades ordenaron a los vecinos guatemaltecos cavar hoyos profundos en sus jardines para que el aire subterráneo pudiese salir hacia la superficie (Musset, 1998).

El problema para los españoles era no sólo la presencia de sismos, sino la regularidad con que éstos acontecían en tierras americanas. El sevillano Juan de Cárdenas ([1591] 2003), en su

<sup>1</sup> Este texto forma parte de una reflexión más amplia que abordaré en uno de los capítulos del libro que desarrollo actualmente, titulado *El temblor de San Andrés de 1645 en Manila*.

obra *Problemas y secretos maravillosos de las Indias*, decía que existía una diferencia sustancial entre las Indias y Europa, pues mientras en las primeras temblaba cien veces en un año, en la segunda ocurría una vez cada cien años.

Al llegar a Filipinas, los españoles comenzaron a darse cuenta de que los sismos allí se producían con mayor frecuencia, incluso más que en la Nueva España. Y existe una razón científica: al estar situada en el Cinturón de Fuego del Pacífico, en el archipiélago se localizan algunas de las zonas de subducción más importantes del mundo, de la que deriva una historia geológica de intensa actividad sísmica y volcánica (mapa 1). De los terremotos acontecidos a nivel global, 90% se reportan en dicho Cinturón, donde también se concentra el aproximado 75% de los volcanes más activos, algunos de ellos en territorio filipino. La gran falla de Filipinas, situada entre los conjuntos tectónicos de la placa euroasiática y la placa de Filipinas, atraviesa la mayor parte del territorio nacional, desde Luzón hasta Mindanao (Machuca, 2019).

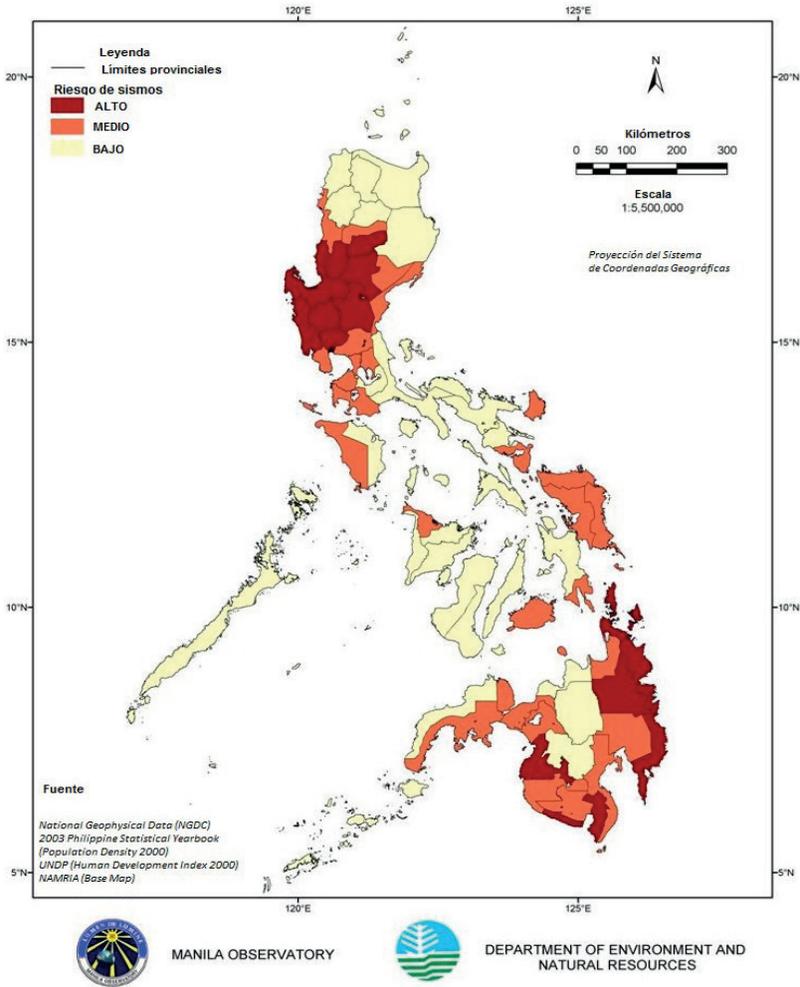
Entre 1599 y 1797 se registraron casi cuarenta sismos de considerable intensidad en las islas. De éstos, 85% ocurrió en la isla de Luzón, siendo Manila y sus alrededores la zona más afectada; le siguen las Bisayas con 10%, específicamente las islas de Panay y Leyte; y finalmente, Mindanao con 5% (Saderra, 1910).

Las explicaciones científicas sobre el origen de los sismos que circularon en el archipiélago durante la época colonial, y que pervivieron incluso hasta bien entrado el siglo XIX, tenían una raíz aristotélica que se fue modificando conforme surgieron otras teorías. Y como la base de los movimientos telúricos se explicaba a partir del agua, las islas Filipinas fueron el lugar propicio para replicar dichos planteamientos, siendo los religiosos los principales portadores de dichas ideas. Según el jesuita Francisco Colín (1663), en su obra *Labor evangélica*, los sismos se producían por la cantidad de agua salobre y cavernosa que dominaba en la geografía del archipiélago:

Puede quedar declarado en Filipinas para en adelante el achaque de los temblores y por confirmada la experiencia de que cuando vienen con ímpetu duran más de año, como ya lo observó Aristóteles. Estas son islas y la

tierra ceñida por todas partes y combatida de las olas salobres del mar, y por consiguiente cavernosa y llena de humedades, y de vapores, y exhalaciones, que son las que causan los más furiosos temblores (Colín, 1663: 405; las cursivas son nuestras).

Mapa 1  
Riesgo sísmico en Filipinas



Fuente: National Geophysical Data (2000).

Al partir de la idea de que las costas eran más porosas y cavernosas que la parte continental, se exponía como algo natural que en las zonas costeras temblara con más frecuencia. Un siglo más tarde, y sin haber sido desde luego un testigo ocular, el jesuita Pedro Murillo Velarde relataría el desastre causado por el temblor de San Andrés de 1645, afirmando que: “De las cavernas de la tierra salían globos de fuego que volaban por el aire, lo que causaba horror, pues al caer en la tierra parecía que llovía llamas el cielo sobre la ciudad” (Murillo, 1749: 139). En el recuento de Murillo se recurre a la idea de las zonas cavernosas bajo la tierra, en que los elementos buscaban una salida hacia la superficie; las bolas de fuego volando sobre el aire explicarían, para el jesuita, la causa de tan intenso temblor. Aristóteles estuvo también presente en las explicaciones sobre otros fenómenos geológicos, como la erupción volcánica de 1641 (Donoso, 2006).

Otra de las ideas que circuló ampliamente fue la asociación de los sismos con otros fenómenos naturales, como las lluvias, las sequías, las erupciones volcánicas o los intensos calores. Ya López Medel había manifestado para el caso hispanoamericano que los temblores eran precursores de lluvias debido a la humedad en el ambiente:

Y esto es tan cierto que se tiene por regla infalible y cierta señal el querer venir las aguas cuando en el mes de mayo se sienten los temblores, o querer cesar y acabarse cuando por el mes de octubre los tornan a sentir en aquella tierra; *de manera que los temblores de tierra en todo aquel país son precursores de las lluvias y aguas y despedidores de ellas.* (López Medel [c. 1570] 1990: 34-35; las cursivas son nuestras).

En otras palabras, los temblores anunciaban el inicio y el fin de las lluvias; y es aquí donde nos preguntamos si estas concepciones buscaban o no alguna forma de prevención, porque esta creencia podía también interpretarse a la inversa, es decir, que existían señales en la naturaleza que anunciaban algún temblor. Encontramos aseveraciones como la del padre jesuita Pedro Chirino, quien al referirse al sismo de junio de 1599 en su *Relación de las islas Filipinas* afirmó que “sucedió en Manila, *de la gran sequedad*

*del tiempo*, un temblor de tierra que lastimó muchos edificios” (Chirino, 1604: 109; las cursivas son nuestras); la sequedad del tiempo habría anunciado el temblor que luego se suscitó. Cuando el padre Juan Eusebio Nieremberg relató uno de los sismos acontecidos en enero de 1641, afirmó que éste “fue precedido *y como anunciado por un huracán* no menos horrible” (citado en Saderra, 1895: 30; las cursivas son nuestras).

Finalmente, el viajero francés Joseph de Guignes se refirió en su *Viaje a Pekín, Filipinas e isla de Francia* al temblor que ocurrió en Manila en 1797, en los siguientes términos: “El primer día, el tiempo estaba en calma, nebuloso y grisáceo, el aire estaba caliente y pesado, el viento venía por soplidos, y de vez en cuando caía una pequeña lluvia: *esas son las señales precursoras de un temblor de tierra*” (Guignes, 1808: 404).

Es interesante observar que, para el caso de la Nueva España, se guardó una estrecha relación entre sismicidad y vulcanismo, y con mayor frecuencia los movimientos telúricos se asociaron a la presencia previa o posterior de fenómenos meteorológicos, como cometas y eclipses, lluvias, huracanes y nevadas, según lo explica Virginia García Acosta (2001), y estas ideas se mantuvieron, incluso, durante la Ilustración. Para Filipinas no faltó este tipo de planteamientos, pues incluso el mismo Murillo Velarde señaló que con el temblor de San Andrés de 1645 hubo una “alteración de elementos” —aludiendo a la teoría clásica de los elementos— y que “en el aire se oyó tal ruido que parecían tiros de artillería con grande espanto de todos: *se discurre que en aquel tiempo reventaron algunos volcanes*” (Murillo, 1749: 139).

## Los sismos como castigo divino

Además de la dimensión aristotélica con que se explicaba el origen de los sismos, se encontraba el sustrato religioso. En su obra pionera sobre *Los sismos en la historia de México*, Virginia García Acosta (2001) enfatizó que a los temblores y otros fenómenos naturales se atribuía un origen divino, y rescatamos la siguiente cita que nos pareció importante retomar:

La concepción netamente providencialista que atribuye a los sismos, como a todos los demás fenómenos naturales, un origen divino producto de un castigo ejemplar que la cólera de Dios hace caer sobre los seres humanos pecadores y concupiscentes, ha privado en la concepción judeo-cristiana [...] Tanto en Europa como en América ésta era una de las visiones dominantes entre los seguidores de esas religiones durante los siglos que antecedieron a la Ilustración y, si bien disminuyó a partir de entonces, incluso hasta nuestros días se mantiene en importantes sectores de la población. Esta cosmovisión, esta concepción de la naturaleza ligada directa e inexorablemente con un origen externo, de etiología divina, constituyó una de las causas medulares por lo cual durante mucho tiempo no evolucionaron los estudios científicos sobre los sismos, ya que se consideraban relacionados con el origen del cosmos. Cuestionar públicamente que Dios, como reza el Génesis, había creado nuestro planeta, era algo tan grave como negar la existencia misma de Dios (García, 2001: 85).

Así, en la concepción judeo-cristiana, tanto en Europa como en América, la noción del castigo divino pervivió como uno de los fundamentos dominantes en la explicación del origen de los sismos. En este mismo tenor, Marialba Pastor afirmó que desde los sermones dominicales en las iglesias se insistía en que los cataclismos ocurrían como castigos divinos, derivados de los pecados de los novohispanos, así como “sus antepasados en tiempos de la gentilidad, o bien por sus enemigos: indios paganos o hechiceros; judíos y musulmanes; protestantes, usureros y malas mujeres” (Pastor, 2014: 109).

En el caso de Filipinas es común observar este tipo de prácticas, casi toda descripción de un temblor va acompañada de una idea similar, en que se evoca una escena del *juicio final*, o bien se manifiesta el poder divino que pretende frenar el pecado de los individuos o una comunidad. Así fue visto el temblor de San Andrés de 1645 por el dominico Baltazar de Santa Cruz, quien lo atribuyó a los excesos cometidos por los españoles, entregados al vicio, el juego y la pereza, pues “no sólo vibró Dios la espada de su justo rigor contra nuestros pecados, sino que la ensangrentó con muchas

muerter, que causaron éstos nunca vistos, ni oídos terremotos” (Santa Cruz, 1693: 83).

Para muchos de los españoles, el conjunto de manifestaciones telúricas eran también una clara muestra del castigo sobre los infieles. En una relación de sucesos, impresa en Manila en 1641, se describió la explosión simultánea de dos volcanes en las islas de Joló —al sur de Filipinas— y de Sangihe —en la actual Indonesia—; luego, un fraile agustino que predicaba en Ilocos —al norte de Filipinas— aseveró que ese mismo día explotó un volcán de agua, el cual hundió tres montes con sus pueblos y causó el surgimiento del lago de Paoay. Según Jorge Mojarro, sobre este acontecimiento se vertieron diversas explicaciones de los fenómenos geológicos, y una fue “que los tres volcanes explotaron en tierras de infieles no evangelizados y que son, en consecuencia, un castigo divino por su resistencia a recibir la verdadera fe” (Mojarro, 2018: 102). Hay que recordar que en la isla de Mindanao, al sur del archipiélago, se concentraba la población musulmana, mientras que en Ilocos residían los igorrotos, un conjunto de grupos étnicos en permanente resistencia frente a la colonización española.

Esta asociación entre infiel y castigo divino la encontramos en otros personajes como el gobernador de Filipinas, Juan de Vargas y Hurtado (1678-1684), pero esta vez extrapolándolo a los chinos en su propio imperio celeste. Como consecuencia del gran terremoto de Pekín que dejó más de 30 mil muertos en agosto de 1679, “el más extraño que se ha visto”, el gobernador Vargas lo atribuyó a que previamente al movimiento telúrico, “habiendo sacado en cierta villa de aquella provincia un ídolo en procesión por remedio, se abrió la tierra y tragó a cuantos iban en ella, con que Dios mediante se espera el que acaben de abrir los ojos” (AGI, Filipinas, 11, R. 1, Núm. 16), y con ello se acercasen más a los misioneros de la Compañía de Jesús que allá radicaban.

Las catástrofes ocasionadas por los sismos daban lugar a procesiones, plegarias y rogativas de todo tipo. Después del gran temblor de San Andrés de 1645 en Manila, “comenzaron luego las procesiones y plegarias, y todas con tantas penitencias, como en la Semana Santa” (Anónimo, [1649] 1895: 12). El vicario del convento de Santa Clara sacó al Santísimo y lo llevó a la plaza pública donde

se había congregado el vecindario, clamando “para que acudiesen a Dios a pedir misericordia” (Murillo, 1749: 140).

Otro elemento que podemos observar en los escritos sobre este tipo de catástrofes es el de los *exempla*; es decir, narraciones con un fin moralizador que, como su nombre lo indica, buscaban servir de ejemplo al comportamiento de los cristianos. Murillo Velarde recoge varias historias al respecto, desde una mujer que se había salvado de ser aplastada por su casa en el temblor de 1645 pero que al regresarse por sus joyas quedó sepultada bajo las paredes a causa de su avaricia o del sacristán en el pueblo de Santiago, en las afueras de Manila, quien estando en la torre de la iglesia tocando las ánimas fue sorprendido por el tremendo sismo y, al tiempo que vio a un misterioso caballero montado en un caballo blanco, se salvó de caer y morir en el instante, de manera que dicho sacristán “se halló bueno, sin saber cómo, y Dios parece lo quiso premiar por medio de Santiago” (Murillo, 1749: 141). O bien, aparece la figura del arrepentido, un “mancebo rico” que mantenía una vida de “viciosos deseos” y el día del temblor se salvó de ser sepultado tras la caída de su propia casa y la de la mujer con quien tenía una ilícita relación, “esto le abrió los ojos de manera que, dejando el precipicio, entabló una vida muy cristiana, y aun pretendió ser religioso” (Murillo, 1749: 141).

Ejemplos como el filipino lo encontramos en diversas partes de Hispanoamérica, Fernando Iwasaki, al analizar detalladamente las explicaciones religiosas tras los intensos y recurrentes movimientos telúricos en el Perú, insiste en que “la hecatombe por excelencia tenía lugar después de la catástrofe, pues el dolor, la ruina y los cadáveres no representaban el castigo sino apenas sus consecuencias” (Iwasaki, 2018: 99); es decir, el castigo divino lo experimentaban los sobrevivientes, quienes atestiguaban la ira de Dios y quienes debían corregir sus desviadas conductas para aplacar la ira del creador. Asimismo, Virginia García Acosta nos ofrece diversos ejemplos procedentes tanto de Europa como de Hispanoamérica, sobre cómo desde el púlpito los sacerdotes proclamaban amenazantes sermones después de los desastres: “Teniendo siempre presente el recuerdo de la destrucción de Sodoma y Gomorra o el espectro del juicio final” (García, 2017: 49). Es

por ello que las prácticas expiatorias comunes, después de la destrucción causada por un fenómeno natural, eran las procesiones, mortificaciones y el nombramiento de santos patronos, como observaremos a continuación.

*San Francisco de las Lágrimas y el nombramiento de santos patronos*

Para tratar de atenuar la adversidad causada por los constantes movimientos telúricos, en Filipinas se recurrió al nombramiento de santos patronos contra los temblores, el primero habría sido san Policarpo Mártir, elegido después de los daños sufridos por la población de Manila y sus alrededores tras el fuerte sismo ocurrido a la medianoche del 31 de diciembre de 1600 (San Agustín, 1698). Casi medio siglo después tenemos el caso de san Francisco de las Lágrimas, que resulta por demás interesante pues, en su origen, se trata de una escultura de madera que estuvo durante muchos años en casa de un indio principal del pueblo de Dilao —extramuros de Manila—, don Alonso Cuyapit, quien aseguró que momentos después del temblor de San Andrés de 1645 dicha figura se movió del altar donde estaba postrada y “le halló de pie sobre un cajoncillo que tenía junto a una ventana que miraba a la ciudad: puesto aquí el Santo con el rostro hacia Manila”. Cuyapit narró además que “la imagen lloraba tan incesantemente, que parecían dos arroyos de agua las mejillas de la efigie” (San Bernardo, [1785] 1854: 66).

Debido al milagro que se adjudicó a la figura de San Francisco, y en agradecimiento por haber llevado a cuestras a la ciudad de Manila para que se mantuviese firme —metáfora que se divulgó entre la población—, se trasladó al convento en Intramuros, donde los cabildos civil y eclesiástico votaron por él para convertirlo en patrono y abogado de los temblores. “Era tan numeroso el concurso a aquella iglesia, que ya no se acordaban de los temblores [...] la tierra que había estado tan movable e inconstante, continuó desde entonces fija y sin movimiento” (San Bernardo, [1785] 1854: 80).

En Perú, con la ocasión del terremoto de 1630, corrió la noticia del milagro ocurrido en la iglesia limeña de San Francisco, donde una imagen de bulto de Nuestra Señora de la Limpia Concepción, movió su rostro hacia la capilla mayor en el preciso

momento que comenzó a temblar. En la misma ciudad, previamente al sismo de 1687, comenzó a llorar una imagen de bulto de la virgen de la Candelaria, que a la sazón se hallaba en casa de un oidor, a manera de aviso de la catástrofe que se avecinaba (Iwasaki, 2018). Como observamos, una misma idiosincrasia circulaba de un lado a otro lado del Pacífico, en naciones azotadas por constantes movimientos telúricos propios del llamado Cinturón de Fuego.

En Filipinas, la propuesta de san Francisco de las Lágrimas como santo patrono no fue la única, más adelante el cabildo secular de la ciudad de Manila elegiría a san Juan Bautista como santo patrono contra los temblores, aunque el cabildo eclesiástico se opuso a tal resolución y entró en conflicto con las autoridades municipales. El cabildo secular, entonces, se vio en la necesidad de recordar que:

El elegir a los santos de su devoción por abogados y patronos toca a las ciudades y su ayuntamiento, y al estado eclesiástico dellas toca solo tenerlos y admitirlos por tales, y acudir a sus fiestas, y en las Indias con mayor razón por ser todas las iglesias y principalmente las catedrales del Patronazgo Real de su Majestad, cuya persona representa el gobernador y Ayuntamiento de dicha ciudad (AGI, Filipinas, 28, Núm. 56).

Por ello, el Ayuntamiento de Manila solicitó al rey, el 28 de mayo de 1649, que expidiese una real cédula para que tanto el arzobispo como el cabildo eclesiástico reconocieran a san Juan Bautista como el santo patrono de la ciudad, “y acudan a las vísperas y misas solemnes de su día y a los demás que tuviere o eligiere por sus patronos o abogados, pues es causa tan piadosa y de justicia, y que mandase así recibirá gran merced y favor de sus reales manos” (AGI, Filipinas, 28, Núm. 56). Es decir, que incluso en un tema devocional y cargado de fe, existían maniobras políticas que enfrentaban a autoridades civiles y eclesiásticas, quedando muy al margen el tema de intercesión divina ante los sismos. Este, sin embargo, es un tema aparte que merece ser explorado porque nos recuerda que los territorios de Dios y de los hombres entraban en permanente conflicto, y que ni siquiera los sismos podían cambiar su curso.

