



ANÁLISIS DEL RIESGO ECONÓMICO CAUSADO POR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN TRES DESTINOS TURÍSTICOS EN MÉXICO — REPORTE PARA LA RIVIERA NAYARIT-JALISCO —

Proyecto: Adaptación al Cambio Climático basada
en Ecosistemas con el Sector Turismo (ADAPTUR)

Publicación

Septiembre de 2020

Autoría

Martín A. Morales, E-blocks
José G. Posada Gallego, E-blocks
Daniel A. Revollo, E-blocks
Jaqueline A. Mera, E-blocks
José J. Hernández, ERN
César A. Arredondo, ERN
Leonel Álvarez, INECC
Thomas Schneider, GIZ
Daniela Valera Aguilar, GIZ
Andrés Martínez Ponce de León, GIZ

Colaboradores

Nancy F. Hernández González, SECTUR
Gloria Cuevas Guillaumin, SEMARNAT
Isabel M. Hernández Toro, INECC
Pilar Salazar Vargas, INECC
Yusif S. Nava Assad, INECC
Pilar Jacobo Enciso, CONANP
Secretaría de Turismo de Nayarit
Secretaría de Turismo de Jalisco
Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial de Jalisco
Asociación de Empresarios de Puerto Vallarta y Bahía de Banderas
Gobierno Municipal de Puerto Vallarta
Gobierno Municipal de Bahía de Banderas

Créditos fotográficos

GIZ - ADAPTUR

Edición, diseño y maquetación

E-blocks S.A. de C.V., Ciudad de México

Financiado por

Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de Alemania, como parte de la Iniciativa Internacional de Protección al Clima (IKI).

Instituciones responsables

Este documento forma parte de la consultoría realizada por las empresas E-blocks, S.A de C.V. y ERN S.A. de C.V., en el marco del proyecto Adaptación al Cambio Climático basada en Ecosistemas con el Sector Turismo (ADAPTUR).

ADAPTUR es liderado por la Secretaría de Turismo (SECTUR) en coordinación con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), e implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, por encargo del BMU.

Deslinde de responsabilidad: Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresados en los materiales están basados en la información compilada por GIZ, sus consultores y colaboradores. La GIZ no garantiza la precisión o integridad de la información en este sistema y no puede ser responsable por errores, omisiones o pérdidas que surjan de su uso.

INTRODUCCIÓN

©ADAPTUR/Mariana Rodríguez Aguilera

Cada año se suman más crisis ambientales en el mundo, desde incendios forestales desmedidos, inundaciones extremas, intrusión del océano, pérdida de la biodiversidad, sequías y pandemias, entre otras. Es claro que estas afectaciones impactan la economía, pero también el desarrollo y bienestar de la población.

En México, una de las actividades económicas que más se vinculan con el medio ambiente es el turismo. Nuestro país se encuentra entre las naciones más visitadas del mundo y por ello aproximadamente el 8.7% del Producto Interno Bruto (PIB) se genera por esta actividad terciaria (INEGI, 2019).

En 2018, México se ubicó en séptimo lugar de la afluencia turística internacional, con 41.4 millones de visitantes (SECTUR, 2019). La Riviera Nayarit-Jalisco es uno de los destinos preferidos por el turismo internacional. En el primer semestre de 2019, Puerto Vallarta se ubicó en el tercer lugar nacional por la llegada de visitantes extranjeros por vía aérea, al recibir el 10.3% del total de arribos entre las 25 ciudades con mayor registro de llegadas (DATATUR, 2019). Sin embargo, este destino se encuentra vulnerable y en riesgo frente a los efectos del cambio climático y otras variables antrópicas.

Con mayor frecuencia los pobladores de este destino enfrentan huracanes, la pérdida y contaminación de playas, inundaciones, disminución de la disponibilidad de agua dulce, días más calurosos, incendios forestales y degradación de la belleza escénica, en resumen, una verdadera batalla ambiental contra reloj (ADAPTUR, 2018). Los impactos climáticos y antrópicos tienen importantes repercusiones socioambientales y económicas. Por mencionar un ejemplo, el huracán Kenna ocasionó daños estimados en \$1,245 millones de pesos (MXN) en 2002, (CENAPRED, 2005).

Ante tal preocupación y los retos que plantea el cambio climático, es necesario reflexionar y preguntarse si realmente estamos adaptados para las futuras crisis, y si contamos con la información necesaria para tomar decisiones al respecto.

El presente estudio, *Análisis del riesgo económico causado por el cambio climático en tres destinos turísticos en México – Reporte para la Riviera Nayarit Jalisco*, ofrece por primera vez al sector del turismo, un acercamiento sobre el costo económico de los daños que podría ocasionar el cambio climático, tanto a los activos empresariales y la infraestructura estratégica, como a los activos naturales y los servicios ecosistémicos de los cuáles depende el turismo.

El estudio está dirigido principalmente a los empresarios y las autoridades del sector turismo. Se basa en escenarios de cambio climático y análisis probabilísticos, y sus resultados deben considerarse como escenarios posibles de lo que podría ocurrir en el futuro, con las respectivas limitaciones metodológicas y sus grados de incertidumbre.

El *Análisis* se divide en cinco apartados. En los primeros tres se exponen los objetivos, el alcance y la metodología; el cuarto apartado muestra los resultados de la estimación del riesgo económico y en el último, se presentan recomendaciones concretas para hacer de la Riviera Nayarit-Jalisco un destino turístico adaptado al cambio climático.

Esperamos que este estudio sirva para subrayar localmente la importancia de incluir los riesgos climáticos en las decisiones empresariales, y fomente la creación de alianzas y esfuerzos entre todos los sectores de la sociedad.

Es vital agradecer a los empresarios de la Riviera Nayarit-Jalisco que participaron con sus experiencias e insumos, así como a los expertos académicos y de la sociedad civil que aportaron información científica y técnica. Asimismo, a los gobiernos de los estados de Nayarit y Jalisco, por las gestiones realizadas.

Finalmente se extiende este agradecimiento al Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de la República Federal de Alemania por el financiamiento de este estudio en el marco del proyecto ADAPTUR.

RESUMEN EJECUTIVO

©ADAPTUR/Mariana Rodríguez Aguilera

La Riviera Nayarit-Jalisco es reconocida en el mundo por el invaluable patrimonio natural que posee. La biodiversidad y paisaje de este destino han hecho posible que el sector turismo aporte alrededor del 38.05% del Producto Bruto Total (PBT) a la economía del destino (INEGI, 2014).

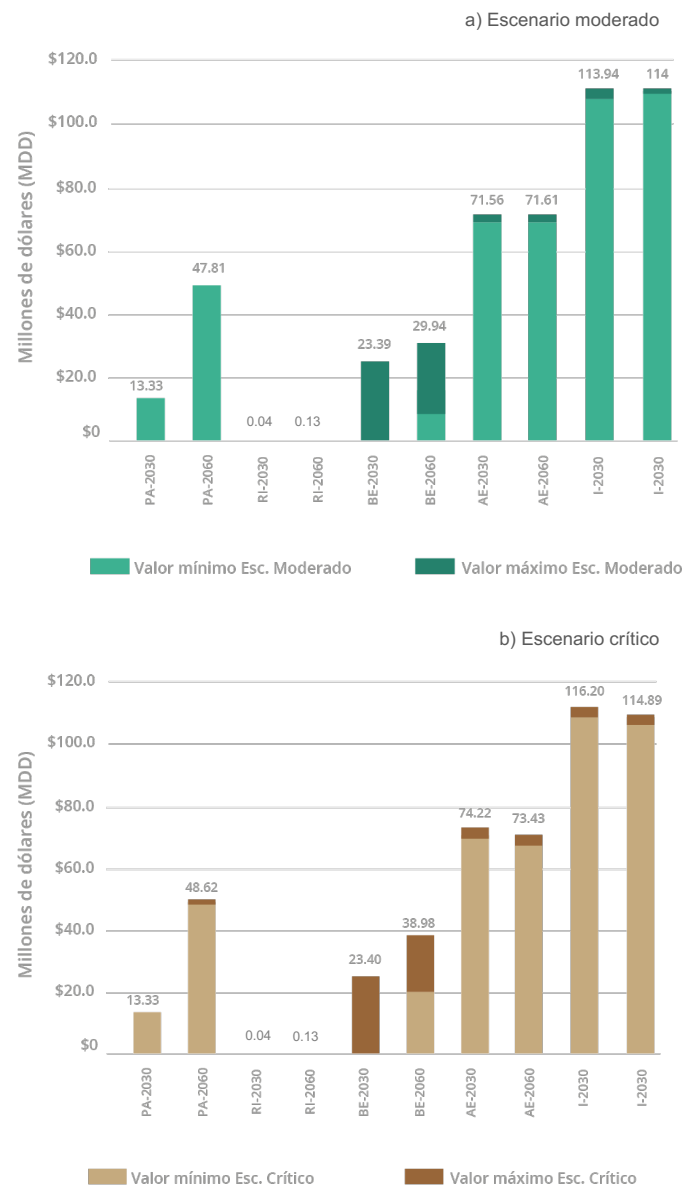
Para las próximas décadas se proyecta un incremento en la llegada de turistas y la oferta de alojamiento, basado en las tendencias recientes. Sin embargo, el destino enfrentará cambios en el clima relacionados con el incremento en la temperatura, la disminución de la precipitación, las inundaciones por marea de tormentas, elevación del nivel del mar, refracción de oleaje, lluvias y desbordamientos de ríos (ANIDE, 2014), que podrían magnificar el estrés hídrico de los acuíferos y la operación de los negocios turísticos.

Por ello, el presente estudio tiene como objetivo estimar el riesgo económico que podría ocasionar el cambio climático; por un lado, debido a la afectación de los servicios ecosistémicos de provisión de agua, regulación de inundaciones, y belleza escénica; y por otro, debido al impacto directo en los activos empresariales (hoteles) y en la infraestructura estratégica (aeropuertos, carreteras, subestaciones eléctricas, etcétera).

Este documento se realizó con la colaboración de las cámaras y organismos empresariales, así como las empresas turísticas del destino, representantes de medio ambiente y turismo del gobierno municipal de Puerto Vallarta, Jalisco y Bahía de Banderas, Nayarit, además de los integrantes de la sociedad civil y la academia. Los resultados presentan el riesgo a corto (2030) y mediano plazo (2060) para el sector, y consideran los escenarios de cambio climático moderado (RCP 4.5) y crítico (RCP 8.5).

Como principal resultado, se estimó un riesgo económico anual total entre \$194.09 y \$227.19 MDD a corto plazo (2030); y entre \$244.92 y \$276.05 MDD a mediano plazo (2060), en un escenario crítico. La Figura 1 muestra riesgo económico anual por tipo de elemento analizado para ambos periodos de tiempo.

Figura 1. Comparativo del riesgo económico anual a corto (2030) y mediano plazo (2060) para el sector turismo.



Costo Adicional Provisión de Agua (PA), Pérdida en Regulación de Inundaciones (RI), Pérdida en Belleza Escénica (BE), Pérdida en Activos Empresariales (AE), Pérdida en Infraestructura Estratégica (I).

Fuente: Elaboración propia

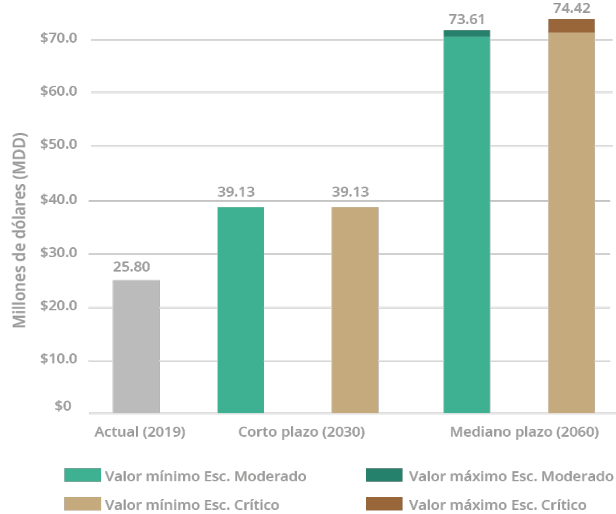
Riesgo por impacto en servicios ecosistémicos

Los impactos del cambio climático podrían causar cambios en la distribución de los activos naturales (selvas, bosques, humedales, etcétera.) y ocasionar una menor recarga de los acuíferos que proveen de agua al destino. Esta situación podría conducir a un déficit en el suministro de agua, y con ello a la necesidad de obtenerla de alguna fuente alterna como las plantas desalinizadoras.

A corto plazo (2030) se espera un incremento máximo del 52% en los costos anuales para proveer de agua al sector turismo y a los habitantes de los municipios de Puerto Vallarta y Bahía de Banderas, en un escenario crítico, bajo los supuestos de que se dispondrá de suficiente agua en el acuífero para su extracción; y únicamente se proveerá un porcentaje a través de plantas desalinizadoras.

A mediano plazo (2060), el costo podría incrementarse hasta en un 188% en un escenario crítico, alcanzando los \$74.42 MDD (Figura 2), en caso de que llegue el día crítico (momento en que la afectación al acuífero limita su aprovechamiento y la provisión del líquido se realiza por medio de plantas desalinizadoras). Existen otros costos indirectos que no se incluyeron en la estimación, pero se refieren de forma cualitativa en el capítulo 4.

Figura 2. Variación en el costo anual del servicio de provisión de agua por impacto del cambio climático.



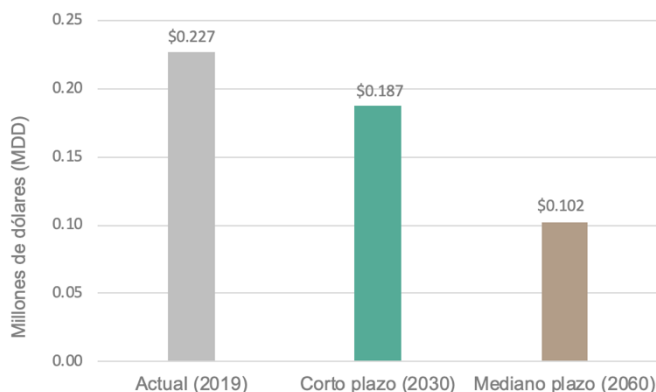
Fuente: Elaboración propia.

La valoración del servicio de regulación de inundaciones se realizó a partir del análisis del beneficio económico por unidad de área, que brindan los humedales de la Riviera Nayarit – Jalisco (El Salado, El Quelele, Boca Negra y Boca de Tomates), y la definición de una tasa de pérdida anual, que integra procesos de deforestación y cambio climático. Cabe mencionar que por beneficio económico se entiende el monto económico que se ahorra anualmente el sector, por la presencia de los humedales en el destino y su efecto para mitigar los impactos de las inundaciones.

La modelación de los cambios de temperatura, en la zona que se ubican los humedales, mostró que a corto plazo el 100% de la extensión de este activo (283.81 ha) podría presentar incrementos de al menos 1.5 °C, comprometiendo la distribución de este activo.

Los resultados muestran que a corto plazo (2030) el beneficio económico podría disminuir hasta un 17.6%, con respecto al valor actual (\$0.227 MDD), ubicándose en \$0.187 MDD; mientras que a mediano plazo (2060) la pérdida del beneficio económico podría alcanzar el 55% (Figura 3).

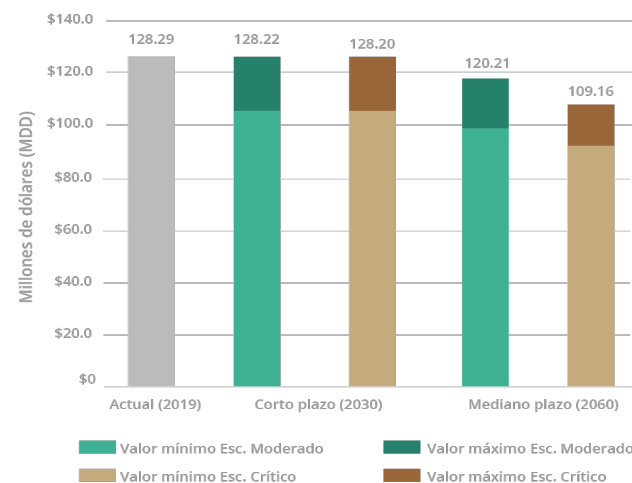
Figura 3. Pérdida anual ocasionada por el impacto del cambio climático en el servicio de regulación de inundaciones.



Fuente: Elaboración propia

En el caso del servicio de belleza escénica se identificaron los cambios en la vegetación presente en las Sierras del Cuale y Vallejo, como consecuencia del incremento de la temperatura. A partir de esto se obtuvo que el beneficio económico a corto plazo (2030) podría disminuir hasta un 0.01%, con respecto al valor actual; mientras que a mediano plazo (2060) la pérdida del beneficio económico podría alcanzar el 15% (Figura 4).

Figura 4. Pérdida anual ocasionada por el impacto del cambio climático en el servicio de belleza escénica.



Fuente: Elaboración propia.

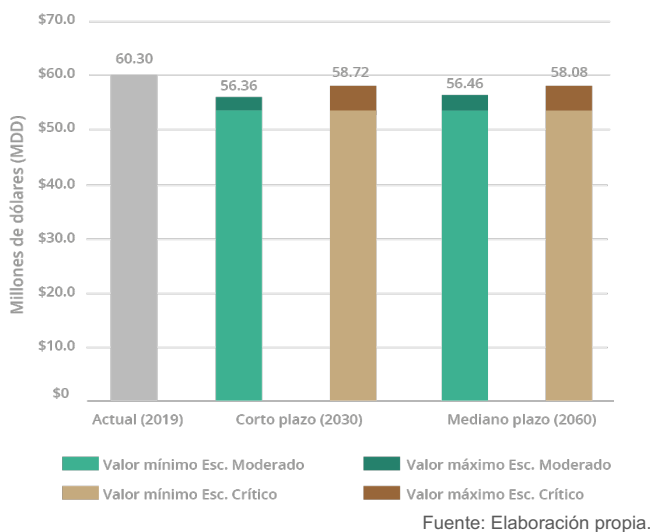
Riesgo por impacto en activos empresariales e infraestructura estratégica

Esta estimación se realizó considerando las amenazas de inundación pluvial, viento huracanado y marea de tormenta. Como se muestra en el primer capítulo, la pérdida promedio anual (AAL, por sus siglas en inglés) que se obtuvo para los activos empresariales y la infraestructura estratégica, analizados en este estudio, se encuentra en el rango de pérdidas que se han observado en el periodo del 2000 al 2015, relacionado con el impacto de fenómenos climáticos extremos.

Los modelos de inundación mostraron a corto (2030) y mediano plazo (2060), que el valor máximo podría alcanzar 1.65 metros sobre el nivel del terreno para los escenarios moderado y crítico. En términos económicos, la AAL por inundación en 2019 fue de \$60.30 MDD. Este monto equivale al 1.12% del valor físico de todos los activos. Es importante mencionar que para obtener la AAL se consideró la información histórica disponible de los eventos de inundación de 1950 al 2000, a pesar de que no fue posible realizar un análisis puntal por año, la información histórica integra los eventos climáticos en años que se presentaron fenómenos como las Oscilaciones del Sur (El Niño y la Niña).

Al considerar las variaciones de la precipitación por el cambio climático, a corto plazo (2030) se obtuvo una disminución del riesgo en un máximo del 6.6%, y a mediano plazo (2060) una reducción de hasta 6.4%, en relación con 2019 (Figura 5). Esto significa que, en promedio, el riesgo económico por inundación tiende a ser menor a lo observado. No obstante, es importante considerar el riesgo anual que conllevan las lluvias ocasionadas por eventos extremos (huracanes y tormentas tropicales), que pudieran presentar daños superiores a los registrados en los eventos históricos, y la posibilidad de que el cambio climático incremente la frecuencia e intensidad de estos eventos en el futuro.

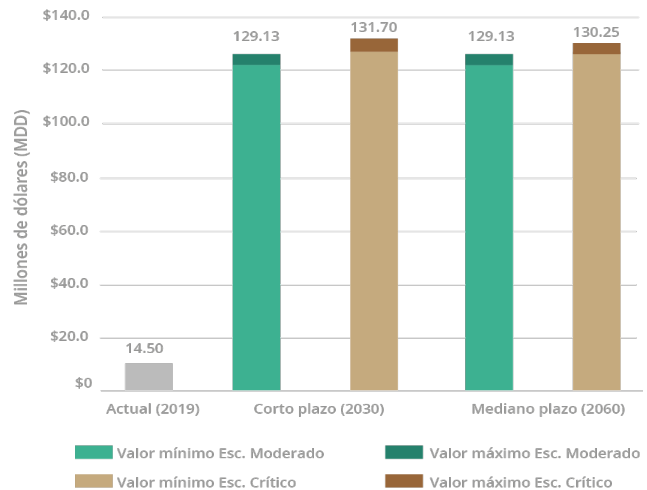
Figura 5. Pérdida promedio anual ocasionada por inundación en los activos empresariales e infraestructura estratégica.



