

Puerto de Manzanillo: Gestión de Riesgos Climáticos



Copyright © 2015 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NºComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igolegalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando crédito al BID. No se permiten obras derivadas.



Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

Puerto de Manzanillo: Gestión de Riesgos Climáticos

Manzanillo, México



CONSULTORIA TECNICA, S.C.



WorleyParsons



ACCLIMATISE
building climate resilience



BID
Mejorando vidas

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES



MANZANILLO
COORDINACIÓN GENERAL DE
PUERTOS Y MARINA MERCANTE

© 2015, Banco Interamericano de Desarrollo

ELABORADO POR

Richenda Connell y Laura Canevari
Acclimatise Group Limited

Chris Coleby, Stewart Wright, John N. Robertson, Will Morgan, Antonio Cerezo, Alvaro Rivero, Guadalupe Ugarte, Robert Larson y Christopher Carr
WorleyParsons

Richard Washington
Universidad de Oxford

Eduardo Saucedo y Efrén Ramírez
Consultoría Técnica

Marcelo Olivera
Universidad Autónoma Metropolitana

Austin Becker
Universidad de Rhode Island

Agradecemos a los miembros del equipo del Banco Interamericano de Desarrollo Joana Pascual, Melissa Barandiarán, Gmelina Ramírez, Amado Crotte, Ernesto Monter Flores y Juan-Pablo Martínez-Molina por todas las contribuciones y comentarios que han aportado durante la elaboración de este documento.

Los autores de este reporte desean agradecer a la API de Manzanillo todo su apoyo y colaboración durante la elaboración de este estudio, especialmente a Rosa Aurora Quiroz Dahas, Alejandro Abundis Santamaría, Roberto López Ceballos, Zayda Armenta, Berenice López, Juan Manuel de los Santos, Juan Carlos Córdova Estrada y Francisco Santana Roldán.

Este estudio fue realizado con el apoyo de la Corporación Financiera Internacional (CFI). El líder técnico del mismo fue Vladimir Stenek, CFI, Grupo Banco Mundial

Así mismo, los autores desean agradecer a las siguientes entidades por sus contribuciones:

Comunidad portuaria
APASCO, CEMEX, CONTECON, FRIMAN, GRANELERA, HAZESA, LA JUNTA, MARFRIGO, MULTIMODAL, OCUPA, PEMEX, SSA, TIMSA, USG, Capitanía de Puerto, Ayuntamiento de Manzanillo, FERROMEX.

Estado de Colima
Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Colima (IMADES), Centro Universitario de Gestión Ambiental (CEUGEA, Universidad de Colima), Secretaría de Desarrollo Urbano del Estado de Colima,

Entidades del Gobierno Federal
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Instituto Mexicano del Transporte (IMT), Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Secretaría de Marina (SEMAR), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), y Secretaría de Turismo (SECTUR).

DISEÑADO POR

Ana Dorado Infodesign



DERECHOS Y PERMISOS

El material en esta publicación está sujeto a los derechos de autor. Se permite la cita, copia y/o reproducción de cualquier fragmento o de la totalidad de la presente publicación siempre que se mencione su referencia.

La publicación de este informe fue posible gracias al apoyo financiero provisto por el Fondo de Infraestructura (Infrafund) del BID.

Prólogo

Mensaje del Vicepresidente interino del Sector Privado y Operaciones sin Garantía Soberana del Banco Interamericano de Desarrollo

Hans U. Schulz

Los puertos marítimos están localizados en zonas costeras susceptibles a los impactos del cambio climático. En el año 2050, según nuestras estimaciones, el aumento del nivel del mar, el incremento de temperatura y los cambios en el régimen de precipitaciones se traducirán en un costo anual de aproximadamente 2-4% del PIB de América Latina y el Caribe (“ALC”)¹. El cambio climático ya ha empezado a alterar la disponibilidad de recursos, la oferta y demanda de productos y servicios, el desempeño de activos físicos, lo cual hace urgente fortalecer las prioridades en políticas públicas sobre cambio climático. De no considerar al cambio climático en las estrategias de inversión pueden verse afectados los rendimientos financieros, además de la gestión de riesgos no financieros tales como el desarrollo económico, y los asuntos ambientales y sociales. Estimamos que los 340 fenómenos meteorológicos extremos observados en el período 2007-2012 en ALC dejaron un saldo de casi 8.000 muertos, afectaron a más de 37 millones de personas y conllevaron pérdidas económicas de más de US\$32.000 millones. Las personas de bajos ingresos y las mujeres son desproporcionadamente afectadas por el cambio climático.

Más del 80 por ciento de los bienes comercializados en todo el mundo son transportados por vía marítima. Los puertos de los países en desarrollo manejan más del 40 por ciento del total del tráfico de contenedores, del cual una parte importante se refiere a la exportación de bienes producidos en dichos países². El sector de transporte e infraestructura marítima es fundamental para el crecimiento del comercio en la mayoría de ALC. La región contabiliza 41.8 millones de TEUs, alrededor del 7% del total mundial³. Dentro de América Latina, México representa el 10.23 por ciento del tráfico portuario total o el tercer lugar.

Siendo México un centro de operaciones neurálgico para la cadena logística de suministro en ALC, es fundamental llevar a cabo una evaluación ex-ante, en colaboración con los proveedores logísticos clave y/o los gobiernos locales para hacer frente a la vulnerabilidad al cambio climático. Así, al tiempo que los puertos en México podrían verse afectados por el cambio climático a nivel local, los cambios en la cadena de suministro y la infraestructura local puede crear perturbaciones adicionales que requieren trabajar conjuntamente en una estrategia de gestión de riesgo y adaptación al cambio climático más amplia.

Concretamente, en el caso del Puerto de Manzanillo, la evaluación de riesgos al cambio climático efectuada mostró que aspectos del rendimiento son propensos a verse afectados de manera significativa por el cambio climático, si no se toman medidas, en concreto: (i) el aumento en la intensidad de las lluvias provocará inundaciones en las conexiones internas por carretera y ferrocarril de acceso al puerto; (ii) el aumento de la sedimentación en la cuenca del puerto obligará a reducir el calado de los buques y el acceso a la terminal, debido a la mayor intensidad en las lluvias; y (iii) el aumento en la intensidad de las lluvias causará un aumento de daños a la infraestructura y el equipamiento debido a las inundaciones.