Trabajos como los de Raymundo Padilla (2016; 2017) nos abren las perspectivas sobre cómo los nombramientos de santos patronos contra los temblores dan origen a imaginarios colectivos y festividades que trascienden hasta nuestros días. Partiendo del caso particular de san Felipe de Jesús en Colima —una provincia colonial que mantuvo una interesante relación con Filipinas gracias al Galeón de Manila—, donde fue nombrado por el cabildo colimense para este fin en el año de 1609, no está claro cuál fue su asociación con los sismos, y “aunque es obvio que no ha logrado proteger a los colimenses de estos fenómenos, pero aún se le invoca con la corte celestial cuando se presenta un terremoto” (Padilla, 2016: 64-66).

## Reflexiones finales

En este texto abordamos las explicaciones del origen de los sismos en Filipinas durante los siglos XVI a XVIII, desde dos perspectivas: una científica y una religiosa. En la primera, observamos cómo los planteamientos aristotélicos sirvieron de base para interpretar los movimientos telúricos que acontecían regularmente en el archipiélago, y con ellos se buscó incluso encontrar signos premonitorios que pudiesen aprovecharse como medidas de prevención. En la segunda, notamos la prevalencia de explicaciones religiosas asociadas al castigo divino como las causantes de los sismos, las cuales habrían servido, a su manera, para sanar las heridas abiertas tras el estado de calamidad.

Hacia finales del siglo XVIII, los temblores fueron analizados desde la perspectiva de las ciencias de la Tierra y, por consiguiente, merecieron una explicación más científica; de acuerdo con Isaac Donoso (2016), la percepción de la vulcanología —y seguramente de otros fenómenos geológicos como los sismos— habría transitado en Filipinas por tres etapas: el animismo, el providencialismo divino y las explicaciones científicas. Fue hasta el siglo XVIII con la Ilustración cuando se da este momento de transición, en que se recopila el saber antiguo y se contrasta con el empirismo. La creación del Observatorio de Manila en 1865 vino a reforzar el estudio sismológico en el archipiélago, y fue entonces cuando se tuvo, por primera vez, una visión histórico-geográfica de conjunto para en-

tender la importancia de estos fenómenos geológicos desde una perspectiva más amplia (Saderra, 1895 y 1910).

Más allá del análisis discursivo, la historia de los sismos en Filipinas se puede abordar desde diferentes perspectivas y enfoques. Trabajos como el de Susana Ramírez Martín (2006) para el sismo de Manila de 1863 —el otro gran sismo de la época colonial junto con el de 1645— nos demuestra las acciones políticas implicadas en este tipo de desastres, o bien, los estudios desde la literatura, en particular de las relaciones de sucesos que acapararon la atención de un público masivo sobre estos fenómenos naturales (Donoso, 2006; Mojarro, 2018 y 2019). Desde la arquitectura observamos cómo las autoridades en el archipiélago tomaron ciertas medidas para reforzar los edificios y fue entonces cuando se incrementó el número de iglesias con los llamados contrafuertes, una práctica que también se implementó en Antigua, Guatemala (Machuca, 2021). No podemos pasar por alto el gran trabajo de Greg Bankoff (2003 y 2004) y su esclarecimiento de cómo Dios sigue siendo una figura central ante los desastres sísmicos y climáticos.

Lo que es un hecho es que, a partir de 1565, tras la conquista y colonización española a Filipinas, el archipiélago pasó a formar parte del mundo occidental creado por la monarquía hispánica, en que individuos e ideas transitaron a través del gran océano y, como advertimos al inicio de este texto, la Cuenca del Pacífico es un espacio con profundas raíces históricas que va más allá del actual conglomerado geopolítico y económico que la define hoy en día como región.

## Referencias

- Anónimo (1649). Relación de los espantosos terremotos habidos en Filipinas en el año de 1645. En Madrid, por Alonso Paredes, 1649. Reimpresa por primera vez en 1895. En: W.E. Retana, *Archivo del bibliófilo filipino*. Madrid.
- Bankoff, G. (2003). *Cultures of Disaster. Society and Natural Hazards in the Philippines*. Londres: Routledge-Curzon.
- Bankoff, G. (2004). In the Eye of the Storm: The Social Construction of the Forces of Nature and the Climatic and Seismic Construction of God in the Philippines. *Journal of Southeast Asian Studies*, 35(1): 91-111.

- Colín, F. (1663). *Labor evangélica, ministerios apostólicos de los obreros de la Compañía de Jesús. Fundación y progreso de su provincial en las islas Filipinas*. Madrid: Imprenta de Joseph Fernández de Buendía.
- Chirino, P. (1604). *Relación de las islas Filipinas y de lo que en ellas han trabajado los padres de la Compañía de Jesús*. Roma: Imprenta de Esteban Paulino.
- De Acosta, J. (1792). *Historia natural y moral de las Indias*. Tomo I. Madrid: Imprenta de Pantaleón Aznar.
- De Cárdenas, J. (1591). *Problemas y secretos maravillosos de las Indias*. México: Imprenta de Pedro Ocharte.
- Donoso, I. (2006). Vulcanismo y cultura filipina en el siglo XVIII. *Cuadernos dieciochistas*, (7), 141-167.
- García Acosta, V. (2001). *Los sismos en la historia de México*. Tomo II. México: UNAM, CIESAS, Fondo de Cultura Económica.
- García Acosta, V. (2017). Divinidad y desastres. Interpretaciones, manifestaciones y respuestas. *Revista de Historia Moderna. Anales de la Universidad de Alicante*, 35: 46-82.
- Guignes, M. (1808). *Voyages à Peking, Manille et l'Île de France, faits dans l'intervalle des années 1784 à 1801*. París: Imprenta Imperial.
- Iwasaki, F. (2018). ¡Aplaca, Señor, tu ira! *Lo maravilloso y lo imaginario en Lima colonial*. Madrid: Fondo de Cultura Económica de España.
- López Medel, T. ([c. 1570] 1990). *De los tres elementos. Tratado sobre la naturaleza y el hombre del Nuevo Mundo*. Edición de Berta Ares Queija. Madrid: Alianza Editorial.
- Machuca, P. (2019). *Historia mínima de Filipinas*. México: El Colegio de México.
- Machuca, P. (2021). Y tembló la tierra... Algunas reflexiones sobre los sismos en Filipinas, siglos XVI-XVIII. En: Gaudin Guillaume y Paulina Machuca (eds.), *Las Filipinas, una periferia global. Gobernar y vivir en los confines del imperio hispano*. Toulouse: Les Méridiennes, El Colegio de Michoacán.
- Mojarro, J. (2018). Relaciones de sucesos y terremotos en la Filipinas del siglo XVIII. *Titivillus*, 4: 93-125.
- Mojarro, J. (2019). Earthquakes and Calamities in the Philippines through Colonial Written Sources and Maps of the 17th and 18th Centuries. *The Murillo Bulletin* 7, February, 24-31.

- Murillo Velarde, P. (1749). *Historia de la provincia de Philippinas de la Compañía de Jesús. Segunda parte que comprehende los progresos de esta provincia desde el año de 1616 hasta el de 1716*. Manila: Imprenta de la Compañía de Jesús.
- Musset, A. (1998). La géographie espagnole et le Nouveau Monde. En: D. Guillaud, M. Seysset et A. Walter, *Le voyage inachevé... Hommage à Joël Bonnemaison* (pp. 141-147). París: Orstom éditions-Prodig.
- Padilla, R. (2016). Desastres en México y Filipinas: Cicatrices históricas que unen a nuestras culturas. En: Thomas Calvo y Paulina Machuca (eds.), *México y Filipinas: Culturas y memorias sobre el Pacífico* (pp. 57-75). Zamora, Michoacán: El Colegio de Michoacán, Ateneo de Manila University.
- Padilla, R. (2017). La estrategia simbólica ante las amenazas naturales y desastres entre España y México. *Revista de Historia Moderna. Anales de la Universidad de Alicante*, 35: 116-148.
- Pastor, M. (2014). Los temblores de tierra en el organicismo novohispano. *Iberoamericana*, 14(55): septiembre, 105-120.
- Ramírez Martín, S. (2006). *El terremoto de Manila de 1863: Medidas políticas y económicas*. Colección América. Madrid: CSIC.
- Saderra Masó, M. (1895). *La seismología en Filipinas. Datos para el estudio de terremotos del archipiélago filipino*. Manila: Wentworth Press.
- Saderra Masó, M. (1910). *Catalogue of Violent and Destructive Earthquakes in the Philippines. With Appendix Earthquakes in the Marianas Islands*. Manila: Bureau of Printing.
- San Agustín, G. (1698). *Conquistas de las islas Filipinas...* Madrid: Imprenta de Manuel Ruiz de Murga.
- San Bernardo, M. ([1785] 1854). *El serafín custodio de la M.N. y S.L. ciudad de Manila, metrópoli de Filipinas*. Manila: Imprenta de Los Amigos del País.
- Santa Cruz, B. de (1693). *Tomo Segundo de la Historia de la Provincia del Santo Rosario de Filipinas, Japón y China del sagrado orden de predicadores*. Zaragoza: Imprenta de Pascual Bueno.

### *Archivos*

- AGI Archivo General de Indias (Sevilla).  
AGI (Filipinas)

# Administración de riesgos de tsunamis. Caso de estudio en la Cuenca del Pacífico mexicano

Omar Alejandro Pérez Cruz

## Introducción

Dada la ubicación de la Cuenca del Pacífico a través de la mayor zona de actividad volcánica del mundo, le ha merecido el calificativo de *círculo de fuego*, por lo que no sorprende que las placas tectónicas hayan actuado anteriormente como en la actualidad. De facto, 40% de los desastres naturales, incluidos los tsunamis, ocurren en esta región del mundo (Olazábal, 2015). Los sismos, las erupciones volcánicas y la mayoría de los tsunamis tienen sus orígenes en las fuerzas tectónicas. Las dos primeras actividades terrestres han dado lugar a comunidades de especialistas que en Japón se denominan *Jishin shakai-gaku* (地震社会学) o sociología del terremoto, acuñada por Rosi (1993).

Esta perspectiva teórica amalgama la teoría del actor social y la perspectiva estructural (sociopolítica, disponibilidad, cultura y economía de los recursos) en los estudios de desastres; sin embargo, una segunda perspectiva puede estarse desarrollando, a decir de la sociología del tsunami: *Tsunami shakai-gaku* (津波社会学). Los fuertes terremotos de diciembre de 2004 cerca de la costa de Sumatra y el

de marzo de 2011 en Japón originaron tsunamis que se diseminaron por toda la costa del océano Índico y del Pacífico, respectivamente. Desde entonces se constituyó un grupo de estudios de tsunamis en que participan sociólogos, economistas, geólogos e ingenieros, tanto japoneses como de otros países (Yamashita, 2019; Aldricha y Sawadab, 2015 y Ueda y Torigeo, 2012).

Aunque sus propósitos difieren, economistas, antropólogos y sociólogos trabajan a menudo de manera colaborativa en las situaciones de desastre con la finalidad de identificar el pasado de los tsunamis, los economistas generalmente evalúan el impacto estructural de los daños, mientras que los antropólogos abordan el pasado de un tsunami y los sociólogos investigan las reacciones humanas durante y después del fenómeno natural (Satake, 2005).

Recientemente se ha desarrollado un movimiento en Japón que combina estas materias en una sociología del desastre, cuya disciplina va más allá de las explicaciones geológicas y tectónicas para incluir todo tipo de desastres naturales. Se ha desarrollado una base de datos que almacena información con relación a la gestión de riesgos de los bienes culturales en todo Japón, construyendo así redes de colaboración para prevenir desastres.

Dicha información se recaba actualmente por en el Instituto Nacional de Investigación para las Propiedades Culturales (NARA, por Nara Kokuritsu Bunkazai Kenkyūjo Gaiyō). Asimismo, el gobierno japonés publicó un documento denominado *Libro Blanco* (Bo Sai Hakusho: ぼさいはくしよ) para impulsar la correcta aplicación de políticas de prevención y atención a desastres al interior del país. Este documento ha sido incorporado a nivel internacional por el capítulo de Reducción de Riesgos de Desastres de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Estas acciones para el rescate de la información y patrimonios culturales culminan los esfuerzos intelectuales de Quarrantelli (1978, 1987, 1993 y 1997), quien desde la década de los setenta promovió un acercamiento científico a los desastres naturales del mundo.

Quarrantelli (1993) estableció parámetros para definir y evaluar la naturaleza y el alcance de los desastres, ya sea causados por seres humanos o por procesos naturales, así como para evaluar

las reacciones humanas ante éstos. Aunque no estableció una definición precisa sobre el concepto de desastre, sí estableció que las etiquetas de situaciones de riesgo y crisis deben integrar cualquier definición. Asimismo, argumentó que no sólo las condiciones externas de los desastres deben ser estudiadas sino también aquellas internas, tanto de las comunidades afectadas como de los propios procesos de las personas que integran dichas comunidades.

Quarrantelli también estableció parámetros para definir y evaluar los riesgos medioambientales, aunque admite que las reacciones humanas ante eventos de desastres pueden ser muy diversas, por lo que enfatiza que es importante establecer los elementos comunes en todas las situaciones y proponer un marco de análisis.

Es así como en la investigación sobre desastres, en general, la sociología tiende a centrarse en las reacciones humanas pasadas y presentes para predecir y prepararse a futuras crisis medioambientales. Si bien estos son nobles objetivos, este trabajo abordará la sociología del desastre por tsunamis de manera básica; es decir, siguiendo a Quarrantelli se aborda cómo definir y evaluar desastres resultantes de un tsunami desde el registro documental. Esta no es una tarea fácil, porque aún no existe un consenso entre los sociólogos para estudiarlos y comprenderlos.

El comportamiento humano es un elemento palpable en las situaciones del tsunami, referente para análisis posteriores, que no deberían partir de la pregunta ¿qué ocurrió?, ¿cuánto afectó?, sino reflexionar sobre qué ocurrió después para así tratar de interpretar si fue el tsunami un acontecimiento aislado con afectaciones económicas y materiales o si fue un acontecimiento que influyó en el curso de la historia: ¿qué fue lo que cambió? ¿Las personas simplemente se recuperaron y volvieron a su vida cotidiana? ¿Sus sistemas sociales, políticos o de subsistencia fueron modificados por esta interrupción de la vida normal? Maturana (2011) analiza que el tsunami como cualquier fenómeno natural, es un tipo de agente ambiental que obliga al cambio cultural.

En dicho sentido, esta investigación es un primer acercamiento para esbozar las líneas incipientes de la sociología del tsunami desde una perspectiva de la Cuenca del Pacífico. Asimismo, los pocos trabajos sociológicos hasta hoy desarrollados

plantean algunas conclusiones sobre el comportamiento humano en estas situaciones de emergencia, particularmente de un estudio de caso del litoral mexicano que, aunque no son exhaustivas, permiten mostrar los tipos de investigación que se realizan actualmente. Una vía para investigar estos cambios en la Cuenca del Pacífico es la que a continuación se expone, dividida en cuatro secciones. En la primera se explica desde la sociología del tsunami, en la segunda se define y explica la medición de este riesgo de la naturaleza, en la tercera se explica la administración de riesgos para los tsunamis y, en la cuarta, se muestra la evidencia de esta administración del riesgo en un estudio de caso en el litoral del occidente de México. Finalmente se discuten los resultados y se exponen las conclusiones.

## Sociología del tsunami

La Cuenca del Pacífico es el perfecto escenario para comenzar una discusión sobre los desastres provocados por tsunamis. Todo el litoral del océano Pacífico es vulnerable a los tsunamis, incluso tiene los récords más devastadores. En cuanto a la ola más grande producida por un tsunami, ocurrió en 1958 en la bahía de Lituya, al noreste del golfo de Alaska, como consecuencia de un terremoto de 8.3 grados Richter que provocó la demolición de una montaña entera —lo que se conoce como tsunami por deslizamiento de tierra— (Hilbe, 2014); dicho deslizamiento se realizó desde una altitud de 914 m en las aguas de fiordo Gilbert.

De acuerdo con Kiffer (2008), esta bahía presenta particularidades geológicas inducidas por las rocas, el hielo y la tierra desplazada, las cuales tuvieron un impacto brutal que ocasionó la ola más alta de la que se tenga registro. Cuando esta enorme masa de agua inició su recorrido por el fiordo de la bahía Lituya alcanzó una altura aproximada de 523 metros, cerca de la entrada del glaciar Gilbert, borrando del mapa varias líneas costeras.

Estas medidas ubican al tsunami de Lituya en la categoría de megatsunami por las dimensiones alcanzadas de su ola (Córdova-López *et al.*, 2012), cuyos daños fueron mayormente materiales y con la pérdida de cinco vidas humanas; sin embargo, los regis-

tros de daños de siglos atrás no están plenamente documentados. Se sabe, por excavaciones arqueológicas realizadas, que las regiones donde se han presentado los tsunamis no sólo han presentado pérdidas humanas y materiales, sino también impactos sociales (como desplazamientos, interrupción de los asentamientos humanos y aparición de nuevos asentamientos) y económicos (como migraciones laborales, búsqueda de nuevas fuentes de ingresos y trayectorias laborales, entre otros).

Así, tsunamis como los ocurridos en Banda Aceh<sup>1</sup> (Indonesia) en 2004, en Chile en 2010<sup>2</sup> o el de Tohoku<sup>3</sup> (Japón) en 2011, han quedado documentados. En las últimas décadas, los sociólogos han documentado los desastres como fenómenos sociales (Quarantelli, 1993 y 1997), pero la atención a estos fenómenos en la Cuenca del Pacífico se dio a partir del nuevo milenio con los programas del NARA (2019) en Japón y la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2001) en Estados Unidos (EEUU).

A pesar de que desde 1964 EEUU creó el Centro Nacional de Alerta de Tsunamis de los Estados Unidos (NTWC, por sus siglas en inglés), éste solo implicó la generación de infraestructura física para reaccionar ante estos fenómenos, dejando de lado los aspectos sociales de los mismos.

Tales investigaciones de la sociología del desastre han sido más recurrentes en la primera década del milenio. Las investigaciones de EEUU comenzaron a lidiar con los procesos sociales de las comunidades víctimas de los tsunamis (Jonientz-Trisler *et al.*, 2005; Dengler, 2005). En Indonesia se ha analizado la aplicación de las redes sociales ante la reacción del tsunami de 2010 (Takeoka *et al.*, 2013), así como las acciones educativas implementadas en comunidades resilientes (Morin *et al.*, 2008).

1 Ocasiónó la muerte de 52 072 personas, afectando poblaciones tan lejanas como Bangladesh, India, Kenya, Madagascar, Maldivas, Myanmar, Seychelles, Somalia, Sudáfrica, Sri Lanka, Tanzania, Yemen (UNESCO, 2019: 9).

2 Un fuerte tsunami posterior al terremoto asoló la costa chilena, destruyendo varios pueblos: Constitución, Iloca, Duao, Pelluhue, Talcahuano y Dichato. El archipiélago Juan Fernández, a pesar de no haber sufrido el terremoto, fue impactado por los tsunamis que devastaron su única población: San Juan Bautista (CEPAL, 2010: 6).

3 Ocasiónó la muerte de 18 432 personas e impactó lugares como Indonesia y California en EEUU (UNESCO, 2019: 9).

Por su parte, Chile también aportó importantes lecciones a este tema (Moreno *et al.*, 2019; Korstanje, 2014) y Japón también ha contribuido con gran cantidad de investigaciones debido, principalmente, a que han sido actores tanto en impacto como en gestión y prevención de los tsunamis (Coutaz, 2018; Cheung y Leung, 2013; Sugimoto *et al.*, 2010).

Rusia ha desarrollado una base de datos donde pueden consultarse los fenómenos de manera clasificada, a través del Novosibirsk Tsunami Laboratory (NTL, 2012). Asimismo, estudiosos de Australia han documentado los tsunamis y se han adentrado en el análisis de los problemas de evaluación para determinar el riesgo de tsunami en cualquier litoral (Lau *et al.*, 2010; ATRC-NHRL, 2010; Bryant, 2008).

De este modo, los sociólogos de la Cuenca del Pacífico han investigado no sólo historias regionales de manera individual, sino también la metodología para evaluar, planificar y minimizar los riesgos de tsunamis en general. Estudios de EEUU, Australia, Indonesia, Chile, Japón y Rusia forman un importante cuerpo de material comparativo para el abordaje de estos fenómenos, aunque la profundidad histórica y las complejidades de los registros sociológicos en la región son bastante diferentes.