Como se mencionó anteriormente, la precipitación ocasionada por el cambio climático será, en promedio, menor a la actual (en zonas costeras), por esta razón el riesgo ante inundaciones también resultó menor al evaluar los modelos de cambio climático. Es importante mencionar que los resultados de inundación presentados en este estudio toman en cuenta únicamente el agua de lluvia y la forma como esta agua satura el suelo y provoca anegaciones.

Por otra parte, en la modelación del deslizamiento de laderas se estimó una pérdida de \$14.50 MDD en 2019, que equivale al 0.01% del valor físico de todos los activos (Figura 6). Al considerar las lluvias con cambio climático, se obtuvo un aumento máximo del riesgo en un 790% a corto plazo (2030) y a mediano plazo (2060). En este caso, aunque la variación de la precipitación por el cambio climático será menor, es posible que se presenten lluvias de mayor intensidad en zonas donde, en combinación con la geología del lugar, se presenten pérdidas importantes para la infraestructura estratégica.

Figura 6. Pérdida promedio anual ocasionada por deslizamiento de laderas en los activos empresariales e infraestructura estratégica.



A diferencia de las amenazas de inundación pluvial y deslizamiento de laderas, donde se utilizaron los modelos de cambio climático a corto (2030) y mediano plazo (2060), para el viento huracanado y marea de tormenta, ambas amenazas relacionadas a un ciclón tropical, se obtuvieron pérdidas únicamente para el año actual (considerando eventos históricos y simulados), lo anterior debido a que para hacer modelos probabilistas, se requiere de datos como la presión central y velocidad del viento en el Océano Pacífico para los modelos de cambio climático, y esta información no se encuentra disponible al momento de realizar el presente estudio. Sin embargo, es importante recalcar que algunas modelaciones (Apendini *et al* 2019), muestran que en el futuro lejano (2070) la variación e intensidad de fenómenos climáticos extremos como los ciclones tropicales podría aumentar incrementando el nivel de riesgo.

La modelación del viento huracanado mostró un mayor nivel de amenaza en Punta Mita, con una intensidad máxima de 123 km/h. La pérdida promedio anual estimada en 2019 fue de 10.24 MDD. Este monto equivale a 0.40% del valor físico de los activos, tanto activos empresariales como infraestructura estratégica.

Como se sabe, la marea de tormenta afectará principalmente a las construcciones cercanas a la costa y su nivel de daño dependerá de las características propias de cada inmueble, por ejemplo: sobre elevación de desplante de la construcción, muros de contención, cuarto de máquinas en sótanos, entre otros. A partir del modelo probabilista utilizado en el presente estudio, se identificó que las zonas con un mayor nivel de amenaza están localizadas en Punta Mita, en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit. La pérdida promedio anual estimada en 2019 fue de \$18.96 MDD. Este monto equivale a 0.40% del valor físico de los activos. Como se mencionó anteriormente, estos resultados corresponden al escenario actual, es decir, no toman en cuenta los modelos de cambio climático

Conclusiones y recomendaciones

Uno de los propósitos del informe es brindar sugerencias puntuales para que las empresas, los gobiernos y la sociedad en conjunto implementen soluciones de adaptación al cambio climático. Es importante recalcar que los impactos que se esperan revelan la existencia de riesgos, pero también de oportunidades para el destino turístico.

Los resultados muestran que el principal riesgo para los servicios ecosistémicos se encuentra en el servicio de provisión de agua, que a corto plazo (2030) podría incrementar hasta en un 52% el costo de provisión anual (\$13.33 MDD); y hasta un 188% anual (\$47.81 MDD) a mediano plazo (2060). Este impacto está relacionado principalmente con el incremento de los costos a partir de la provisión de agua por plantas desalinizadoras. En el caso de los servicios de control de la erosión y belleza escénica la disminución del beneficio económico a corto plazo (2030) podría representar hasta el 17% y 0.01%, respectivamente. Por lo anterior, se debe poner especial atención en la conservación y restauración de los activos naturales que proveen agua, mantienen el suelo estable y generan la belleza escénica del destino, ya que los costos económicos podrían ser muy altos a mediano plazo.

Por otro lado, el daño directo en la infraestructura estratégica y en los activos empresariales por deslizamiento de laderas, podría causar pérdidas millonarias. El análisis de los deslizamientos mostró que la reducción en la precipitación relacionada con el cambio climático modificará las zonas susceptibles al deslizamiento, incrementando su

área de afectación. Sin embargo, se debe considerar que los resultados son regionales y será necesario realizar estudios puntuales en esas zonas.

Adicionalmente, se debe considerar que estos riesgos en combinación con factores antropogénicos como el cambio de uso de suelo o el crecimiento urbano desordenado, podrían exacerbarse y detonar distintos problemas socioambientales que afectarían la imagen de la Riviera Nayarit-Jalisco, como uno de los destinos turísticos mexicanos más destacados en el mundo.

Finalmente, algunas de las recomendaciones para atender esta problemática de manera integral y coordinada parte del orden público y privado son:

Soluciones de Adaptación basadas en Ecosistemas

- Generar esquemas de protección y restauración en los ecosistemas montañosos, por ej. en la Sierra El Cuale y la Sierra de Vallejo para garantizar las funciones hidrológicas. Fomentar acciones de conservación y restauración como manejo forestal sustentable, establecimiento de UMAs y/o ADVCS, restauración de suelo y agua (reforestación integral), para asegurar los servicios ambientales hidrológicos.
- Proteger y restaurar sistemas estuarinos, como Laguna El Quelele, y Estero El Salado.
- Desarrollar esquemas de protección par humedales, como Boca de Tomates - Boca Negra (Río Ameca), Careyeros, La Lancha, Litibú y San Francisco.
- Adecuación de prácticas productivas, como agroforestería, mejoramiento de praderas, cercos vivos, manejo sustentable de potreros.

Soluciones habilitadoras para la adaptación

- Fomentar actividades que permitan la diversificación del turismo desde una perspectiva de turismo de naturaleza.
- Implementar una política público-privada para el manejo de la zona costera.
- Establecer una capacidad de carga metropolitana del destino en relación con sus ecosistemas, así como una capacidad de carga de la actividad turística en zonas marinas como Islas Marietas, Los Arcos y zonas de refugio de las ballenas jorobadas.
- Fortalecer el marco normativo local para evitar el cambio de uso de suelo.
- Fortalecer los lineamientos locales relacionados con el ordenamiento ecológico y turístico del territorio.
- Desarrollar y promover incentivos fiscales para la implementación de medidas que permitan la adaptación a los efectos adversos del cambio climático y acciones que privilegien la conservación de los recursos naturales y los servicios que brindan los ecosistemas.
- Desarrollar el marco legal y los instrumentos de políticas públicas en materia de cambio climático en el estado de Nayarit y los municipios que conforman la cuenca considerando una estrategia de adaptación y reducción de la vulnerabilidad de todos los sectores

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| RESUMEN EJECUTIVO | 4 |
| SIGLAS Y ACRÓNIMOS..... | 9 |
| LISTADO DE FIGURAS..... | 10 |
| LISTADO DE TABLAS | 10 |
| 1. EL TURISMO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO..... | 11 |
| 2. OBJETIVOS Y ALCANCE..... | 12 |
| 3. METODOLOGÍA | 13 |
| 4. RESULTADOS..... | 19 |
| 4.1. Subsectores y unidades económicas | 19 |
| 4.2. Activos naturales y servicios ecosistémicos | 21 |
| 4.3. Cambio climático en la Riviera Nayarit-Jalisco y zonas aledañas..... | 22 |
| 4.4. Ubicación geográfica de amenazas climáticas..... | 28 |
| 4.5. Riesgo económico en el sector turismo por el impacto del cambio climático en los servicios ecosistémicos..... | 31 |
| 4.6. Riesgo económico en el sector turismo por el impacto del cambio climático en los activos empresariales y la infraestructura estratégica..... | 33 |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 37 |
| 6. GLOSARIO | 39 |
| 7. REFERENCIAS..... | 40 |

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

| | |
|-----------------|--|
| AAL | Pérdida Promedio Anual |
| ADAPTUR | Adaptación al Cambio Climático basada en Ecosistemas con el Sector Turismo |
| APR | Análisis Probabilista de Riesgo |
| BMU | Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear |
| CANIRAC | Cámara Nacional de la Industria de Restaurantes y Alimentos Condimentados |
| CCN | Coalición de Capital Natural |
| CENACOM | Centro Nacional de Comunicación y Operación de Protección Civil |
| CI | Índice de consistencia |
| CICES | Clasificación Internacional Común de Servicios de los Ecosistemas |
| CMNUCC | Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático |
| CONAGUA | Comisión Nacional del Agua |
| CONANP | Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas |
| DENUE | Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas |
| ECA | Guía Económica de la Adaptación Climática |
| EEA | Agencia Ambiental Europea |
| ERN | Evaluación de Riesgos Naturales y Antropogénicos |
| GEI | Gases de Efecto Invernadero |
| GIZ | Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable |
| INECC | Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático |
| INEGI | Instituto Nacional de Estadística y Geografía |
| IPBES | Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos |
| IPCC | Panel Intergubernamental de Cambio Climático |
| LGCC | Ley General de Cambio Climático |
| MDD | Millones de dólares (USD) |
| PBT | Producto Bruto Total |
| PBTT | Producto Bruto Total del Sector Turístico |
| PCN | Protocolo de Capital Natural |
| PIB | Producto Interno Bruto |
| RCP | Trayectorias Representativas de Concentración |
| SECTUR | Secretaría de Turismo |
| SEMARNAT | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales |
| SIRE | Sistema de Información de Riesgo Económico |
| UICN | Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza |
| UNAM | Universidad Nacional Autónoma de México |
| UNIATMOS | Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales |
| VEP | Valor Esperado de Pérdida |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Comparativo del riesgo económico anual a corto (2030) y mediano plazo (2060) para el sector turismo..... | 4 |
| Figura 2. Variación en el costo anual del servicio de provisión de agua por impacto del cambio climático..... | 5 |
| Figura 3. Pérdida anual ocasionada por el impacto del cambio climático en el servicio de regulación de inundaciones..... | 5 |
| Figura 4. Pérdida anual ocasionada por el impacto del cambio climático en el servicio de belleza escénica..... | 5 |
| Figura 5. Pérdida promedio anual ocasionada por inundación en los activos empresariales e infraestructura estratégica..... | 6 |
| Figura 6. Pérdida promedio anual ocasionada por deslizamiento de laderas en los activos empresariales e infraestructura estratégica..... | 6 |
| Figura 7. Costos acumulados del cambio climático para México en 2100 en el escenario crítico..... | 11 |
| Figura 8. Pérdidas económicas ocasionadas por eventos climáticos en RNJ (2000-2015)..... | 11 |
| Figura 9. Etapas de la metodología participativa..... | 13 |
| Figura 10. Modelo multicriterio para la priorización de servicios ecosistémicos..... | 14 |
| Figura 11. Ejercicio de priorización de servicios ecosistémicos con el sector privado..... | 14 |
| Figura 12. Modelo para representar la relación del cambio climático y el riesgo..... | 15 |
| Figura 13. Cadena de impactos del cambio climático en activos naturales, servicios ecosistémicos y turismo..... | 16 |
| Figura 14. Metodología para el APR en activos empresariales e infraestructura estratégica..... | 18 |
| Figura 15. Aporte económico del sector turismo en Riviera Nayarit-Jalisco..... | 19 |
| Figura 16. Unidades económicas del sector turismo en Riviera Nayarit-Jalisco..... | 20 |
| Figura 17. Distribución de las unidades económicas (hospedaje) en la Riviera Nayarit-Jalisco..... | 20 |
| Figura 18. Resultados de la priorización de servicios ecosistémicos por el sector turismo en la Riviera Nayarit-Jalisco*..... | 21 |
| Figura 19. Activos naturales y algunos servicios ecosistémicos en la Riviera Nayarit-Jalisco..... | 21 |
| Figura 20. Resultados de la priorización por criterio de análisis en la Riviera Nayarit-Jalisco..... | 22 |
| Figura 21. Memoria fotográfica de la sesión ejecutiva en Riviera Nayarit-Jalisco. Los actores realizan ejercicio de priorización a través de dispositivos móviles..... | 22 |
| Figura 22. Cambios de temperatura media anual en la Riviera Nayarit-Jalisco a corto plazo (2030)..... | 23 |
| Figura 23. Cambios de temperatura media anual en la Riviera Nayarit-Jalisco a mediano plazo (2060)..... | 24 |
| Figura 24. Cambios en la cobertura vegetal (área en rojo) por incremento de 1.5°C en el mediano plazo (2060) en la Riviera Nayarit-Jalisco..... | 25 |
| Figura 25. Cambios de la precipitación por cambio climático a corto plazo (2030) en la Riviera Nayarit-Jalisco..... | 26 |
| Figura 26. Cambios de la precipitación por cambio climático a mediano plazo (2060) en la Riviera Nayarit-Jalisco..... | 27 |
| Figura 27. Cambios en la precipitación media mensual por cambio climático en la Riviera Nayarit-Jalisco..... | 27 |
| Figura 28. Comparativo de tirantes máximos de inundación entre modelo actual y modelos con cambio climático en Riviera Nayarit-Jalisco..... | 28 |
| Figura 29. Comparativo del nivel de susceptibilidad al deslizamiento de laderas entre modelo actual y modelos con cambio climático en Riviera Nayarit-Jalisco..... | 29 |
| Figura 30. Modelo actual (2019) de viento huracanado para un periodo de retorno de 20 años..... | 30 |
| Figura 31. Modelo actual (2019) de marea de tormenta para un periodo de retorno de 20 años..... | 30 |
| Figura 32. Variación del costo anual en el servicio de provisión de agua por impacto del cambio climático..... | 31 |
| Figura 33. Cadena de impactos del cambio climático en el servicio de provisión de agua para Riviera Nayarit-Jalisco..... | 31 |
| Figura 34. Pérdida económica anual ocasionada por el impacto del cambio climático en el servicio de regulación de inundaciones..... | 32 |
| Figura 35. Cadena de impactos del cambio climático en el servicio de regulación de inundaciones en la Riviera Nayarit-Jalisco..... | 32 |
| Figura 36. Cadena de impactos del cambio climático en el servicio de belleza escénica en la Riviera Nayarit-Jalisco..... | 33 |
| Figura 37. Pérdida económica anual ocasionada por el impacto del cambio climático en el servicio de belleza escénica..... | 33 |

| | |
|--|----|
| Figura 38. Distribución de pérdida promedio anual por inundación para los activos empresariales y la infraestructura estratégica en el modelo actual (2019)..... | 33 |
| Figura 39. Pérdida promedio anual ocasionada por inundación en los activos empresariales e infraestructura estratégica..... | 34 |
| Figura 40. Distribución de pérdida promedio anual por deslizamiento de laderas para los activos empresariales y la infraestructura estratégica en el modelo actual (2019)..... | 34 |
| Figura 41. Pérdida promedio anual ocasionada por el deslizamiento de laderas en los activos empresariales e infraestructura estratégica..... | 34 |

LISTADO DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Criterios para la priorización de activos naturales en el sector turismo..... | 14 |
| Tabla 2. Supuestos del servicio de provisión de agua otorgado por las selvas y bosques de la montaña..... | 16 |
| Tabla 3. Supuestos del servicio de regulación de inundaciones provisto por humedales..... | 17 |
| Tabla 4. Supuestos del servicio de belleza escénica provisto por las selvas y bosques de la montaña..... | 17 |

1. EL TURISMO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Muchas empresas alrededor del mundo han comenzado a prepararse ante la posibilidad de que el cambio climático afecte sus utilidades en los próximos años. Las empresas, los inversionistas y las instituciones bancarias se cuestionan sobre los costos que generará el cambio climático, o qué tan graves serán las pérdidas económicas que podrían ocasionar las afectaciones a los activos naturales de los que depende el sector empresarial. Todos ellos coinciden en la importancia de atender las problemáticas lo antes posible para garantizar la operación de sus negocios.

Los estudios más recientes sugieren que en México, ante un escenario de inacción, en el que no se implementan medidas para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), ni se ponen en marcha soluciones de adaptación, el cambio climático podría tener un costo acumulado para el año 2100 entre 0.5 y 2 veces el Producto Interno Bruto de 2010 (Figura 7), lo que equivale a una pérdida anual entre 6.7 y 26.8 mil millones de dólares (INECC, 2018).

Ante tal panorama, el sector turismo ha sido señalado como uno de los sectores que podrían experimentar mayores costos económicos por los impactos del cambio climático (SEMARNAT, 2018). De forma que su contribución económica actual, que equivale al 8.7% al PIB de México, podría disminuir en función del daño que experimenten los activos naturales y los servicios ecosistémicos, que emplea en su operación y que lo distingue del resto del mundo.

En los últimos veinte años, los estados de Jalisco y Nayarit han presentado al menos 21 eventos asociados a fenómenos climáticos extremos (lluvias, inundaciones y ciclones tropicales), que cuentan con un registro de las pérdidas económicas. En la Figura 8 se observa que más del 50% de eventos registrados tienen un orden de pérdidas superior a los \$10 MDD. Estos valores incluyen tipos de infraestructura que no es estratégica para el sector turismo. Sin embargo, constituyen un referente de las pérdidas que han ocasionado distintos fenómenos climáticos, y remarcan la importancia de que el sector debe estar preparado ante las variaciones que ocasionará el cambio climático.

En las próximas décadas, la Riviera Nayarit-Jalisco enfrentará cambios en el clima relacionados con el incremento de la temperatura y la disminución de la

precipitación (SECTUR, 2014). Por su parte, el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) de Jalisco, también menciona que el destino enfrentará temperaturas más cálidas tanto para el día y la noche, así como una disminución de la precipitación de hasta el 45%, de acuerdo a las trayectorias de concentración representativas 4.5 y 8.5 (RCP, por sus siglas en inglés) derivadas de un ensamble de 15 Modelos Generales de Circulación (MGC), denominado *Reliability Ensemble Averaging* (REA) (Gobierno del Estado de Jalisco, 2019).

Figura 7. Costos acumulados del cambio climático para México en 2100 en el escenario crítico.

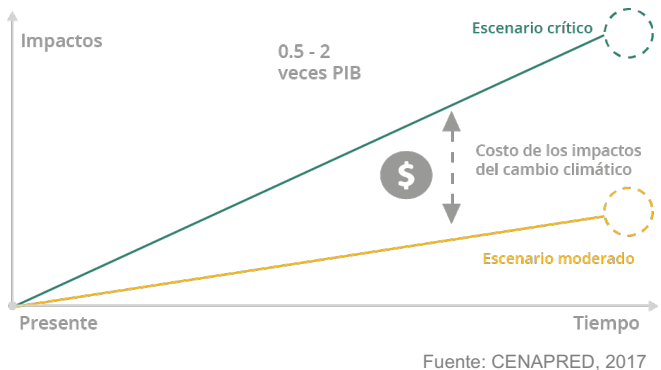
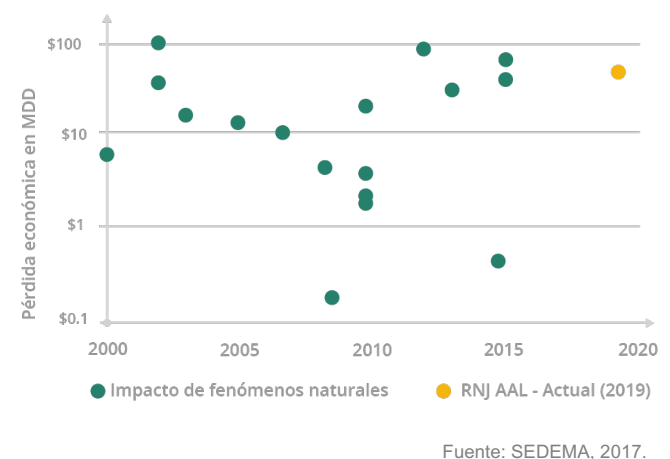


Figura 8. Pérdidas económicas ocasionadas por eventos climáticos en RNJ (2000-2015).