El objetivo de este estudio es analizar con detalle los riesgos y las oportunidades relacionados con el clima que enfrenta el Puerto de Manzanillo en México. El informe también ofrece un Plan de Adaptación para el Puerto. El Puerto de Manzanillo se convierte una vez más en pionero, al ser el primer estudio de gestión de riesgos climáticos que se realiza para un puerto en su totalidad en ALC.

1. El Cambio Climático y el BID: Creación de Resiliencia y Reducción de Emisiones. Noviembre de 2014 -Banco Interamericano de Desarrollo (BID) http://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6692/CC_SpanishBRIK.pdf?sequence=2.
2. Climate Risk and Business: Ports, Terminal Marítimo Muelles el Bosque -Corporación Financiera Internacional (CFI), Grupo Banco Mundial. http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/cb_home/publications/climaterisk_ports.
3. De acuerdo con una estadística sobre transporte de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de las Naciones Unidas (ONU) <http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/perfil/noticias/noticias/1/53131/P53131.xml&xsl=/perfil/tpl-i/p1f.xsl&base=/perfil/tpl/top-bottom.xsl>.

Mensaje del Director General de la Administración Portuaria Integral de Manzanillo

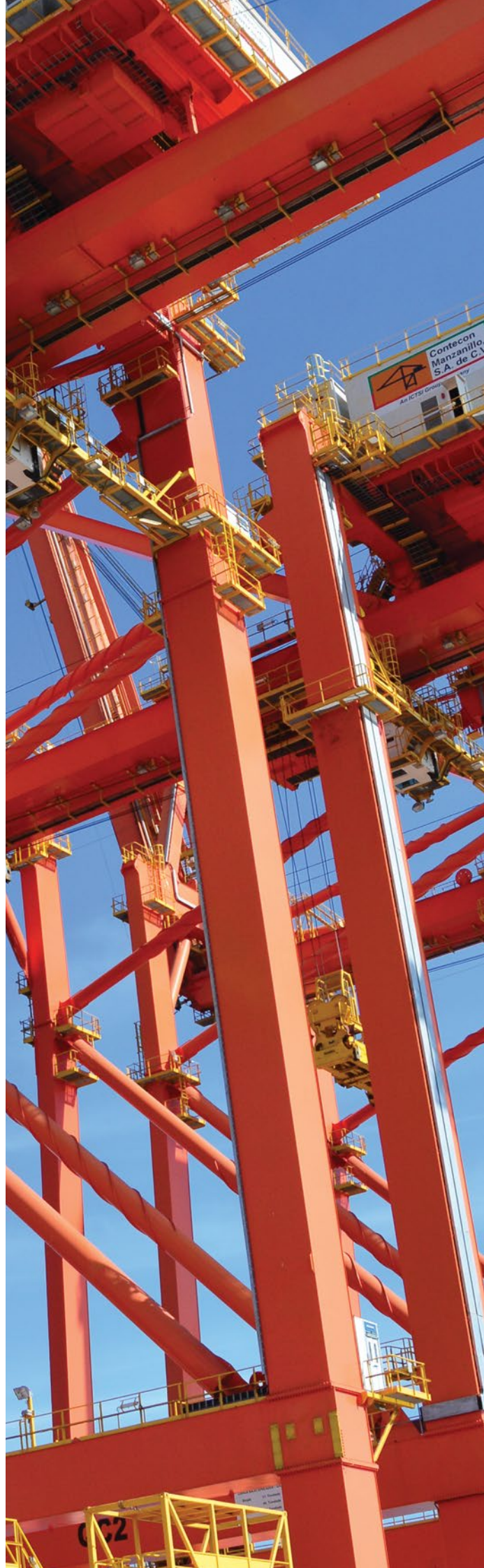
Vicealmirante Jorge Rubén Bustos Espino

Me complace comunicar que para la Administración Portuaria Integral de Manzanillo, S.A. de C.V. haber participado en el estudio: Puerto de Manzanillo: Gestión de Riesgos Climáticos en conjunto con el Banco Interamericano de Desarrollo, fortalece los objetivos y acciones establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 para enfrentar los efectos adversos del Cambio Climático.

El contenido de este estudio, sin duda servirá de guía para determinar prioridades y programas con el fin de alentar prácticas de adaptación y de mitigación destinadas a reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, con procesos más sustentables y amigables con el medio ambiente en la Comunidad Portuaria de Manzanillo.

Nos comprometemos a incluir este estudio como parte de la estrategia, planes y las acciones cotidianas de nuestro desempeño.

Nuestro agradecimiento a todas las Instituciones, Dependencias Federales, Estatales y Municipales, Terminales y Prestadores de Servicios Portuarios que hicieron posible este estudio, primero en su tipo para un Puerto Mexicano, quienes de manera generosa y transparente compartieron información, experiencia y buenas prácticas en la utilización de sistemas y tecnologías orientados a una operación con bajas emisiones de carbono.



Índice

Esta publicación ofrece un resumen de los resultados del Estudio de Identificación de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático para el Puerto de Manzanillo. Los resultados completos se encuentran en el reporte final, en el cual se analizan en detalle los riesgos y oportunidades generados por el cambio climático para el Puerto de Manzanillo. En la medida de lo posible, los análisis incluyen proyecciones de los impactos económicos generados por el cambio climático para el puerto para las próximas décadas. Para los riesgos más importantes, el reporte ofrece análisis de rentabilidad en relación a posibles inversiones que puedan hacerse en medidas de adaptación y evalúa cuándo se podrían implementar dichas acciones.

Las metodologías utilizadas para el desarrollo de estos análisis son descritas en detalles en el reporte final. Se ofrece así mismo material adicional en los apéndices adjuntos al reporte.