## Entendiendo el tsunami

El concepto de tsunami deriva del japonés *tsu* “puerto” y *namis* “olas”, formando la idea de olas en el puerto; no obstante, en la abundante literatura sobre maremotos es común encontrar el término tsunami como sinónimo de maremoto. La Real Academia Española (RAE, 2018a) define el concepto de tsunami como una “ola gigantesca producida por un maremoto o una erupción volcánica en el fondo del mar”. Para la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2016: 9) un tsunami es:

*Término japonés que significa ola (“nami”) en puerto (“tsu”), y son una serie de ondas de longitud y período sumamente largos, normalmente generados por perturbaciones asociadas con terremotos que ocurren bajo el*

fondo oceánico o cerca de él. También llamado ola sísmica y, de manera incorrecta, ola de marea.

Conforme se avanza en el estudio de estos fenómenos naturales se amplía el marco de su comprensión, y una forma de entenderlos es ubicando su clasificación por el fenómeno que los produce, por el lugar donde se originan y por el momento en que ocurren.

*Por el fenómeno que lo produce*

De acuerdo con Joseph (citado en Valdivia *et al.*, 2012) los tsunamis pueden producirse debido a: 1. Sismos denominados sismos-tsunamis. 2. Deslizamientos (superficiales o submarinos) y avalanchas de rocas. 3. Erupciones volcánicas. 4. Perturbaciones meteorológicas denominadas meteotsunamis. 5. Emisiones subterráneas de gases. 6. Impactos de meteoritos y asteroides.

En otras clasificaciones, los tsunamis agregan elementos como los riesgos de vertimientos de embalses, el viento y la remoción en masa (ONEMI, 2018). Existen diversas plataformas en línea donde pueden consultarse los acontecimientos históricos de estos fenómenos, entre las cuales se encuentran la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) en EEUU, la Comisión Oceánica Intergubernamental (COI) de la UNESCO y el Novosibirsk Tsunami Laboratory (NTL) en Rusia, esta última incluye una base de datos donde pueden consultarse los fenómenos de manera clasificada.

*Por el lugar de origen*

De acuerdo con la UNESCO (2016), los tsunamis locales se originan en un rango de hasta 200 km frente a las costas; en el caso de México, la mayoría de los tsunamis se presentan en la costa del Pacífico. Estos fenómenos son potencialmente más peligrosos porque la inundación comienza a los pocos minutos posteriores al sismo. También existen los tsunamis regionales, los cuales se generan a 200 y 1 000 kilómetros de su origen y de 1 a 3 horas de tiempo de viaje de las olas del mismo. Finalmente están los teletsunamis, que se originan a más de 1 000 kilómetros de distancia de la costa o más de tres horas de tiempo de viaje de sus olas. Estos tipos de

fenómenos naturales comienzan con un tsunami local que, por su poder, causa gran destrucción cerca de su origen, al grado de que sus olas viajan por todo el océano con la capacidad suficiente para impactar en costas lejanas de la fuente.

Los tsunamis de origen lejano han tenido olas de 2.5 m de altura y los de origen local han presentado olas de 5 m en promedio, y excepcionalmente de hasta 10 m de altura. De hecho, existen evidencias de que en 1787 ocurrió un gran terremoto de magnitud 8.4 en San Sixto, Oaxaca, que generó un tsunami local sumamente destructivo (Núñez, Ortiz y Sánchez, 2008).

### *Por el momento en que ocurren*

Por el momento en que ocurren estos fenómenos de la naturaleza se puede organizar la información para conocer eventos anteriores, de forma tal que se tenga un panorama general de los riesgos y así conocer de manera más completa las causas y posibles efectos para, a su vez, minimizar los riesgos. Estudiar el momento en que ocurren brinda la oportunidad de mejorar el entorno local de las regiones expuestas.

En este sentido, el primer reporte documentado de estos riesgos lo expone Fujiwara (2014) en el *Nippon Shoki*<sup>4</sup> de Japón, data del año 684, donde se describe un terremoto en Tenbu en la región de Tokai. Por su parte, Sánchez y Farreras (1993) exponen que en el litoral occidental mexicano, en el siglo XVIII, ocurrieron cuatro tsunamis, en el siglo XIX más de 10 y en el siglo XX más de una docena; todos produjeron diversos daños. Los mencionados autores catalogaron cerca de 50 maremotos entre los siglos XVIII y XX.

## Administración de riesgos de tsunamis

La administración del riesgo implica el análisis de los escenarios y su configuración, lo cual requiere el conocimiento de los factores que constituyen una amenaza y sus impactos posteriores al desastre. El registro de dichos eventos es una fuente primaria de información, susceptible para el análisis posterior, de tal modo

<sup>4</sup> *Nippon Shoki* (日本書紀) es el segundo libro más antiguo que se tiene sobre historia clásica de este país. En ocasiones es referido como *Las Crónicas de Japón* (Wikipedia, 2019).

que factores de vulnerabilidad (tipo socioespacial, socioeconómico, económico-financiero, institucional, político y cultural, entre otras) representan datos importantes al momento de establecer relaciones causa-efecto.

En el factor vulnerabilidad se explica el resultado de la exposición y la susceptibilidad sobre la capacidad de respuesta. En este sentido, en la presente investigación se desarrolla una metodología de análisis de riesgos, basada en las directrices de la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD, 2018).

*La exposición* hace referencia a las amenazas que de manera natural existen en un área de litoral determinada; por ejemplo, si el litoral se encuentra en placas tectónicas de actividad reciente, si es susceptible de los efectos volcánicos o si se encuentra en el área de influencia de zonas de derrumbes como glaciares o montañas.

*La susceptibilidad* se da por el impacto causado tanto en pérdidas humanas como en infraestructura; por ejemplo, casas destruidas, carreteras, fallecimientos, heridos, entre otros impactos.

Finalmente, *la capacidad de respuesta* interrelaciona variables de atención a los desastres; por ejemplo, ayuda económica disponible, políticas públicas, ayuda humana, aspectos socioculturales, entre otros aspectos.

Es así que resulta pertinente robustecer los desarrollos conceptuales y metodológicos en torno a la administración de riesgo de desastres y su configuración a partir de factores de amenaza y vulnerabilidad, con el fin de aproximarse en mayor medida a la realidad y por tanto a las necesidades de la sociedad y su entorno.

## Un estudio de caso en el litoral del occidente mexicano

En el caso de México, se encuentran registros de 24 tsunamis en los últimos 287 años y de ellos 91 personas han sido víctimas de estos eventos. En comparación con otros países, los tsunamis en México han sido moderados, el más fuerte registrado generó una ola de 10.90 metros de altura en 1995, donde una persona murió (DatosMundial, 2019). Sin embargo, en cuanto al impacto en términos de economía, infraestructura y pérdida de vidas, el tsunami de 1932, en la región de Colima, tiene el registro más alto.

Este capítulo analiza los tsunamis a partir del lugar de origen, el momento de ocurrencia, el fenómeno causal y de la administración de los riesgos, que son susceptibilidad, exposición y capacidad de respuesta.

### *Características del tsunami de Cuyutlán en 1932*

Por el fenómeno que lo produjo, este tsunami —de acuerdo con Valdivia, Castillo y Estrada (2012)— estuvo relacionado con tres temblores importantes:

- El viernes 3 de junio con una magnitud local de 8.2 en la escala de Richter, el cual es considerado el sismo de mayor magnitud en la historia moderna de los registros instrumentales en la costa del Pacífico mexicano.
- El sábado 18 de junio se registró otro temblor con una magnitud de 7.8 en la misma escala.
- Finalmente, el 22 de ese mismo mes se registró una réplica de los dos temblores anteriores, con una magnitud de 6.9 en la citada escala.

Respecto al lugar de origen, se considera local debido a que el epicentro se dio en un radio menor a 100 km. Por el momento en que ocurrió, fue en el primer tercio del siglo XX en un pequeño poblado situado en el corazón de la costa colimense y que gozaba de fama nacional por dos condiciones: por sus salinas y por su balneario.

Era el 22 de junio de 1932, la faena de las salinas era poca, debido a que ya había iniciado la temporada de lluvias y el piso mojado se vuelve resbaladizo, lo que dificulta el acarreo del material al tapeixtle. Las esposas de los salineros y las fondas ya se alistaban para comenzar a llevarles el bastimento en un día que comenzaba a transcurrir lentamente, como es común en Cuyutlán.

Esa mañana, una ola de 10 metros de altura se internó un kilómetro adentro del referido poblado, llegó hasta donde aún se ubica la estación del tren, y dejó sentir a su paso su voraz fuerza arrasando con todo a su paso.

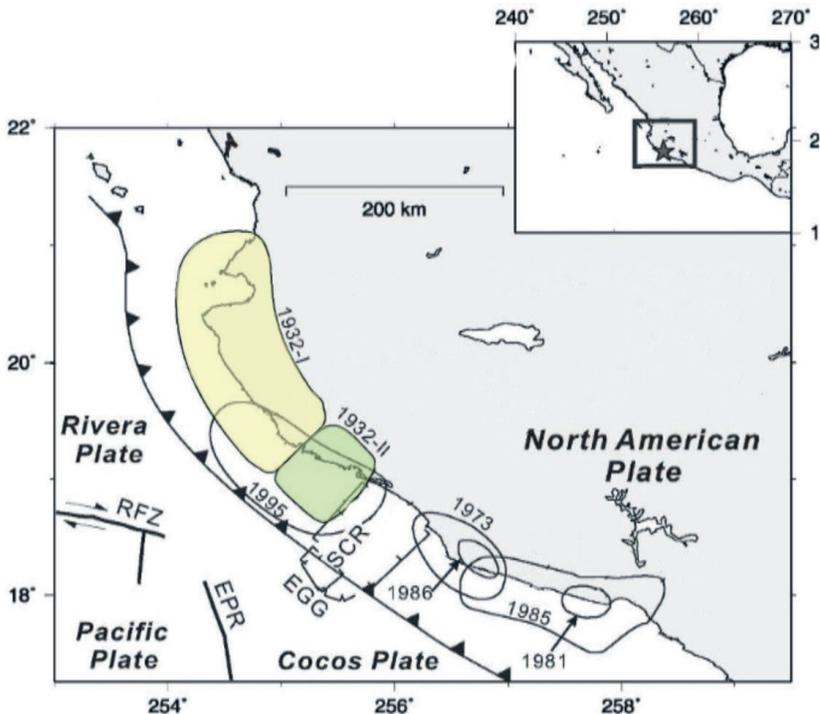
### *Administración del riesgo*

La exposición de la zona de Cuyutlán, como origen de este tsunami, se asocia a la subducción de las placas Rivera y Cocos por

debajo de la placa de Norteamérica, mismas que han provocado otros eventos sísmológicos importantes, presentados en esta misma zona del litoral Colima-Jalisco (SSN, s.f.). La figura 1 muestra la exposición a la que está expuesta la región.

Es así como estos sismos se originaron por la interacción de las placas tectónicas; sin embargo, el sismo del 22 de junio tuvo una magnitud de 6.9 y generó el devastador tsunami, más que el del sismo principal de magnitud 8.2, que también originó un tsunami pero mucho menor (Okal y Borrero, 2011). A este evento del 22 de junio de 1932 se le conoce como el *Tsunami de Cuyutlán*.

Figura 1  
Mapa tectónico de la región



RFZ: Zona de fractura de la placa de Rivera. EPR: Zona de fractura de la placa de Cocos. SCR: Rift del sur de Colima. EGG: Graben el Gordo. Las áreas amarilla y verde son las áreas de ruptura de los dos sismos mayores de junio de 1932. Los contornos muestran el área de réplicas de otros grandes sismos de la región.

Fuente: SNN (s.f.: 3).

En cuanto a la susceptibilidad del tsunami (cuadro 1), Castillo-Aja y Ramírez-Herrera (2017), García y Suárez (1996), SSN (s.f.), entre otros, la exponen basándose principalmente en el material hemerográfico (*El Universal*, 2017; *El Comentario*, 2018; *AFMedios Noticias*, 2016; *El Informador*, 1932; etcétera). El México, el tsunami del 22 de junio de 1932 es el de mayor magnitud registrado (SSN, s.f.).

Cuadro 1

Localidades afectadas según información disponible

Localidades afectadas	Descripción
Boca de Apiza, Colima	Sin reportes de daños
Tecuanillo (salinas de Guasango), Colima	Totalmente destruido
El Real, Colima	Registro de daños, pero no de la altura de tsunami
El Paraíso (las Boquillas), Colima	Se unió el mar con el estero
Palo Verde, Colima	Totalmente destruido
Cuyutlán, Colima	Totalmente destruido, con olas de más de 10 metros de altura
Manzanillo, Colima	El mar avanzó y retrocedió más allá de su posición normal. En la bahía de San Pedrito el nivel del mar subió por arriba de tres metros, ocasionando el derrumbamiento del cerro y dejando grandes grietas en donde posiblemente reventaron las olas
Barra de Navidad, Jalisco	Una ola alcanzó la parte alta del médano, sin reportes de daños
Tomatlán, Jalisco (Chamela, Mismaloya, Chorros y Majahuas)	300 personas afectadas y varias fallecidas (sin precisar número). Presencia de agua caliente sulfurosa y grietas. Afectación de ganado mayor y menor, así como de sembradíos de maíz y hortalizas. La afluyente del río Tomatlán alcanzó los 8 km (hasta el cerro del Tepolmoyote) y en Mismaloya alcanzó los 2 km al pie del cerro El Portezuelo.
Puerto Vallarta, Jalisco	El agua del mar bajó aproximadamente 20 pies, lo que ocasionó que encallaran algunas embarcaciones
San Blas, Nayarit	Fue inundado parcialmente, pero sin reportes de daños
Santiago de Compostela, Nayarit	El agua del mar bajó aproximadamente 20 pies, lo que ocasionó que encallaran algunas embarcaciones
Mazatlán, Sinaloa	Las aguas del mar, durante el temblor, invadieron las playas y una parte de la población, causando alarma en los habitantes
Hilo, Hawái	Se registró un tsunami de 10 m, sin reportes de daños
California	Se registra el tsunami, sin reportes de daños
Islas Samoa	Se registra el tsunami, sin reportes de daños

Fuente: Elaboración propia con base en Corona-Morales y Ramírez-Herrera (2012); Valdivia *et al.* (2012) y Sánchez y Farreras (1993).

La población de Cuyutlán era, en ese entonces, de 1 181 habitantes (INEGI, 1930), en el evento fallecieron 75 personas y 100 se reportaron heridas. Los daños materiales se calcularon entre dos y seis millones de pesos (al cambio 3.65 pesos/dólar). Los hoteles y residencias construidas a orillas de la playa quedaron en total destrucción; no quedó una sola casa en pie en una faja de 10 a 20 kilómetros de longitud y hasta un kilómetro adentro de la costa. Un tramo de vía del ferrocarril, entre Cuyutlán y Manzanillo, quedó obstruido por arena, árboles y arbustos que fueron arrastrados por el tsunami (Ortíz, 2011).

La línea de costa entre Boca de Apiza (Colima) y Mazatlán (Sinaloa), donde se presentó el tsunami, comprende un litoral de casi 800 km de longitud, las olas se presentaron en lugares tan distantes como Hawái y Samoa, que son islas del océano Pacífico intermedio. Estos datos permiten tener una idea de la magnitud del área de susceptibilidad de este tsunami.

Finalmente, la capacidad de respuesta fue inmediata en cuanto a la atención y la ayuda de personal de la misma comunidad; durante las primeras horas, posteriores al evento, los mismos sobrevivientes apoyaron a sus vecinos. La noticia de que se salió el mar en Cuyutlán, en la mañana del 23 de junio de 1932, determinó la agenda política del entonces gobernador constitucional del estado Colima, Lic. Salvador Saucedo, durante las siguientes semanas (Valdivia *et al.*, 2012). Mediante telegramas, el gobernador solicitó ayuda económica a la federación, recibiendo apoyo de varias organizaciones civiles para los damnificados tanto económico como en especie. En el caso de Jalisco, la misma comunidad se organizó en una junta de damnificados, presididos por un ciudadano, hecho que está en consonancia con lo expuesto por otras investigaciones como las de Korstanje (2014) y Cheung y Leung (2013).

## Conclusiones

Luego de los devastadores tsunamis (Lituya y Cuyutlán) en la costa americana del Pacífico, aquí expuestos, son evidentes algunos aspectos para tener en cuenta sobre el estudio de la administración del riesgo. Se vio que estos eventos no tienen un origen único; sin

embargo, aun cuando los sismos son la causa más frecuente, los deslizamientos de tierra han causado macrotsunamis de origen local. En contraste, sismos de magnitud moderada han ocasionado deslizamientos submarinos y generando tsunamis mayores de los esperados. De este modo, la estrategia más efectiva para reducir los riesgos de los tsunamis es el entendimiento de estos. Si se está en la costa y ocurre un temblor, lo mejor es acudir hacia las zonas elevadas, máxime si es visible que el mar se retira del lecho marino. Muchos decesos se deben a la curiosidad de ver qué sucede e intentar registrarlos en video. Un tsunami no se conforma de una sola ola, múltiples olas golpean la costa y son incluso más destructoras. También se corre el riesgo de impacto de un teletsunami, por lo cual es recomendable estar atento de la alerta. La infraestructura para contrarrestarlos (como muros, escollera y diques, ente otros) pueden mitigar el riesgo, pero son inciertos, ya que pueden presentar limitaciones ante tsunamis excepcionalmente voraces. Otra herramienta fundamental para el combate es el estudio de fenómenos pasados, toda vez que provee información crucial para conocer la susceptibilidad de la región y prever su comportamiento.

Se pudo observar en el ejemplo de Cuyutlán que, en cuanto a la capacidad de respuesta, los capitales sociales y las acciones colectivas permitieron la oportuna y expedita atención de las necesidades inmediatas de la comunidad, esto lleva a afirmar que ante un tsunami la población no es una entidad pasiva y víctima, sino que son agentes activos para establecer estrategias de afrontamiento y sobrevivencia; sin embargo, al parecer el riesgo adquiere protagonismo por parte de la ciudadanía, únicamente en el tiempo de la crisis y ante las carencias (económicas y físicas) que ésta genera. Pero, satisfechas estas necesidades, la rapidez del olvido se hace presente. La Cuenca del Pacífico es el lugar más sísmico del planeta, pero son incipientes las estrategias sociales para el combate de éstos. Una región con este perfil de riesgos debe tener políticas públicas a todos los niveles de gobierno, un óptimo análisis de los riesgos, una coordinación bien planeada con estrategias sólidas, como única garantía de mitigar los riesgos futuros.