2. OBJETIVOS Y ALCANCE

©ADAPTUR Mariana Rodríguez Aguilera

General

Identificar el riesgo económico que podría ocasionar el cambio climático a corto (2030) y mediano plazo (2060) en el sector turismo.

Específicos

- Identificar los activos naturales y servicios ecosistémicos prioritarios para el sector turismo en el destino.
- Estimar el riesgo económico futuro que podría causar el impacto del cambio climático en los activos naturales y servicios ecosistémicos prioritarios.
- Estimar el riesgo económico futuro que podría causar el impacto directo del cambio climático en los activos empresariales y la infraestructura estratégica.
- Elaborar un Sistema de Información de Riesgo Económico (plataforma web) que permita visualizar los resultados, realizar nuevas estimaciones de riesgo económico, y ser un material de apoyo en la toma de decisiones.

Alcance

El análisis se realizó en tres de los destinos turísticos más importantes del país: San Miguel de Allende en Guanajuato; Riviera Nayarit-Jalisco (Puerto Vallarta, Jalisco y Bahía de Banderas, Nayarit); y Riviera Maya en Quintana Roo (Tulum, Solidaridad, Puerto Morelos, Benito Juárez y Cozumel).

Este informe presenta los resultados para el destino turístico Riviera Nayarit-Jalisco.

3. METODOLOGÍA

©ADAPTUR/Mariana Rodríguez Aguilera

La metodología concibe a los participantes como agentes activos en la construcción del conocimiento, y busca su involucramiento en todas las etapas que la integran. Considera tres componentes de otras propuestas metodológicas:

- i. El ciclo de mejora propuesto en los procesos de valoración de la naturaleza del “Protocolo de valoración y evaluación de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos” (IPBES, por sus siglas en inglés).
- ii. El proceso de identificación, medición y valoración de la dependencia y los impactos que tienen las actividades del sector privado sobre el capital natural, el cual se estandariza en el “Protocolo del Capital Natural” (PCN) de la Coalición de Capital Natural.
- iii. La secuencia metodológica para el análisis de las amenazas climáticas que se presenta en la “Guía de la Economía de la Adaptación Climática” (ECA, por sus siglas en inglés) que publicó el Banco de Crédito para la Reconstrucción.

La metodología se diseñó con el equipo ADAPTUR (representantes de SECTUR, SEMARNAT, CONANP, INECC y GIZ), y los actores clave del destino turístico. Consta de seis etapas y ocho pasos, los cuales se describen a continuación y se resumen en la Figura 9.

Paso 1.1. Identificación de subsectores y actores clave

Los subsectores se identificaron de acuerdo con el *Censo Económico* de INEGI (2014), y las unidades económicas reportadas en el *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas* (DENUE). Los actores clave se seleccionaron a partir de criterios de interés sobre el tema del cambio climático (instrumentos, presupuesto, acciones realizadas y experiencia), y criterios de influencia en el destino (vinculación con otros actores, participación en acciones, redes, etc.).

Figura 9. Etapas de la metodología participativa.



| ETAPA | PASOS |
|--|---|
| Etapa 1. Objetivo Establecer por qué los empresarios del sector turismo deben realizar la evaluación del riesgo económico. | 1.1. Identificación de subsectores y actores clave. 1.2. Identificación y priorización de activos naturales y servicios ecosistémicos. |
| Etapa 2. Alcance Determinar qué se incluirá en la evaluación. | 2.1. Identificación de amenazas climáticas y escenarios de cambio climático. |
| Etapa 3. Evaluación Evaluar las principales fuentes de riesgo económico por los impactos del cambio climático. | 3.1. Evaluación del riesgo económico por impacto en los activos naturales y los servicios ecosistémicos. 3.2. Evaluación del riesgo económico por impacto en los activos empresariales y la infraestructura estratégica. |
| Etapa 4. Integración Incorporar la información requerida en el Sistema de Información de Riesgo Económico (SIRE-ADAPTUR). | 4.1. Integración de resultados en el Sistema de Información de Riesgo Económico (SIRE-ADAPTUR). |
| Etapa 5. Comunicación Analizar los hallazgos de las evaluaciones e identificar posibles acciones y recomendaciones. | 5.1. Comunicación de resultados. |
| Etapa 6. Revisión Revisión de aciertos y fallas para proponer mejoras en el proceso. | 6.1. Revisión del proceso. |

Fuente: Elaboración propia.

Paso 1.2. Identificación y priorización de activos naturales y servicios ecosistémicos

Los activos naturales son todos aquellos recursos (ecosistemas, especies emblemáticas) que permiten el funcionamiento de una empresa y forman parte de su oferta turística. Estos pueden ser recursos naturales renovables (flora, fauna, agua, etc.) y no renovables (minerales, gas natural, petróleo, etc.), los cuales a su vez producen el flujo de servicios ecosistémicos al sector turismo. Los servicios ecosistémicos se definen como el conjunto de beneficios que los sistemas humanos adquieren de los ecosistemas, es decir de los activos naturales (Constanza et al., 1997; MEA, 2005).

En un primer momento, el equipo ADAPTUR analizó de manera interna seis activos naturales mediante un modelo multicriterio (Tabla 1). Como resultado se obtuvieron tres activos prioritarios: bosques (encino, pino, mesófilo de montaña), selvas (baja y mediana caducifolia, mediana subcaducifolia y subperennifolia) y humedales (manglares y tulares). Estos activos se caracterizaron con la cartografía oficial de INEGI y CONAGUA; y se les asociaron los servicios ecosistémicos más relevantes para el sector turismo (provisión de agua dulce, control de erosión, provisión de alimentos y regulación de inundaciones), acorde con la Clasificación Internacional Común de Servicios de los Ecosistemas (CICES) de la Agencia Ambiental Europea (EEA, 2019).

Tabla 1. Criterios para la priorización de activos naturales en el sector turismo.

| CRITERIO | DESCRIPCIÓN |
|------------------|---|
| Beneficios | El activo natural proporciona servicios tangibles e intangibles que benefician al sector turismo. |
| Cambio climático | Se cuenta con estudios sobre el impacto del cambio climático en el activo natural. |
| Conservación | Existen medidas de manejo y conservación para el activo natural. |
| Insumos | Se cuenta con información técnica sobre el estado actual del activo natural. |

Posteriormente, se priorizaron los servicios ecosistémicos con la participación de 25 representantes del sector privado, y algunos expertos de la academia, sociedad civil y gobierno de turismo y medio ambiente. Para ello se utilizó un modelo multicriterio que permitió recabar las preferencias individuales de los participantes a partir de comparaciones pareadas (Figura 10). El ejercicio se realizó a través de una herramienta interactiva (*Google Forms*) con el apoyo de teléfonos inteligentes y tabletas (Figura 11). Los resultados se analizaron mediante el *software SuperDecisions*.

Los servicios ecosistémicos priorizados por los actores clave de Riviera Nayarit-Jalisco fueron la provisión de agua, la regulación de inundaciones y la belleza escénica. Considerando que los servicios ecosistémicos se extienden más allá de los límites administrativos, se establecieron las cuencas hidrológicas clasificadas por CONAGUA como las unidades geográficas de análisis.

Figura 10. Modelo multicriterio para la priorización de servicios ecosistémicos.



DESCRIPCIÓN

Infraestructura: servicios que brindan protección a la infraestructura y activos empresariales prioritarios.


Operación: servicios que son prioritarios para el funcionamiento del negocio turístico.

Mercado: servicios que favorecen la competencia del negocio en el mercado turístico.


Figura 11. Ejercicio de priorización de servicios ecosistémicos con el sector privado.

Infraestructura 1 de 6


¿Entre la provisión de agua dulce y el control de la erosión qué servicio es preferible para proteger el negocio turístico? *



Provisión de agua dulce



Control de la erosión



Son igualmente preferibles

Fuente: Elaboración propia.

Paso 2.1. Identificación de amenazas climáticas y escenarios de cambio climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), define al cambio climático como “el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (IPCC, 2013).

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) concibe al riesgo como el producto de la interacción de tres componentes: el peligro o amenaza, la vulnerabilidad y la exposición (IPCC, 2012).

En el modelo ilustrado en la Figura 12 (IPCC, 2014), el peligro o amenaza se refiere a los cambios en la temperatura y precipitación proyectados por el cambio climático, y a los fenómenos climáticos extremos; la exposición comprende los activos naturales, los activos empresariales, la infraestructura estratégica, las personas, etc., presentes en los destinos y que podrían afectarse negativamente; y la vulnerabilidad es una propiedad de los sistemas naturales y humanos que define su propensión o predisposición a experimentar daños.

Las amenazas que se consideraron en la Riviera Nayarit-Jalisco, de acuerdo con la información técnica disponible para el destino fueron: inundación, deslizamiento de laderas, marea de tormenta, viento huracanado y granizo.

Para establecer los escenarios de cambio climático se consideraron las Trayectorias Representativas de Concentración (RCP, por sus siglas en inglés), propuestas por el IPCC, las cuales muestran el resultado de los diferentes niveles de emisiones de GEI desde la actualidad hasta finales del siglo XXI.

El estudio consideró el escenario RCP 4.5, el cual supone cierta estabilidad de las emisiones para el año 2100; y el escenario RCP 8.5, que supone tasas de emisiones altas de GEI, sin el implemento de soluciones de mitigación y adaptación al cambio climático. Para facilitar el uso de un lenguaje sencillo, de aquí en adelante se denominarán escenario moderado y escenario crítico, respectivamente.

La modelación de las variaciones de temperatura y precipitación mensual, a escala nacional, se realizó con los datos que se obtuvieron del portal UNIATMOS del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM. Para ello se utilizaron cuatro modelos de circulación general: CNRMCM5 (Francia), GFDL_CM3 (Estados Unidos), HADGEM2_ES (Reino Unido) y MPI_ESM_LR (Alemania), correspondientes a los escenarios moderado y crítico a corto (2015-2039) y mediano plazo (2045-2069). Los modelos se procesaron a través del uso del software QGIS 10.2 y QGIS 3.4.12.

Paso 3.1. Evaluación del riesgo económico por impacto en los activos naturales y servicios ecosistémicos

El análisis del riesgo en los activos naturales se realizó bajo la siguiente lógica: *¿cuál es el riesgo que representa la pérdida o deterioro de los activos naturales y servicios ecosistémicos de los que depende el sector turismo?*

Para contestar esta pregunta, se elaboró una cadena de impactos que muestra: *i.* los impactos que podrían causar los cambios de temperatura y precipitación (datos mostrados en los escenarios de cambio climático) en los activos naturales y servicios ecosistémicos, y *ii.* de qué manera estos impactos podrían interrumpir la operación de los negocios turísticos y causar un riesgo económico al sector (Figura 13).

Figura 12. Modelo para representar la relación del cambio climático y el riesgo.



Fuente: IPCC, 2014.

La información sobre los impactos del cambio climático en los activos naturales y servicios ecosistémicos se obtuvo a partir de publicaciones del IPCC y reportes técnicos sobre valoración económica. Asimismo, se complementó con un análisis geográfico para identificar las áreas que muestran un aumento de temperatura fuera del rango térmico adecuado para los activos naturales, el cual supone una afectación a sus servicios que provee. Para ello, se consideró la metodología propuesta en el estudio *Caracterización de la exposición al Cambio Climático: Caso de manglares en Sian Ka'an*, que desarrolló el INECC.

Para estimar el riesgo económico actual y futuro, se empleó información oficial económica proveniente de instituciones de gobierno local y de bases de datos que proporcionaron las empresas turísticas del destino, así como diversos métodos de valoración económica que permitieran conocer el valor de los servicios ecosistémicos para el turismo y lo que representa su degradación por cambio climático, tanto a corto (2030) como a mediano plazo (2060).

Si bien, existen otros factores antropogénicos como el cambio acelerado del uso de suelo, el crecimiento demográfico mal planificado, la inseguridad, las pandemias y otros eventos que también pueden causar pérdidas económicas, no se consideraron en el análisis, pero sí en las recomendaciones. A continuación, se muestra una breve descripción metodológica para cada servicio ecosistémico analizado.

Provisión de agua

La valoración económica para el servicio ecosistémico de provisión de agua se llevó a cabo mediante la metodología de costo de reemplazo, basada en el supuesto de que es posible calcular los costos financieros que implicaría la sustitución de determinados activos naturales que han sido afectados por las actividades humanas (Penna, J. A. y Cristeche, E., 2008), así como en un análisis costo-beneficio complementario.

El ejercicio consideró el análisis de los cambios en la temperatura y la precipitación que se esperan como resultado del cambio climático en los activos naturales que proveen el servicio. A partir de esto, se estimó la posible reducción en la distribución de los activos, y los cambios en las tasas de infiltración de agua al acuífero a corto (2030) y mediano plazo (2060). Los supuestos considerados se presentan a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Supuestos del servicio de provisión de agua otorgado por las selvas y bosques de la montaña.

| Supuestos/Escenario | Corto plazo (2030) | | Mediano plazo (2060) | |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | Moderado | Crítico | Moderado | Crítico |
| Afectación de la recarga del acuífero por aumento del 1.5°C de umbral térmico en las selvas y bosques. | 0% - 0.15% | 0% - 0.17% | 0.10% - 11.56% | 1.37% a 22.47% |
| Afectación de la recarga vertical del acuífero por cambios en la precipitación | 3% a -3% | 3% a -1% | 3% a -3% | 1% a -5% |
| Consumo de agua <i>per cápita</i> de los habitantes y turistas | 115 l/hab 600 l/tur | 115 l/hab 600 l/tur | 115 l/hab 600 l/tur | 115 l/hab 600 l/tur |
| Costo de producción de agua por m ³ . | \$18.60 MXN | \$18.60 MXN | \$18.60 MXN | \$18.60 MXN |

Para conocer la demanda de agua por parte de las empresas turísticas y la población del municipio se identificaron las tasas estimadas de crecimiento de la afluencia turística y el crecimiento poblacional para obtener el volumen que se requerirá hasta el año 2070 (SECTUR, 2019).

Uno de los supuestos principales del ejercicio fue considerar que en el futuro se tendría una menor cantidad de agua dentro de las fuentes de abastecimiento. El PEACC de Jalisco menciona que el cambio climático reducirá la disponibilidad de agua, lo cual podría ocasionar problemas ambientales, sociales y económicos derivados de la competencia por dicho recurso (Gobierno del Estado de Jalisco, 2018). De forma adicional, uno de los principales acuíferos que abastecen al destino (acuífero Puerto Vallarta), se encuentra actualmente sobreexplotado (CONAGUA, 2018).

Figura 13. Cadena de impactos del cambio climático en activos naturales, servicios ecosistémicos y turismo.



Fuente: Elaboración propia.

En el futuro se espera que la cantidad de agua demandada sea mayor a la cantidad de agua que se recarga al acuífero, y por lo tanto el agua se deberá proveer de fuentes alternativas. Las principales alternativas tecnológicas para proveer agua al destino son plantas desalinizadoras. Es importante resaltar que estas alternativas no son las más adecuadas desde el punto de vista económico, social y ambiental, pero se consideraron para el estudio debido a que ya existen estas alternativas en el destino, como lo es, la planta desalinizadora que provee de agua al Centro Integralmente Planeado (CIP) de Litibú, en Nayarit (Mendoza Ontiveros et al., 2018). Aunado a ello, la disponibilidad de datos por parte de las dependencias públicas, sobre los costos de producción del agua potable por fuentes alternas, hace posible obtener un costo aproximado al real.

Regulación de inundaciones

La valoración económica para el servicio ecosistémico de regulación de inundaciones se realizó por medio de la metodología de transferencia de beneficios. Para realizar este ejercicio se consultó una amplia gama de artículos científicos para definir los beneficios/costos por hectárea anuales de humedales para cada este servicio que presta este ecosistema, en especial para regulación de inundaciones. En este caso, el ejercicio partió de la extensión actual de humedales (424 ha), y los siguientes supuestos adicionales; la tasa de pérdida anual, es decir la extensión anual del activo que se pierde por deforestación; y la superficie que podría sufrir un incremento del umbral térmico de al menos 1.5°C, a partir de la modelación térmica, con el uso de la metodología del INECC (Tabla 3).

A partir de esta información se estimó el beneficio económico del sector turismo por la presencia de humedales, que mitigan el impacto de las inundaciones en los activos empresariales y la infraestructura estratégica.

Tabla 3. Supuestos del servicio de regulación de inundaciones provisto por humedales.

| Supuestos/Esenario | Corto plazo (2030) | | Mediano plazo (2060) | |
|---|--------------------|-------------|----------------------|---------|
| | moderado | crítico | moderado | crítico |
| Área perdida por aumento del 1.5°C de umbral térmico en los humedales | 0% a 98.37% | 0% a 98.37% | 98.37% a 100% | 100% |
| Tasa de pérdida anual | 2% | | | |
| Costo por hectárea de regulación de inundaciones. | \$10,873 (USD) | | | |

Belleza escénica

La valoración económica para el servicio ecosistémico de belleza escénica se realizó por medio de la metodología de transferencia de beneficios. Para realizar este ejercicio se consultó el estudio *Valoración económica de servicios ecosistémicos y propuesta de costo de oportunidad para un Pago por Servicios Ambientales de las cuencas abastecedoras a Puerto Vallarta Jalisco* (INECC, 2018). Los resultados hallados en dicho estudio permitieron estimar el

beneficio que ofrece a la sociedad la conservación de una hectárea de bosque considerando solo el servicio ecosistémico de belleza escénica.

Para realizar el ejercicio se analizó la vegetación presente en las Sierras del Cuale y Vallejo, a partir de la estimación de la superficie vegetal que podría afectarse por el incremento de la temperatura se utilizó la metodología del INECC. Los supuestos considerados se presentan a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4. Supuestos del servicio de belleza escénica provisto por las selvas y bosques de la montaña.

| Supuestos/Esenario | Corto plazo (2030) | | Mediano plazo (2060) | |
|---|--------------------|------------|----------------------|----------------|
| | moderado | crítico | moderado | crítico |
| Área afectada por aumento de temperatura en el umbral térmico (>1.5°C) de la vegetación en la Sierra De Vallejo y la Sierra El Cuale. | 0% a 0.26% | 0% a 0.31% | 0.15% a 24.19% | 2.73% a 45.49% |

Paso 3.2. Evaluación del riesgo económico por impacto en los activos empresariales y la infraestructura estratégica

El análisis del riesgo económico en los activos empresariales (inmuebles) y en la infraestructura estratégica (aeropuerto, estación de bomberos, subestaciones eléctricas, puentes, hospitales y carreteras) se llevó a cabo a través del Análisis Probabilista de Riesgo (APR), el cual considera la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad. El APR permite identificar indicadores del riesgo económico, comúnmente empleados en el sector asegurador, como la AAL y la pérdida ante un escenario crítico.

La AAL se refiere al valor promedio de la pérdida que se tendría en un año al considerar un periodo de exposición prolongado. Mientras que la pérdida ante un escenario crítico se refiere al evento que tiene mayor contribución a la pérdida promedio anual. En la Figura 14 se ilustran las fases del análisis. Las primeras fases consideraron el mismo polígono de los activos naturales (cuencas hidrográficas de CONAGUA) y los mismos escenarios de cambio climático.

La modelación probabilista de las amenazas consideró los parámetros históricos establecidos con un periodo de retorno de 20 años. Para las amenazas de inundación (fluvial) y deslizamiento de laderas, se ajustaron los modelos probabilistas incorporando los cambios en la precipitación según los escenarios de cambio climático. Para marea de tormenta y viento huracanado no se incluyeron debido a limitaciones metodológicas, aunque se reconoce la importancia de estas amenazas para la zona.

La evaluación de los activos empresariales consideró la revisión de las características constructivas¹ de 405 unidades económicas de hospedaje, que corresponden al total de hoteles reportados en el DENU. De éstas, se realizó una inspección en campo de 17 empresas, y el resto de las unidades se evaluó a distancia.

Para la evaluación de la infraestructura estratégica se realizó una consulta de información disponible en el Marco Geostadístico Nacional y la Red Nacional de Caminos 2018 del INEGI, la base de datos de aeródromos y helipuertos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención y Desastres, y la Comisión Federal de Electricidad.

Los resultados incluyen cinco puertos, el Aeropuerto Internacional de Puerto Vallarta, una aeropista, tres estaciones de bomberos, nueve subestaciones eléctricas, 39 puentes, 64 hospitales y 753 km de carreteras.

El análisis de riesgo se realizó con el *software* R-Plus, en el cual se asignó una función de vulnerabilidad a cada elemento constructivo, la cual caracteriza el comportamiento físico de las construcciones durante la ocurrencia de una amenaza específica. A partir de los resultados se obtuvo la AAL y la pérdida ante un escenario crítico (ERN, 2020).