Introducción	10
El Puerto de Manzanillo, México	12
Variabilidad y cambio climático en Manzanillo	14
Condiciones hidrológicas y oceanográficas	18
Criterios que definen el éxito del puerto sujetos a riesgos generados por el cambio climático	22
Almacenamiento de bienes	24
Manejo de bienes	26
Daños a equipos portuarios	30
Requisitos de mantenimiento	32
Servicios portuarios	34
Rutas de comercio	36
Desempeño ambiental	40
Desempeño social	42
Patrones de consumo y demanda	44
Competencia con otros puertos	46
Efectos de acuerdos/compromisos nacionales e internacionales para reducir emisiones de gas efecto invernadero (GEI)	48
Evolución del mercado de seguros	50
Resumen de impactos económicos y financieros generados por el cambio climático para el Puerto de Manzanillo	52
Plan de adaptación	58
Políticas e instrumentos gubernamentales para la adaptación en México	60
Plan de inclusión de actores involucrados	62
Limitaciones de este estudio	70

Introducción

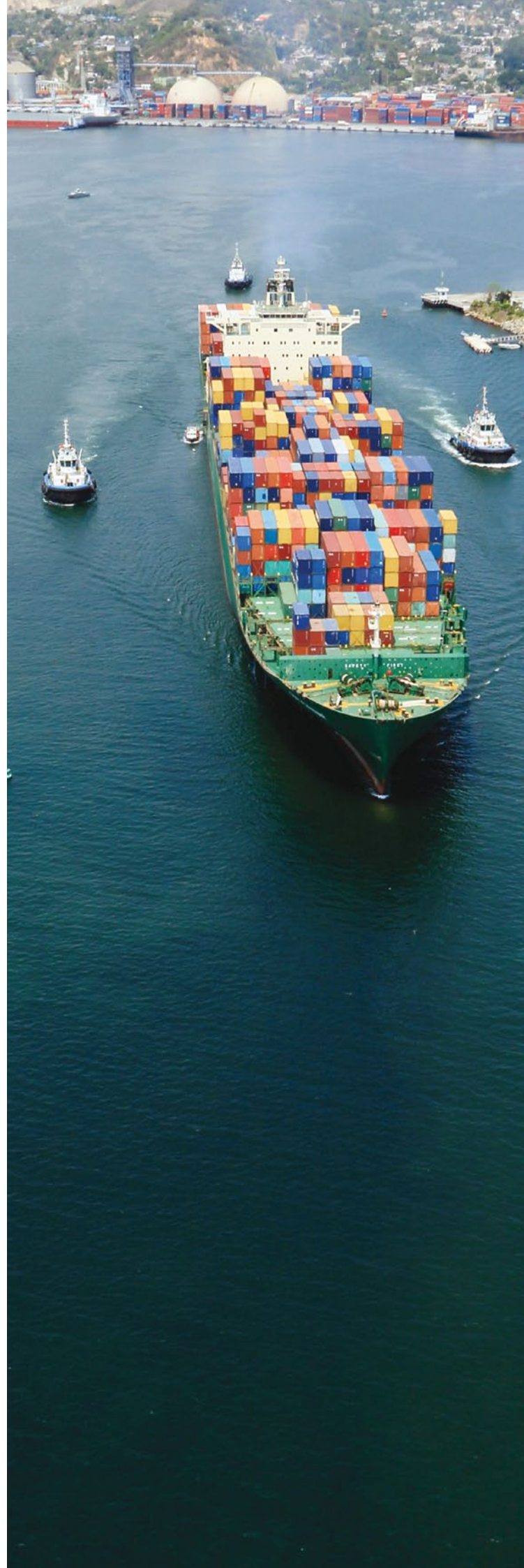
El cambio climático es una realidad. Las temperaturas globales y los niveles del mar están aumentando y eventos extremos tales como las sequías, ondas de calor y tormentas son cada vez más frecuentes. Aunque se dieran reducciones significativas en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el mundo se verá afectado por cambios inevitables.

Si los riesgos no son abordados adecuadamente, los impactos de la variabilidad y del cambio climático podrían afectar de manera significativa a los puertos alrededor del mundo y a aquellos actores que dependen de las actividades portuarias.

Por lo general se usa el término 'adaptación' para describir una gran gama de acciones que pueden ser implementadas para reducir la vulnerabilidad al cambio climático.

Los puertos son comúnmente considerados como altamente vulnerables a los impactos del cambio climático ya que se encuentran ubicados en áreas costeras que pueden verse afectadas por aumentos en el nivel del mar y cambios en la intensidad de los regímenes de olas y tormentas. Estas variables climáticas, así como otras variables incluyendo incrementos en las temperaturas y cambios en los patrones de lluvias, pueden afectar la infraestructura y los equipos de los puertos, reduciendo su rendimiento operacional, poniendo en riesgo el funcionamiento de equipos que controlan los niveles de contaminación de actividades portuarias y poniendo en riesgo la salud ocupacional de sus trabajadores. Impactos externos como por ejemplo cambios en la economía global pueden así mismo afectar flujos de comercio que pasan por el puerto y por lo tanto sus ingresos.

Teniendo en cuenta estas problemáticas, puede concluirse que el desarrollo de estudios para evaluar los riesgos generados por el cambio climático y de planes de adaptación son una prioridad tanto para los puertos como para las economías de los países en los que los puertos prestan sus servicios. La actividad portuaria tiene en efecto un rol importante a jugar en la economía actual, globalizada y altamente interconectada. Actúan como centros de comercio nacional e internacional, brindando ambientes adecuados para el intercambio comercial y apoyo para el desarrollo económico de los países. El Puerto de Manzanillo, localizado en el Estado de Colima, México, es internacionalmente reconocido como uno de los principales puertos de carga a nivel global.





El Banco Interamericano de Desarrollo (IADB) ha desarrollado una alianza estratégica con la Administración Portuaria Integral de Manzanillo S.A. de C.V. como parte de una iniciativa de cooperación técnica para promover prácticas sustentables en el puerto. Tomando en cuenta los posibles impactos que puede generar el cambio climático en la actividad portuaria, esta cooperación técnica incluye la preparación de un estudio de evaluación de riesgos y oportunidades generados por el cambio climático en el Puerto de Manzanillo así como el desarrollo de un Plan de Adaptación para el puerto.

El estudio ha buscado responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué riesgos y oportunidades representa el cambio climático para el puerto?
- ¿Cómo puede el puerto manejar los riesgos climáticos, y las incertidumbres que éste genera, de manera económicamente óptima, tomando en cuenta objetivos ambientales y sociales?
- ¿Cómo pueden desarrollarse y explotarse las oportunidades que genera el cambio climático?
- ¿Cuáles son los factores climáticos clave que debe tener en cuenta la API de Manzanillo para mantener sus niveles de competitividad y desarrollar su estrategia de desarrollo en el mediano y largo plazo?
- ¿Cómo deberían priorizarse y ordenarse las acciones de un plan de adaptación?
- ¿Dónde podría la API de Manzanillo trabajar en colaboración con otros actores para administrar de la mejor forma posible los riesgos del cambio climático y sacar ventaja de las oportunidades?