## Referencias

- AFMedios Noticias de Colima. (2016). Rafael Pinto, testimonio del hombre que sobrevivió a la 'Ola Verde'. Tomado de: <https://www.youtube.com/watch?v=Nw-u49UhBgI>
- Aldricha, D. and Sawadab, S. (2015). The Physical and Social Determinants of Mortality in the 3.11 Tsunami. *Social Science & Medicine*, 124: 66-75. doi: 10.1016/j.socscimed.2014.11.025
- Australian Tsunami Research Centre and Natural Hazards Research Laboratory (ATRC-NHRL) (2010). *Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation in the Pacific: The Challenge of Integration*. Australia: University of New South Wales (UNSW) / Australian Tsunami Research Centre / Natural Hazards Research Laboratory. Tomado de: <https://www.unsw.edu.au>
- Bryant, E. (2008). Risk and Avoidance. En: *Tsunami. The Underrated Hazard* (pp. 273-298). Second Edition. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Castillo-Aja, R. and Ramírez-Herrera, M. (2017). Updated Tsunami Catalog for the Jalisco-Colima Coast, Mexico, Using Data from Historical Archives. *Seismological Research Letters*, 88(1): 144-158. doi: 10.1785/0220160133
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2010). *Tsunami en Chile. Una primera mirada al 10 de marzo de 2010*. Tomado de: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/32838/S2010542\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/32838/S2010542_es.pdf)
- Cheung, C. and Leung, K. (2013). Social Inclusion of the Older Population in Response to the 2008 Financial Tsunami in Hong Kong. *Ageing and Society*, 33(1): 64-88. doi: 10.1017/S0144686X12000554
- Córdova-López, L.; Sánchez-Cruz, Y. y Castellano-Abella, E. (2012). Simulación de tsunamis generados por deslizamientos de terreno en el talud insular de Cuba. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 5: 19-32.
- Corona-Morales, N. y Ramírez-Herrera, M. (2012). Técnicas histórico-etnográficas en la reconstrucción y caracterización de tsunamis: El ejemplo del gran tsunami del 22 de junio de 1932, en las costas del Pacífico mexicano. *Revista de Geografía Norte Grande*, 53: 107-122.
- Coutaz, G. (2018). Living with Natural Disasters in Japan. In: *Coping with Disaster Risk Management in Northeast Asia: Economic and Finan-*

- cial Preparedness in China, Taiwan, Japan and South Korea* (pp. 85-110). Emerald Publishing Limited. doi: 10.1108/9781787430938
- DatosMundial.com (2019). *Tsunamis en México*. Tomado de: <https://www.datosmundial.com/america/mexico/tsunamis.php>
- Dengler, L. (2005). The Role of Education in the National Tsunami Hazard Mitigation Program. En: E. Bernard, *Developing Tsunami-Resilient Communities*. Dordrecht, Holanda: Springer.
- El Comentario* (2018). Maremoto en Cuyutlán. Tomado de: <https://elcomentario.ucol.mx/columna-hoy-en-la-historia-190/>
- El Informador* (1932). Colima a punto de desaparecer bajo las aguas del oceano Pacífico. Tomado de: <http://www.hndm.unam.mx/consulta/publicacion/visualizar/558a32a17d1ed64f16881967?anio-1932&mes-06&dia-23&tipo-pagina>
- El Universal* (2017). La gran ola que devastó a Colima en 1932. Tomado de: <https://www.eluniversal.com.mx/nacion/sociedad/la-gran-ola-que-devasto-colima-en-1932>
- Fujiwara, O. (2014). Traces of Paleo-Earthquakes and Tsunamis Along the Eastern Nankai Trough and Sagami Trough, Pacific Coast of Central Japan. *Journal of Geological Society of Japan*, 120: 165-184. doi: 10.5575/geosoc.2014.0012
- Gao, X. and Wang, K. (2017). Rheological Separation of the Megathrust Seismogenic Zone and Episodic Tremor and Slip. *Nature*, 543: 416-419. doi: 10.1038/nature21389
- García, V. y Suárez, G. (1996). *Los sismos en la historia de México. Tomo I*. México: FCE / UNAM / CIESAS.
- Hilbe, M. (2014). Mass Movement-Induced Tsunami Hazard on Perialpine Lake Lucerne (Switzerland): Scenarios and Numerical Experiments. *Pure and Applied Geophysics*, 2: 545-568. doi: 10.1007/s00024-014-0907-7
- Secretaría de la Economía Nacional (1930). *Quinto censo de población. 15 de mayo de 1930*. México: Dirección General de Estadística - Departamento de la Estadística Nacional. Tomado de: [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1329/702825411473/702825411473.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1329/702825411473/702825411473.pdf)

- Jonientz-Trisler, C.; Simmons, R.; Yanagi, B.; Crawford, G.; Darienzo, M.; Eisner, R. and Priest, G. (2005). Planning for Tsunami-Resilient Communities. En: E. Bernard, *Developing Tsunami-Resilient Communities*. Dordrecht, Holanda: Springer. doi: 10.1007/1-4020-3607-8\_8
- Kiffer, D. (2008). *Surviving the Biggest Wave Ever 50 Years Ago, 1,700 Foot Wave Devastated Lituya Bay*. Tomado de: [http://www.sitnews.us/Kiffer/LituyaBay/070808\\_lituya\\_bay.html](http://www.sitnews.us/Kiffer/LituyaBay/070808_lituya_bay.html)
- Korstanje, M. (2014). Chile Helps Chile: Exploring the Effects of Earthquake Chile 2010. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 5(4), 380-390. doi: 10.1108/IJDRBE-01-2012-0002
- Lau, A.; Switzer, A.; Dominey-Howes, D.; Aitchison, J. and Zong, Y. (2010). Written Records of Historical Tsunamis in the Northeastern South China Sea – Challenges Associated with Developing a New Integrated Database. *Natural Hazards Earth System Science*, 10: 1793-1806. doi: 10.5194/nhess-10-1793-2010
- Maturana, A. (2011). Evaluación de riesgos y gestión en desastres. 10 preguntas para la década actual. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 22(5): 545-555. doi: 10.1016/S0716-8640(11)70465-5
- Moreno, J., Lara, A. and Torres, M. (2019). Community Resilience in Response to the 2010 Tsunami in Chile: The Survival of a Small-Scale. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 33: 376-384. doi: 10.1016/j.ijdr.2018.10.024
- Morin, J.; De Coster, B.; Paris, R.; Flohic, F.; Le Floch, D. and Lavigne, F. (2008). Tsunami-Resilient Communities' Development in Indonesia through Educative Actions. *Disaster Prevention and Management*, 17(3): 430-446. doi: 10.1108/09653560810887338
- Sano, Chie (2019). *Seven years have passed since the 2011 Tohoku earthquake and tsunami*. Tokyo National Research Institute for Cultural Properties. Tomado de: <https://www.tobunken.go.jp/materials/ektauthor/sano-chie>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2001). *Programa Tsunami Ready*. Department of Commerce. US: NOAA. Tomado de: <https://www.weather.gov/media/safety/NOAATsunamiProgramSpreadSP.pdf>

- Novosibirsk Tsunami Laboratory (NTL) (2012). *Historical Tsunami Databases for the World Ocean*. Rusia: Novosibirsk Tsunami Laboratory. Tomado de: <http://.tsun.sccc.ru>
- Okal, E. and Borrero, J. (2011). The Tsunami Earthquake of 1932 June 22 in Manzanillo, Mexico: Seismological Study and Tsunami Simulations. *Geophysical Journal International*, 187(3): 1443-1459. doi: 10.1111/j.1365-246X.2011.05199.x
- Olazábal, A. (2015). *Informe 2015 de desastres en Asia-Pacífico. Desastres sin fronteras. El Mundo*. Publicado el 28 de octubre. Tomado de: <https://www.elmundo.es/internacional/2015/10/28/5630e398ca4741f31a8b45e6.html>
- Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI) (2018). *Tsunami*. Chile: Ministerio del Interior y Seguridad Pública. Tomado de: <http://repositoriodigitalonemi.cl/web/bitstream/handle/2012/1711/TSUNAMI.pdf?sequence=6?sequence=1>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2019). *Día Mundial de Concienciación sobre los Tsunamis, 5 de noviembre*. Tomado de: <https://www.un.org/es/events/tsunamiday/>
- Ortiz, M. (2011). *Historia de los tsunamis locales ocurridos en México*. México: Secretaría de Marina. Tomado de: [https://digaohm.semar.gob.mx/cat/Archivos/Historia\\_Tsunamis.pdf](https://digaohm.semar.gob.mx/cat/Archivos/Historia_Tsunamis.pdf)
- Quarantelli, E. (1993). What is a Disaster: Perspectives on the Question. *Disaster Prevention and Management*, 8(5): 370-452. doi: 10.1108/dpm.1999.8.5.370.3
- Quarantelli, E. (1997). Ten Criteria for Evaluating the Management of Community Disasters. *Disasters*, 21(1): 39-56. doi: 10.1111/1467-7717.00043
- Real Academia Española (RAE) (2018b). Tsunami. Definición. Tomado de: <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=tsunami>
- Rosi, L. (1993). *Community Reconstruction After and Earthquake: Dialectical Sociology in Action*. Santa Bárbara: Clío.
- Sánchez, A. y Farreras, S. (1993). *Catálogo de tsunamis (Maremotos) en la costa occidental de México*. Boulder, Colorado, EU: National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Satake, K. (2005). *Tsunamies. Case Studies and Recent Developments*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Servicio Sismológico Nacional (s.f.). *Sismos de 1932*. México: SSN.

- Sugimoto, M.; Lemura, H. and Shaw, R. (2010). Tsunami Height Poles and Disaster Awareness. *Disaster Prevention and Management*, 19(5): 527-540. doi: 10.1108/09653561011091869
- Takeoka, A.; Scholl, H. and Brajawidagda, U. (2013). Tsunami Early Warnings Via Twitter in Government: Net-Savvy Citizens' Co-production of Time-Critical Public Information Services. *Government Information Quarterly*, 30(4): 377-386. doi: 10.1016/j.giq.2013.05.021
- Ueda, K. and Torigoe, H. (2012). Why do Victims of the Tsunami Return to the Coast? *International Journal of Japanese Sociology*, 21(1): 21-29. doi: 10.1111/j.1475-6781.2012.01159.x
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2016). *Glosario de términos*. EU: UNESCO / Comisión Oceánica Intergubernamental (COI). Tomado de: [http://itic.ioc-unesco.org/images/stories/about\\_tsunamis/tsunami\\_glossary/glossary\\_sp\\_v16\\_20160907.pdf](http://itic.ioc-unesco.org/images/stories/about_tsunamis/tsunami_glossary/glossary_sp_v16_20160907.pdf)
- Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) (2018). *Guía para la formulación de los planes departamentales de gestión del riesgo de desastres*. Colombia: UNGRD. Tomado de: <http://cedir.gestiondelriesgo.gov.co/>
- Valdivia, L.; Castillo, M. y Estrada, M. (2012). Tsunamis en Jalisco. *Geocali, Cuadernos de Geografía*, 13(25): 1-101.
- Yamashita, Y. (2019). How Does the Restoration of Tōhoku Society Begin? Center and Periphery in the Great East Japan Earthquake. 21(1): 6-11. doi: 10.1111/j.1475-6781.2012.01172.x

# México ante el impacto de ciclones tropicales de la Cuenca del Pacífico nororiental

Eleonora Romero Vadillo  
Irma Guadalupe Romero Vadillo

## Introducción

Los ciclones tropicales son fenómenos hidrometeorológicos que traen consigo mayor destrucción por sus intensos vientos de gran poder, principalmente para las construcciones precarias; además pueden ocasionar graves inundaciones debido a las fuertes precipitaciones, variaciones en el nivel del mar (marea de tormenta) e intensifican el oleaje. No obstante, el impacto en las comunidades depende de muchos factores, como son la trayectoria, la distancia de la costa, la intensidad y velocidad de desplazamiento del ciclón, así como las condiciones geográficas de la región, como son la altitud, la presencia de ríos o arroyos, el tipo de suelo, la geomorfología de la zona y la presencia de barreras de manglares (Romero-Vadillo, 2015: 70).

La Cuenca del Pacífico nororiental es la segunda más activa a nivel mundial, con un promedio de 16 ciclones por año, y México es prácticamente el único país que recibe el impacto de estos fenómenos. Entre 1966 y 2018, un total de 135 ciclones tropicales

arribaron a territorio mexicano con la consecuente pérdida de vidas humanas y económicas para todos los sectores, de las cuales la vivienda es el sector que ha tenido las mayores afectaciones.

En los últimos años, en México, se han creado planes y programas que determinan las acciones para la prevención y reducción de los daños ocasionados por los fenómenos hidrometeorológicos y climáticos.

El presente trabajo tiene como objetivo identificar las características de los ciclones tropicales que han impactado en México en los años de 2014 a 2018 y las consecuencias de los mismos; esto mediante el análisis de los planes, programas y estrategias que se enfocan en la prevención, así como de las acciones realizadas durante y después de la tormenta.

## Planes y programas con injerencia en la reducción y mitigación del riesgo

La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, en su capítulo primero, referente al sistema general de planeación territorial, establece que la planeación y regularización del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población deberán sujetarse al Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y de Desarrollo Urbano, para lo cual las entidades federativas deberán contar con programas estatales de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, con programas de zonas metropolitanas o conurbaciones, así como con planes o programas municipales de desarrollo urbano (DOF, 2016).

En los Planes Estatales de Desarrollo (PED) se esboza cómo debe ordenarse el territorio y por ello cómo debe ser el progreso urbano, lo que debiera ser el eje central para la prevención de desastres causados por fenómenos hidrometeorológicos. Sin embargo, muchas veces existe un desfase entre este plan y los diferentes programas sectoriales, así como con respecto a la planeación municipal, lo que hace que no sirvan o no funcionen.

En los Planes Estatales de Desarrollo de los estados costeros del Pacífico se establece, en general, que por su ubicación geográ-

fica estén ante la amenaza de los ciclones tropicales cada año, y consideran que la vulnerabilidad es mayor en los casos donde no se cuenta con educación y cultura sobre la protección, y donde las condiciones y ubicación de las viviendas es desfavorable, ya sea porque se encuentran dispersas, construidas con materiales en débiles, en localidades de difícil acceso, sin energía eléctrica o con limitados medios de comunicación para mantenerse informados en los casos de emergencias. Se plantea también que invertir en la reducción de los riesgos de desastres implica, en gran medida, una mejorara a las condiciones de vida y una disminución de la pobreza.

Debido a lo anterior, como parte de las estrategias de prevención, estos planes trazan el proteger a la población y su patrimonio, tanto de riesgos como de contingencias ocasionadas por la naturaleza y por el mismo ser humano, a través de medidas preventivas de mitigación, de protección civil y la gestión integral de los riesgos. Es importante proporcionar capacitación a todas las familias, de qué hacer y cómo actuar para prevenir riesgos que pongan en peligro su vida, antes, durante y después de una contingencia, para lo cual se deben dar a conocer los números telefónicos de auxilio y la lista de albergues a los que podrán acudir en caso de evacuar la zona vulnerable; así como desarrollar acciones para disminuir la vulnerabilidad e incrementar la resiliencia. El PED de Guerrero (2016-2021) plantea, además, fortalecer el programa de ayuda psicológica a víctimas de algún desastre para su recuperación integral, así como de incrementar, en coordinación con la Secretaría de Protección Civil, el número de talleres de primeros auxilios en escuelas públicas y en zonas de alto riesgo, y reforzar la capacitación del personal de protección civil y voluntarios para el adecuado manejo de los desastres.

Como parte de los ejes estratégicos destaca la elaboración de los atlas de riesgos, alineados con el ordenamiento del territorio, aunque en muchos de los casos, donde ya existe, no cumple con el rigor científico y metodológico para publicarse como un instrumento de prevención. El atlas debe contemplar la elaboración del diagnóstico integral de riesgos clasificados y considerar la adaptación al cambio climático. En Chiapas se implementó, ade-

más, el Plan Estatal de Recuperación de Desastres con enfoque de manejo integral de riesgos (PED-Chiapas, 2013-2018), que pone énfasis en la prevención. Por su parte, en Guerrero se plantea el establecimiento del Centro Estatal de Investigación en Prevención y Mitigación de Desastres Naturales, como medida para desarrollar estrategias que permitan prevenir y reducir los efectos causados por fenómenos naturales (PED-Guerrero, 2016-2021).

Otra estrategia es la gestión de desarrollo territorial planificado y sustentable, con la finalidad de evitar la proliferación de asentamientos humanos en zonas de riesgo mediante la aplicación de la ley en la materia y la erradicación de los asentamientos ya existentes a partir de la instrumentación de proyectos integrales para reubicar a las familias que habitan en dichas zonas. Algunos planes consideran el diseño y construcción de obras de protección en centros de población y áreas productivas para erradicar los riesgos de afectación por presencia de fenómenos meteorológicos extremos y otros por la creación de un fondo de apoyo para desastres y proyectos de prevención de riesgos.

Por otra parte, los estados cuentan también con programas de planeación urbana que retoman muchos de los puntos ya planteados en los PED; no obstante, uno de los principales puntos que se plantean es que no se cuenta con reservas territoriales para la creación de alternativas que satisfagan las necesidades de vivienda que requiere la población. Para solventarlo, se propone promover una política de ordenamiento territorial con criterios de sustentabilidad, gestión de riesgos, resiliencia, cambio climático y movilidad, sin afectar áreas con alto valor ambiental.

No obstante, existe la carencia de planes de desarrollo urbano de centros de población o municipales, además de que la mayoría de los municipios no cuentan con su respectivo atlas de riesgos y vulnerabilidad. Por ello, resulta necesario consolidar una política de protección civil a través de la inclusión de una adecuada normatividad en los instrumentos que regulan los asentamientos humanos, así como de promover la elaboración de programas de gestión de riesgo y ordenamiento territorial y de promover la elaboración del atlas de riesgos municipales. En el Programa Sectorial de Desarrollo Territorial y Urbano de Jalisco (2013-2018), se

menciona la instalación de Consejos Estatales de Ordenamiento Territorial como órganos estratégicos para la toma de decisiones que contribuyan a definir la ocupación y uso del territorio en zonas aptas para el desarrollo.

A nivel federal se instrumentó, a partir del ejercicio fiscal 2016, el Programa de Prevención de Riesgos, originado por la fusión de los programas: el S237 Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos (PRAH) y el S254 Programa de Ordenamiento Territorial y Esquemas de Reubicación de la Población de Zonas de Riesgo (POTER). Por otra parte, el CENAPRED cuenta con el Atlas Nacional de Riesgos, en el cual se presentan los grados e índices de peligro y vulnerabilidad a nivel municipal en el rubro de indicadores municipales de peligro, exposición y vulnerabilidad, actualizando en 2016 el grado de peligro por inundación.

Para atender los desastres existe el fideicomiso Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), un instrumento financiero dentro del Sistema Nacional de Protección Civil que tiene como finalidad apoyar a las entidades federativas de México, así como a las dependencias y entidades de la administración pública federal en la atención y recuperación de los efectos que produzca un fenómeno natural. En el mismo sentido es importante mencionar al Grupo Interinstitucional de Análisis y Coordinación para Ciclones Tropicales, en el que participan autoridades de la Dirección General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación (SEGOB), de la Defensa Nacional (SEDENA) y de Marina-Armada de México (SEMAR).

Finalmente, cabe destacar la importancia de los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC), los cuales se basan en la Ley General de Cambio Climático (LGCC) (DOF, 2012). Uno de los objetivos es el de reducir la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático, lo que incluye precisamente a los ciclones tropicales. Así, conforme a la LGCC en su PEACC, los estados deben establecer las estrategias, políticas, directrices, objetivos, acciones, metas e indicadores que se implementarán y cumplirán durante el periodo de gobierno (artículo 71: 35). Los PEACC de los estados que competen a este estudio resaltan que posibles incrementos en la temperatura promedio del mar (de aproximadamente 1 °C en los próximos años) y la extensión de

los meses con temperaturas promedio (de 27 °C) propiciaría la intensificación de los ciclones, además de que podría extenderse la duración de su temporada que, aunado al posible incremento del nivel del mar, incrementaría el riesgo para las comunidades costeras. Aunque el PACC-BCS (2012) menciona que se observa un posible incremento en los vientos de la tropósfera que favorece la condición para la formación de huracanes. Una pequeña variación vertical del viento podría generar una disminución en el número de huracanes (PEACC-BCS, 2012).

En el Programa Estatal de Cambio Climático de Oaxaca 2016-2022 (PECC-Oax) (Gobierno del Estado de Oaxaca 2018), en el rubro de riesgo por fenómenos hidrometeorológicos extremos se dedica un apartado al sector social con enfoque de género, en donde destaca que, de acuerdo con el IPCC (2014), los impactos del cambio climático afectan de manera diferenciada a mujeres y hombres, y sus efectos tienden a profundizar y perpetuar la desigualdad social, en especial la de género: “Las desigualdades, pobreza, discriminación de género y la falta de instituciones aumentan la vulnerabilidad ante los peligros climáticos”. El programa menciona entre los avances en gestión integral de riesgos el proyecto del “Plan Comunitario para el Manejo Integral de Reducción de Riesgos de Desastres” (PECC-Oaxaca, 2016-2022).

Respecto a las estrategias de gestión integral de riesgos climáticos, estas coinciden con las mencionadas en los PED, como son la creación de los atlas de riesgos y vulnerabilidad, la gestión integral del riesgo, el desarrollo de ordenamientos ecológicos, reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia; los programas de alerta temprana, la capacitación, la reubicación de viviendas que se encuentran en zonas de riesgo, la concientización de los desarrolladores, realizar programas de vivienda sustentable adaptada a las condiciones geográficas y climáticas con enfoque de riesgos ante el cambio climático, y hacer efectiva la normatividad en materia de asentamientos humanos. Se incluye, además, la realización del monitoreo continuo de los cambios de temperatura y ascenso del nivel del mar.

El PACC-Chiapas (Gobierno del Estado de Chiapas, 2011) propone, además, el mejoramiento de ecosistemas costeros para

reducir inundaciones durante marejadas, promover la infraestructura verde para la protección de litorales, establecer cinturones verdes y zonas de amortiguamiento para permitir la migración de los manglares en respuesta al incremento del nivel del mar y para reducir impactos de las áreas adyacentes.

El cuadro 1 muestra los programas vigentes de los estados de la zona de estudio, así como su vigencia.