Paso 4.1. integración de resultados en el Sistema de Información de Riesgos Económicos (SIRE)

Se desarrolló una plataforma web denominada Sistema de Información de Riesgo Económico (SIRE-ADAPTUR), con el objetivo de presentar los resultados del estudio a los empresarios del sector turismo y a las autoridades locales, así como proveer información que facilite la toma de decisiones sobre posibles soluciones de adaptación. La plataforma incluye una herramienta que permite actualizar los análisis de riesgo económico para el servicio de provisión de agua, llamada “simulador”.

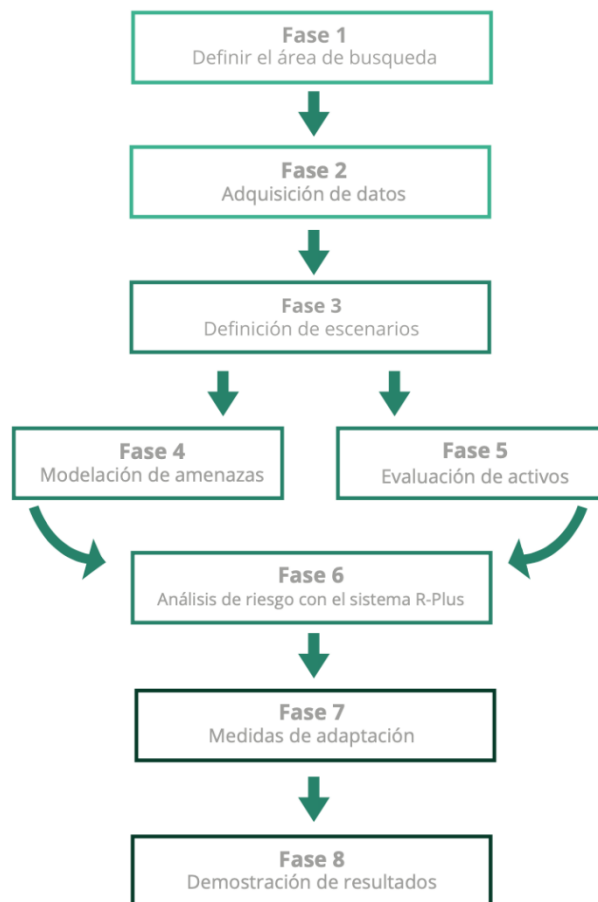
Paso 5.1. Comunicación de resultados

Finalmente, se presentaron los resultados a los actores clave, de forma virtual debido a la contingencia por la pandemia de COVID-19, y posteriormente se realizó la entrega formal del informe final.

Paso 6.1 Revisión del proceso

La revisión del proceso comprende la última etapa de la metodología participativa. Durante este paso se solicitó a las empresas, dependencias de gobierno y organizaciones de la sociedad civil participantes, a dar su retroalimentación sobre las actividades y productos que se generaron en la consultoría, con el objetivo de realizar mejoras que pudieran aplicarse a un nuevo ciclo de evaluación.

Figura 14. Metodología para el APR en activos empresariales e infraestructura estratégica.



Fuente: Elaboración propia adaptado de ECA (2014).

¹ Las características constructivas consideran el tipo de construcción, los materiales, los acabados y otros aspectos propios de los inmuebles.

4. RESULTADOS

©ADAPTUR/Mariana Rodríguez Aguilera

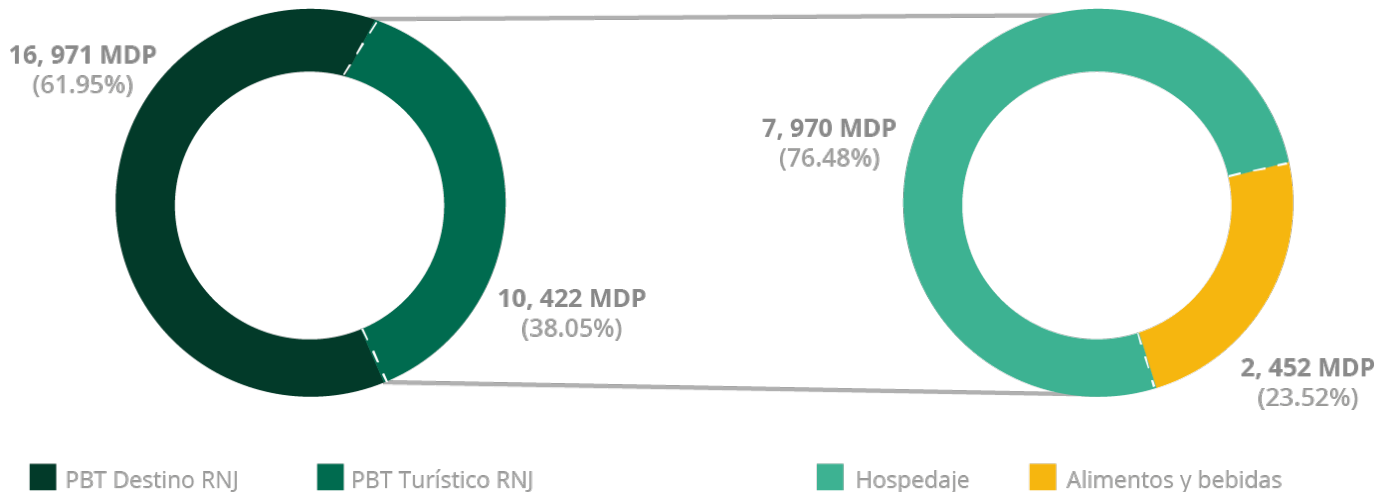
4.1. Subsectores y unidades económicas

La Riviera Nayarit-Jalisco es uno de los destinos turísticos con más alta afluencia y gasto promedio de México. En el último censo económico que realizó el INEGI, el Producto Interno Bruto Turístico (PIBT) que se reportó para este destino fue de \$10,421 millones de pesos, lo que representó el 38.05% del Producto Bruto Total (PBT) de los municipios de Puerto Vallarta y Bahía de Banderas (INEGI, 2014).

En 2018, la derrama turística del destino se ubicó en \$3,094 millones de pesos. La relevancia que ha adquirido el sector turismo en el desarrollo económico de la Riviera Nayarit-Jalisco, hace prioritario el conocimiento de los posibles impactos del cambio climático, con el objeto de que las empresas turísticas diseñen un esquema de operación que se adapte a los retos futuros.

La Figura 15 muestra la distribución de la derrama económica de los subsectores de hospedaje y alimentos y bebidas, de acuerdo con el PBT de 2014.

Figura 15. Aporte económico del sector turismo en Riviera Nayarit-Jalisco.

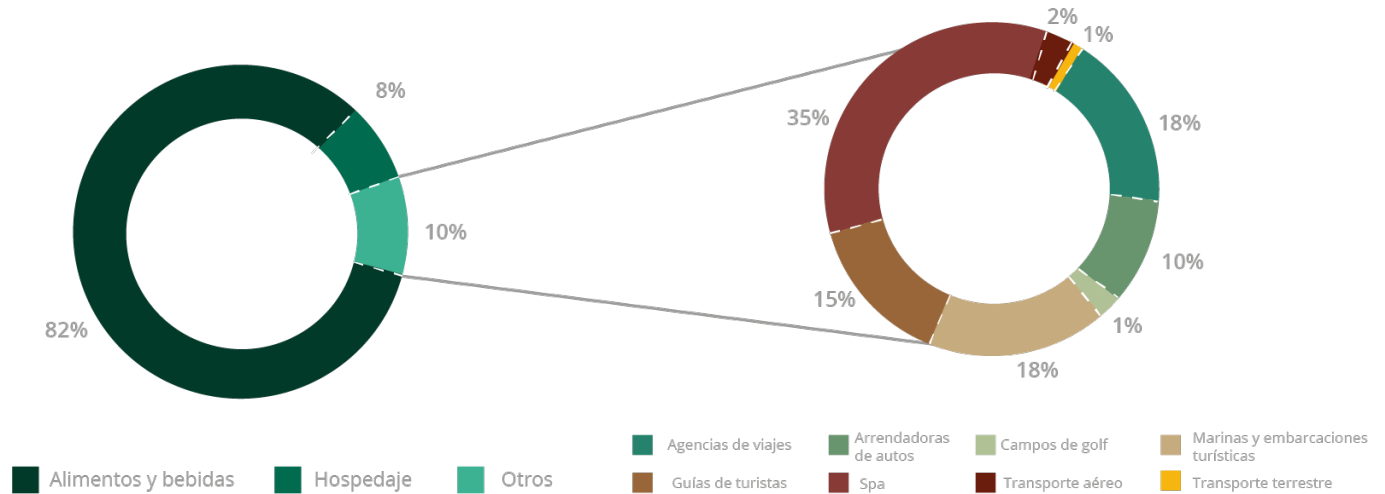


Fuente: Elaboración propia con datos de DENUE.

De acuerdo con el DENUE, la Riviera Nayarit-Jalisco cuenta actualmente con 25,705 unidades económicas. De estas, 5,370 corresponden a los subsectores turísticos que operan en el destino² (INEGI, 2019). La Figura 16 muestra la distribución de las empresas turísticas en la Riviera Nayarit-Jalisco, de acuerdo con el subsector turístico al que pertenecen.

El subsector hospedaje de Riviera Nayarit-Jalisco cuenta con 405 unidades económicas, que representan el 8% de las empresas turísticas en el destino.

Figura 16. Unidades económicas del sector turismo en Riviera Nayarit-Jalisco.



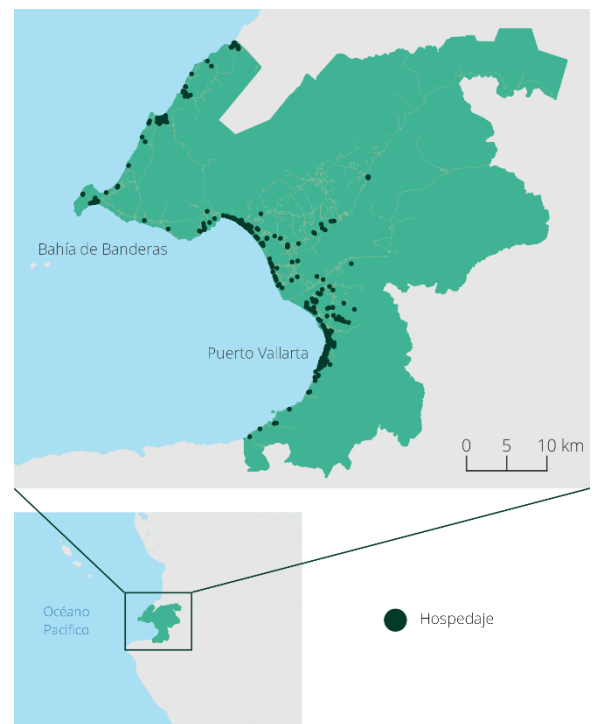
Fuente: Elaboración propia con datos de DENUE.

El análisis realizado en el destino se centró en el subsector Hospedaje. Este conjunto cuenta con 405 empresas, que representan el 8% de las unidades económicas turísticas en el destino, las cuales tienen una aportación de 29.1% al PBT del municipio (INEGI, 2014).

Para dimensionar el tamaño de las empresas, el DENUE reporta que el 64.2% de las unidades del subsector Hospedaje son microempresas, que cuentan de uno a 10 empleados, el 24.44% está integrado por pequeñas y medianas empresas con la ayuda de hasta 100 empleados, y las unidades restantes corresponden a grandes empresas con la ayuda de más de 100 empleados y representan el 11.36% (INEGI, 2019).

En la Figura 17 se ilustra la distribución de las empresas hoteleras en la Riviera Nayarit-Jalisco.

Figura 17. Distribución de las unidades económicas (hospedaje) en la Riviera Nayarit-Jalisco.



Fuente: Elaboración propia con datos de DENUE.

² La Riviera Nayarit-Jalisco cuenta con 11 subsectores de los 13 identificados por SECTUR, estos son: Agencias de viaje, Alimentos y bebidas, Arrendadoras de autos, Campos de golf, Convenciones y ferias, Destinos turísticos, Guías de turistas, Hospedaje, Spa, Transporte terrestre, Transporte aéreo.

4.2. Activos naturales y servicios ecosistémicos

La población y las empresas turísticas en el destino reciben una gran cantidad de beneficios de los activos naturales presentes en los municipios del destino turístico y en sus zonas aledañas. Estos beneficios se denominan servicios ecosistémicos (Figura 19).

De acuerdo con el ejercicio de priorización, los servicios ecosistémicos más importantes para el sector turismo en la Riviera Nayarit-Jalisco son la provisión de agua, la regulación de inundaciones y la belleza escénica.

Los resultados generales muestran que existe una percepción generalizada sobre la importancia del servicio de regulación de inundaciones, debido a las pérdidas relacionadas con huracanes y tormentas extremas, que se han presentado en años anteriores y han interrumpido la operación y la comunicación carretera en algunos casos. El segundo servicio mejor valorado fue la provisión de agua, un vital líquido para la operación (Figura 18).

Figura 18. Resultados de la priorización de servicios ecosistémicos por el sector turismo en la Riviera Nayarit-Jalisco*.

| Nombre | Gráfico | Preferencia | Priorización |
|--------------------------------|---------|-------------|--------------|
| Regulación de eventos extremos | | 33% | 1° |
| Provisión de agua dulce | | 29% | 2° |
| Belleza escénica | | 20% | 3° |
| Control de la erosión | | 18% | 4° |


* En todos los casos, los valores del índice de consistencia (IC) fueron menores al 10%, por lo que la comparación se considera significativa.

Fuente: Elaboración propia.

Al desagregar las preferencias por criterios de análisis, se identificó que el servicio de regulación de inundaciones es el más importante para la protección de la infraestructura y la competitividad en el mercado, mientras que el servicio de provisión de agua resultó el más relevante para mantener la operación de los negocios (Figura 20).


Figura 19. Activos naturales y algunos servicios ecosistémicos en la Riviera Nayarit-Jalisco.

SELVAS Y BOSQUES




Provisión de agua

HUMEDALES



Regulación de inundaciones





SELVAS Y BOSQUES (MONTAÑA DE LA BAHÍA)








Belleza Escénica

Fuente: Elaboración propia con fotos de GIZ-ADAPTUR.

Figura 20. Resultados de la priorización por criterio de análisis en la Riviera Nayarit-Jalisco.

| Protección de infraestructura | | Preferencia |
|-------------------------------|---|-------------|
| Reg. de Eventos Extremos |  | 43% |
| Control de Erosión |  | 21% |
| Belleza Escénica |  | 20% |
| Provisión de Agua |  | 16% |

| Competitividad en el mercado | | Preferencia |
|------------------------------|---|-------------|
| Reg. de Eventos Extremos |  | 28% |
| Provisión de Agua |  | 27% |
| Belleza Escénica |  | 26% |
| Control de Erosión |  | 19% |

| Operación de los negocios | | Preferencia |
|---------------------------|--|-------------|
| Provisión de Agua |  | 36% |
| Reg. de Eventos Extremos |  | 29% |
| Belleza Escénica |  | 19% |
| Control de Erosión |  | 16% |

Fuente: Elaboración propia.

Es importante resaltar que los resultados integran las preferencias no solo de empresarios turísticos, sino también del sector público, académico y social relacionados con el sector (Figura 21).

Figura 21. Memoria fotográfica de la sesión ejecutiva en Riviera Nayarit-Jalisco. Los actores realizan ejercicio de priorización a través de dispositivos móviles.



Fuente: E-blocks/ERN.

4.3. Cambio climático en la Riviera Nayarit-Jalisco y zonas aledañas

El cambio climático podría repercutir en los activos naturales ocasionando su pérdida y la de los servicios ecosistémicos que proveen beneficios a la población y a las empresas turísticas.

En las próximas décadas, la Riviera Nayarit-Jalisco enfrentará condiciones de mayor temperatura y a una diferente variabilidad en sus lluvias; además de cambios en la frecuencia e intensidad de amenazas como: los huracanes, las inundaciones (por marea de tormenta o fluviales), las sequías, los deslizamientos de laderas, las olas de calor, los incendios forestales, el aumento del nivel del mar, la erosión costera y la refracción del oleaje (Gobierno del Estado de Jalisco, 2018; ANIDE, 2014). A continuación, se presenta el análisis de las proyecciones de temperatura y precipitación, y su efecto en la distribución de los activos naturales que proporcionan los servicios ecosistémicos.

Variación de temperatura

En los últimos 50 años, la temperatura media anual en el destino fue de 24.8°C, con variaciones desde los 19.3°C en las áreas menos cálidas, sobre la Sierra de Vallejo en Bahía de Banderas y los cerros La Aguacatera, La Encinera y Quelitán, en Puerto Vallarta, hasta los 26.1°C en las áreas más cálidas como lo son la ciudad de Puerto Vallarta, Nuevo Vallarta y en la costa norte del municipio de Bahía de Banderas.

La Riviera Nayarit-Jalisco podría incrementar su temperatura media anual entre 0.7°C y 1.6°C a corto plazo (2030), y de 1.4°C a 3.3°C a mediano plazo (2060).

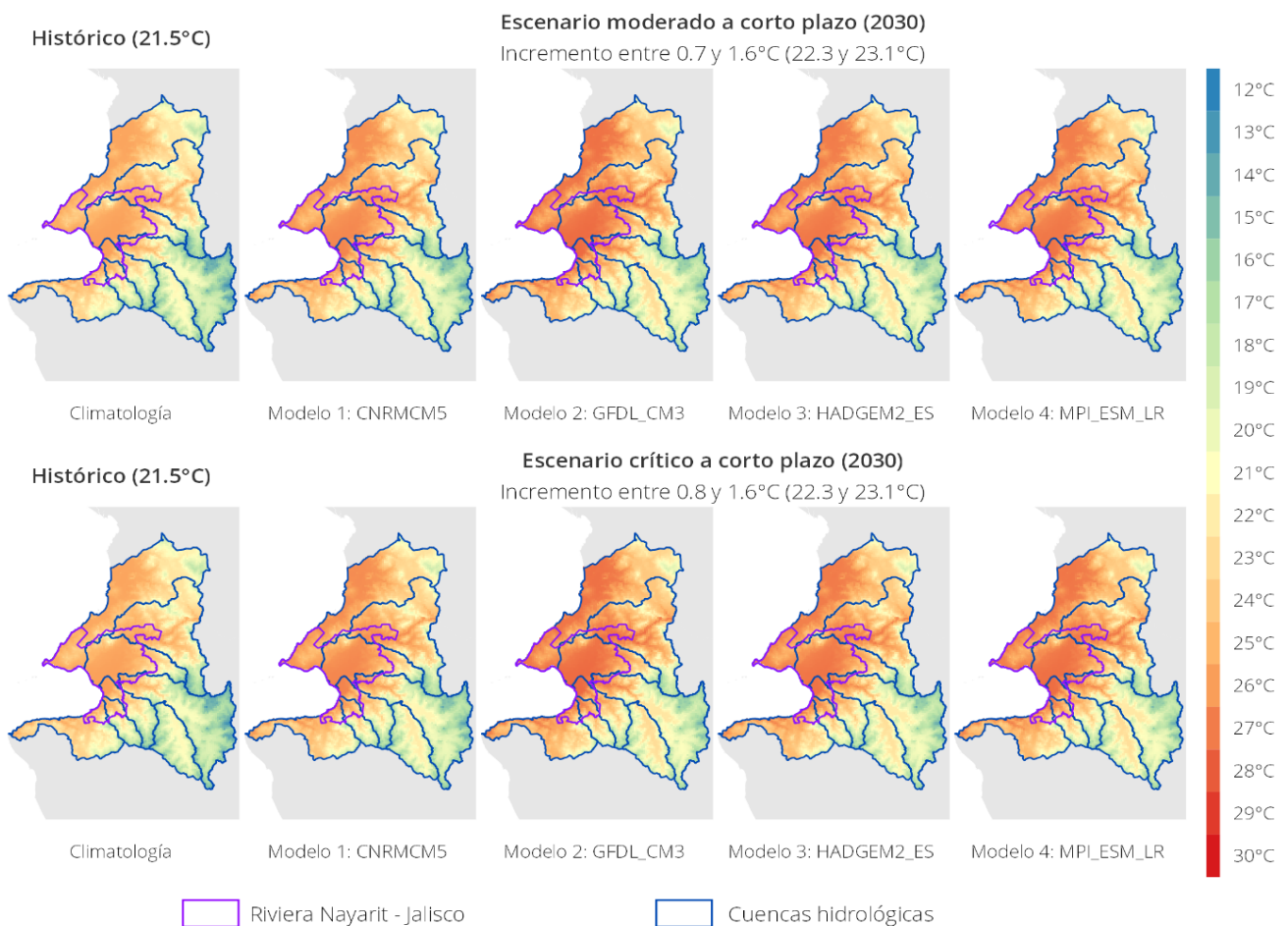
Hacia el futuro, los escenarios de cambio climático a corto plazo (2030), muestran que la temperatura media anual podría mantenerse en un rango entre 25.5°C y 26.3°C, en el escenario moderado, y oscilar en el rango entre los 25.5°C a 26.4°C en el escenario crítico. En ambos casos, el incremento de la temperatura podría alcanzar un rango de entre 0.7°C a 1.6°C.