El Puerto de Manzanillo, México

El puerto de Manzanillo está localizado en la costa del Pacífico mexicano en el Estado de Colima (ver Figura 1). Es un hub importante para el tráfico regional y es considerado el puerto más importante en el Pacífico mexicano. Es además considerado uno de los diez puertos más grandes e importantes del continente americano y el segundo más importante para el Pacífico latinoamericano.

Su área de influencia incluye a más de 15 de los estados de México, que juntos representan el 60% del PIB nacional y el 42% de la población de México.

En los últimos años el puerto se ha posicionado como punto clave para el manejo de carga contenerizada en México, manejando el 60% de la carga contenerizada que pasa por el Pacífico mexicano y el 46% de toda la carga contenerizada en el país. Además del manejo de carga contenerizada, el puerto ofrece servicios portuarios e instalaciones para el manejo de otras líneas de negocio (ver la Tabla 1).

El puerto es administrado por la Administración Portuaria Integral de Manzanillo (API Manzanillo) S.A. de C.V., agencia federal fundada en 1994 con una concesión por

50 años para administrar, promover, construir y mantener el puerto. Cuenta con 14 terminales operadas bajo concesión por inversionistas de capital privado.

El puerto tiene 14 terminales bajo un sistema de concesión las cuales son administradas por inversionistas con capital privado.

Roles y responsabilidades en la gestión del puerto son compartidos por API Manzanillo y las terminales. API Manzanillo es responsable de la gestión general de las instalaciones portuarias, incluyendo el mantenimiento de vialidades internas, manejo de la aduana, infraestructura general, equipos, muelles y áreas de descarga y consolidación. API Manzanillo es también la entidad responsable de mantener el desempeño ambiental en las áreas portuarias.

Sus principales fuentes de ingreso se relacionan a servicios de:

- Atraque y amarre y acoplamiento
- Carga y descarga
- Muellaje
- Almacenamiento
- Otros servicios portuarios

Las terminales son responsables del mantenimiento de equipos e infraestructura específica como edificios y grúas. Cada terminal tiene protocolos ambientales a seguir, dentro del marco del plan de gestión medio ambiental del puerto. Entre las instalaciones y servicios que se proporcionan en las terminales se destacan los siguientes:

- Una capacidad estática de más de 49.000 TEUs y una capacidad dinámica de más de 2 millones de TEUs.
- Dos terminales especializadas en mineral a granel con una capacidad total de 60.000 toneladas y que pueden cargar/descargar hasta 200 toneladas por hora.
- Compartimentos de congelación que ofrece la terminal especializada en productos pesqueros (MARFRIGO) y que ofrecen un espacio de almacenamiento de hasta 3.500 toneladas.
- Una terminal especializada en carga de contenedores operada por CONTECON, que puede cargar/descargar 3 buques simultáneamente con un desempeño máximo de 120 contenedores por hora por buque.
- Instalaciones para productos agrícolas a granel, que ofrecen cinco silos para almacenamiento.

FIGURA 11

Ubicación del Puerto de Manzanillo



Fuente: Autores de este reporte

- Una de las terminales de productos agrícolas a granel, la Comercializadora LA JUNTA, ofrece servicios de carga de hasta 1.000 toneladas por hora y espacio de almacenamiento de hasta 50.000 toneladas.
- Dos áreas de usos múltiples, para el manejo de carga general y de contenedores y dos congeladores para el almacenamiento de productos perecederos con un total de espacio de almacenamiento de más de 6.000 toneladas para productos frescos.
- Un área de almacenamiento de cemento con una capacidad de 25.000 toneladas, operada por APASCO.
- Dos almacenes operados por CEMEX, uno para el manejo de 50.000 toneladas de clinker y otro para el manejo de 16.000 toneladas de cemento a granel y mercancía a granel general.

Un resumen de cada una de las terminales se ofrece al final de este resumen ejecutivo.

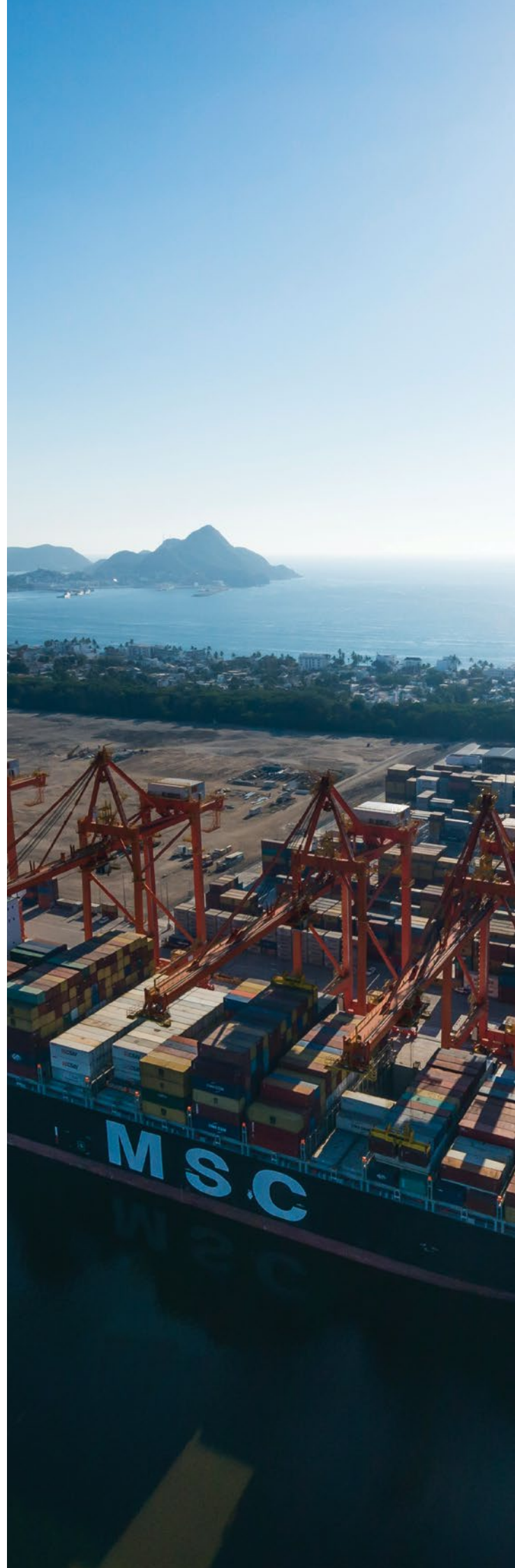
TABLA 1

Carga de acuerdo a cada línea de negocios (2014)