Cuadro 1

Planes y programas estatales que establecen las acciones de prevención y reducción de riesgos, en los estados costeros del Pacífico nororiental

Estado	Planes y Programas	Vigencia
BCS	Plan Estatal de Desarrollo	2015-2021
	Programa Estatal de Planeación Urbana Infraestructura y Transporte	2015-2021
	Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático	2012-
BC	Plan Estatal de Desarrollo	2014-2019
	Plan Estatal de Desarrollo Urbano	2009-2013
	Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático	2012-
Colima	Plan Estatal de Desarrollo	2016-2021
	Programa Sectorial de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial	2016-2021
	Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático	2013-
Chiapas	Plan Estatal de Desarrollo	2013-2018
	Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas	2014-
	Plan de Acción ante el Cambio Climático	2011-
Jalisco	Plan Estatal de Desarrollo	2013-2033 (actualizado en 2016)
	Programa Sectorial de Desarrollo Territorial y Urbano	2013-2018
	Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático	2018-
Sinaloa	Plan Estatal de Desarrollo	2017-2021
	Programa Estatal de Desarrollo Urbano	2007-2020
	Plan Estatal de Cambio Climático	En elaboración
Sonora	Plan Estatal de Desarrollo	2016-2021
	Programa Sectorial de Infraestructura y Desarrollo Urbano Sustentables de Sonora	2016-2021
	Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático	2011-

Continúa en página siguiente...

Viene de página anterior

Estado	Planes y Programas	Vigencia
Oaxaca	Plan Estatal de Desarrollo	2016-2022
	Plan Estratégico Sectorial. Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial	2016-2022
	Programa Estatal de Cambio Climático de Oaxaca	2016-2022
Guerrero	Plan Estatal de Desarrollo	2016-2021
	Instalación del Consejo de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano en Guerrero	16 mayo de 2017
Michoacán	Plan Integral de Desarrollo de Michoacán	2015-2021
	Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo	2018-
	Plan de Atención a la Población ante Fenómenos Hidrometeorológicos	2015-
	Programa Estatal de Cambio Climático del Estado de Michoacán de Ocampo	2017-2021 (No disponible en Web)
Nayarit	Plan Estatal de Desarrollo	2017-2021
	Programa Estatal de Vivienda, Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial	2011-2017
	Programa Estatal para el Cambio Climático	2012-

Fuente: Elaboración propia.

Aunado a estos planes, en Michoacán se elaboró el *Plan de atención a la población ante fenómenos hidrometeorológicos* (Vargas R., 2015), donde se describen las regiones con mayor potencial de afectación y se hace una descripción de los fenómenos con énfasis en los ciclones tropicales.

## Consecuencias y acciones frente a los ciclones tropicales

En los años de 2014 a 2018, 14 ciclones del Pacífico nororiental han ingresado a territorio mexicano provocando la pérdida de vidas humanas, así como daños a la infraestructura y servicios. El cuadro 2 muestra la relación y la figura 1 las trayectorias de dichos ciclones, se indican las categorías máximas alcanzadas, las de impacto y los nombres de los estados afectados. El de mayor número de impactos es Baja California Sur, con seis ciclones tropicales en los últimos cinco años, seguido de Jalisco y Guerrero con cuatro cada uno.

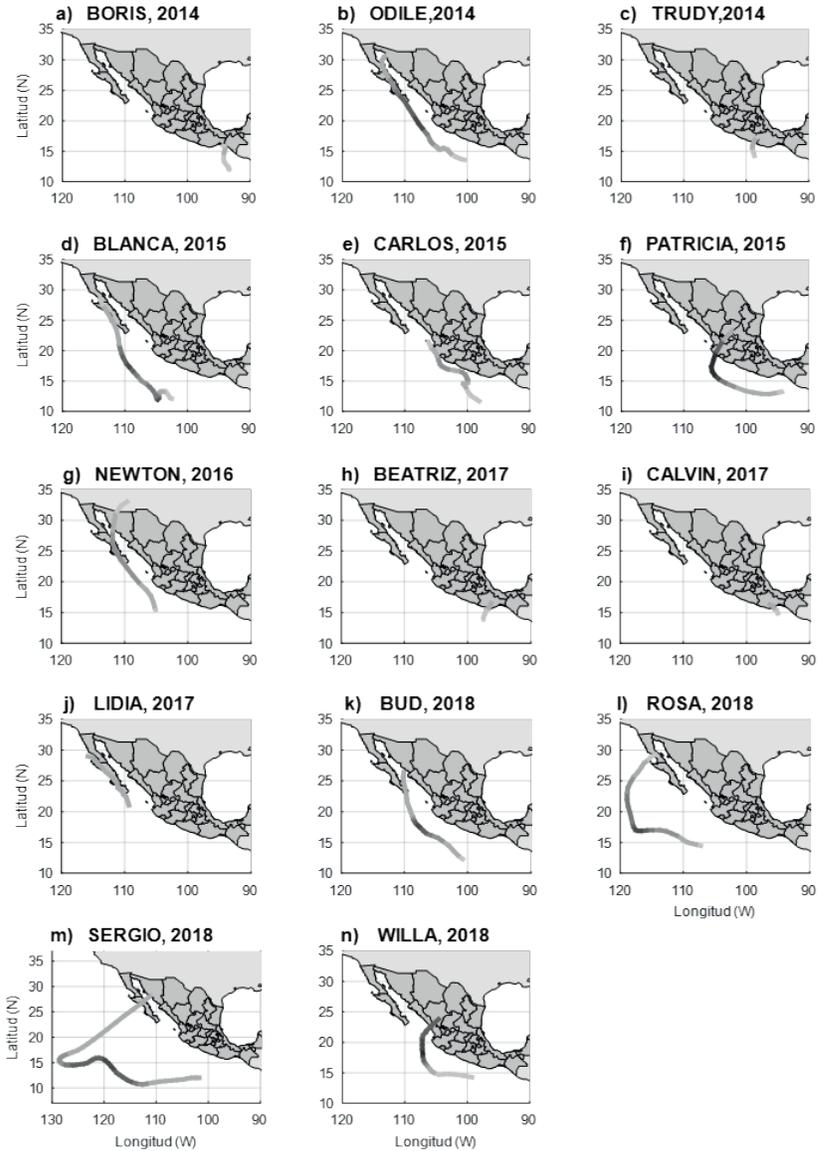
## Cuadro 2

## Ciclones tropicales que han tocado tierra en México de 2014 a 2018

Año	Nombre	Día del impacto	Categoría máxima	Categoría de impacto	Estados afectados	Muertes ocasionadas en México
2014	Boris	3 de junio	TT	TT	Chiapas y Oaxaca	3
2014	Odile	15 de septiembre	C4	C3	BCS y Sonora	13
2014	Trudy	18 de octubre	TT	TT	Guerrero	8
2015	Blanca	3 de junio	C4	TT	BCS	4
2015	Carlos	16 de junio	C1	TT	Jalisco y Guerrero	1
2015	Patricia	23 de octubre	C5	C5	Jalisco y Colima	13
2016	Newton	6 de septiembre	C1	C1	BCS, Sinaloa y Guerrero	2 + 3 desaparecidos
2017	Beatriz	2 de junio	TT	TT	Oaxaca	7
2017	Calvin	12 de junio	TT	TT	Oaxaca	0
2017	Lidia	1 de septiembre	TT	TT	BCS	7
2018	Bud	14 de junio	C4	TT	BCS, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y Sinaloa	0
2018	Rosa	2 de octubre	C4	TT	BC y Sonora	1
2018	Sergio	12 de octubre	C4	TT	BCS y Sonora	0
2018	Willa	23 de octubre	C5	C3	Sinaloa, Jalisco y Nayarit	0

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1  
 Trayectorias de los ciclones del Pacífico oriental que tocaron tierra en México de 2014 a 2018



Fuente: Elaboración propia con datos del Centro Nacional de Huracanes de la NOAA (varios años).

A continuación, se describen las características de cada uno de estos ciclones, los daños ocasionados y las medidas tomadas durante y después de su arribo en los estados costeros del Pacífico mexicano.

#### *Boris (2014)*

La tormenta tropical Boris tocó tierra del 4 de junio de 2014 entre los estados de Oaxaca y Chiapas. Una vez en tierra, la tormenta se debilitó rápidamente, disipándose el mismo día (figura 1a).

Las intensas lluvias generadas por Boris desde su formación ocasionaron daños en varios estados, de los cuales Chiapas y Oaxaca fueron los más afectados. En Oaxaca 500 familias resultaron afectadas por el desbordamiento parcial del río Ostuta. Las inundaciones en Ixhuatán dañaron 80 viviendas. En Chiapas, 16 000 personas fueron desalojadas de sus viviendas, de 31 comunidades que sufrieron daños.

Los recursos del FONDEN de 2014 para Chiapas fueron sólo para el sector educativo (Chim *et al.*, 2014; SEGOB, s.f.).

#### *Odile (2014)*

El huracán Odile alcanzó la categoría 4 el 14 de septiembre con dirección a Baja California Sur; luego de un pequeño debilitamiento a categoría 3, arribó cerca de Cabo San Lucas el 15 de septiembre. Perdió fuerza lentamente mientras avanzaba sobre tierras sudcalifornianas e ingresa a Baja California ya degradado a tormenta tropical, sale al golfo de California y curva hacia el este para ingresar como depresión tropical a Sonora, al sur de Puerto Peñasco (figura 1b).

Dejó daños en los estados costeros del Pacífico, desde Michoacán hasta Sonora y Chihuahua. A su paso descargó lluvias torrenciales y vientos fuertes sobre estas entidades, lo que propició la muerte de dos personas en Oaxaca e igual número en Puerto Vallarta, así como 69 edificios dañados en Acapulco.

En Baja California Sur el saldo fue de graves afectaciones en la zona turística de Los Cabos, alrededor de 30 000 turistas fueron trasladados a 164 albergues temporales y la infraestructura hotelera en Cabo San Lucas y San José del Cabo sufrieron daños severos, tanto en elementos no estructurales como contenidos. Los análisis

posteriores determinaron que los daños fueron consecuencia del uso de materiales inadecuados para la resistencia de los vientos con potencia de huracanes. A lo largo de toda la entidad, en materia de vivienda, el balance inicial fue de 10 000 viviendas afectadas, de las cuales 1 800 sufrieron daños mayores o totales y la gran mayoría de estas eran viviendas precarias ubicadas en zonas irregulares. Aeropuertos, hospitales, escuelas, estructuras industriales y deportivas, carreteras, así como el equipamiento urbano también registraron daños considerables. Asimismo, cinco personas perdieron la vida y miles se quedaron sin energía eléctrica. Las pérdidas económicas en Baja California Sur se estimaron en 7 870 millones de pesos, y aunado a la destrucción se desencadenaron saqueos a las tiendas de autoservicio.

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) enfrentó el mayor daño en infraestructura en su historia. La recuperación total del tendido eléctrico tardó más de 20 días.

Al paso de Odile por Baja California Sur se puso en operación el Plan General de Auxilio a la Población Civil en Zonas y Casos de Desastre o Emergencia, denominado Plan Marina. Los cinco municipios de esa entidad fueron declarados en emergencia: "Odile deja destrucción y saqueos en Baja California Sur" (*Noticias Univisión*, 16 de septiembre de 2014) y "Huracán Odile deja severos daños en Los Cabos y La Paz" (*Forbes*, 16 de septiembre de 2014).

En Sonora dejó importantes precipitaciones, debido a ello más de 400 familias fueron evacuadas y los daños en la pesca ribereña también fueron de consideración (Galván, 2014).

Los recursos asignados del FONDEN para la reconstrucción fueron en 2015 para Baja California Sur para los sectores educativo, naval y turístico; en 2016 para los sectores de residuos sólidos, salud, urbano y zonas costeras y en 2017 para los sectores de áreas naturales protegidas y el turístico (SEGOB, s.f.). Para Sonora, por su parte, fueron en 2015 para los sectores carretero y educativo (SEGOB, s.f.).

### *Trudy (2014)*

La tormenta tropical Trudy tocó tierra el 18 de octubre de 2014 a 110 kilómetros de Acapulco, degradándose rápidamente a de-

presión tropical (figura 1c). No obstante, la tormenta provocó desbordamientos de ríos, inundaciones en pueblos y deslaves, dejando como saldo ocho personas muertas, más de 12 780 afectados y 2 556 viviendas dañadas en el estado de Guerrero.

Se declaró el estado de emergencia en 35 municipios, donde se instalaron 12 albergues que atendieron a 1 218 personas, así como cuatro campamentos en los que se alojaron 1 730 personas (Briseño, León y Castellanos, 2014) y 2 556 casas afectadas (*Notimex en El Universal*, 20 de octubre de 2014).

Los recursos del FONDEN para Guerrero por el paso de Trudy se aprobaron en 2015 para los sectores carretero e hidráulico; en 2016 para los sectores carretero, forestal y de viveros, hidráulico y urbano; y en 2017 para el sector educativo. El sector Vivienda no recibió apoyo en ninguno de los años señalados (SEGOB, s.f.).

#### *Blanca (2015)*

Este huracán alcanzó la categoría 4, pero tocó tierra ya degradado a tormenta tropical cerca de la ciudad de Puerto Cortés en Baja California Sur, el 8 de junio, debilitándose rápidamente (figura 1d).

En su trayecto generó olas de hasta 5 m y corrientes de resaca en las costas de Jalisco, las cuales ocasionaron la muerte a cuatro personas.

Como medida precautoria, 3 000 tropas del ejército y de la Marina mexicana se desplazaron al estado de Baja California Sur para asegurar el bienestar de los residentes (García, 2015).

#### *Carlos (2015)*

El huracán Carlos alcanzó la categoría 1, pero arribando a las costas de Jalisco ya degradado a tormenta tropical. Continuó desplazándose al noroeste para salir al mar pocas horas después, a la altura de Bahía de Banderas, debilitado a depresión tropical y disipándose rápidamente (figura 1e).

A su paso por las inmediaciones de Guerrero, Michoacán, Colima y Jalisco, Carlos provocó intensas precipitaciones y fuertes vientos. En Guerrero se reportaron daños por el oleaje de gran tamaño.

Elementos del Ejército mexicano aplicaron el plan DN-III para quitar las toneladas de arena que sacó el alto oleaje y liberar

el agua de algunas zonas que quedaron inundadas. Como medida precautoria, el puerto de Barra de Navidad permaneció cerrado durante tres días y se mantuvo activo el sistema de alerta temprana durante todo el periodo de actividad del huracán (*Univisión*, 13 de junio de 2015).

*Patricia (2015)*

En la madrugada del 23 de octubre, Patricia se convirtió en huracán de categoría 5 y fue catalogado como el más peligroso de los que se tiene registro en el hemisferio occidental. El huracán se debilitó a categoría 4 antes de tocar tierra en las inmediaciones de las bahías de Tenacatita, Cuastecomate y Barra de Navidad, Jalisco, una región poco poblada en el suroeste de México. Fue perdiendo fuerza rápidamente hasta disiparse (figura 1f).

La población temía que ocurriera una verdadera catástrofe, pero los daños fueron mucho menores a los esperados. Aproximadamente 3 500 viviendas quedaron afectadas por las inundaciones y una decena fueron destruidas; asimismo se presentaron deslaves y algunos árboles caídos y cortes carreteros. Se calcula en 10 000 el número de personas afectadas por el paso de este huracán.

En Colima, 138 personas fueron trasladadas a albergues y, como medida precautoria, unos 35 mil pobladores y 15 mil turistas de las zonas costeras fueron evacuados; se suspendió el servicio de electricidad en las poblaciones afectadas y se desaguaron dos represas de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) en Jalisco y Michoacán para recibir el agua que dejaría la lluvia. Se realizaron evacuaciones masivas en las laderas del Volcán de Colima debido a que la gran cantidad de ceniza depositada alrededor del coloso por la erupción que hizo en julio de ese año, pues podría convertirse en lodo con potenciales de avalanchas. La Secretaría de Desarrollo Social desplegó brigadas de ayuda en 34 municipios de Jalisco, 10 en Colima y 14 en Michoacán y Nayarit, y se declararon estados de emergencia en decenas de localidades de Colima, Nayarit y Jalisco.

La estimación total de los daños causados, incluyendo los efectos en otros países, asciende a los 407.4 millones de dólares, y el número de fallecidos fue de 19, sólo trece de ellos en México. Uno de los sectores más afectados por Patricia fue el agrario, con

unas 12 500 hectáreas de cultivo dañadas, en su mayoría en el estado de Colima. No obstante, los agricultores contaban con seguros suficientes para poder hacer frente a los daños (*El País*, 24 de octubre de 2015; *dw.com Actualidad*, 26 de octubre de 2015; Cervantes, 2015).

El gobierno de México dispuso un fondo de hasta 250 millones de pesos para apoyo con cobijas, despensas y la reconstrucción de viviendas. En 2016, Jalisco destinó fondos estatales y del FONDEN para la reconstrucción de los sectores urbano y de vivienda, además aprobó recursos para los sectores deportivo, educativo, hidráulico, naval, de residuos sólidos y de salud. En 2017, los recursos del FONDEN para Colima fueron para los sectores carretero, hidráulico y pesquero y acuícola (SEGOB, s.f.).

#### *Newton (2016)*

El huracán Newton, de categoría 1, ingresó a Baja California Sur el 5 de septiembre de 2016, a la altura del poblado de Todos Santos. Ya en tierra comenzó a debilitarse y a recurrar hacia el noreste, degradándose a tormenta tropical. El 7 de septiembre, después de cruzar el golfo de California, Newton hizo un segundo arribo en el territorio mexicano, cerca de Bahía Kino, Sonora (figura 1g).

En los inicios de su travesía, aún como tormenta tropical, Newton generó intensas precipitaciones en el suroeste de Guerrero, provocando inundaciones y más de 30 deslizamientos de tierra que afectaron decenas de viviendas y escuelas; Acapulco fue una de las zonas más afectadas, inundando un complejo de viviendas y cerca de 200 personas fueron rescatadas desde el aire. En Baja California Sur dos personas murieron y tres más desaparecieron a causa del naufragio de una embarcación pesquera por el fuerte oleaje; en los municipios de Mulegé y Loreto, el tránsito entre comunidades quedó interrumpido; los aeropuertos y puertos en Baja California Sur fueron cerrados, y las escuelas suspendieron las clases en los cinco municipios (*BBC Mundo*, 6 de septiembre de 2016). En Guaymas, Sonora, el antiguo edificio del Banco de Sonora resultó con daños severos en su cúpula y, aun cuando el ojo de Newton pasó lejos del estado, el amplio campo nuboso provocó intensas lluvias en la entidad; mientras que las viviendas afecta-

das fueron en su mayoría casas de cartón, plástico y lámina. Por su parte, en Los Mochis, Sinaloa, hubo necesidad de utilizar el cárcamo de bombeo para desfogar el agua de una colonia.

En 2016, el FONDEN autorizó para Baja California Sur presupuesto para los sectores carretero, educativo, hidráulico, turístico, urbano y de vivienda; posteriormente, en 2017, se aprobaron gastos para el sector vivienda (SEGOB, s.f.) y la aportación estatal estuvo dirigida a los sectores urbano, de vivienda, deportivo, educativo, hidráulico, naval y turístico. Catorce municipios de Sonora se mantuvieron en alerta roja y las autoridades se comprometieron a realizar acciones para la reconstrucción de 23 viviendas que resultaron afectadas; el FONDEN, por su parte, aprobó en 2016 para Sonora recursos para la reconstrucción de vivienda, además hubo apoyo para los sectores carretero, deportivo, educativo y turístico. En 2017 aportó para reconstrucción del sector urbano y de vivienda, mientras que las aportaciones del estado fueron para los sectores urbano, vivienda, deportivo, educativo, hidráulico, monumentos arqueológicos, naval, pesquero y acuícola y turístico (SEGOB, s.f.). Por su parte, el gobierno de Sinaloa solicitó la declaración del municipio de Ahome como zona de desastre (*Viva la Noticia*, 12 de septiembre de 2016); además del sector vivienda, también fueron evaluados los sectores carretero, educativo, hidráulico, pesquero, acuícola, de salud, turístico, vial urbano y de zonas costeras.

### *Beatriz (2017)*

Con una corta trayectoria, la tormenta tropical Beatriz arribó al oeste de Puerto Ángel, Oaxaca, el 2 de junio de 2017 (figura 1h).

El paso de Beatriz por Oaxaca ocasionó 72 horas de lluvia continua, numerosos deslizamientos de tierra y dos derrumbes, cobrando la vida de dos niñas y una mujer y sepultando varias casas; la infraestructura carretera sufrió importantes daños dejando incomunicadas algunas poblaciones; asimismo, 1 500 familias que viven en la ribera del río de Los Perros resultaron afectadas; un total de siete personas murieron por la tormenta; se cancelaron vuelos y se suspendieron clases en las escuelas.