Hacia el mediano plazo (2060), los efectos del cambio climático son más drásticos. De forma que la Riviera Nayarit-Jalisco podría alcanzar una temperatura media anual entre los 22.2°C a 24.1°C en el escenario moderado, y llegar hasta los 22.3°C y 24.7°C en el escenario crítico. Esto representa un incremento entre los 1.4°C y 3.3°C, respecto a la temperatura actual.

En las figuras 22 y 23 se observan los cambios que se esperan a corto (2030) y mediano plazo (2060) para la Riviera Nayarit-Jalisco y las cuencas hidrológicas, Ameca Ixtapa A y B, Huicicila, Tecomala, Cuale, Mascota, Pitillal, Talpa, así como la temperatura media de acuerdo con la climatología base de 1950-2000. En ambos escenarios se observan cambios de temperatura acentuados en la línea de costa y sobre el cauce del río Ameca³.

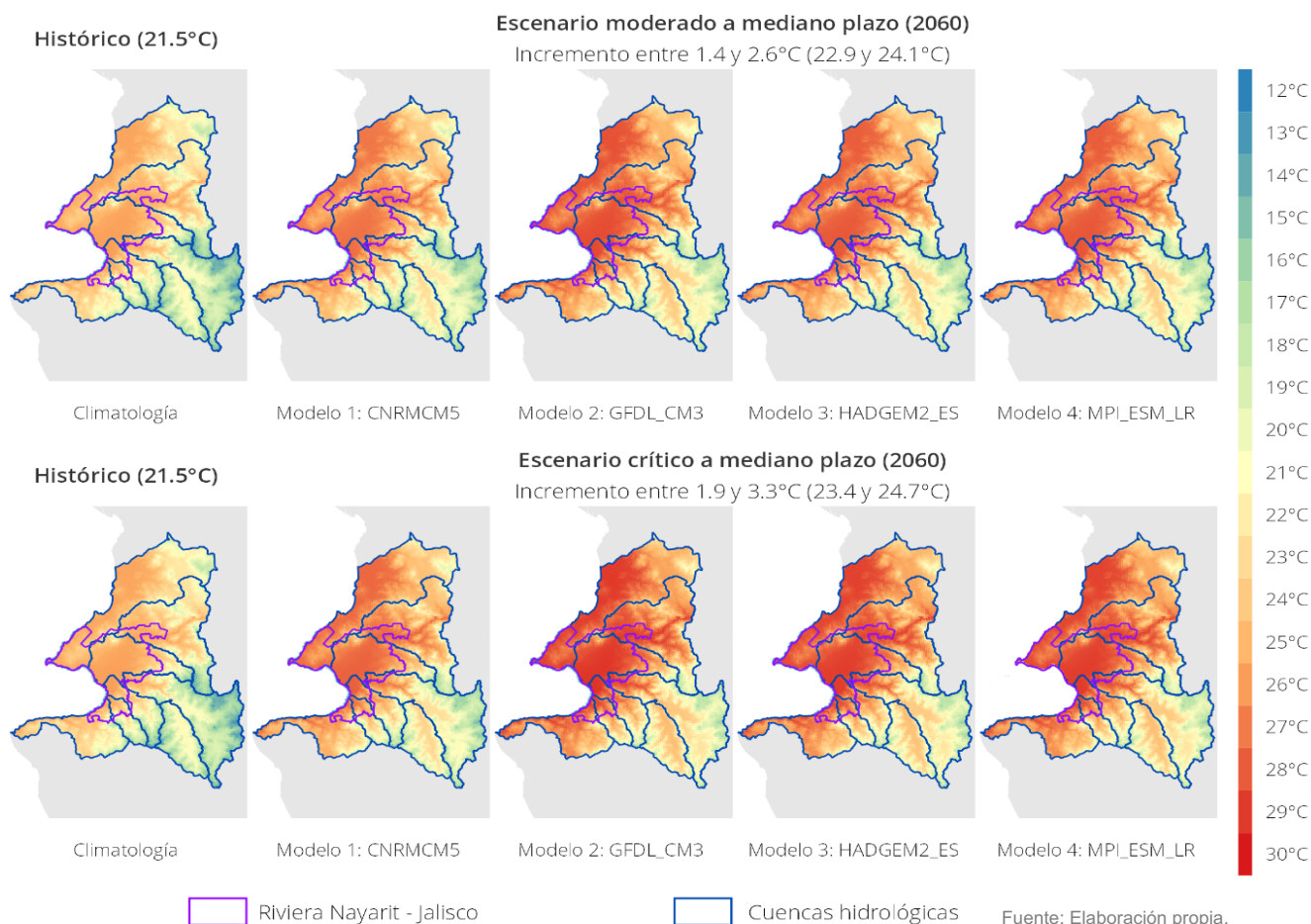
³Las variaciones de temperatura y precipitación se obtuvieron a partir de los modelos de circulación general (MCG). Estos son representaciones numéricas que permiten estudiar y simular el clima de acuerdo con las propiedades físicas, químicas y biológicas de los componentes del sistema, por ejemplo, la atmósfera y el océano. Los modelos utilizados fueron: CNRMCM5 (Francia), GFDL_CM3 (Estados Unidos), HADGEM2_ES (Reino Unido) y MPI_ESM_LR (Alemania).

Figura 22. Cambios de temperatura media anual en la Riviera Nayarit-Jalisco a corto plazo (2030).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Cambios de temperatura media anual en la Riviera Nayarit-Jalisco a mediano plazo (2060).



De acuerdo con el IPCC, los incrementos de temperatura mayores a los 1.5°C podrían ocasionar cambios en la distribución geográfica de distintas especies vegetales (IPCC, 2018). Las variaciones de temperatura en ambas cuencas podrían afectar la distribución de los activos naturales, como los bosques (encino, encino-pino, pino, pino-encino, mesófilo de montaña), selvas (baja y mediana caducifolia, mediana subcaducifolia y subperennifolia) y humedales (manglares y tulares).

A corto plazo (2030), los humedales podrían presentar un incremento mayor a los 1.5°C en su umbral térmico⁶ en alrededor de 504.39 ha, que equivale al 98.37% de su superficie. Aunque se esperan cambios en prácticamente toda el área de distribución de los humedales, el incremento de temperatura no conllevaría a la desaparición total de este activo, sino a un proceso de sucesión ecológica, es decir el cambio natural de la vegetación de los humedales por otro tipo de vegetación adaptado a un clima más cálido. Cabe mencionar que la presión de las zonas urbanas intensifica el riesgo de desaparición de este activo natural, en caso de que no se implementen medidas para su conservación.

El incremento de la temperatura a mediano plazo (2060) podría ocasionar afectaciones hasta un 22.47% (134,522.82 ha) de los activos naturales prioritarios en las cuencas de Riviera Nayarit-Jalisco.

A corto plazo (2030), las selvas podrían presentar cambios en 0.18% de su distribución (499.37 ha); mientras que los bosques que se encuentran en las cuencas no presentan cambios significativos en su umbral térmico y distribución.

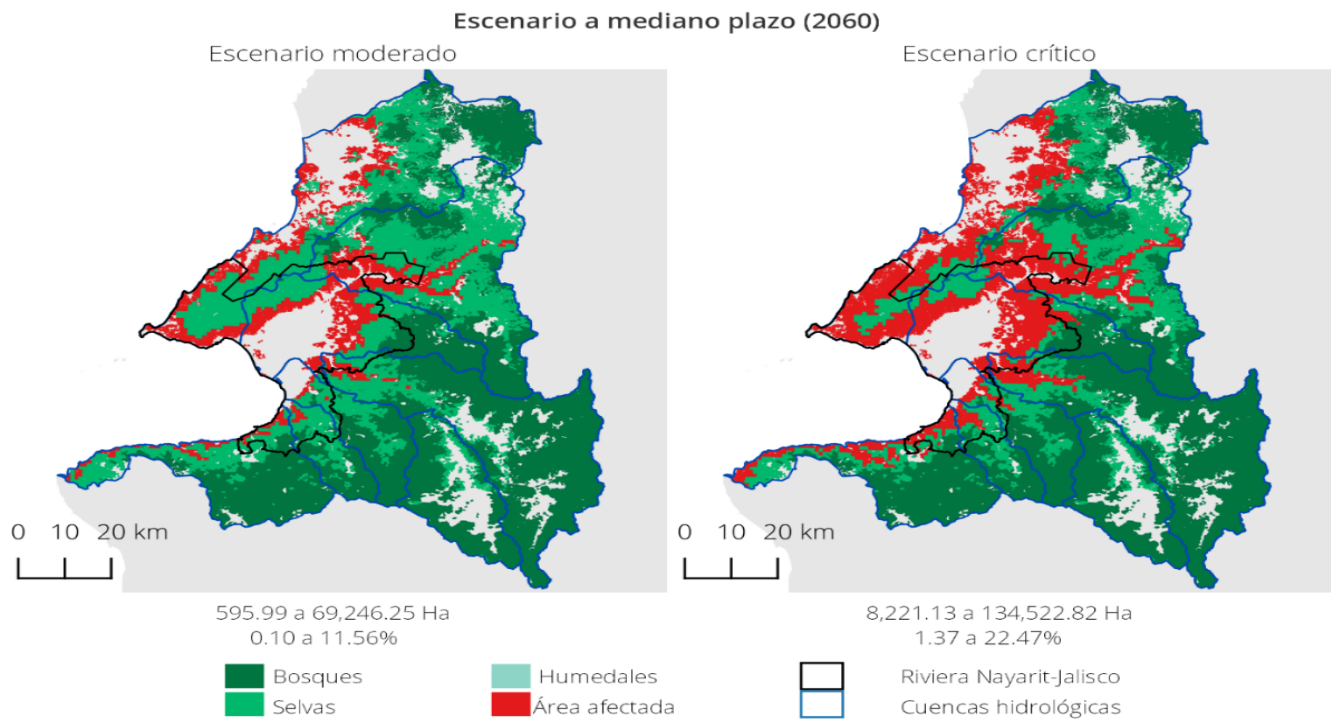
La Figura 24 ilustra el área de cada uno de los activos naturales cuyo umbral térmico de distribución podría afectarse a mediano plazo (2060). La formación que podría experimentar mayores cambios son los humedales en tanto que el 100% (512.75 ha) de su área cambiara de umbral térmico en ambos escenarios, le siguen las selvas que podrían alcanzar hasta un 46.99% (126,913.13 ha). Por último, el activo natural menos afectado son los bosques con hasta 2.16% (7,096.94 ha). El total del área afectada podría alcanzar hasta 22.47% en el escenario crítico.

⁴ Rango de temperatura en el que se desarrolla un ecosistema.



©ADAPTUR/Mariana Rodríguez Aguilera

Figura 24. Cambios en la cobertura vegetal (área en rojo) por incremento de 1.5°C en el mediano plazo (2060) en la Riviera Nayarit-Jalisco.



Fuente: Elaboración propia.

La unidad de paisaje del servicio de belleza escénica integró los activos naturales presentes en los municipios de Puerto Vallarta y Bahía de Banderas, así como las sierras de Vallejo y El Cuale, que en conjunto suman 219 mil hectáreas de selvas, bosques y humedales.

Se obtuvo que a corto plazo (2030) se podría ver afectado el 0.31% del área (671.64 ha), que corresponde al 100% de la cobertura de humedales (248.30 ha) y al 0.27% de las selvas (423.34 ha), los bosques no se verían afectados. En cambio, a mediano plazo (2060) las zonas afectadas alcanzarían hasta el 45.49% del área (99,767 ha), que corresponde al 100% de la cobertura de humedales (248.30 ha), 49.40% de selvas (95,170.08 ha) y al 1.98% de bosques (4,348.66 ha).

Las áreas afectadas corresponden a las laderas de las montañas que dan a la costa y a los alrededores de la zona urbana, los cuales presentan los mayores cambios de temperatura.

El servicio de belleza escénica no se vería del todo afectado a corto plazo, debido a que la calidad del paisaje está dada por las zonas montañosas principalmente, estas corresponden a selvas y bosques, sin embargo, los cambios tan críticos en humedales podrán alterar otros servicios ecosistémicos, como la protección de eventos extremos, el mantenimiento de la diversidad genética, la regulación y provisión de agua dulce, etc.

Variación de la precipitación

De acuerdo con los registros históricos, el índice de precipitación media anual en el destino Riviera Nayarit-Jalisco es de 1,260 mm, con variaciones de 1,011 mm en las zonas más secas en el límite de los municipios de Bahía de Banderas, Nayarit y Puerto Vallarta, Jalisco, así como en las zonas más húmedas al sur del municipio de Puerto Vallarta y sobre la Sierra de Vallejo en Bahía de Banderas con 1,573 mm al año.

La Riviera Nayarit-Jalisco podría variar su precipitación media anual entre 4% y -3% al corto plazo (2030), y entre 3% y -6% a mediano plazo (2060).

La modelación de los cambios de precipitación a corto plazo (2030), muestra que la media anual podría variar de manera positiva (+3% lluvia) y negativa (-3% lluvia) en un escenario moderado para el destino, esto equivale a una precipitación promedio anual entre los 1,295 y 1,220 mm.

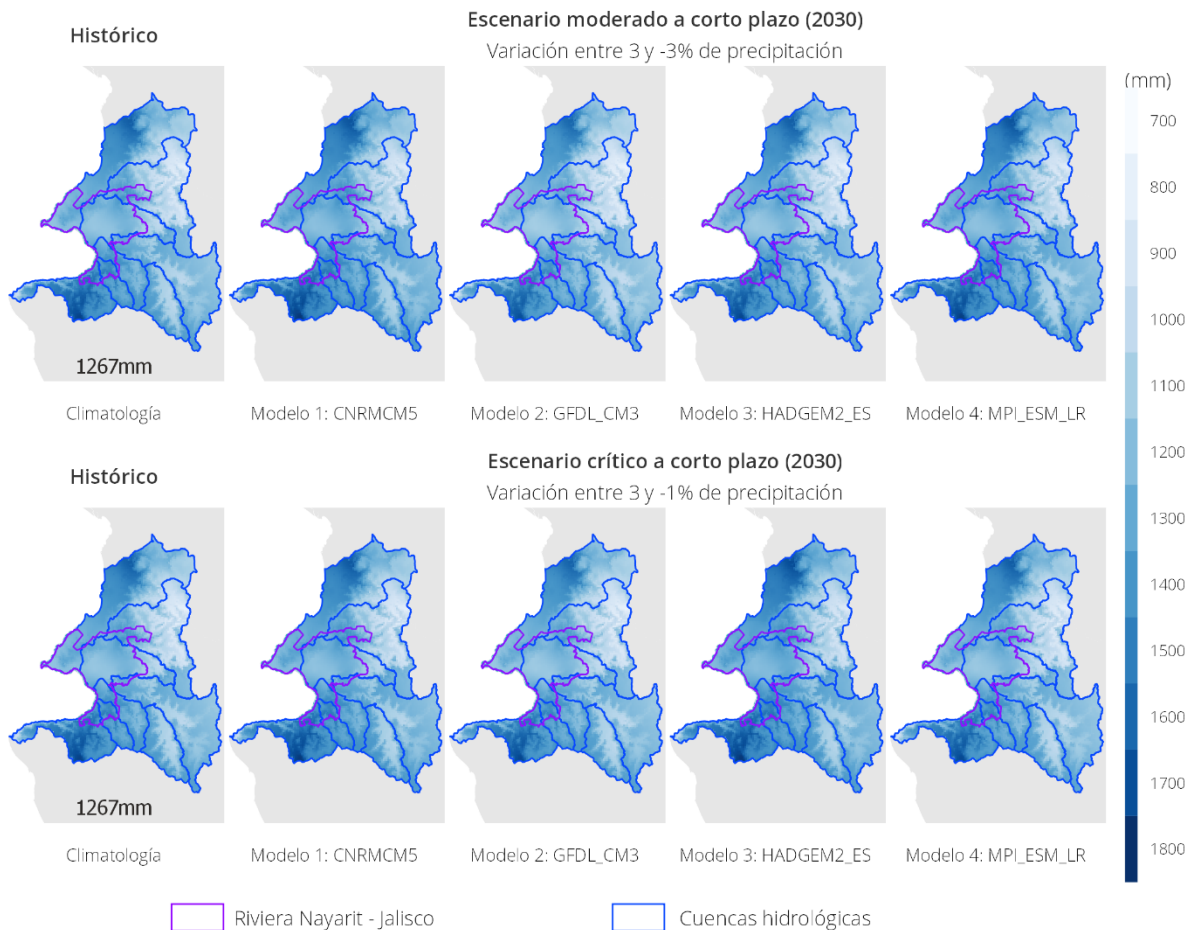
En el escenario crítico la precipitación podría variar de manera positiva (+4% lluvia) y negativa (-2% lluvia), es decir, con una precipitación promedio anual entre los 1,310 y 1,240 mm, respectivamente.

Estudios previos muestran una disminución mayor de la precipitación en la región, que oscila entre -12% a -18% de, acuerdo escenarios de emisiones (IE-EE) A1B y A2 (ANIDE, 2014); y una reducción de hasta el 45%, de acuerdo con los RCP 4.5 y 8.5 derivados del ensamble REA (Gobierno del Estado de Jalisco, 2018). Vale la pena remarcar que estas proyecciones se realizaron con modelos de cambio climático distintos a los que se utilizaron en el presente estudio.

A mediano plazo (2060), en un escenario moderado la precipitación variará entre +3 y -2% (1,301 y 1,234 mm), y en un escenario crítico, la precipitación variará entre +1 y -6% (1,277 y 1,186 mm).

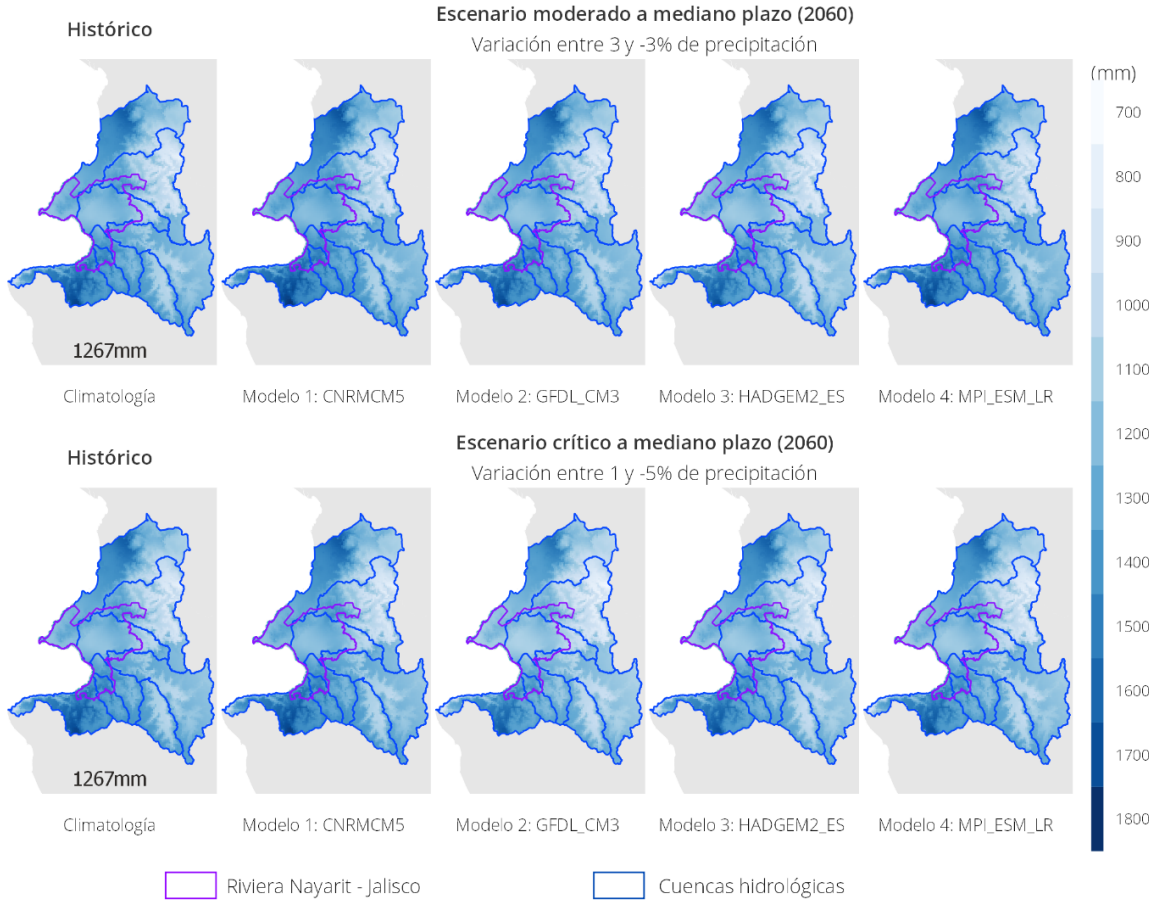
En la Figuras 25 y 26 se observan los cambios que se esperan a corto (2030) y mediano plazo (2060) a nivel de las cuencas hidrológicas, respecto a la climatología base de 1950 al 2000.