Tipo de carga	Miles de toneladas en 2014
Containers	19.000
Mineral a granel	5.000
Carga general	1.600
Productos agrícolas a granel	1.100
Petróleo y sus derivados	2.750

Fuente: API Manzanillo

Principal entrada de mercancías de comercio exterior en México con una capacidad dinámica de 2.4 MM de TEUs anuales



Variabilidad y cambio climático en Manzanillo

En México se distinguen una estación seca entre diciembre y mayo y una estación de lluvias entre junio y noviembre. Las tormentas tropicales son responsables de la mayor parte de las lluvias durante la estación de lluvias.

En Manzanillo las temperaturas alcanzan los 27°C en los meses de junio a agosto, pero a partir de entonces las temperaturas son más bajas. Los picos en lluvias se dan en el mes de septiembre. Los vientos generalmente no son muy fuertes, excepto cuando una tormenta o un ciclón tropical se encuentra cerca.

Los ciclones y tormentas tropicales causan interrupciones en las operaciones del Puerto de Manzanillo. Analizando las interrupciones ocurridas en el 2014 se nota que solamente ciclones y tormentas tropicales con trayectorias cercanas al puerto (de pocas decenas de kilómetros de distancia) resultaron en interrupciones a las operaciones portuarias. El Noreste Pacífico es la segunda región con mayor número de ciclones a nivel mundial, después del Noroeste Pacífico (ver Figura 2). La costa oeste de México es sujeta a más huracanes que la costa del Golfo de México. El promedio de precipitación anual en México tiene una tendencia decreciente, aunque el número de días con lluvias extremas ha crecido. Las temperaturas en la estación de lluvias están creciendo, así como la velocidad de los vientos para ciertos meses del año. Se espera que estas tendencias continúen con el cambio climático (ver Tabla 2).

Se pronostican precipitaciones medias inferiores y eventos extremos más frecuentes e incrementos en las temperaturas

En el futuro, se espera que la precipitación media sobre el área de Manzanillo disminuya en la estación seca y en la de lluvias. Se espera sin embargo que eventos de precipitación extrema sean más frecuentes debido a la energía generada por el cambio climático en los estratos más bajos de la atmósfera. En el futuro, se proyectan incrementos en las temperaturas de 1°C para la década de 2020, pero que pueden aumentar de hasta 3°C para la década de 2070. Los cambios en la velocidad de los

vientos proyectados son mínimos, pero actualmente las proyecciones generadas por los modelos climáticos no son suficientemente adecuadas.

Los ciclones tropicales tienen una tendencia de migración hacia los polos, a una tasa de 50 Km por década. Es posible que esta tendencia continúe y resulte en un número menor de ciclones tropicales por año sobre el área de Manzanillo (aunque estas proyecciones carecen de un nivel alto de confianza). Se proyecta que la frecuencia de ciclones tropicales disminuya, pero que la fase de mayor intensidad de los mismos se haga más larga. A nivel general se espera que un aumento en la intensidad de los ciclones tropicales resulte en un aumento de la altura de marejadas.

FIGURA 2

Incidencia de ciclones tropicales



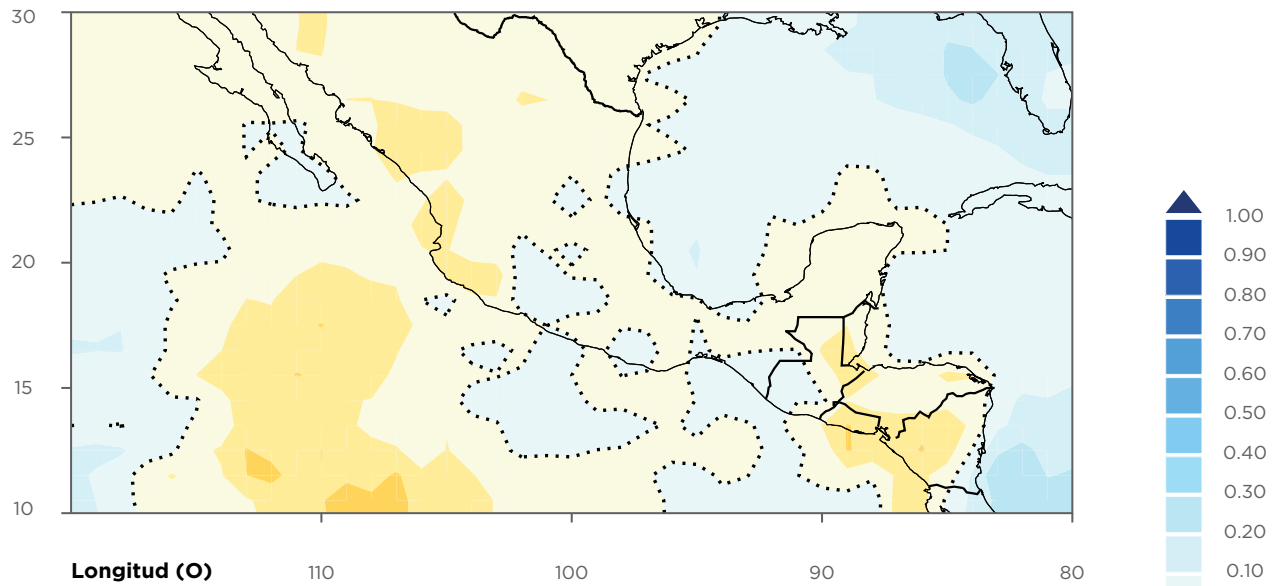
Fuente: Ramsay, H. (2014). Shifting storms. Nature. 509, 290-291

FIGURA 3

Cambios en precipitación durante la estación de lluvias (mm/día) para la década de 2020 y 2040, relativo al período de base (1979-2000)