Se aplicó el Plan DN III y se activaron albergues para auxiliar a la ciudadanía; para comunicar, dotar de insumos y alimentos

básicos, los gobierno federal y estatal, así como la Secretaría de la Defensa Nacional, establecieron puentes aéreos; mientras que la Secretaría de Desarrollo Social y Humano y Caminos y Aeropistas de Oaxaca (CAO) establecieron estrategias para la atención a los afectados y rehabilitación de caminos, respectivamente (*El Imparcial. Diario de Oaxaca*, 3 de junio de 2017; Guerrero, 2017).

La Secretaría de Gobernación emitió dos declaratorias de desastre natural para un total de 129 municipios de la entidad, por lo que para atender las necesidades de reconstrucción de los daños sufridos en viviendas e infraestructura pública afectada se activaron recursos del Fondo para la Atención de Emergencias (SEGOB, s.f.).

#### *Calvin (2017)*

La tormenta tropical Calvin ingresó a tierra el 12 de junio de 2017, entre Salina Cruz y Puerto Ángel, a unos cuantos días del paso de Beatriz por Oaxaca. La tormenta se disipó rápidamente (figura 1i).

Su corto recorrido dejó 12 poblaciones incomunicadas y sin energía eléctrica en la sierra sur, inundaciones en colonias populares y en la zona hotelera de Huatulco y Puerto Escondido, además de cortes en tres carreteras federales. Los pacientes del hospital de Pemex en Salina Cruz fueron evacuados. La tormenta también provocó que la presa “Benito Juárez” se llenara a 87% de su capacidad, por lo que se procedió a su desfogue.

Se activaron el Plan DNIII y el Plan Marina, desplegándose mil hombres para ayudar a la población civil. Se habilitaron 37 refugios temporales (Rodríguez, 13 de junio de 2018).

#### *Lidia (2017)*

El ojo de la tormenta pasó muy cerca de Cabo San Lucas, Baja California Sur, con fuertes precipitaciones, el 31 de agosto de 2017 ingresó a la entidad cerca del poblado de Santa Fe y avanzó a lo largo de la península aún como tormenta tropical para salir 24 horas después al mar, a la altura de la laguna Ojo de Liebre, donde se disipó rápidamente (figura 1j). Dejó a su paso una precipitación que alcanzó los 700 mm.

En su trayecto por las inmediaciones de Cabo San Lucas, la tormenta tropical Lidia provocó la muerte de siete personas, el colapso de un edificio de departamentos asentado en una zona de

riesgo y daños en otras viviendas y provocó el corte de la energía eléctrica (*Expansión*, 31 de agosto de 2017; *Animal Político*, 1 de septiembre de 2017). Mientras que en La Paz, BCS, alrededor de 3 000 personas fueron llevadas a refugios.

Los recursos económicos del FONDEN y los estatales fueron en 2017 para el sector vial urbano, carretero, de cultura, educativo, forestal, hidráulico, naval, pesquero y acuícola, así como de salud, turístico y de zonas costeras (SEGOB, s.f.).

### *Bud (2018)*

El huracán Bud alcanzó la categoría 4, tocó tierra ya debilitado a tormenta tropical cerca de Cabo San Lucas el 15 de junio de 2018, continuó debilitándose rápidamente y avanzó hacia el norte, pasó al sur de La Paz y entró al Golfo de California, donde se disipó (figura 1k).

En su camino, paralelo a las costas mexicanas, Bud generó intensas lluvias en prácticamente todo el territorio mexicano. Los estados más afectados fueron: Baja California Sur, Colima, Jalisco, Sinaloa, Nayarit, Michoacán y Guerrero, donde se implementó el Plan Marina para evacuar a la población en caso de que fuera necesario.

La Coordinación Nacional de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación informó que debido a la presencia de este huracán se efectuó la primera sesión del Grupo Interinstitucional de Análisis y Coordinación para Ciclones Tropicales, integrado por las áreas de meteorología de distintas dependencias federales. La Coordinación Nacional de Protección Civil emitió diversas recomendaciones, entre las que se incluyen la de extremar precauciones por lluvias y vientos fuertes.

En Baja California Sur el paso de Bud sólo dejó daños menores; no obstante, en Los Cabos fue necesario resguardar en albergues a dos mil personas.

En Colima provocó daños en la infraestructura turística en los municipios de Armería y Manzanillo, por lo que se tuvieron que realizar evacuaciones preventivas.

En Novalato, Sinaloa, la marea de tormenta inundó varias casas y 14 personas fueron desalojadas, además de que el oleaje al-

canzó cuatro metros de altura; asimismo, dejó incomunicada a la comunidad de Punta Yameteo.

En Guerrero, 121 familias resultaron damnificadas y fueron llevadas a refugios temporales. Olas de gran tamaño provocaron daños en aproximadamente 50 negocios de la costa. El puerto de Zihuatanejo fue cerrado a la navegación y un velero quedó destruido por los impactos del fuerte oleaje, por lo que para evitar incidentes, las playas de este municipio fueron cerradas. La Secretaría de Protección Civil de Guerrero activó el Plan DN-III-E, con el despliegue de personal y maquinaria pesada en las zonas afectadas para ayudar en la limpieza y desazolve de las viviendas y comercios inundados.

En Michoacán, ocho comunidades del municipio de Aquila sufrieron daños menores debido a que el mar penetró hasta 35 metros tierra adentro.

En la zona norte del área metropolitana de Guadalajara, Jalisco, la lluvia provocó inundaciones de hasta cinco metros de altura, dañando 82 casas, 27 negocios y un centro comercial; además, 219 vehículos se inundaron o fueron arrastrados por las corrientes. Dos vagones del tren ligero se inundaron completamente y en una de las estaciones quedaron atrapados 90 pasajeros, los cuales fueron rescatados por los vecinos (*EFE*, 12 de junio de 2018).

### *Rosa (2018)*

El 28 de septiembre de 2018, Rosa alcanzó su intensidad máxima como huracán de categoría 4, horas después comenzó a debilitarse y recurvó hacia el noroeste. El 2 de octubre, Rosa se convirtió en una depresión tropical poco antes de tocar tierra en el oeste de Baja California y, horas más tarde, los remanentes ingresaron al golfo de California (figura 1i).

La lluvia afectó gran área debido a que sus remanentes se dividieron en el golfo de California, causando inundaciones importantes en todo el noroeste de México.

En Baja California se suspendieron actividades en todos los niveles educativos de varias comunidades (*Notimex*, 2 de octubre de 2018).

En Sonora, las lluvias dejaron una persona muerta, debido a que fue arrastrada por el arroyo La Granja.

En Baja California se hizo la solicitud de Declaratoria de Emergencia ante el titular de la Coordinación Nacional de Protección Civil federal, y el FONDEN aprobó fondos para los sectores carretero y naval (SEGOB, s.f.).

### *Sergio (2018)*

La tormenta tropical Sergio arribó al municipio de Mulegé, Baja California Sur, el 12 de octubre de 2018 e impactó hasta el estado de Sonora (figura 1m).

En Baja California Sur se dispusieron más de 80 refugios en toda la zona norte, donde se albergaron 600 personas. Los daños ocasionados consistieron en deslaves en caminos rurales, cortes en la energía eléctrica, árboles y postes derribados, saturación de sistemas de drenaje y afectaciones en casas con techos de lámina y palma.

Por su parte, en Sonora, 280 personas fueron atendidas en siete albergues, 40 casas se inundaron tras aumentar el nivel del agua del estero El Rancho, también se reportaron daños parciales en techos de algunas casas. En el malecón turístico de Guaymas colapsó el muro de contención y se fracturó el piso en el área del relleno de la bahía, asimismo se reportó el derribamiento de dos casas. En Puerto Peñasco, cinco colonias presentaron inundaciones y 60% de las viviendas resultaron afectadas.

En total, Sergio afectó a 11 municipios de Sonora que la Secretaría de Gobernación (SEGOB) declaró en zona de emergencia. Se activaron los recursos del FONDEN para atender las necesidades alimenticias, de abrigo y de salud de la población afectada (Ojeda, 2018; *La Jornada*, 13 de octubre de 2018).

### *Willa (2018)*

El huracán Willa alcanzó la categoría 5 el 22 de octubre de 2018, comenzó a perder fuerza y el 24 de octubre impactó el sur de Sinaloa, a 15 kilómetros de Escuinapa, con categoría 3 (figura 1n).

Willa provocó cierres de caminos, cortes de agua y luz y afectaciones en viviendas en las costas del Pacífico. Se instalaron más de 2 900 albergues temporales a lo largo de toda la costa, donde

se refugiaron unas 13 000 personas. En la localidad de Escuinapa, donde azotó como huracán, unas 6 000 personas fueron desalojadas de sus viviendas, de las que posteriormente se reportaron daños materiales. Entre los daños más importantes a la infraestructura destaca el Hospital General.

En Cabo Corrientes, Jalisco, se evacuó a más de 95% de la población de la comunidad de Ipala, debido a las inundaciones. Otros municipios altamente afectados por las inundaciones fueron Tomatlán y Cihuatlán.

En el municipio de Tuxpan, Nayarit, se evacuaron a 2 000 personas ante las posibilidades de desbordamiento del río San Pedro, algunas de ellas fueron desalojadas a la fuerza debido a que se resistían a abandonar sus viviendas ubicadas en zonas de riesgo.

Entre las acciones que se realizaron en Sinaloa y Nayarit, estuvo la suspensión de clases y el despliegue de militares, quienes se encargaron de la limpieza de caminos obstaculizados y la preparación de alimentos para las poblaciones afectadas, así como de ofrecer consultas médicas.

Como parte de la ayuda recibida, se instaló de un hospital provisional en Nayarit para atender a la población (*Líder informativo 91.9 FM*, 24 de octubre de 2018; *Animal Político*, 10 de noviembre de 2018; Pérez, 2018). Entre la iniciativa privada, gobiernos estatales y el FONDEN aportaron aproximadamente 1 270 toneladas en víveres, agua embotellada, artículos de limpieza, ropa, alimento para mascotas, medicinas y lámina para la reconstrucción de viviendas.

## Consideraciones finales

Todos los estados de la costa del Pacífico mexicano son vulnerables a los impactos de ciclones, pero debido a las diferencias geográficas, ambientales, socioeconómicas y culturales existentes entre las entidades, la afectación es diferente para cada uno.

La vivienda es, en general, el aspecto con mayores daños, y la población de escasos recursos es quien resulta más afectada. La infraestructura urbana y los servicios públicos también registran daños de consideración y son a estos sectores a donde que se des-

tinan los principales apoyos. No obstante, la pesca, la ganadería y la agricultura también son impactadas y requieren de mayor atención, aunque en ocasiones cuentan con seguros que les permiten mitigar dichos daños. La actividad económica de estas entidades se ve altamente afectada, principalmente por los daños que sufre la infraestructura turística que, para gran parte de las poblaciones costeras, es la principal fuente de ingresos.

Los esfuerzos por disminuir el impacto social de estos fenómenos no han sido en vano, ya que si bien, como considera el CENAPRED (2017), el reciente incremento en los daños provocados por estos fenómenos ha sido a causa principalmente por el aumento en la concentración de población e infraestructura en las regiones costeras, a partir del año 2000 han disminuido las muertes derivadas de ciclones tropicales, entre otras cuestiones debido a la implementación de medidas de protección civil, así como por la implementación del Sistema de Alerta Temprana contra Ciclones Tropicales (SIAT-CT).

En 2013, el Consejo Nacional de Organismos Estatales de Vivienda (CONOREVI) calculaba que más de dos millones de mexicanos habitaban en 500 mil casas en zonas de alto riesgo (Figueroa y Rodríguez, 2013). Como se puede observar, las principales acciones, con relación a la vivienda, se enfocan en la reconstrucción y no en la prevención mediante la reubicación de las viviendas en zonas de riesgo, como lo estipulan, en su mayoría, los planes y programas de desarrollo urbano. Unos de los grandes obstáculos que se presentan es la escasa reserva territorial, así como la falta de coordinación entre los diferentes órdenes de gobierno y las diferentes dependencias involucradas; otros problemas son la escasez de recursos para atender a los damnificados y la frecuencia con que los diferentes fenómenos se presentan.

Como ejemplo está el caso del fraccionamiento Puerto Nuevo, en San José del Cabo (o Cabo San Lucas, BCS), en donde a pesar de que se autorizó la reubicación tras el paso del huracán Lidia en 2016, en marzo de 2019 aún no se contaba con la tierra necesaria para realizar un programa bien estructurado para llevar a las familias a una zona segura (González, 2019).

No obstante, en diciembre de 2015, en el poblado Miguel Alemán, en Sonora, se entregaron 10 millones de pesos en certificados para construcción y reubicación de viviendas, en respuesta a las necesidades de 234 familias damnificadas por las lluvias registradas dos meses atrás. Los beneficiados por el FONDEN fueron 1 170, por daños parciales o totales en sus viviendas al paso de la depresión tropical D16E y las lluvias extraordinarias de los días 3 y 4 de octubre (SEDESSON, 11 de diciembre de 2015).

Para 2019, el gobierno de López Obrador plantea destinar 20 mil millones de pesos para el plan de vivienda social, en donde se contempla la reconstrucción en diversas zonas del país que han sido afectadas por desastres naturales, pero no se especifica presupuesto para la reubicación.

## Referencias

- Animal Político* (2017). La tormenta Lidia deja cuatro muertos en Los Cabos, Baja California Sur. Nota de Redacción. Publicada el 1 de septiembre. Tomada de: <https://www.animalpolitico.com/2017/09/baja-california-sur-lluvias-lidia/>
- Animal Político* (2018). Nayarit después de Willa: Con hospital provisional, casas bajo el lodo y en espera de más recursos federales. Nota de Redacción. Publicada el 10 de noviembre. Tomada de: <https://www.animalpolitico.com/2018/11/nayarit-despues-willa/>
- BBC Mundo* (2016). El huracán Newton toca tierra en el oeste de México, dejando al menos 2 muertos y 3 desaparecidos. Nota de Redacción. Publicada el 6 de septiembre. Tomada de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-37280537>
- Briseño, H.; León, R. y Castellanos, D. (2014). Seis muertos en Guerrero por los remanentes de la depresión Trudy. En: *La Jornada*, publicado el 20 de octubre. Tomado de: <https://www.jornada.com.mx/2014/10/20/estados/033n1est>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) (2017). Coordinación Nacional de Protección Civil. Efectos positivos y destructivos de ciclones tropicales. Un balance. Publicado el 26 de julio. Tomado de: <http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Tertulias/PresentacionDr.Martin.pdf>

- Cervantes, O. (2015). Daños cuantiosos en Los Amiales. En: *Colima Noticias*, publicado el 24 de octubre. Tomado de: <https://www.colimanoticias.com/danos-cuantiosos-en-los-amiales/>
- Chim, L.; Pérez J.A.; Manzano, D. y Henríquez, E. (2014). Deja Boris 3,400 damnificados en Campeche, Oaxaca y Tabasco. En: *La Jornada*, sección Estados, publicado el 6 de junio. Tomado de: <https://www.jornada.com.mx/2014/06/06/estados/031n2est>
- Diario Oficial de la Federación (2012). *Ley General de Cambio Climático (LGCC)*. Publicada el 6 de junio. México: DOF.
- Diario Oficial de la Federación (2016). *Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU)*. Publicada el 28 de noviembre. México: DOF.
- dw.com Actualidad* (2015). Gobierno: El huracán Patricia dejó más de 10 000 afectados. Publicado el 26 de octubre. Tomado de: <https://www.dw.com/es/gobierno-el-hurac%C3%A1n-patricia-dej%C3%B3-m%C3%A1s-de-10000-afectados/a-18807106>
- EFE* (2018). Huracán Bud deja afectaciones menores en cuatro estados de México. Publicado el 12 de junio. Tomado de: <https://www.efeverde.com/noticias/mexico-huracan-bud-causa-danos-menores/>
- El Imparcial. Diario de Oaxaca* (2017). La furia de la tormenta Beatriz. Publicado el 3 de junio. Tomado de: <http://imparcialoaxaca.mx/oaxaca/6497/la-furia-de-la-tormenta-beatriz/>
- El País* (2015). ¿Por qué el poder del huracán Patricia apenas causó daños en México? Sección Mundo, publicado el 24 de octubre. Tomado de: <https://www.elpais.com.uy/mundo/poderoso-huracan-patricia- apenas-causo-danos-mexico.html>
- Expansión* (2017). La tormenta tropical Lidia deja siete muertos en Baja California Sur. Publicada el 31 de agosto. Tomada de: <https://expansion.mx/nacional/2017/08/31/la-tormenta-tropical-lidia-deja-muertos-en-baja-california-pronostico-clima>
- Figuroa, H. y Rodríguez, J.C. (2013). Piden reubicar a dos millones; familias viven en 500 mil casas de alto riesgo. En: *Excélsior*, publicado el 30 de septiembre. Tomado de: <https://www.excelsior.com.mx/nacional/2013/09/30/921055>
- Forbes* (2014). Huracán Odile deja severos daños en Los Cabos y La Paz. Publicado el 16 de septiembre. Tomado de: <https://www.forbes.com.mx/huracan-odile-deja-severos-danos-en-los-cabos-y-la-paz/>

- Galván, F. (2014). Odile toca tierra en costas de Sonora como depresión tropical. En: *Excelsior*. Publicado el 17 de septiembre. Tomado de: <https://www.excelsior.com.mx/nacional/2014/09/17/982187>
- García, D. (2015). Debilitada como tormenta, Blanca toca tierra en Baja California. En: *Excelsior*, publicado el 8 de junio. Tomado de: <https://www.excelsior.com.mx/nacional/2015/06/08/1028365>
- Gobierno del Estado de Chiapas (2013). *Plan Estatal de Desarrollo Chiapas 2013-2018*. Manuel Velasco Coello, Gobernador Constitucional del Estado. Chiapas, México: Secretaría de Planeación Gestión Pública y Programa de Gobierno.
- Gobierno del Estado de Chiapas (2011). *Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (PACC-Chiapas)*. México: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, SEMARNAT, INE, ECOSUR, CP, CEMDA, PNDU- Fondo para el Logro de los ODM, Conservación Internacional México.
- Gobierno del Estado de Guerrero (2016). *Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021*. Héctor Antonio Astudillo Flores. Gobernador Constitucional del Estado. Guerrero, México: Gobierno del Estado.
- Gobierno del Estado de Jalisco (2014). *Programa Sectorial Desarrollo Territorial y Urbano de Jalisco 2013-2033*. Colección Planes y Programas. México: Secretaría General de Gobierno. Oficialía Mayor. Dirección de Publicaciones. Biblioteca de Administración Pública Estatal y Municipal. Tomado de: [www.jalisco.gob.mx](http://www.jalisco.gob.mx)
- Gobierno del Estado de Oaxaca (2018). *Programa Estatal de Cambio Climático de Oaxaca 2016-2022 (PECC-Oax)*. México: Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable de Oaxaca; Gobierno Constitucional del Estado de Oaxaca; Comité Técnico de Cambio Climático de Oaxaca; Centro Mario Molina y el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca.
- González, C. (2019). Reubicación de familias de Puerto Nuevo compete a los tres órdenes de gobierno: González Rivera. En: *El Independiente. Baja California Sur*. Publicado el 26 de marzo. Tomado de: <https://www.diarioelindependiente.mx/2019/03/reubicacion-de-familias-de-puerto-nuevo-competen-a-los-tres-ordenes-de-gobierno-gonzalez-rivera>