Figura 25. Cambios de la precipitación por cambio climático a corto plazo (2030) en la Riviera Nayarit- Jalisco.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26. Cambios de la precipitación por cambio climático a mediano plazo (2060) en la Riviera Nayarit-Jalisco.



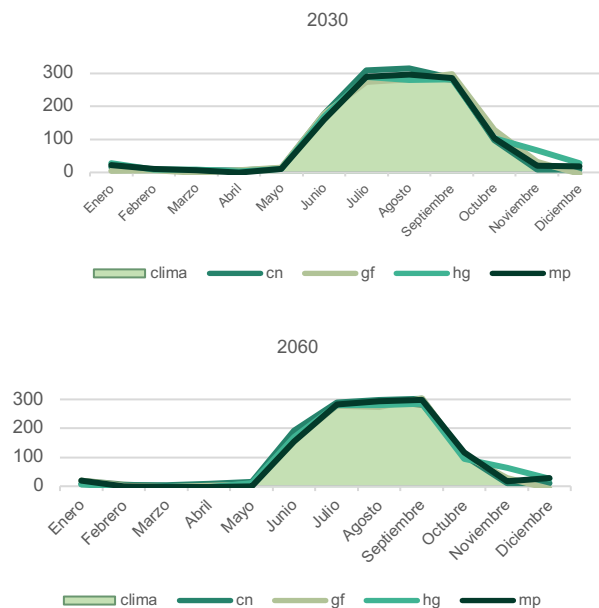
Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, al realizar un análisis mensual, los modelos mostraron un aumento de lluvias de junio a septiembre, mientras que la temporada seca del año no presenta cambios corto plazo (2030). En el mediano plazo (2060), se reducen ligeramente las lluvias en todo el año, respecto a la precipitación histórica que se ha registrado en el destino (Figura 27).

En el corto plazo, las lluvias en Riviera Nayarit-Jalisco podrían aumentar en los meses de junio a septiembre. En el mediano plazo, se prevén ligeramente menos lluvias todo el año respecto a la precipitación histórica.

El aumento de lluvias a corto plazo podría deberse a un mayor número de días con lluvias extremas, lo que puede agravar los problemas de inundación. Por otra parte, la disminución de la lluvia podría ocasionar una reducción en el nivel de recarga en los acuíferos que proveen de agua a Riviera Nayarit-Jalisco, entre un 3% y 5%, lo cual agravaría aún más la situación de la disponibilidad del agua, dado que el acuífero que provee más agua al destino se encuentra sobreexplotado (CONAGUA,2018).

Figura 27. Cambios en la precipitación media mensual por cambio climático en la Riviera Nayarit-Jalisco.



Fuente: Elaboración propia.

4.4. Ubicación geográfica de amenazas climáticas

De manera complementaria se presentan los mapas de las amenazas que se analizaron para los activos empresariales e infraestructura estratégica, las cuales son: inundación, deslizamiento de laderas, marea de tormenta y viento huracanado. Cabe mencionar que para los primeros dos se incorpora la variación de la precipitación por cambio climático.

Inundaciones

La modelación de la inundación pluvial para un periodo de retorno de 20 años⁵ mostró las zonas que presentan un mayor nivel de amenaza, y corresponden a la localidad de Fortuna De Vallejo en el municipio de Bahía de Banderas y en las localidades El Aguacate y El Cantón en el municipio de Puerto Vallarta, estas zonas presentaron un tirante de inundación del orden de 1.60 m de altura. Algunas zonas turísticas que se encuentran amenazadas son el Malecón de Puerto Vallarta, sobre la desembocadura del Río Cuale, y la localidad Bucerías.

A corto plazo (2030), el valor máximo del nivel de inundación estimado es de 1.60 m para el escenario moderado y 1.65 m para el escenario crítico. A mediano plazo (2060), la inundación máxima podría ser de 1.65 m para el escenario moderado y 1.62 para el escenario crítico (Figura 28).

Es importante mencionar que los tirantes de inundación corresponden a la inundación pluvial y no toman en cuenta la inundación por marea de tormenta.

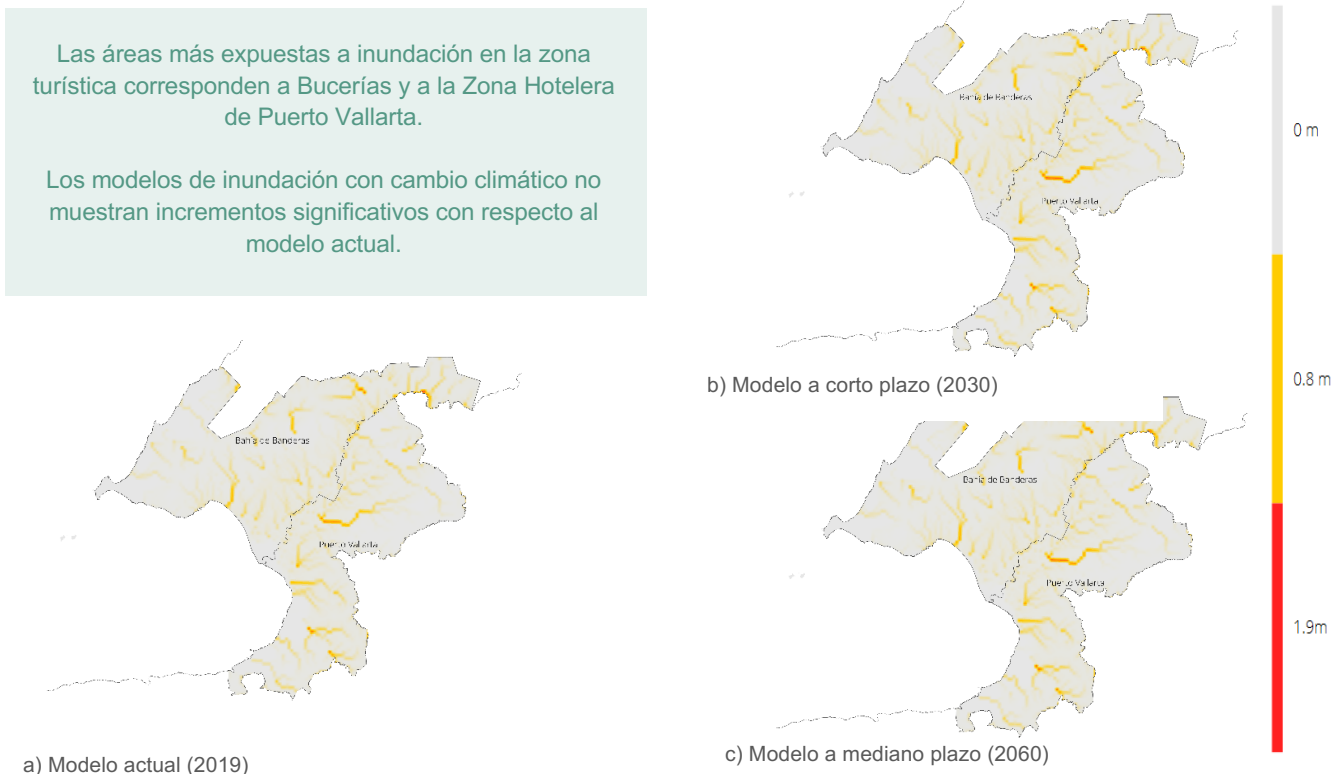
De igual manera, los resultados mostrados en el presente estudio no pretenden sustituir a otros estudios, como los Atlas de Riesgo (nacionales, estatales o municipales), donde se toma o debería tomarse en cuenta, las diferentes variables para su elaboración o de trabajos de campo, incluyendo la exposición y su vulnerabilidad. Los resultados mostrados tienen la finalidad de indicar al periodo de retorno de las intensidades de cada amenaza evaluada en la obtención de las pérdidas.

Estos resultados muestran que las variaciones de la precipitación esperada a corto (2030) y mediano plazo (2060) ocasionadas por el cambio climático, podrían generar un nivel de inundación ligeramente mayor con respecto a lo que se obtuvo en el escenario actual. Es importante considerar los eventos críticos de lluvia en periodos cortos, que podrían causar inundaciones severas e inesperadas.

El modelo de inundación que se analizó en este proyecto corresponde únicamente al modelo probabilista de inundación pluvial, mismo que se refiere al agua de lluvia que satura la capacidad del terreno para drenarla. En este sentido, y debido a que la cantidad de lluvia será, en promedio, ligeramente superior a la que se presenta actualmente, se espera que los daños que se presenten en el mediano y corto plazo sean en promedio similares a los actuales. Esto no significa que no haya eventos extremos que generen pérdidas mayores a las reportadas de manera histórica, sino que en esos lapsos de tiempo la pérdida promedio será similar a la actual.

⁵ El periodo de retorno es una ventana de tiempo asociada a la intensidad de una inundación probable.

Figura 28. Comparativo de tirantes máximos de inundación entre modelo actual y modelos con cambio climático en Riviera Nayarit-Jalisco.



Deslizamiento de laderas

La modelación del deslizamiento de laderas para un periodo de retorno de 20 años mostró distintas zonas con susceptibilidad alta⁶ (Figura 29). En el modelo actual se identifican las localidades de Bucerías, Cruz de Huanacastle, Valle de Banderas y El Colomo en el límite sur de la Sierra de Vallejo en Bahía de Banderas, Nayarit, además de las localidades de Las Palmas Arriba y La Desembocada, en Puerto Vallarta, Jalisco.

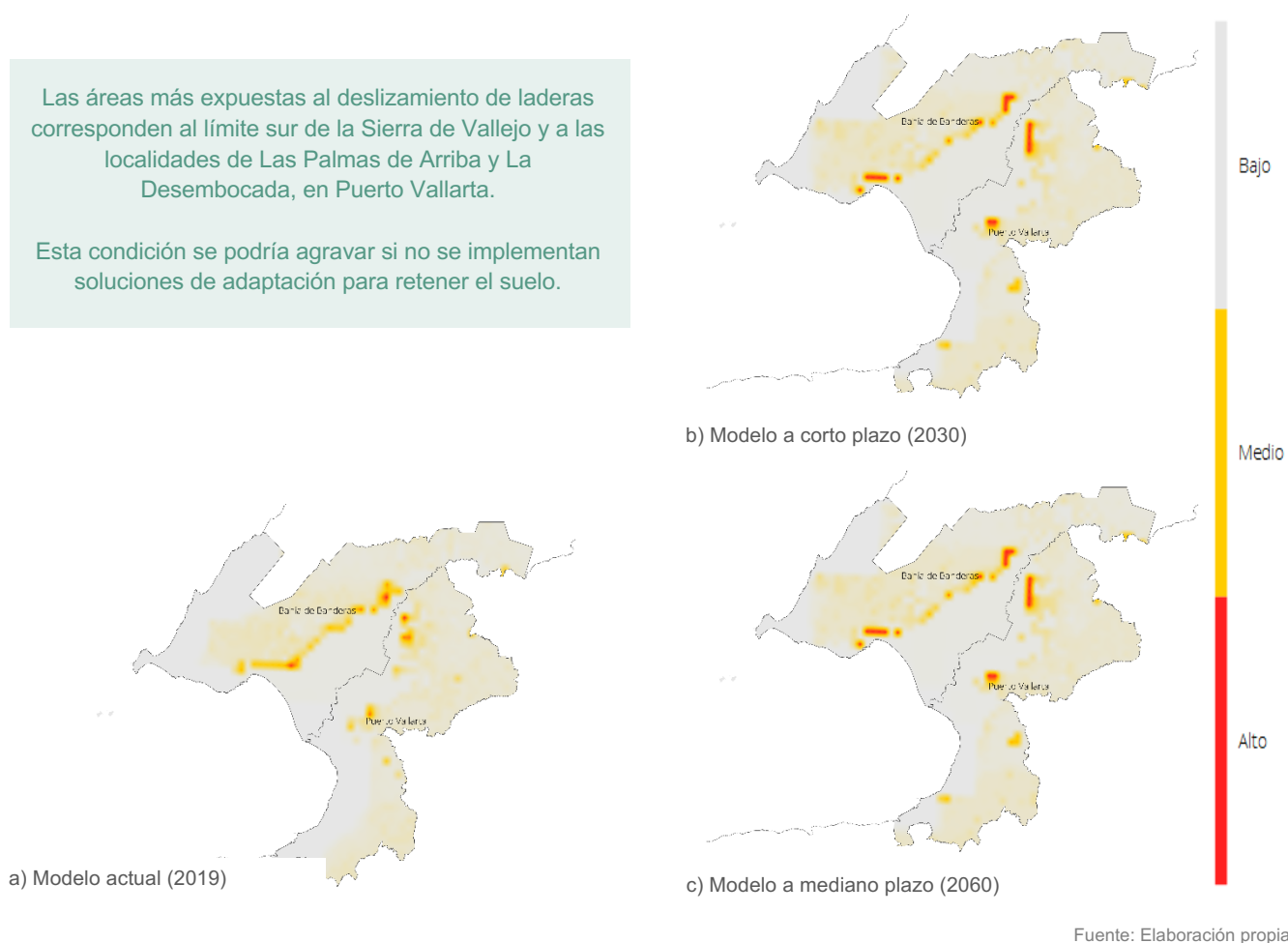
Al incorporar la variación de la precipitación por cambio climático en los modelos, se observa un incremento del nivel de susceptibilidad en las mismas zonas, para los escenarios moderado y crítico a corto (2030) y mediano plazo (2060).

A partir de los datos analizados, y aunque para la amenaza de inundación pluvial las proyecciones por cambio climático resultaron, en promedio, de menor intensidad, los resultados indican que para la amenaza de deslizamiento por lluvia existe un mayor riesgo en las zonas de montaña. Lo anterior significa que, en estas zonas, las precipitaciones de mayor intensidad coinciden con la exposición analizada.

Esto significa que la condición se podría agravar si no se implementan soluciones de adaptación para mantener el servicio de regulación de inundaciones, el cual mantiene estable el sustrato ante eventos de precipitación.

⁶ El nivel de susceptibilidad al deslizamiento indica la predisposición de un área por la combinación de distintos factores geológicos y climáticos.

Figura 29. Comparativo del nivel de susceptibilidad al deslizamiento de laderas entre modelo actual y modelos con cambio climático en Riviera Nayarit-Jalisco.



Viento huracanado

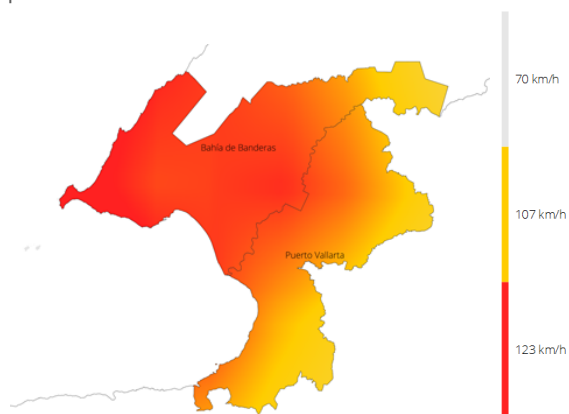
La modelación de viento huracanado para un periodo de retorno de 20 años mostró que las zonas con mayor nivel de amenaza están localizadas en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit, especialmente en Punta de Mita se estima una intensidad máxima de 123 km/h (Figura 30). La velocidad anterior indica que al menos una vez en 20 años, se presentará un evento ciclónico que genere o exceda esa velocidad de viento

Las costas de la Riviera Nayarit-jalisco han sido afectadas por varios ciclones tropicales, siendo de las más afectadas en el país. Estas afectaciones han presentado daños importantes en el sector hotelero, comercial y en la infraestructura estatal y federal. Por ejemplo, el huracán Kenna de categoría 5 (2002), presentó una velocidad de viento de 300 km/h lo que provocó importantes daños en el destino.

Los daños que el viento huracanado puede generar en las construcciones, está ligado a la fragilidad de los materiales de construcción en las fachadas, en cubiertas ligeras, y en general a las construcciones que se diseñan de forma genérica y que no toman en cuenta las condiciones locales. En muchas de las ocasiones, las experiencias que se han tenido en este tipo de daños no han sido relevantes, ya que se olvidan con el paso del tiempo, lo que provoca que se vuelvan a aplicar los mismos tipos constructivos vulnerables.

Es importante mencionar que históricamente los mayores daños se han presentado en Puerto Vallarta ante los vientos huracanados, y esto se debe a que ahí se localiza la mayor exposición; sin embargo, los modelos de viento indican que la zona con mayor recurrencia e intensidades es en Punta Mita. Lo anterior sugiere que, si en montos económicos igualará a Puerto Vallarta, el riesgo resultará mayor.

Figura 30. Modelo actual (2019) de viento huracanado para un periodo de retorno de 20 años.



Fuente: Elaboración propia.

Marea de tormenta

La modelación de marea de tormenta con un periodo de retorno de 20 años mostró que las zonas que presentan un mayor nivel de amenaza están localizadas en Punta Mita, en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit (Figura 31). La Figura 31 muestra las zonas más propensas a presentar daños por marea de tormenta dependiendo de las intensidades que presente un ciclón tropical.

Es importante mencionar que los tirantes de inundación corresponden a la inundación por marea de tormenta y no toman en cuenta la inundación pluvial. De igual forma, los resultados mostrados en el presente estudio no pretenden sustituir a los Atlas de Riesgo (nacionales, estatales o municipales).

Como ya se mencionó anteriormente, las amenazas de marea de tormenta y viento huracanado no incorporan cambio climático debido a limitaciones metodológicas.

Figura 31. Modelo actual (2019) de marea de tormenta para un periodo de retorno de 20 años.



Fuente: Elaboración propia.

4.5. Riesgo económico en el sector turismo por el impacto del cambio climático en los servicios ecosistémicos

Impactos en la provisión de agua

Los costos de provisión de agua en Riviera Nayarit – Jalisco podrían incrementar hasta un 188.37% a mediano plazo (2060) como consecuencia del cambio climático

En la actualidad, el agua potable que se consume en Riviera Nayarit-Jalisco proviene de los acuíferos Puerto Vallarta (51%), Valle de Banderas (30%), Punta de Mita (3%) y Zacualpan-Las Varas (16%). El consumo de agua anual en el destino asciende a 120 hm³ de los cuales el 83% es para uso público urbano y servicios, en los que se encuentran las actividades turísticas. El resto se divide para el sector agrícola (14.31%), sector pecuario (0.02%), uso doméstico (0.02%) y para consumo industrial (0.84%).

De acuerdo con datos de CONAGUA, de los cuatro acuíferos que proveen el vital líquido al destino de Riviera Nayarit-Jalisco, el acuífero de Puerto Vallarta se encuentra sobreexplotado, es decir que cada año se extrae una cantidad de agua mayor al volumen de recarga natural. Cabe mencionar que este representa el 51.10% del agua concesionada en el destino (CONAGUA, 2018).

El cambio climático podría ocasionar una reducción en la precipitación y un aumento de temperatura. Como consecuencia de esta situación se espera un cambio en la distribución de los activos naturales y por consiguiente una menor recarga del acuífero.