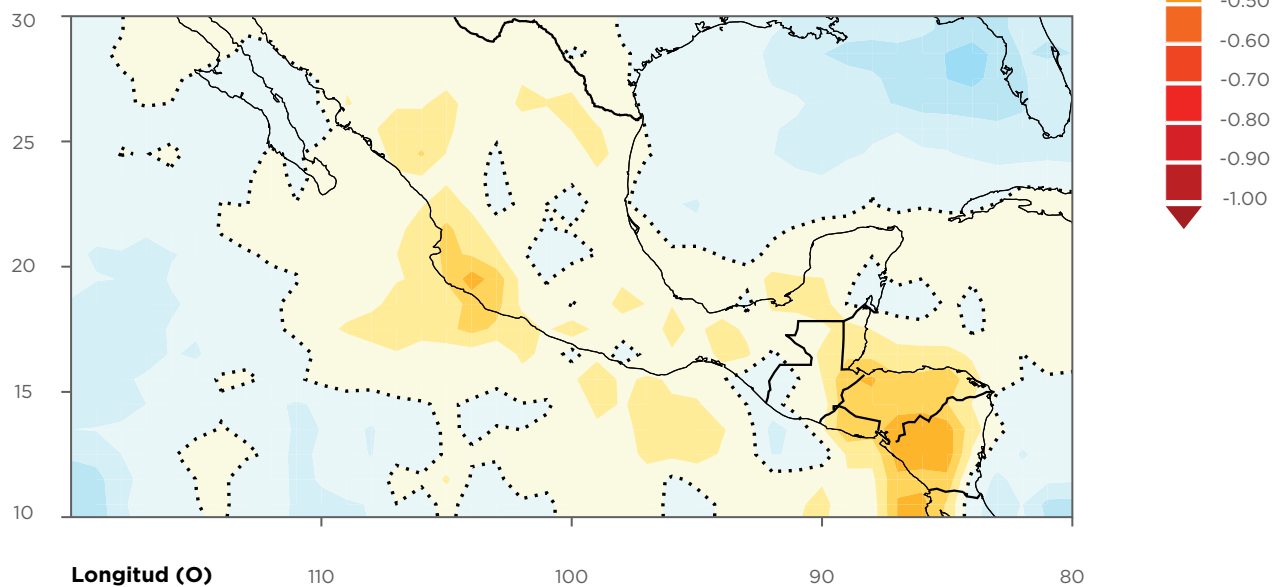
2020

Latitud (N)



2040

Latitud (N)



Fuente: Autores de este reporte

TABLA 2

Condiciones climáticas actuales y futuras en Manzanillo

Variable	Condiciones actuales	Cambios futuros contrastados con condiciones actuales (según la trayectoria del escenario RCP8.5) ⁴			
		2020	2040	2070	Comentarios
Precipitación media en estación seca	Reducciones de menos de 1mm entre 1979 y 2012. (no son estadísticamente significativas)	Reducciones de aprox. 50mm en la estación seca. (-0.3mm por día)	Reducciones de aprox. 90mm en la estación seca. (-0.5 mm por día)	Reducciones de aprox. 126mm en la estación seca. (-0.7mm por día)	La tendencia débil actual hacia condiciones más secas continúa fortaleciéndose en el futuro.
Precipitación media en estación de lluvias	Incremento de aprox. 37mm (1.1mm por año) entre 1979 y 2012. (no son estadísticamente significativas)	Reducciones de aprox. 18mm en la estación de lluvias. (-0.1mm por día)	Reducciones de aprox. 54mm en la estación de lluvias. (-0.3 mm por día)	Reducciones de aprox. 72mm en la estación de lluvias. (-0.4 mm por día)	Tendencia hacia condiciones más secas remplazan tendencia actual (y no estadísticamente significativa) hacia condiciones más lluviosas. La tendencia a reducciones se refuerza en el futuro.
Temperatura media en estación seca	No hay tendencias estadísticamente significativas en temperaturas media, máximas o mínimas.	Incrementos de 1.0°C.	Incrementos de 1.7°C.	Incrementos de 3.1°C.	Incremento en temperatura continúa en el futuro y se acentúa hacia finales del siglo.
Temperatura media en estación de lluvias	Incremento de aprox. 0.5°C entre 1979 y 2012 para temperaturas máximas. No hay tendencias estadísticamente significativas en temperaturas media o mínimas.	Incrementos de 1.1°C.	Incrementos de 1.8°C.	Incrementos de 3.4°C.	Incremento en temperatura continúa en el futuro y se acentúa hacia finales del siglo. Incrementos de temperatura son mayores en la estación de lluvias.
Eventos extremos de precipitación	Incremento de incidencia de lluvias de más de 10mm por día y eventos de 20mm por día están incrementando en Junio.	No se ha hecho un análisis explícito pero se espera que incremente y se asume una tendencia lineal que continúe con la tendencia ya observada.	No se ha hecho un análisis explícito pero se espera que incremente y se asume una tendencia lineal que continúe con la tendencia ya observada. Valores extremos de lluvia para 24hr con periodo de retorno de 1 en 20 años pueden aumentar de un 8%.	No se ha hecho un análisis explícito pero se espera que incremente. Se estiman incrementos de un 10% en los valores de precipitación extrema en un periodo de 24hr y con un periodo de retorno de 20 años.	

Variable	Condiciones actuales	Cambios futuros contrastados con condiciones actuales (según la trayectoria del escenario RCP8.5) ⁴			
		2020	2040	2070	Comentarios
Velocidad del viento	Incremento en la incidencia de vientos de más de 1m/s en Agosto, 2m/s en Marzo y Diciembre, y 3m/s en Febrero, Octubre y Noviembre. Todos estos cambios son relativamente pequeños.	No hay cambios en velocidad media del viento para la estación seca ni la de lluvias.	Cambios mínimos (0.1 m/s) para la estación seca y no se ven cambios para la estación de lluvias.	Cambios mínimos (0.1 m/s) para la estación seca y no se ven cambios para la estación de lluvias.	Cambios en la velocidad media del viento resultan de cambios en los patrones de circulación a gran escala y no por eventos meteorológicos localizados.
Ciclones tropicales	Tendencia observada de movimiento migratoria hacia los polos.	Es posible que la tendencia observada continúe y que esto conlleve a una menor incidencia de ciclones tropicales sobre manzanillo (nivel de confianza en esta predicción es baja).			Se espera una reducción en la frecuencia pero un incremento en la duración de intensidad máxima. No es posible hacer comentarios sobre las trayectorias.