- Guerrero, J. (2017). Beatriz y Calvin dejan desastres en 129 municipios de Oaxaca. Emiten declaratoria. En: *Pagina3*, publicado el 16 de junio. Tomado de: <https://pagina3.mx/2017/06/beatriz-y-calvin-dejan-desastres-en-129-municipios-de-oaxaca-emiten-declaratoria/>
- Ivanova, A. y Gómez, A.E. (editoras) (2012). *Plan de acción ante el cambio climático para Baja California Sur*. México: Universidad Autónoma de Baja California Sur. ISBN: 978-607-7777-31-1.
- La Jornada* (2018). Declaran emergencia en BCS por la tormenta Sergio. En: *La Jornada*, sección Estados, publicado el 13 de octubre. Tomado de: <https://www.jornada.com.mx/2018/10/13/estados/027n1est>
- Líder informativo 91.9 FM* (2018). El municipio de Cabo Corrientes fue el más afectado por el paso del huracán Willa. Publicado el 24 de octubre de Tomado de: <http://lider919.com/el-municipio-de-cabo-corrientes-fue-el-mas-afectado-por-el-paso-del-huracan-willa/>
- Noticias Univisión* (2014). Odile deja destrucción y saqueos en Baja California Sur. Publicada el 16 de septiembre. Tomada de: <https://www.univision.com/noticias/noticias-de-mexico/odile-deja-destruccion-y-saqueos-en-baja-california-sur>
- Notimex* (2014). Guerrero reporta 2 mil 556 casas afectadas por Trudy. Publicado el 20 de octubre. En: *El Universal*. Tomado de: <http://archivo.eluniversal.com.mx/estados/2014/trudy-tormenta-casas-guerrero-1047649.html>
- Notimex* (2018). Rosa provoca tormentas en la península de Baja California y Sonora. Sección Expansión, publicado el 2 de octubre. Tomado de: <https://expansion.mx/nacional/2018/09/27/el-huracan-rosa-se-intensifica-a-categoria-2-al-suroeste-de-baja-california>
- Ojeda, Y. (2018). Trae Sergio mucha agua y daños en la entidad. En: *El Imparcial*, publicada el 13 de octubre. Tomada de: <https://www.elimparcial.com/EdicionEnLinea/Notas/Sonora/13102018/1379950-Trae-Sergio-mucha-agua-y-danos-en-la-entidad.html>
- Pérez, J.L. (2018). En Sinaloa hay más de 20 mil afectados por huracán Willa. En: *Milenio*, publicado el 24 de octubre. Tomado de: <https://www.milenio.com/internacional/en-sinaloa-hay-mas-de-20-afectados-por-huracan-willa>
- Rodríguez, O. (2018). Tormenta Calvin incomunica a 12 poblaciones de Oaxaca. En: *Milenio*, publicado el 13 de junio. Tomado de: <https://www.milenio.com/estados/tormenta-calvin-incomunica-12-poblaciones-oaxaca>

- Romero-Vadillo, E. (2015). *Los ciclones tropicales en el Pacífico mexicano. Su impacto en Baja California Sur, México*. México: Universidad autónoma de Baja California Sur.
- Secretaría de Desarrollo Social de Sonora (SEDESSON) (2015). Cumple gobernadora Pavlovich con apoyo a damnificados de poblado Miguel Alemán. Secretaría de Desarrollo Social y Gobierno del Estado de Sonora. Publicado el 11 de diciembre. Tomado de: <https://sedesson.gob.mx/cumple-gobernadora-pavlovich-con-apoyo-a-damnificados-de-poblado-miguel-aleman>
- SEGOB (s.f.). Recursos destinados a desastres por Estado. Tomado de: [www.gobernacion.gob.mx](http://www.gobernacion.gob.mx) y <http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/36/27/images/FONDEN2018.pdf>
- Univisión (2015). El huracán Carlos gana fuerza; reportan los primeros daños. Publicado el 13 de junio. Tomado de: <https://www.univision.com/noticias/noticias-de-mexico/carlos-se-convirtio-en-huracan-categoria-1-frente-a-las-costas-mexicanas>
- Vargas R., Agustín (2015). *Plan de atención a la población ante fenómenos hidrometeorológicos*. Michoacán, México: Secretaría de Seguridad Pública. Dirección Estatal de Protección Civil y Departamento de Informática y Comunicaciones.
- Viva la Noticia (2016). Declaran zona de desastre a Ahome tras el paso del huracán Newton. Nota del editor, publicado el 12 de septiembre. Tomado de: <https://vivalanoticia.com/declaran-zona-de-desastre-a-ahome-tras-el-paso-del-huracan-newton/>

# El riesgo volcánico en la Cuenca del Pacífico

Mauricio Bretón González  
Sebastián González Zepeda

## Introducción

Los volcanes y sus erupciones son el único fenómeno geológico que presenta el potencial de afectar climáticamente al planeta e influir en la vida de los humanos (Bretón, 2018). Las erupciones volcánicas no son algo reciente; sin embargo, el riesgo volcánico se ha incrementado en las últimas décadas con el aumento de habitantes en espacios no aptos y de altas probabilidades de ser afectados por los fenómenos volcánicos existentes.

El Cinturón de Fuego del Pacífico (CFP), también conocido como Anillo de Fuego, es un área cercana a los 40 mil kilómetros que rodea las costas del océano Pacífico y se superpone a la llamada Cuenca del Pacífico. Está caracterizado por tener la actividad tectónica y volcánica más importante, concentrando más de 75% del vulcanismo que existe en el planeta (Shoji, 1993). Dentro de esta actividad se encuentran algunas de las erupciones devastadoras ocurridas incluso hace miles de años. Entre los países que forman parte de este CFP se encuentran Chile, Argentina, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Panamá, Costa Rica, Nicaragua, El Salvador, Honduras, Guatemala, México, Estados Unidos, Canadá,

Rusia, Japón, Taiwán, Filipinas, Indonesia, Malasia, Timor Oriental, Brunéi, Singapur, Papúa Nueva Guinea, Islas Salomón, Tonga, Samoa, Tuvalu y Nueva Zelanda (Rinard, 2015).

El crecimiento de la población mundial ha pasado de unos mil millones de habitantes que había en el año 1800, a más de 7 830 millones en 2020, del cual 40% corresponde a los países de esta cuenca (Populationmatters, 2020). Asimismo, han prosperado ciudades importantes en áreas en las que hace 100 años no vivía persona alguna.

De los más de 60 países y territorios que forman parte de dicha cuenca, muchos de ellos están estrechamente ligados con el fenómeno volcánico y presentan actividad reciente en algunos de sus volcanes. Esto, aunado al crecimiento poblacional y de infraestructuras, genera condiciones de exposición y vulnerabilidad que incrementan el riesgo volcánico en la región.

## Los procesos volcánicos

La energía que está contenida en el interior de la Tierra intenta siempre salir por todos los medios posibles, y el vulcanismo es precisamente eso: “La manifestación externa de los procesos que ocurren en el interior de la corteza terrestre y que son llevados a través de una abertura o grieta, que en ocasiones genera una montaña en forma de cono, y que está hecha de lava, ceniza y otros materiales a la que llamamos volcán. Los volcanes son los únicos lugares donde podemos entrar en contacto con los materiales que vienen del interior del planeta” (Bretón, 2012).

Al momento de producirse una erupción volcánica explosiva, millones de toneladas de gases y cenizas se elevan hacia capas más altas de la atmósfera en donde pueden permanecer suspendidas durante meses e incluso un par de años, obstaculizando los rayos del sol y originando severas variaciones climatológicas. Este aumento de aerosoles en la estratósfera produce un incremento en el porcentaje de radiación solar, que es reflejada al espacio y que por tal motivo no llega a la superficie del planeta, lo que provoca descensos en la temperatura global con las consecuencias que eso puede tener (Luterbacher y Pfister, 2015).

Además, algunos de los peligros que puede producir un volcán son los siguientes: crecimiento de domos de lava, explosiones, flujos de lava, corrientes de densidad piroclástica, caída de bombas volcánicas, lluvia de ceniza, tsunamis y flujos de lodo o lahares.

La relación que existe entre el hombre y el volcán es complicada, pero puede ser de convivencia, siempre y cuando el hombre aprenda a respetar las áreas de riesgo y no intente construir viviendas e infraestructura a pocos kilómetros del volcán ni en el cauce de los ríos, las cañadas y las barrancas, ya que son los sitios idóneos por donde se deslizan los materiales producto de una erupción.

## El riesgo volcánico

La actividad volcánica es fundamental en la historia geológica de la Tierra, ya que el vulcanismo genera modificaciones tanto en la topografía como en el medio ambiente; además, a largo plazo la ceniza y los minerales que se depositan en el suelo dan lugar a tierras muy fértiles que son benéficas para la agricultura, por lo que dichas áreas fértiles son el atractivo principal para que haya asentamientos humanos en las cercanías de los volcanes, lo que aunado al incremento de la población supone un aumento en las condiciones de exposición y vulnerabilidad existentes.

El riesgo es una función que en primera instancia involucra al peligro o amenaza, y se puede definir como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino en un lapso dado. Otro de los componentes en la conformación del riesgo es la exposición, que es la cantidad de personas, bienes, valores, infraestructura y sistemas que son susceptibles a ser dañados o perdidos. Por último, la vulnerabilidad, también entendida como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados y la incapacidad de estos para soportar el evento o recuperarse de sus efectos (CENAPRED, 2016). De tal manera que el riesgo es la probabilidad de perder el bien expuesto frente a un peligro dado.

El riesgo volcánico, por tanto, involucra al peligro volcánico más la distribución de la población y de la infraestructura alrededor del volcán y de la susceptibilidad de estos sistemas a ser afectados

por el fenómeno volcánico. El potencial del peligro volcánico se mide por su intensidad y su periodo de retorno más la distribución y vulnerabilidad de la población, de la infraestructura y de las comunicaciones alrededor del volcán; esto es, la posibilidad real de afectación sobre vidas humanas, obras de infraestructura y el sistema productivo. Por lo que para que el riesgo volcánico pueda ser tomado como tal, es importante añadir a la amenaza volcánica la construcción social, es decir, la exposición y la vulnerabilidad.

En el continente americano se ha presentado un número considerable de erupciones en los últimos 50 años, algunas de las cuales con efectos devastadores sobre la población, infraestructura y medio ambiente, como son las de los volcanes St. Helens en Estados Unidos; Chichonal, Popocatépetl y Colima en México; Fuego en Guatemala; Cerro Negro y Masaya en Nicaragua; Turrialba y Arenal en Costa Rica; Galeras y Nevado del Ruiz en Colombia; Tunguragua y Cotopaxi en Ecuador; Ubinas en Perú, y Villarrica, Monte Hudson, Chaitén, Lascar y Calbuco en Chile, por mencionar algunos.

En el continente asiático tenemos casos similares con los volcanes Shivéluch, Bezimianni, Kluchévskaja Sopka, Kizimen y Karimski, en la península de rusa de Kamchatka; o el Pico Sárichev y el volcán Ebeko en las Islas Kuriles, también en Rusia. En Filipinas están los volcanes Pinatubo, Mayón y Taal, que han causado un gran número de muertos y desaparecidos. En Japón se mantienen los alertamientos por las erupciones de los volcanes Monte Aso, Ontake y Sakurajima; mientras que en Indonesia han destacado los daños ocasionados por los volcanes Gunung Agung, Kelut y Merapi, por citar algunos ejemplos. Esta actividad eruptiva ha puesto de manifiesto el potencial de afectación que pueden causar en ciudades y pueblos del CFP.

Por su parte, la zona de Nueva Zelanda ha tenido algunas de las erupciones más grandes en tiempos geológicamente recientes, como la erupción Oruanui del volcán Taupo hace 25 400 años, otra de hace 1 800 años (también en la zona volcánica del Taupo) y la erupción del volcán Tarawera en 1886.

Es importante resaltar que muchos de los volcanes señalados son de tipo andesítico, lo que condiciona su elevada explosividad y

dinámica volcánica. Siendo la andesita, detrás del basalto, la roca volcánica más común de la Tierra (Gill, 2010), y aunque su nombre proviene de su ocurrencia en la cordillera de los Andes, realmente se encuentra muy extendido a lo largo de todo el CFP.

## Las consecuencias

Las erupciones volcánicas pueden producir enormes nubes de ceniza y polvo que se elevan hasta la estratósfera y viajan miles de kilómetros por todo el planeta. Asimismo, las grandes concentraciones de ceniza volcánica pueden inutilizar los campos y los cultivos, causando severas pérdidas a los agricultores. Las cenizas finas producidas durante un acontecimiento volcánico explosivo pueden dispersarse en una vasta área, donde representan una amenaza para el clima, la salud humana y las infraestructuras (Watson, 2017).

Las erupciones volcánicas pueden afectar no sólo a poblaciones e infraestructuras cercanas al volcán emisor, sino también las alejadas cientos e incluso a miles de kilómetros de la erupción, con lo que la estimación de la vulnerabilidad y exposición se convierte en un punto medular en la evaluación del riesgo volcánico en la Cuenca del Pacífico, en donde en los últimos 50 años se ha desarrollado una extensa infraestructura física (ciudades, puertos, industrias, tierras agrícolas, etcétera) que podrían encontrarse seriamente amenazadas por el impacto de una erupción volcánica.

En términos alimentarios es la zona en que se encuentran algunos de los principales países productores de los cultivos básicos, como son el maíz, arroz, trigo y la soja, con lo cual una erupción volcánica podría generar escasez no sólo en la región sino en todo el planeta, produciéndose una crisis agroalimentaria. Estados Unidos es el principal productor de maíz, seguido por China que es, a su vez, es el principal productor de arroz, delante de Indonesia y Bangladesh; mientras que en el trigo, a pesar de que los países de la Unión Europea son los principales productores, China, India, Rusia y Estados Unidos juntos superan con mucho la producción de la UE. Con respecto a la producción de soja, Estados

Unidos encabeza la lista de productores, seguido de China, India y Canadá (FAO, 2019).

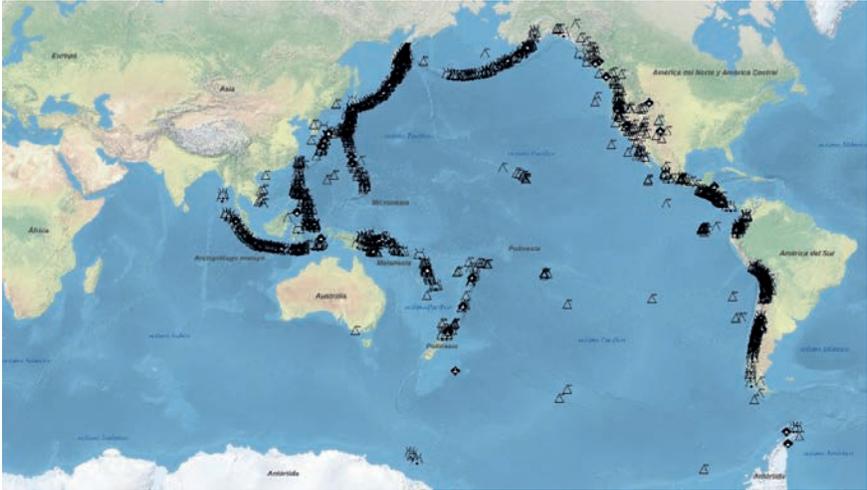
Comercialmente para la región, esto supone un gran reto si consideramos además que las naciones de la cuenca son hogar de 30 de los 50 puertos de embarque de contenedores más activos del mundo (JOC, 2012).

Por otra parte, aproximadamente tres mil millones de personas que habitan en países pertenecientes a la Cuenca del Pacífico podrían encontrarse expuestos al menos a uno de los peligros volcánicos existentes en el Cinturón de Fuego, como son la ocurrencia de corrientes de densidad piroclástica, explosiones, lluvia de ceniza, flujos de lodo, flujos de lava, caída de bombas volcánicas y tsunamis.

Por citar algunos ejemplos que pudieran invitarnos a la reflexión, debemos señalar que el archipiélago japonés tiene más de 100 volcanes activos que han entrado en erupción en alguna ocasión en los últimos 10 000 años; sin embargo, sólo 50 de ellos cuentan hoy día con algún tipo de vigilancia instrumental (GSJ, 2019). Indonesia, tiene unos 150 volcanes, en donde más de 10 tienen el potencial de entrar en actividad (GSI, 2019); Filipinas tiene en su geografía unos 10 volcanes activos (GSP, 2019), mientras que Rusia cuenta con más de 30 pero cinco con gran potencial eruptivo (IVSK, 2019). En el continente americano, Chile cuenta con al menos siete volcanes con potencial eruptivo (SERNAGEOMIN, 2019), Ecuador tiene tres (IGEPN, 2019), Colombia siete (SGC, 2019) Costa Rica cinco (OVSICORI, 2019), México cinco (CENAPRED, 2019) y Estados Unidos otros cinco, contando los de Hawái y Alaska (USGS, 2019). Por su parte, la zona de Nueva Zelanda registra unos 10 volcanes con actividad eruptiva reciente, siendo un área densamente compuesta por volcanes activos (WOVO, 2019) (figura 1).

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2018) existen más de 500 ciudades en el mundo que superan el millón de habitantes, 70 ciudades más de cinco millones y 50 tienen más de los 10 millones. De todas, algunas de las ciudades más pobladas del mundo se encuentran en países pertenecientes a la Cuenca del Pacífico, como son Tokio, Japón, con 38.1 millones; Shanghái, China, con 24.4; Ciudad de México, México, con 22.4; Beijing, China con 21.2 millones, y Osaka, Japón, con 20.2 millones (figura 2).

Figura 1  
Zonas volcánicas en la Cuenca del Pacífico



Fuente: Elaboración propia con datos del United States Geológico Survey (USGS, 2020).

Figura 2  
Mapa de las ciudades más densamente pobladas que forman parte de los países de la Cuenca del Pacífico



Fuente: Elaboración propia con datos del United States Geológico Survey (USGS, 2020).

Pero las expectativas no son nada prometedoras, toda vez que muchas de estas ciudades experimentarán un crecimiento notable para el año 2030, con lo que sus niveles de riesgo se incrementarán. Según la ONU (2018), se estima que para el año 2030 existirán en Asia 27 ciudades que superen los 10 millones de personas, 34 ciudades que tengan entre cinco y 10 millones de habitantes, 330 entre uno y cinco millones y 387 que estarán entre 500 mil y un millón de personas. Por su parte, se espera que en el continente americano existan, para ese mismo año, ocho ciudades que superen los 10 millones de habitantes, 14 que tengan entre cinco y 10 millones, 127 entre uno y cinco millones y 115 que estarán entre 500 mil y un millón de personas (cuadro 1).

Cuadro 1

Expectativa de crecimiento al año 2030 en algunas de las ciudades más pobladas de países pertenecientes a países de la Cuenca del Pacífico

Posición actual	Ciudad y país	Población a 2018 (millones)	Ciudad y país	Población a 2030 (millones)
1	Tokio, Japón	37.4	Tokio, Japón	36.5
3	Shanghái, China	25.5	Shanghái, China	32.8
5	Ciudad de México, México	21.5	Ciudad de México, México	24.1
8	Beijing, China	20.6	Beijing, China	24.2
10	Osaka, Japón	20.3	Osaka, Japón	19.9
13	Nueva York, USA	18.6	Nueva York, USA	19.8
19	Guangzhou, China	13.0	Guangzhou, China	17.5

Fuente: ONU (2018).

## Consideraciones

El conocimiento sobre los peligros volcánicos y la percepción del riesgo es algo que está cambiando en el mundo durante los últimos años. La experiencia adquirida por los científicos durante las diferentes erupciones volcánicas ha impulsado la necesidad de mejorar la instrumentación para vigilar de manera más eficiente y contar con mayores elementos al momento de hacer estimaciones

sobre las condiciones de actividad volcánica presentes en determinado momento.

La implementación de nuevos y mejores sistemas de alerta temprana alrededor de los diferentes volcanes en el mundo, el establecimiento de protocolos de comunicación como el 5G, así como el apoyo que dan los satélites y sus imágenes en tiempo real, permitirán hacer un seguimiento puntual para establecer distintos escenarios de la actividad volcánica en las diferentes zonas; sin embargo, la asignatura pendiente es hacer que los gobiernos de los países que se encuentran en la Cuenca del Pacífico entiendan la dimensión de la amenaza y de los riesgos que el crecimiento desmedido puede ocasionar. Las autoridades deben trabajar para lograr una infraestructura sólida, planes de emergencia, educación y todas las medidas posibles para reducir el riesgo de desastres, pues contrario a lo que se ha planteado a través de los años, los desastres no son naturales ni se deben a la naturaleza, sino que son resultado de la incapacidad de la sociedad de ajustarse y adaptarse adecuadamente a su entorno, propiciando alta vulnerabilidad frente a los fenómenos de origen natural a los que se está expuesta.

Los países de la cuenca deben coordinar sus esfuerzos para continuar contribuyendo a la mitigación del riesgo volcánico y generar estrategias conjuntas para fomentar acciones ante las amenazas volcánicas, pues a diferencia de los fenómenos hidrometeorológicos, cuya temporalidad está perfectamente establecida, los eventos geológicos, como son las erupciones volcánicas, pueden golpear en cualquier época del año y conjuntarse incluso con otras amenazas de tipo estacional, tal y como ocurrió en la erupción del volcán Pinatubo en Filipinas, en 1991, donde el fenómeno volcánico se amplificó por el impacto simultáneo con el tifón Yunya a la isla de Luzón, produciendo deslizamientos de tierra y lluvia ácida.