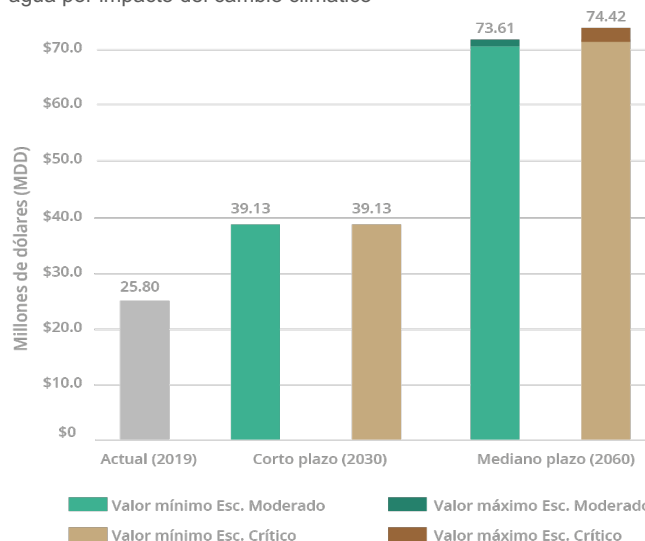
El análisis que se realizó mostró que los cambios en la distribución de los activos y la variación en la precipitación podrían afectar entre un 0.15% a 0.17% la recarga de los acuíferos de Riviera Nayarit-Jalisco en el corto plazo (2030), mientras que en el mediano plazo (2060), la disminución de la recarga se encontraría entre el 11.56% y 22.47%.

⁷ La lente de agua dulce remanente en el acuífero es limitada, por lo cual se estableció el "día crítico" para referirse al momento en el que se agotarían la lente de agua dulce.

Aunado a ello, el crecimiento urbano y turístico aumentará la demanda de agua en el futuro, y es posible suponer que en los próximos años Riviera Nayarit-Jalisco no podrá seguir extrayendo agua de los acuíferos en su totalidad y enfrentará los costos del día crítico⁷ (Figura 33)

A corto plazo (2030) se espera un incremento del 52% en el costo de provisión de agua, principalmente por el volumen de agua requerida. Mientras que a mediano plazo (2060) el costo podría incrementar hasta en un 188% alcanzando hasta \$74.42 MDD, en caso de proveer agua por medio de una planta desalinizadora (Figura 32).

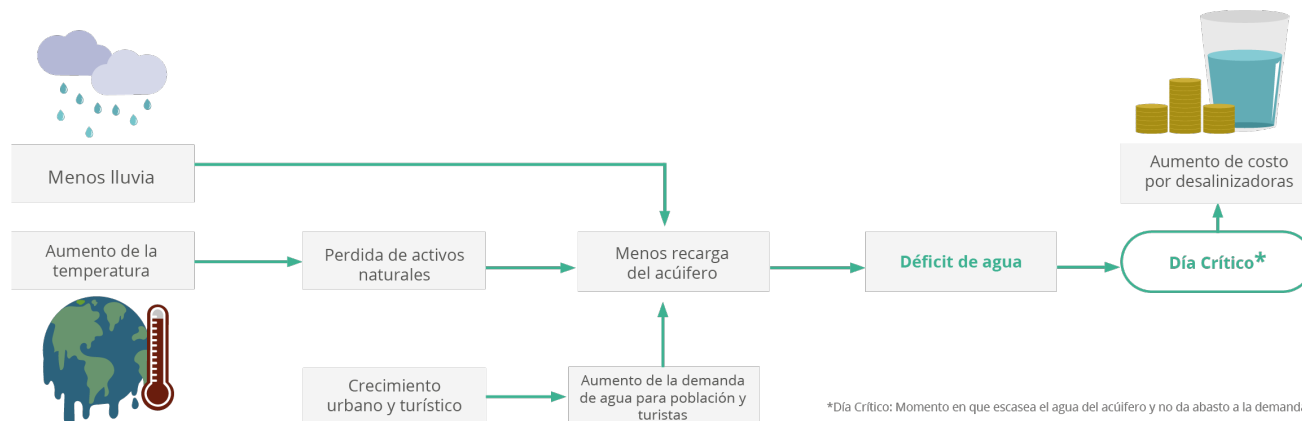
Figura 32. Variación del costo anual en el servicio de provisión de agua por impacto del cambio climático



| Costo Actual (2019) | |
|----------------------------|-----------------------|
| Referencia | |
| \$25.80 MDD | |
| Costo Corto plazo (2030) | |
| Escenario moderado | Escenario crítico |
| \$39.13 MDD | \$39.13 MDD |
| Costo Mediano plazo (2060) | |
| Escenario moderado | Escenario crítico |
| \$72.92 – \$73.61 MDD | \$72.99 – \$74.42 MDD |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 33. Cadena de impactos del cambio climático en el servicio de provisión de agua para Riviera Nayarit-Jalisco.



*Día Crítico: Momento en que escasea el agua del acuífero y no da abasto a la demanda

Fuente: Elaboración propia.

Impactos en la regulación de inundaciones

El servicio de regulación de inundaciones en Riviera Nayarit – Jalisco podría reducir sus beneficios económicos hasta en un 34.30% debido al cambio climático en el mediano plazo (2060).

A lo largo de su historia, la Riviera Nayarit-Jalisco ha estado expuesta a distintos eventos de inundación por huracanes y tormentas extremas. Uno de los eventos más recientes fue el huracán Patricia, que en 2015 provocó deslaves y el desbordamiento de ríos en Puerto Vallarta. También en 2002, el huracán Kenna ocasionó pérdidas humanas y daños materiales, estimados en \$1245 millones de pesos (MXN), a su paso por el destino.

Se espera que en el futuro el cambio climático afecte la frecuencia, la intensidad, la extensión espacial y temporal de los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos (IPCC, 2012), y con ello aumente el riesgo económico. Como una medida para identificar el beneficio económico que brindan los humedales en la Riviera Nayarit-Jalisco, el modelo que se desarrolló identifica el efecto que tendría el cambio climático, mediante los cambios en la cobertura de este activo natural por el incremento en el umbral térmico de distribución, y las pérdidas económicas por la interrupción de las actividades turísticas⁸ (Figura 35).

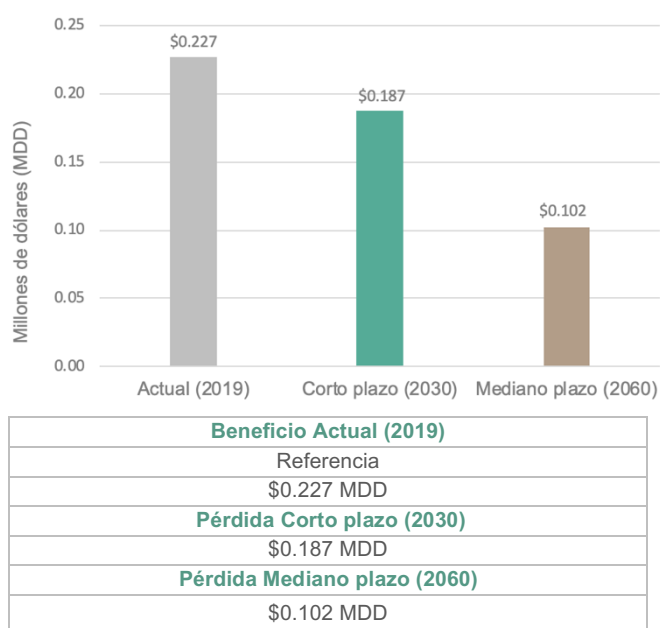
Es necesario remarcar que la extensión de humedales que se consideró para este análisis comprende únicamente 424 ha, las cuales se establecieron mediante la cartografía oficial de la CONANP, para el caso del Salado, y mediante la superficie establecida en distintos estudios para el Quelele, Boca Negra y Boca de Tomates, y que el ejercicio partió del beneficio económico que ofrece por hectárea para el servicio de regulación de inundaciones.

⁸ Interrupción de las actividades turísticas (ej. cierre de hoteles y restaurantes, bloqueo de comunicaciones y transportes, cancelación de tours, museos y otros servicios turísticos, etcétera.).

Sin embargo, los humedales proveen una gran cantidad de servicios ecosistémicos (mantenimiento de la diversidad genética, la regulación y provisión de agua dulce, etcétera) y su beneficio económico es mucho mayor al que se reporta en este análisis.

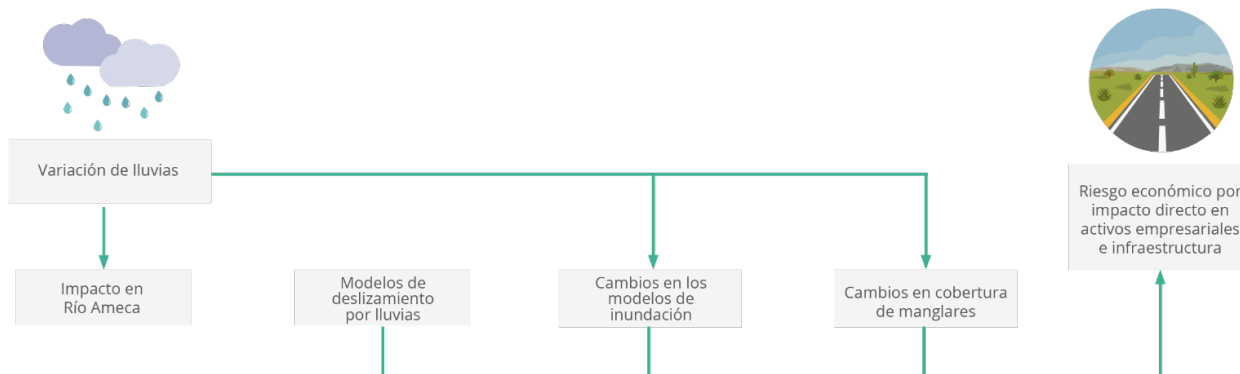
A partir de la extensión del activo natural se obtuvo que a corto plazo (2030) el beneficio económico podría disminuir hasta un 17.6%, con respecto al valor actual (\$0.227 MDD), ubicándose en \$0.187 MDD; mientras que a mediano plazo (2060) la pérdida del beneficio económico podría alcanzar el 55% (Figura 34).

Figura 34. Pérdida económica anual ocasionada por el impacto del cambio climático en el servicio de regulación de inundaciones.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 35. Cadena de impactos del cambio climático en el servicio de regulación de inundaciones en la Riviera Nayarit-Jalisco.



Fuente: Elaboración propia.

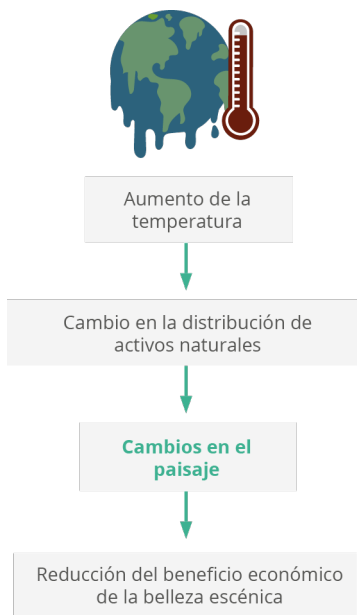
Impactos en la belleza escénica

El servicio de belleza escénica en Riviera Nayarit – Jalisco podría reducir sus beneficios económicos hasta en un 14.90% debido al cambio climático a mediano plazo (2060)

Como se mencionó previamente, los activos naturales que se encuentran en el área municipal de Puerto Vallarta y Bahía de Banderas, además de las sierras El Cuale y Vallejo, podrían presentar áreas afectadas por el incremento de la temperatura que corresponden al 0.31% (671 ha) de área en el corto plazo (2030); hasta el 45.49% (99,967 ha) a mediano plazo (2060).

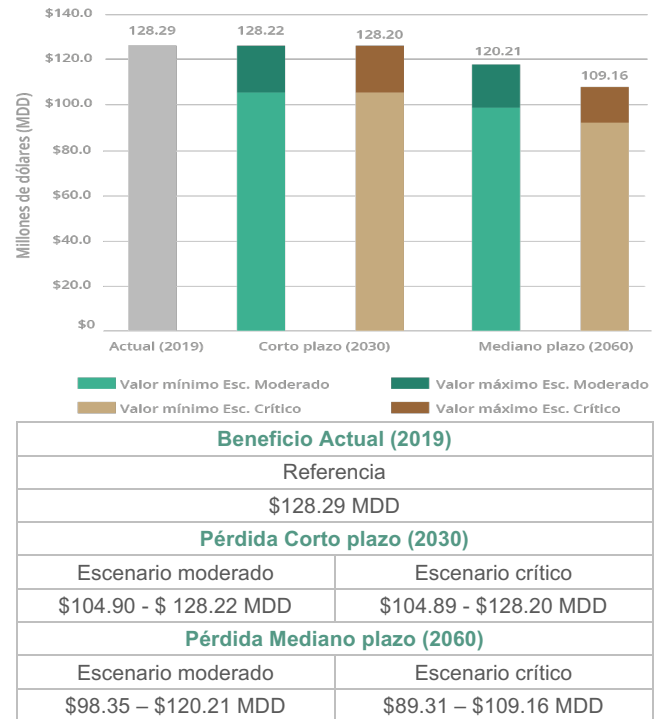
La afectación del servicio de belleza escénica será evidente hasta el mediano plazo (2060), el activo natural más afectado en número de hectáreas es la selva con 95,170 ha que corresponden al 43.40% del área estudiada, le siguen los bosques con 4,348 ha (1.98%) y por último los humedales con 248 ha (0.11%). Las áreas afectadas corresponden a las laderas de las montañas que dan a la costa y los alrededores de la zona urbana, las cuales presentan el mayor incremento de temperatura. Cabe aclarar que el servicio de belleza escénica se podría ver afectado por el decremento en la calidad de su paisaje, con esto nos referimos a los cambios en la distribución y la fragmentación de la biodiversidad en consecuencia a los cambios en el umbral térmico de cada activo natural (Figura 36).

Figura 36. Cadena de impactos del cambio climático en el servicio de belleza escénica en la Riviera Nayarit-Jalisco.



A partir de la extensión del activo natural se obtuvo que a corto plazo (2030) el beneficio económico podría disminuir hasta un 19% con respecto al valor actual (\$128.29 MDD), ubicándose en \$104.90; mientras que a mediano plazo (2060) la pérdida podría ser del 31% del beneficio (Figura 37).

Figura 37. Pérdida económica anual ocasionada por el impacto del cambio climático en el servicio de belleza escénica.



Fuente: Elaboración propia

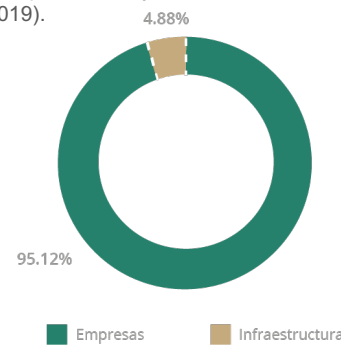
4.6. Riesgo económico en el sector turismo por el impacto del cambio climático en los activos empresariales y la infraestructura estratégica

Inundación

El riesgo más alto actual (2019), a corto (2030) y mediano plazo (2060) es para los activos empresariales, con un promedio de 95.12% de la AAL contra el 4.88% de la infraestructura estratégica.

La pérdida promedio anual (AAL) por inundación en el modelo actual (2019) fue de \$60.30 MDD. Este monto equivale al 1.12% del valor físico de los activos, y representa la prima acumulada para todos los activos empresariales analizados. Como se puede observar en la Figura 38, la mayor AAL se concentra en los activos empresariales.

Figura 38. Distribución de pérdida promedio anual por inundación para los activos empresariales y la infraestructura estratégica en el modelo actual (2019).



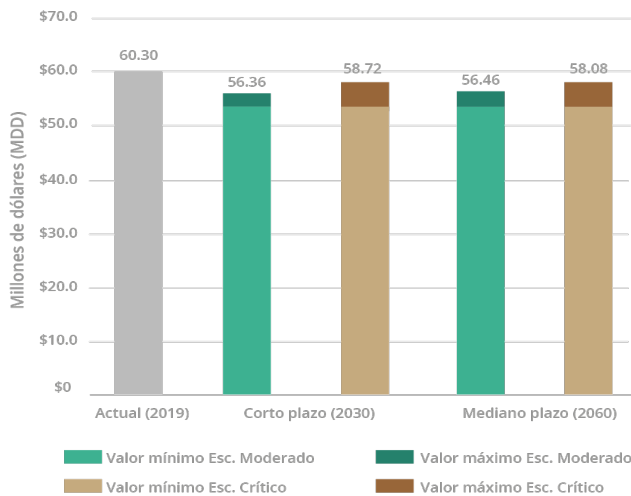
Fuente: Elaboración propia

Al considerar las variaciones de la precipitación por el cambio climático, el valor de la AAL presentó una reducción entre el 2.62% y 10.39% a corto plazo (2030); y una disminución entre el 3.69% y 11.50% a mediano plazo (2060), respecto al 2019 (Figura 39). Es decir, en general habría una disminución ligera del riesgo de inundación en el futuro.

Estos resultados muestran que las variaciones de la precipitación podrían generar un nivel de inundación muy similar al modelo actual o incluso menor, pues habrá menor precipitación en el destino. Sin embargo, es importante considerar que se pueden presentar eventos de lluvia críticos, que pudieran causar inundaciones severas e inesperadas.

Dadas las limitaciones de los modelos probabilistas utilizados en los cálculos, sólo se está mostrando la pérdida promedio anual para la amenaza de inundación pluvial. Sin embargo, podemos suponer que la pérdida asociada a eventos extremos deberá ser superior a la pérdida promedio.

Figura 39. Pérdida promedio anual ocasionada por inundación en los activos empresariales e infraestructura estratégica.



| Pérdida Actual (2019) | |
|------------------------------|---------------------|
| Referencia | |
| \$60.30 MDD | |
| Pérdida Corto plazo (2030) | |
| Escenario moderado | Escenario crítico |
| \$53.83 – \$56.36 MDD | \$54.03 – 58.72 MDD |
| Pérdida Mediano plazo (2060) | |
| Escenario moderado | Escenario crítico |
| \$54.03 - \$56.46 MDD | \$53.36 – 58.08 MDD |

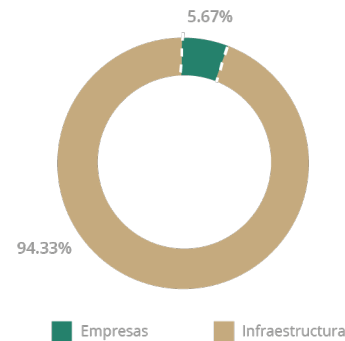
Fuente: Elaboración propia

Deslizamiento de laderas

El riesgo más alto actual (2019), a corto (2030) y mediano plazo (2060) es para la infraestructura, con un promedio de 94.33% de la AAL contra el 5.67% de los activos empresariales.

La AAL por el deslizamiento de laderas en 2019 para los activos empresariales y la infraestructura estratégica fue de \$14.50 MDD. Este monto equivale al 0.01% del valor físico de los activos. Como se puede observar en la Figura 40, la mayor pérdida se concentra en la infraestructura.

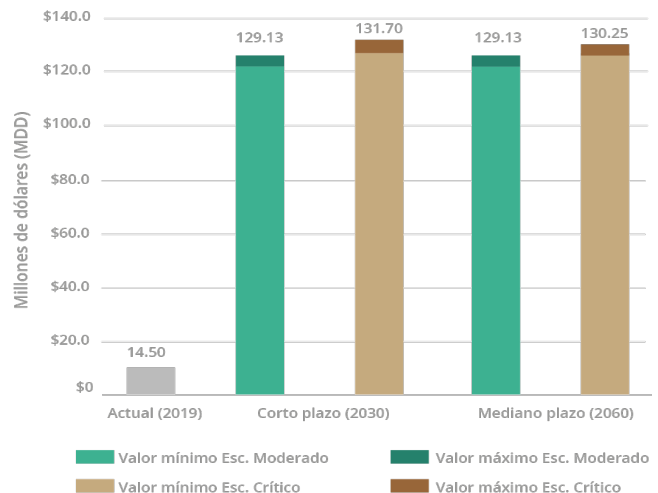
Figura 40. Distribución de pérdida promedio anual por deslizamiento de laderas para los activos empresariales y la infraestructura estratégica en el modelo actual (2019).



Fuente: Elaboración propia.

Al considerar las variaciones de la precipitación por el cambio climático, el valor de la AAL presentó un aumento entre 744.36% y 781.94% para el corto plazo (2030); y un aumento menor entre 750% y 772.24% a mediano plazo (2060), respecto al 2019 (Figura 41). En este caso el incremento resultó en este orden de magnitud debido a que la intensificación de la amenaza coincide con la exposición de la infraestructura estratégica.