Fuente: Autores de este reporte

4. Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés) son escenarios a futuro de concentraciones en los niveles de gas efecto invernadero, aerosoles y gases químicamente activos que se encuentran en la atmósfera y que son usados para el desarrollo de escenarios futuros de cambio climático. RCP 8.5 corresponde a la trayectoria de concentración de gases en el rango más alto, donde los niveles de Forzamiento Radiativo sobrepasan los 8.5 W m⁻² para el año 2100, relativo a los niveles preindustriales.

Condiciones hidrológicas y oceanográficas

Hidrología

El Puerto de Manzanillo es un punto focal de descarga para zonas adyacentes. Modificaciones generadas por procesos de urbanización han modificado el sistema hidrológico aún más, incrementando las descargas al puerto durante eventos de lluvias extremas.

Debido a la acumulación de sedimentos en los sistemas de drenaje de la ciudad de Manzanillo y a la falta de superficies permeables, no siempre hay capacidad suficiente para contener los flujos de agua y esto conlleva a que casi todos los años se presenten inundaciones por lluvia en el área de ingreso al puerto y de las vías internas.

Debido al cambio climático se espera que haya un incremento en eventos extremos de precipitación y por lo tanto un incremento en descargas en el sistema de drenaje portuario para la década de 2050. Se proyecta que la probabilidad de inundaciones sea, para la década de 2050, dos veces mayor. Para el 2050 la infraestructura que ha sido construida considerando periodos de retorno de 1 en 100 años actualmente podrá proteger solamente de eventos con periodo de retorno de 1 en 60 años (ver Figura 4).

Oceanografía

Se registra un aumento en el nivel del mar en Manzanillo de 3.3mm por año. Si esta tendencia continúa en el futuro esto puede resultar en un aumento del nivel del mar de 0.12m para la década de 2050 (ver Figura 5).

Para capturar una amplia gama de escenarios futuros se desarrollaron un escenario moderado y uno 'acelerado' en base a datos del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático para emisiones GEI altas y bajas. Estos indican aumentos del nivel del mar de 0.13m y 0.16m para la década de 2050 (o 0.36m y 0.66m para el 2100).

Eventos de marejadas pueden ser significativos en Manzanillo, con alturas actuales de 2.52m para eventos con periodo de retorno de 1 en 250 años y de 2.85m para eventos de 1 en 500 años. La probabilidad de marejadas más altas puede aumentar en el futuro con un incremento en la intensidad de tormentas tropicales. Sin embargo no hay datos disponibles para estimar de manera precisa cambios en las trayectorias de las tormentas en las zonas cercanas a Manzanillo.

La altura media y máxima del oleaje puede incrementar moderadamente en el este del Pacífico tropical. Bajo un escenario alto se espera un incremento en altura máxima del oleaje de 0.12m y de la altura media del oleaje de 0.08m.

- Una necesidad creciente de dragado de mantenimiento
- Mayor mantenimiento a los colectores por ejemplo la limpieza de las trampas de sedimento
- Impactos en el aumento en las actividades de dragado para permitir el acceso a los buques a las terminales

Un incremento de 8% en el asentamiento de sedimento debido al aumento de la intensidad de las precipitaciones tendría un costo de \$864.000 MXN adicionales por año para realizar el dragado para la década de 2050. El aumento en el nivel medio del mar reduciría estos costos adicionales los cuáles se ubicarían entre 86.400 y 108.000 MXN anuales.

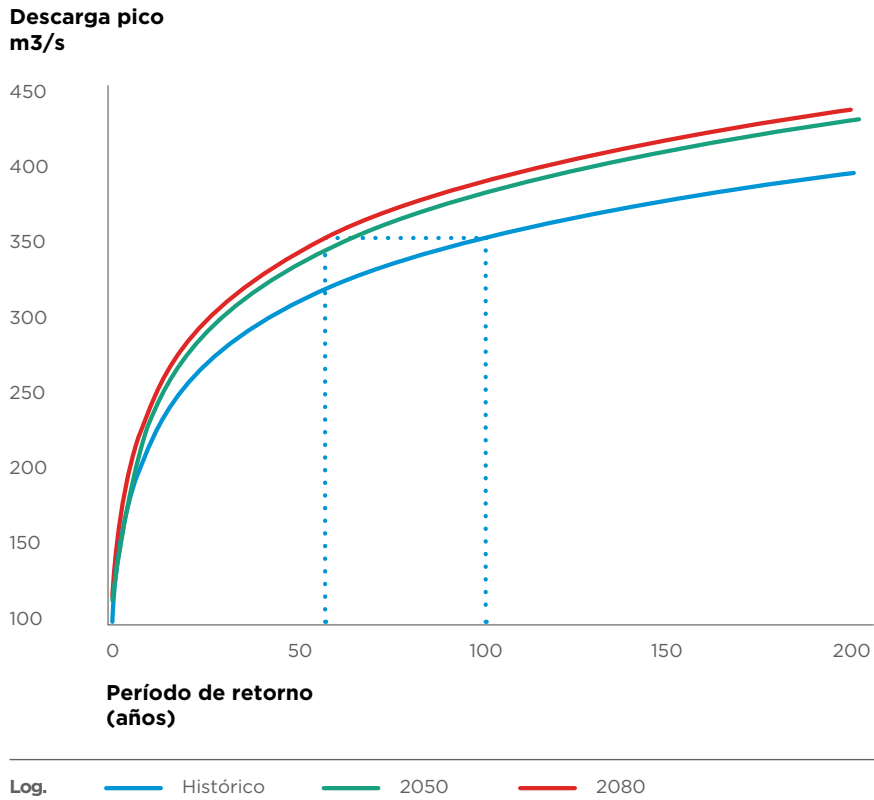
Se espera un aumento sustancial del nivel del mar

Los costos totales anuales en 2014 para el dragado de mantenimiento rondaron los 19.5 millones MXN (4.5% del gasto operativo de API Manzanillo). Un incremento proporcional de 8% en el asentamiento de sedimento costaría 1.6 millones MXN extra por año para 2050. Un aumento del 50% en la intensidad de las lluvias resultaría en 9.7 millones MXN adicionales por año.