Según una estimación del Banco Mundial, las economías del Foro de Cooperación Económica de Asia Pacífico (APEC, 2019) han experimentado pérdidas relacionadas con desastres de más de 100 mil millones de dólares anuales, durante los últimos 10 años. Quizá esto sea lo que se deba cambiar; es decir, la estrategia que se ha manejado es completamente reactiva y no preventiva, porque se sigue trabajando en esquemas de financiamiento ante los

desastres, en vez de trabajar en la prevención de los riesgos que originan los mismos.

La actividad volcánica en el mundo no cesará, así que es necesario tomar medidas si queremos evitar que las erupciones causen algún daño en los países, estamos a tiempo de evitar desastres en el corto plazo.

## Referencias

- Asia Pacific Economic Cooperation (APEC) (2019). Tomado de: [https://www.apec.org/Press/Features/2019/0613\\_risk](https://www.apec.org/Press/Features/2019/0613_risk)
- Baxter, P.J. (1990). Medical Effects of Volcanic Eruptions. *Bulletin of Volcanology September*, 52(7): 532-544. Tomado de: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F00301534.pdf>
- Bretón González, M. (2018). Las erupciones volcánicas y sus consecuencias en la Cuenca del Pacífico. *PORTES, Revista mexicana de estudios sobre la Cuenca del Pacífico*, 12(23): 165-177. Tomado de: <http://www.portesasiapacifico.com.mx/index.php>
- Bretón González, M. (2012). *¡Los volcanes!* Colección Ciencia Aventura, Núm. 2. México: Universidad de Colima.
- Delmelle, P.; Stix, J.; Baxter, P.J.; García-Álvarez, J. y Barquero, J. (2002). Atmospheric Dispersion, Environmental Effects and Potential Health Hazard Associated with the Low-Altitude Gas Plume of Masaya Volcano, Nicaragua. *Bulletin of Volcanology*, 10.1007/s00445-002-0221-6
- El Nuevo Diario* (2016) ¿Qué es el Cinturón de Fuego del Pacífico? Managua, Nicaragua. Publicado el 22 de abril. Tomado de: <http://www.elnuevo-diario.com.ni/nacionales/390835-que-es-cinturon-fuego-pacifico/>
- Fagan, B. (2008). *La pequeña edad de hielo. Cómo el clima afectó a la historia de Europa, 1300-1850*. Extensión Científica Ciencia para Todos. Barcelona: Gedisa. Tomado de: [https://www./peque%C3%B1a-edad-hielo-1300-1850Cient%C3%ADfica/dp/8497841344/ref=sr\\_1\\_4?s=books&ie=UTF8&qid=1505403267&sr=1-4](https://www./peque%C3%B1a-edad-hielo-1300-1850Cient%C3%ADfica/dp/8497841344/ref=sr_1_4?s=books&ie=UTF8&qid=1505403267&sr=1-4).
- Geological Society of Philippines (GSP) (2019). Tomado de: <https://www.geolsocphil.org/>
- Geological Survey of Indonesia (GSI) (2019). Tomado de: <https://rig-rock-sense.com/services/geological-survey/>

- Geological Survey of Japan (GSJ) (2019). Tomado de: <https://www.gsj.jp/en/>
- Gill, R. (2010). Chapter 6. Andesite, Dacite and Rhyolite. In: *Igneous Rocks and Processes: A Practical Guide* (pp. 161-208). UK: Wiley-Blackwell.
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador (IGEPN) (2019). Red de Observatorios Vulcanológicos. Tomado de: <https://www.igepn.edu.ec/red-de-observatorios-vulcanologicos-rovig>
- Instituto de Vulcanología y Sismología de Kamchatka (IVSK) (2019). Tomado de: <http://www.kscnet.ru/ivs/>
- Journal of Commerce* (2012). The JOC Top 50 World Container Ports. World's Top Container Ports Global Port Through Put, 2011 vs. 2010, in millions of TEUs. Tomado de: <https://www.joc.com/sites/default/files/u48783/pdf/Top50-container-2012.pdf>
- Luterbacher, J. and Pfister, C. (2015). The Year Without a Summer. *Nature Geoscience*, april. Tomado de: [https://www.researchgate.net/publication/274378659\\_The\\_year\\_without\\_a\\_summer](https://www.researchgate.net/publication/274378659_The_year_without_a_summer)
- Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (OVSICORI) (2019). Universidad Nacional. Tomado de: <http://www.ovsicori.una.ac.cr/>
- Oliveira, J.M.; Vedo, S.; Campbell, M.D.; Atkinson, J.P. (2010). *KSC VAB Aeroacoustic Hazard Assessment. KSC Engineering, NASA*. Tomado de: <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=20110002902>
- Organización Mundial de Observatorios de Volcanes (WOVO) (2019). Instituto de Ciencias Geológicas y Nucleares. Ltd. Nueva Zelanda. Tomado de: [http://www.wovo.org/0401\\_2\\_03\\_04.html](http://www.wovo.org/0401_2_03_04.html)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2019). Informe. Tomado de: <http://www.fao.org/home/es/>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2018). *The World's Cities in 2018*. Tomado de: [https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the\\_worlds\\_cities\\_in\\_2018\\_data\\_booklet.pdf](https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2018_data_booklet.pdf)
- Population Matters (2020). Tomado de: [populationmatters.org/](http://populationmatters.org/)
- Rinard Hinga, B.D. (2015). *Ring of Fire: An Encyclopedia of the Pacific Rim's Earthquakes, Tsunamis, and Volcanoes*. USA: ABC-CLIO, LLC. Tomado de: <https://books.google.es/books?EISBN:978-1-61069-297-7>.

- Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) (2019). *Volcano Hazard Program*. Tomado de: <https://volcanoes.usgs.gov/index.html>
- Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (SERNAGEOMIN) (2019). Red Nacional de Vigilancia Volcánica. Tomado de: <https://www.sernageomin.cl/>
- Shoji, S.; Dahlgren, R. y Nanzyo, M. (1993). Chapter 1. Terminology, Concepts and Geographic Distribution of Volcanic Ash Soils. *Developments in Soil Science*, 21: 1-5. Tomado de: [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)70262-9](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)70262-9)
- Watson, E.J.; Swindles, G.T.; Savov, I.P.; Lawson, I.T.; Connor, C.B. and Wilson, J.A. (2017). Estimating the Frequency of Volcanic Ash Clouds Over Northern Europe. *Earth and Planetary Science Letters*, 460: 41-49. Doi: 10.1016/j.epsl.2016.11.054

# Semblanzas de autores

## Ramón Pichs Madruga

Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es Investigador y director del Centro de Investigaciones de la Economía Mundial (CIEM), miembro titular de la Academia de Ciencias de Cuba y miembro del Buró del Panel Intergubernamental de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (IPCC); es también profesor titular adjunto en la Facultad de Economía de la Universidad de la Habana. Ha sido reconocido con la Medalla “Alfonso Caso”, UNAM, México (2004); Orden “Carlos J. Finlay”, República de Cuba (2010), Orden “Lázaro Peña” de Primer Grado, República de Cuba (2018), entre otros. Ha publicado cinco libros y diversos artículos. Sus líneas de investigación son: energía, medioambiente y desarrollo.

## Antonina Ivanova Boncheva

Doctora *cum laude* en Economía por la UNAM, con posdoctorado en Estudios de Seguridad y Paz por la Universidad de Bradford, Reino Unido. Es profesora-investigadora del Departamento de Economía, coordinadora del Centro de Estudios APEC de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel II) y de la Academia Mexicana de Ciencias. Representó a México en el Buró del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) en el marco de la ONU como vicepresidenta del Grupo de Trabajo 3 “Mitigación” (2008-

2016). Ha sido reconocida con el Premio de Ciencia y Tecnología (2017) y la Medalla al Mérito Científico y Tecnológico del Estado de Baja California Sur (2017). Es autora-editora de 23 libros y más de 200 artículos en revistas arbitradas, autora-líder del IV Informe Evaluativo del IPCC (*galardonado con Premio Nobel de La Paz*) y actualmente autora-líder del VI Informe Evaluativo del IPCC. Sus líneas de investigación son: cooperación internacional en acción climática, turismo y desarrollo sustentable.

### José Clemente Rueda Abad

Doctor en Ciencias Sociales por la Universidad de Guanajuato. Es investigador asociado en el Programa de Investigación en Cambio Climático de la UNAM, miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Candidato) y académico de los diplomados Desastres y Cambio Climático en el Instituto Mora y Gobernanza del Cambio Climático en el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. Ha impartido cursos especializados sobre cambio climático en más de 20 universidades del interior del país. Sus libros más recientes son: *¿Aún estamos a tiempo para el 1.5°C? Voces y Visiones sobre el Reporte Especial del IPCC* y *De París a Katowice. Geopolítica climática y gobernanza multinivel de la descarbonización económica: el caso de la transición energética*. Sus líneas de investigación son: vulnerabilidad social, políticas públicas y financiamiento climático.

### Rocío del Carmen Vargas Castilleja

Doctora en Medioambiente por la Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” (FIANS) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Es profesora de tiempo completo en la FIANS con Perfil Deseable, imparte cátedra en el programa de Ingeniería Industrial en el área de Medioambiente y Desarrollo Sustentable y es integrante del Cuerpo Académico Consolidado en Medioambiente y Desarrollo Sustentable (UAT-CA-29); es también miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel III), miembro de la Red Nacional de Investigación Multidisciplinaria en Cambio Climático (CLIMARED) del Programa de Investigación en Cambio Climático y colaboradora de la ONG Ingenieros Sin Fronteras México, A.C. Sus

líneas de investigación son: cambio climático en cuencas, manejo de recursos hídricos, vulnerabilidad y desarrollo sustentable.

### Liliana López Morales

Licenciada en pedagogía por la Universidad Pedagógica Nacional y maestrante en Ciencias de la Sostenibilidad por la UNAM. Ha realizado estancias de investigación en la Universidad Pedagógica Nacional y en la Universidad de Santiago de Compostela y colaborado en proyectos educativos relacionados con temas de desarrollo sustentable y cambio climático en el Museo Memoria y Tolerancia y el Museo Interactivo de Economía en la Ciudad de México. Es autora de publicaciones relacionadas con educación y cambio climático en México e impartido charlas y talleres sobre la misma temática.

### Omar Darío Cervantes Rosas

Doctor en Oceanografía Costera por la Universidad Autónoma de Baja California; especialista en Manejo Integral Costero, Gestión y Certificación de Playas; experto técnico en playas, ecoturismo y evaluador de organismos de certificación de playas (IMNC) por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y tiene licencia federal otorgada por la Dirección de Aeronáutica Civil (SCT) para el Piloteo y manejo de RPAS (Drones de rotor y ala fija). Es profesor-investigador en la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima, miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel I) y miembro de la Red PROPLAYAS, IBERMAR, RICOMAR y Laboratorio de Oceanografía Social. Ha impartido conferencias y cursos sobre temas costeros en México, Colombia, Brasil, Uruguay, España y Portugal y publicado 38 artículos en revistas y libros nacionales e internacionales sobre playas y gestión costera.

### Aramis Olivos Ortiz

Doctor en Biología Marina por la Universidad de Barcelona, España. Es profesor de tiempo completo titular B en la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima, coordinador de

la maestría en Ciencias del Mar y director del Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas en la misma Institución; es también presidente de la Sociedad Mexicana para el Estudio de Florecimientos Algales Nocivos y miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel I). Sus líneas de investigación son: procesos de la oceanografía química ligados a la ecología del fitoplancton, su relación con grupos del zooplancton y mamíferos marinos en el Pacífico mexicano e influencia de contaminantes en procesos ecológicos sobre la zona costera, su impacto ambiental y los posibles mecanismos para entender, atender y remediar sus efectos.

### Saúl Martínez González

Maestro en Ciencias en el área de Economía Rural por la Universidad Federal de Vicosa, Minas Gerais, Brasil. Es profesor-investigador en el Centro Universitario de Estudios e Investigaciones sobre la Cuenca del Pacífico (CUEICP) de la Universidad de Colima. Ha publicado artículos en revistas nacionales e internacionales. Sus líneas de investigación son: economía agrícola, comercio internacional y desarrollo regional.

### José Ernesto Rangel Delgado

Doctor en Economía de los Países en Desarrollo por la Academia de Ciencias de Rusia. Es profesor-investigador de tiempo completo de la Universidad de Colima, coordinador general del Seminario de Investigación sobre Rusia “Antonio Dueñas Pulido” y miembro de los programas PRODEP-SEP y SNI-CONACYT. Ha dirigido, co-dirigido y fungido como sinodal en más de 25 tesis de licenciatura y posgrado; también ha participado en eventos nacionales e internacionales sobre temas de Asia Pacífico. Es autor/coautor de 50 artículos, 16 libros y 34 capítulos de libros. Ha sido distinguido como profesor visitante por la Universidad Autónoma de Baja California Sur (2013), como miembro honorario del Consorcio Círculo del Pacífico (2013) y por sus estudios sobre la Cuenca del Pacífico (2019) por la Universidad de Colima. Sus líneas de investigación son: relaciones económicas e internacionales en la Cuenca del Pacífico.

## Omar Alejandro Pérez Cruz

Doctor en Ciencias Sociales y posdoctorado en Escenarios Internacionales y Prospectiva Social. Es profesor-investigador de la Facultad de Contabilidad y Administración de la Universidad de Colima y miembro del Sistema Nacional de investigadores (nivel I). Sus líneas de investigación son: desarrollo socioeconómico y análisis de indicadores de gestión en escenarios económicos, sociales y políticos.

## Edgar Alfredo Nande Vázquez

Doctor *Cum Laude* en Ciencias Económicas Administrativas. Es profesor por asignatura en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad de Colima, mantiene colaboraciones con investigadores de las universidades de Sonora y de San Luis Potosí. Ha publicado artículos en revistas nacionales e internacionales. Sus líneas de investigación son: gasto público, elecciones, deuda pública, eficacia y productividad en el sector público y Cuenca del Pacífico.

## Eduardo Calvo Buendía

Doctor en Economía en la Universidad de Nitra, Eslovaquia. Es profesor en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en la Universidad Nacional de Ingeniería y en la Universidad Nacional Federico Villareal; además da charlas y conferencias en diferentes universidades públicas y privadas en el Perú y el extranjero; es también miembro de la Junta Directiva del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y negociador por el Perú en múltiples ocasiones, la más reciente en la 25 Conferencia de las Partes en 2019.

## Víctor Hernández Trejo

Doctor en Ciencias Marinas y Costeras con orientación en Manejo Sustentable de los Recursos, con posdoctorado en Ciencias Marinas por el Instituto Politécnico Nacional. Es coordinador del Centro de

Estudios Económicos Ambientales de la Universidad Autónoma de Baja California Sur y profesor titular “B” adscrito al Departamento Académico de Economía de la misma universidad y docente de las materias de teoría económica y métodos cuantitativos; es también miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel I). Ha publicado en revistas indexadas y del CONACYT. Sus líneas de investigación son: economía ambiental, economía sectorial, economía aplicada y economía pesquera.

### Paulina Machuca Chávez

Doctora por el CIESAS Occidente. Es profesora-investigadora en El Colegio de Michoacán y miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel II). Ha sido reconocida con la Beca para la Mujer en las Humanidades que otorga la Presidencia de la República y el CONACYT (2011) y el premio Francisco Javier Clavijero del INAH por su libro *El vino de cocos en la Nueva España. Historia de una transculturación en el siglo XVII* (El Colegio de Michoacán, 2018). Entre la producción científica más reciente se encuentra el libro *México y Filipinas: Culturas y memorias sobre el Pacífico e Historia mínima de Filipinas*.

### Eleonora Romero Vadillo

Doctora en Ciencias Marinas por el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Es profesora-investigadora en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, adscrita al Departamento de Ciencias Marinas y Costeras, y miembro de la Red temática CONACYT sobre Desastres Asociados a Fenómenos Hidrometeorológicos y Climáticos (RedesClim). Ha sido reconocida con el premio al segundo lugar en el concurso a la mejor tesis de posgrado, organizado por el Consejo Sudcaliforniano de Ciencia y Tecnología (2004). Ha participado en diversos congresos nacionales e internacionales y cuenta con publicaciones sobre estos temas. Sus líneas de investigación son: los ciclones tropicales.

## Irma Guadalupe Romero Vadillo

Doctora en Urbanismo por la UNAM. Trabajó en la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), en la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), en la Unidad de Análisis de Obra Pública e Impacto ambiental, en el Programa de Empleo Rural de la entonces Secretaría de la Reforma Agraria, en la Dirección General de Desarrollo Urbano y Vivienda del Gobierno del Estado de México y en el Fondo de la vivienda del ISSSTE y como profesora-investigadora del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Ha participado en diversos proyectos de investigación sobre política habitacional, desarrollo urbano y su impacto ambiental, con énfasis el impacto de los ciclones tropicales sobre los asentamientos humanos.

## Mauricio Bretón González

Doctor en sismicidad y vulcanismo histórico por la Universidad de Granada, España. Es Profesor-investigador titular de tiempo completo en el Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima, en donde se desempeña como responsable del área de Monitoreo Visual Volcánico. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, correspondiente en Colima, y responsable del proyecto Atlas de Peligros y Riesgos en el Estado de Colima, así como de los Atlas municipales de Colima y Comala. Autor y coautor de artículos sobre sismicidad y vulcanismo, sus libros más recientes publicaciones son: *El volcán de Fuego de Colima, seis siglos de actividad eruptiva (1523-2010)* y *¡Los Volcanes!* Ha participado en proyectos de investigación en diferentes volcanes del mundo, destacando su intervención en tres campañas científicas en la Antártida.

## Sebastián González Zepeda

Maestro en Ciencias con orientación hacia la geoinformática. Es profesor en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Colima y colaborador en proyectos institucionales del Laboratorio de

Geomática de la misma universidad. Sus intereses de investigación son la ingeniería de sistemas, participando en la generación de la plataforma de consulta de Atlas de peligros y riesgos en el estado de Colima; también en el Sistema de Modernización Territorial del IRTEC del Gobierno del Estado en los procesos del Departamento de Información Geoespacial; en el programa de certificación de derechos ejidales y solares (PROCEDE) y procesamiento de imágenes de satélite de las lagunas Las Garzas y Cuyutlán (Colima) para detección de zonas de mangle.

*Amenazas y desastres en la Cuenca del Pacífico*, por José Ernesto Rangel Delgado, Mauricio Bretón González y Antonina Ivanova Boncheva (coordinadores), fue editado en la Dirección General de Publicaciones de la Universidad de Colima, avenida Universidad 333, Colima, Colima, México, [www.ucol.mx](http://www.ucol.mx). La edición digital se terminó en noviembre de 2021. En la composición tipográfica se utilizó la familia ITC Veljovick Book. El tamaño del libro es de 22.5 cm de alto por 15 cm de ancho. Diseño de portada: Lizeth Maricruz Vázquez Viera. Diseño de interiores y cuidado de la edición: Myriam Cruz Calvario.

Los tsunamis, erupciones volcánicas, huracanes y terremotos son amenazas permanentes en la región de la Cuenca del Pacífico. Los desastres, generados por una deficiente gestión de los riesgos son tanto cuantificables como preocupantes. A nivel mundial, entre 2005 y 2014, Asia tuvo 40% de los fenómenos de carácter natural que ocasionaron desastres, lo que la convierte en la zona más propensa a recibir tales golpes. Dicho de otra manera, según el *Informe de desastres en Asia Pacífico* (2015): “Un habitante de Asia y Pacífico tiene el doble de probabilidades de verse afectado por un desastre que una persona que viva en África, casi seis veces más que alguien de América Latina y Caribe, y 30 veces más que alguien que viva en Norteamérica o Europa”.

Así, el estudio de las causas, los impactos y los modos de afrontar las amenazas y los desastres adquieren mayor relevancia, es por ello que distintas disciplinas intervienen desde sus propios marcos conceptuales: la economía, para concientizar sobre las pérdidas materiales; la sociología, para interpretar los impactos de distintos estragos socioeconómicos; la historia, para conocer mejor las tendencias de las amenazas y los desastres; la lingüística, para una comunicación acertada en tiempo y forma con las comunidades en riesgo; la informática, telemática, robótica y mecatrónica, en las prevenciones/soluciones; la biología, con el calentamiento/contaminación de los mares; entre otras disciplinas involucradas en la atención de estos problemas de alto impacto.

Este libro presenta diferentes perspectivas en busca de proporcionar herramientas que permitan implementar estrategias oportunas e integradoras para desarrollar una eficiente gestión del riesgo, principalmente en la Cuenca del Pacífico, zona del planeta que representa un reto fundamental para el desarrollo futuro de la región. No olvidemos que si hay desastres se afecta el desarrollo.