Figura 41. Pérdida promedio anual ocasionada por el deslizamiento de laderas en los activos empresariales e infraestructura estratégica.



| Pérdida Actual (2019) | |
|------------------------------|-------------------------|
| Referencia | |
| \$14.50 MDD | |
| Pérdida Corto plazo (2030) | |
| Escenario moderado | Escenario crítico |
| \$126.09 – \$129.13 MDD | \$126.73 – \$131.70 MDD |
| Pérdida Mediano plazo (2060) | |
| Escenario moderado | Escenario crítico |
| \$126.95 - \$129.13 MDD | \$125.15 – \$130.25 MDD |

Fuente: Elaboración propia

Viento huracanado

La pérdida promedio anual por viento huracanado para los activos empresariales del destino turístico de Riviera Nayarit-Jalisco fue de \$10.24 MDD. Este monto equivale al 0.20% del valor físico de los activos, y representa la prima acumulada para todos los activos empresariales que se analizaron. Por su parte, la infraestructura estratégica presentó una pérdida promedio de \$0.790 MDD.

El análisis de la amenaza por viento se realizó con la modelación de 302 escenarios. El análisis del escenario crítico dio como resultado una pérdida de \$63.30 MDD en los activos empresariales y de \$4.31 MDD en la infraestructura estratégica.

Por su ubicación y características geográficas, las costas de la Riviera Nayarit-Jalisco han sido afectadas por ciclones tropicales desde que se registran estos eventos. Sin embargo, si consideramos el crecimiento de las manchas urbanas, zonas turísticas y residenciales en las últimas décadas, esta zona del país es de las que puede presentar mayor riesgo ante estos eventos.

Un caso emblemático en esta región es el arribo del huracán Kenna en el 2002. En este último caso, las velocidades máximas sostenidas fueron de 270 km/h lo que provocó importantes daños a la infraestructura hotelera y comercial, tanto en construcciones frente a la costa como en inmuebles a decenas de metros de ésta.

Otro caso importante por mencionar es el Huracán Patricia (H5-2015), catalogado como el huracán más intenso que se haya registrado en el Pacífico, superando los 300 km/h. Afortunadamente este huracán no impactó en Puerto Vallarta, provocando menos daños de los esperados. Sin embargo, nos recuerda que el riesgo está latente.

Marea de tormenta

La pérdida promedio anual por marea de tormenta para los activos empresariales del destino turístico de Riviera Nayarit-Jalisco fue de \$18.96 MDD. Este monto equivale al 0.40% del valor físico de los activos, y representa la prima acumulada para todos los activos empresariales que se analizaron. Por su parte, la infraestructura estratégica presentó una pérdida promedio de \$0.120 MDD, que equivale al 0.03% del valor expuesto.

El análisis de la amenaza por marea se realizó con la modelación de 159 escenarios históricos y simulados. El modelo extremo como resultado una pérdida de \$24.57 MDD en los activos empresariales y de \$0.667 MDD en la infraestructura estratégica, 0.5% y 0.18% de su valor expuesto, respectivamente.

Debido a que un huracán genera daños por diversos eventos hidrometeorológicos, por ejemplo: el viento, la marea de tormenta y oleaje, la lluvia directa e inundaciones, en muchas de las ocasiones, no es posible separar a qué tipo de eventos se deben las pérdidas económicas que se presentan. Esto se observa principalmente en un hotel cercano o frente a la costa donde todas estas amenazas impactan de manera directa.

De alguna manera, dentro de los modelos probabilistas, es posible conocer esta proporción de pérdidas si partimos de eventos independientes, aunque como mencionamos en el párrafo anterior, en la realidad, un ciclón tropical es un conjunto de eventos. En este contexto, y siguiendo los resultados de los modelos probabilistas, podemos ver que un evento como el Huracán Kenna, podría generar pérdidas de más de 25 millones de dólares en la zona de estudio, únicamente por el impacto de la marea de tormenta.

Cabe mencionar que los resultados no contemplan las proyecciones de cambio climático, debido a la falta de compatibilidad metodológica. Lo anterior significa que, a partir de los cuatro modelos de cambio climático utilizados, se tomaron de base datos dentro del país para lluvia; sin embargo, para el caso de huracanes, se requieren datos de, al menos, la variación de la presión atmosférica en todo el océano bajo los mismos criterios que la precipitación utilizada, es decir, para los cuatro modelos de cambio climático.

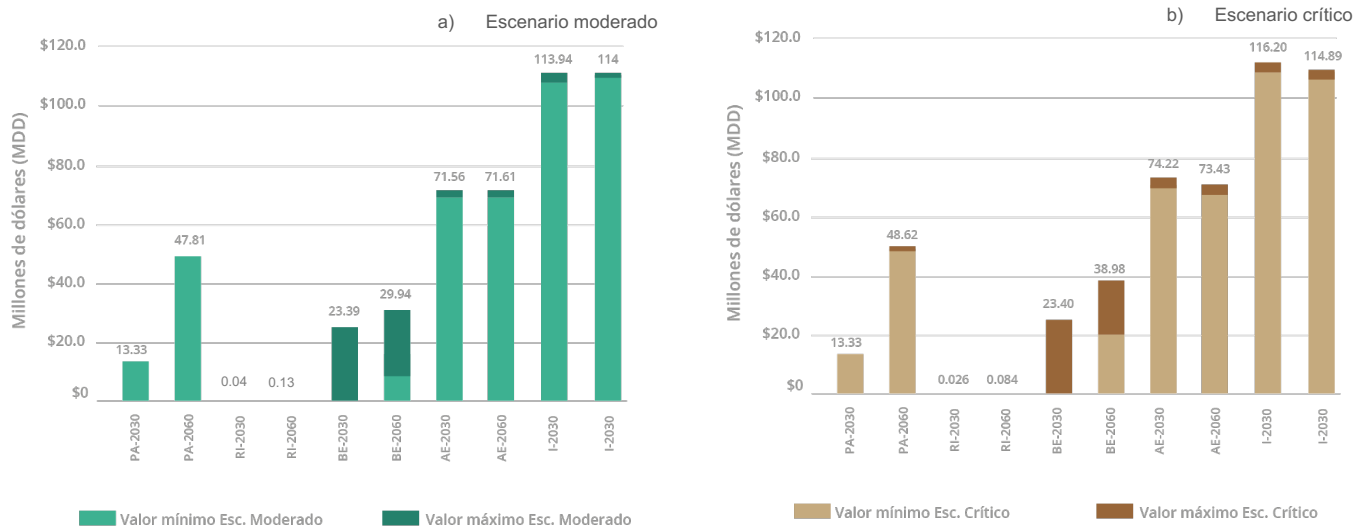
Riesgo económico global para Riviera Nayarit - Jalisco

El riesgo económico anual podría rondar entre \$194.09 y 227.19 MDD a corto plazo (2030), y entre \$244.92 y \$276.05 MDD a mediano plazo (2060).

Las variaciones en la temperatura y la precipitación que se esperan en los próximos años podrían tener importantes repercusiones en la continuidad de servicios ecosistémicos, como la provisión de agua, la regulación de inundaciones, el deslizamiento de laderas y la belleza escénica.

En la Figura 42 se muestran los rangos de distribución de las pérdidas o ganancias que podrían esperarse por los impactos del cambio climático en los activos naturales, los activos empresariales y la infraestructura estratégica del destino. Los valores máximos y mínimos se presentan para los escenarios moderado y crítico a corto (2030) y a mediano plazo (2060).

Figura 42. Comparativo del riesgo económico anual a corto (2030) y mediano plazo (2060) para el sector turismo.



Costo Adicional Provisión de Agua (PA), Pérdida en Regulación de Inundaciones (RI), Pérdida en Belleza Escénica (BE), Pérdida en Activos Empresariales (AE), Pérdida en Infraestructura Estratégica (I).

Fuente: Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

©ADAPTUR/Mariana Rodríguez Aguilera

Los impactos del cambio climático en la Riviera Nayarit-Jalisco podrían ocasionar pérdidas anuales entre 194.08 y \$227.18 MDD a corto plazo (2030); y entre \$244.87 y \$276 MDD a mediano plazo (2060). Esto al considerar un escenario crítico en el que no se implementan medidas de mitigación y adaptación.

Uno de los aspectos que se debe remarcar es que el daño al servicio de provisión de agua y regulación de inundaciones no solo se debe por cambio climático, sino también por las malas prácticas de manejo que se han realizado como la sobreexplotación de los acuíferos y el cambio de uso de suelo, que se han realizado durante décadas. Bajo este panorama, los riesgos podrían aumentar y traer efectos en cascadas que afecten no solo la economía, sino también la convivencia social y la salud humana.

El cambio climático en la Riviera Nayarit-Jalisco podría ocasionar a corto plazo (2030); un incremento de hasta el 52% en el costo para proveer agua; una reducción del 17% del beneficio económico que recibe de los manglares por afectación en el servicio de regulación de inundaciones; y una reducción del 0.01% del beneficio económico por la afectación al servicio de belleza escénica.

La pérdida del servicio de provisión de agua es un riesgo clave para la operación de los hoteles y el abastecimiento de la población en RNJ. En este sentido el acuífero de Puerto Vallarta y su población son lo que se encuentran en mayor riesgo ya que su acuífero presenta actualmente un déficit. El costo de proveer agua se podría incrementar hasta en un 52% a corto plazo (2030), y en un 188% a mediano plazo (2060).

Por otro lado, las variaciones de la precipitación por el cambio climático, que se estima será menos lluvia, podrían reducir el riesgo de inundaciones y deslizamiento. Esto beneficiará a los activos empresariales, pues tendrán menos riesgos de sufrir daños directos. Sin embargo, la variación de la precipitación, y los efectos que tenga sobre el suelo, podrían incrementar el riesgo para la infraestructura estratégica. De forma adicional pueden presentarse casos atípicos de lluvias en cortos periodos de tiempo que afecten de manera negativa.

El análisis de los deslizamientos mostró que la reducción en la precipitación relacionada con el cambio climático modificará las zonas susceptibles al deslizamiento, incrementando su área de afectación. Sin embargo, se debe considerar que los resultados son regionales y será necesario realizar estudios puntuales en esas zonas.

Para reducir el riesgo económico en la Riviera Nayarit-Jalisco, se requieren acciones conjuntas, no solo al interior del sector turismo, sino en colaboración con el gobierno, sociedad y expertos académicos.

Algunas de las siguientes recomendaciones son:

Soluciones de Adaptación basadas en Ecosistemas

- Generar esquemas de protección y restauración en los ecosistemas montañosos, por ej. en la Sierra El Cuale y la Sierra de Vallejo para garantizar las funciones hidrológicas.
- Fomentar acciones de conservación y restauración como manejo forestal sustentable, establecimiento de UMAs y/o ADVCS, restauración de suelo y agua (reforestación integral), para asegurar los servicios ambientales hidrológicos.
- Proteger y restaurar sistemas estuarinos, como Laguna El Quelele, y Estero El Salado.
- Desarrollar esquemas de protección para humedales, como Boca de Tomates–Boca Negra (desembocadura Río Ameca), Careyeros, La Lancha, Litibú y San Francisco.
- Adecuación de prácticas productivas, como agroforestería, mejoramiento de praderas, cercos vivos, manejo sustentable de potreros.

Soluciones habilitadoras para la adaptación

- Fomentar actividades que permitan la diversificación del turismo desde una perspectiva de turismo de naturaleza.
- Implementar una política público-privada para el manejo de la zona costera.
- Establecer una capacidad de carga metropolitana del destino en relación con sus ecosistemas, así como una capacidad de carga de la actividad turística en zonas marinas como Islas Marietas, Los Arcos y zonas de refugio de las ballenas jorobadas.
- Fortalecer el marco normativo local para evitar el cambio de uso de suelo desordenado.
- Fortalecer los lineamientos locales relacionados con el ordenamiento ecológico y turístico del territorio.
- Desarrollar y promover incentivos fiscales para la implementación de medidas que permitan la adaptación a los efectos adversos del cambio climático y acciones que privilegien la conservación de los recursos naturales y los servicios que brindan los ecosistemas.
- Desarrollar el marco legal y los instrumentos de políticas públicas en materia de cambio climático en el estado de Nayarit y los municipios que conforman la cuenca considerando una estrategia de adaptación y reducción de la vulnerabilidad de todos los sectores.

- Fortalecer el marco legal existente en materia de Cambio Climático en el Estado de Jalisco y los municipios que integran la cuenca.
- Desarrollar un marco regulatorio o lineamientos que permitan desarrollar políticas públicas en materia de ordenamiento ecológico y turístico territorial, cambio climático, conservación y desarrollo turístico e inmobiliario de manera inter- municipal, e interestatal.
- Identificar y en su caso establecer esquemas de financiamiento y mecanismos de compensación para la implementación de medidas de adaptación y conservación de los activos naturales.
- Implementar el Programa Municipal de Cambio Climático del Municipio de Puerto Vallarta y el Programa de Acción Climática Municipal de Bahía de Banderas, reconociendo estrategias y recomendaciones de estos.
- Actualización del Atlas de Riesgos de los municipios que conforma la cuenca del destino turístico.
- Generar esquemas de capacitación que permita desarrollar y fortalecer las capacidades locales para atender los efectos del Cambio Climático, asegurando la participación del sector privado.
- Desarrollar esquemas de comunicación que informen y sensibilicen a turistas y visitantes, así como al personal que trabaja en los destinos, respecto a la importancia para el turismo de la conservación de los ecosistemas y los servicios que brindan.
- Así mismo, dar a conocer las acciones que en conjunto sector privado, gobierno y diversos actores realizan en esta materia.

6. GLOSARIO



Activos naturales: Todos aquellos recursos naturales (ecosistemas, especies emblemáticas) que permiten el funcionamiento de una empresa y forman parte de su oferta turística.

Activos empresariales prioritarios: Comprende las obras básicas, generalmente de acción estatal, en materia de accesos, comunicaciones, abastecimientos de agua, eliminación de desechos, puertos, aeropuertos, etc.

Adaptación: Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos (LGCC, 2018).

Adaptación basada en Ecosistemas: La utilización de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, como parte de una estrategia más amplia de adaptación, para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático (IUCN, 2012).

Amenaza climática: La amenaza climática se refiere a un evento climático extremo que puede alterar el bienestar social, económico y ambiental de un sector/población.

Cambio climático: Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables (LGCC, 2018). El cambio climático considera la temperatura promedio superficial del aire y superficial

del mar, por encima de un periodo de 30 años (Allen et al., 2018).

Capacidad adaptativa: Conjunto de capacidades, recursos e instituciones de un país o región que permitirían implementar medidas de adaptación eficaces (SEMARNAT, 2013).

Destino Turístico: El lugar geográficamente ubicado que ofrece diversos Atractivos Turísticos.

Impactos de cambio climático: Se refiere a los efectos del cambio climático causados en sistemas humanos y naturales (IPCC, 2018).

Servicios ecosistémicos: Los beneficios tangibles e intangibles generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto y para que proporcionen beneficios al ser humano (SEMARNAT, 2013).

Soluciones AbE: Acciones enfocadas a manejar, proteger y conservar los activos naturales como una estrategia para minimizar el riesgo por el cambio climático y asegurar la continuidad de los negocios.

Vulnerabilidad: Nivel a que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del Cambio Climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa (LGCC, 2018).

7. REFERENCIAS

©ADAPTUR/Mariana Rodríguez Aguilera

ADAPTUR. (2018). ¿A qué somos vulnerables? (Resumen de estudios de vulnerabilidad en 10 destinos turísticos estratégicos, SECTUR, 2015). Sitio web: https://www.adaptur.mx/pdf/IS_adaptur_vulnerabilidadGUA_FL.pdf

ANIDE. (2014). Estudio de la vulnerabilidad y programa de adaptación ante la variabilidad climática y el cambio climático en diez destinos turísticos estratégicos, así como propuesta de un sistema de alerta temprana a eventos hidrometeorológicos. Sección VI. Vulnerabilidad del destino turístico Puerto Vallarta. SECTUR-ANIDE-ESTUR-CONACYT. Sitio web: <http://www.sectur.gob.mx/wp-content/uploads/2014/09/SECCION-VI.-PUERTO-VALLARTA.pdf>

Appendini, C., Meza-Padilla, R., Abud-Russell, S., Proust, S., Barrios, R., & Secaira-Fajardo, F. (2019). Effect of climate change over landfalling hurricanes at the Yucatan Peninsula. 157, 469-482. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10584-019-02569-5>

CONAGUA. (2018). Actualización de la disponibilidad media de agua en el acuífero Puerto Vallarta (1427) Estado de Jalisco. 2019, de SIGAGIS-CONAGUA. Sitio web: <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/jalisco/jalisco.html>

CONAGUA. (2018). Actualización de la disponibilidad media de agua en el acuífero Zacualpan-Las Varas (1427) Estado de Jalisco. 2019, de SIGAGIS-CONAGUA. Sitio web: <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/jalisco/jalisco.html>

CONAGUA. (2018). Actualización de la disponibilidad media de agua en el acuífero Valle de Banderas (1807) Estado de Nayarit. 2019, de SIGAGIS-CONAGUA. Sitio web: <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/nayarit/nayarit.html>

CONAGUA. (2018). Actualización de la disponibilidad media de agua en el acuífero Punta de Mita (1808) Estado de Nayarit. 2019, de SIGAGIS-CONAGUA. Sitio web: <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/nayarit/nayarit.html>

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1998). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics*, 25, 3-15. 2019, Sitio web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800998000202?via%3DIihub>

Ehrlich, P. R. (2005). Sustainability: Millennium assessment of human behavior. *Science*, 309, 562-563. 2019. Sitio web: <https://science.sciencemag.org/content/309/5734/562>

European Environment Agency. (2019). Structure of CICES. 2019, de EEA Sitio web: <https://cices.eu/cices-structure/>

Gobierno del Estado de Jalisco. (2018). PROGRAMA MUNICIPAL DE CAMBIO CLIMÁTICO DE PUERTO VALLARTA. 2019, de Gobierno del Estado de Jalisco. Sitio web: <http://peacc.jalisco.gob.mx/Proyecto%20PEACC.PDF>

INEGI. (2014). Censos Económicos 2014. 2019, de INEGI. Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2014/>

INEGI. (2018). Marco geoestadístico 2018. 2019, de INEGI Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/default.html#Descargas>

INEGI. (2018). Red Nacional de Caminos 2018. 2019, de INEGI Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463674641>

INECC. (2018). Sexta Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático. 2019, de INECC Sitio web: <http://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion-nacional-acerca-de-cambio-climatico/>

INEGI. (2019). CUENTA SATÉLITE DEL TURISMO DE MÉXICO, 2018. Presentado en COMUNICADO DE PRENSA NÚM. 700/19. 2019, de INEGI. Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/StmaCnntaNaI/CST2018.pdf>

INEGI. (2019). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUUE). 2019, de INEGI Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denuue/> IPCC. (2012). Glosario. 2019, de IPCC Sitio web: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_WGII_glossary_ES.pdf

IPCC. (2013). CAMBIO CLIMÁTICO 2013 Bases físicas Resumen para responsables de políticas, Resumen técnico y Preguntas frecuentes. 2019, de IPCC Sitio web: https://archive.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf

IPCC. (2014). Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. 2019, de IPCC Sitio web: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wgII_spm_es-1.pdf

IPCC. (2014). CAMBIO CLIMÁTICO 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer. 2019, de IPCC Sitio web: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

IPCC. (2018). Calentamiento global de 1.5 °C. 2019, de IPCC Sitio web: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf

Mendoza Ontiveros, MM, Hernández Espinosa, R., y Osorio García, M. (2018). El Centro Integralmente Planeado (Cip) Litibú (Nayarit) y sus efectos en la comunidad de Higuera Blanca: Paradojas, reacciones y negociaciones. *Turismo y Sociedad*, 22, 65-84. <https://doi.org/10.18601/01207555.n22.04>

Penna, J. A., & Cristeche, E. (2008). La valoración de servicios ambientales puesta al Cambio Climático. 2019, de UICN Sitio web: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2012-004.pdf> SECTUR. (2019). Resultados de la Actividad Turística 2018. 2019, de DATATUR. Sitio web: [https://www.datatur.sectur.gob.mx/RAT/RAT-2018-12\(ES\).pdf](https://www.datatur.sectur.gob.mx/RAT/RAT-2018-12(ES).pdf)

SEDEMA. (2017). Impactos y costos económicos del Cambio Climático. 2019, de CENAPRED. Sitio web: http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/Costos_cambio_climatico_vf.pdf

SEMARNAT. (2018). Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bial de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 2019, de Biblioteca Digital de Cambio Climático Sitio web: <http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/handle/publicaciones/117>