Los retrasos en las terminales debido a las actividades del buque de dragado se estima que cuesten 233.884 MXN por hora a lo largo de todas las terminales presentes. Se estima un incremento de 8% en retrasos y sus costos asociados para la década de 2050.

FIGURA 4

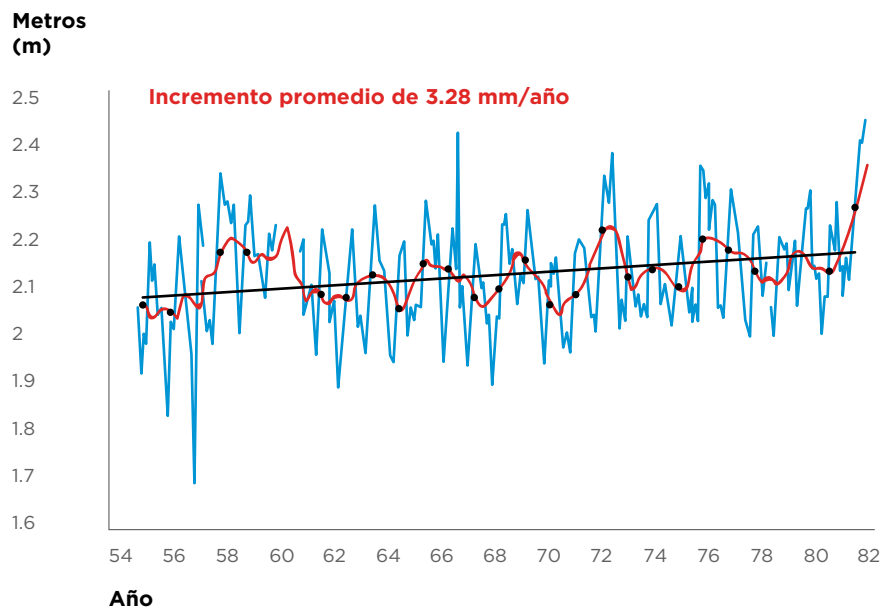
Cambios en picos de descargas



Fuente: Autores de este reporte

FIGURA 5

Aumento del nivel del mar observado en Manzanillo (1954 a 1982)



Fuente: INECC/PEACC Colima



TABLA 3

Condiciones hidrológicas y oceanográficas actuales y futuras para Manzanillo

Variable	Condiciones actuales	Cambios futuros contrastados con condiciones actuales	Comentarios
Picos de flujos hidrológicos	Pico de flujo actual estimado para un evento de 1 en cada 100 años es de 350m ³ /s.	Incremento para la década de 2050 de los valores extremos de lluvia en 24hr con periodo de retorno de 1 en 20 años pueden aumentar de un 8%. Eventos de picos de flujo que actualmente tienen un periodo de retorno de 1 en 100 años tendrán un periodo de retorno de 1 en 50 años para la década de 2050.	Cambios en picos de flujo hidrológicos y periodos de retorno incrementan proporcionalmente al incremento del 8% en valores extremos de lluvia en 24hr con periodo de retorno de 1 en 20 años. Lluvias extremas más frecuentes y de mayor intensidad pueden afectar tasas de sedimentación de manera no lineal.
Aumento medio del nivel del mar	Aumento de 3.3mm por año	Para la década de 2050, incremento de 0.13m (moderado, trayectoria RCP 2.6) y de 0.16 (peor caso, trayectoria RCP 8.5). Para 2100, incremento de 0.36m (trayectoria moderada) y 0.66m (peor caso, trayectoria RCP 8.5).	Algunos estudios sugieren aumentos del nivel del mar más extremos, de entre +1.79m y +2.4m para el 2100.
Altura media y máxima del oleaje	Aumento significativo en altura del oleaje de 0.96m (en base a datos de 2008 a 2015) Altura máxima de oleaje registrada es de 4.85m.	Incremento altura media del oleaje de 0.08m para el 2100 (trayectoria RCP 8.5). Incremento altura media del oleaje de 0.12m para el 2100 (trayectoria RCP 8.5).	Se espera que el incremento de la altura del oleaje sea moderado en Manzanillo. Altura máxima del oleaje está relacionada con actividad de ciclones tropicales.
Altura sobrelevación de tormentas (marejadas)	1.47m para eventos de 1 en 100 años. 2.85m para eventos de 1 en 500 años.	En base a proyecciones que estiman incrementos en la intensidad de tormentas tropicales, aumenta la probabilidad de marejadas mayores.	Eventos que actualmente ocurren en 1 cada 100, 250 y 500 años se harán más frecuentes en el futuro.

Fuente: Autores de este reporte

Crterios que definen el éxito del puerto sujetos a riesgos generados por el cambio climático

Existen ciertos criterios que definen el rendimiento de los puertos y que pueden verse afectados por el cambio climático, como se ilustra en la Figura 6.

Estos criterios se relacionan a los elementos de la cadena de activos y actividades tanto internas como externas y definen su éxito comercial. Incluyen:

- Rutas de comercio y demanda por servicios portuarios
- Navegación y atraque
- Manejo de bienes
- Almacenamiento de bienes
- Movimiento de vehículos y trabajadores
- Despacho y transporte más allá del puerto

En el caso del Puerto de Manzanillo, la evaluación de riesgos climáticos encuentra que algunos de los aspectos que afectan el rendimiento del puerto pueden ser afectados por el cambio climático, incluyendo:

- Interrupciones en las operaciones debido a fuertes lluvias que ocasionan inundaciones en la ruta de ingreso al puerto y en las vías ferroviarias.
- Incremento en niveles de sedimentación en las dársenas generado por aumentos de lluvias fuertes, que pueden reducir el nivel de calado para embarcaciones e impedir su acceso adecuado a las terminales.
- Incremento de lluvias fuertes que puede causar daños a la infraestructura y al equipo portuario debido a posibles inundaciones.

El Puerto de Manzanillo se encuentra en una bahía natural protegida y por lo tanto no se presentan problemas de atraque en la mayor parte del Puerto. Solamente en el caso de la terminal de PEMEX, ubicada afuera del puerto principal, se presentan problemas de atraque, debido a los efectos del oleaje y los vientos.

No se identificaron problemáticas específicas en lo que respecta a la navegación y llegada de embarcaciones al puerto.

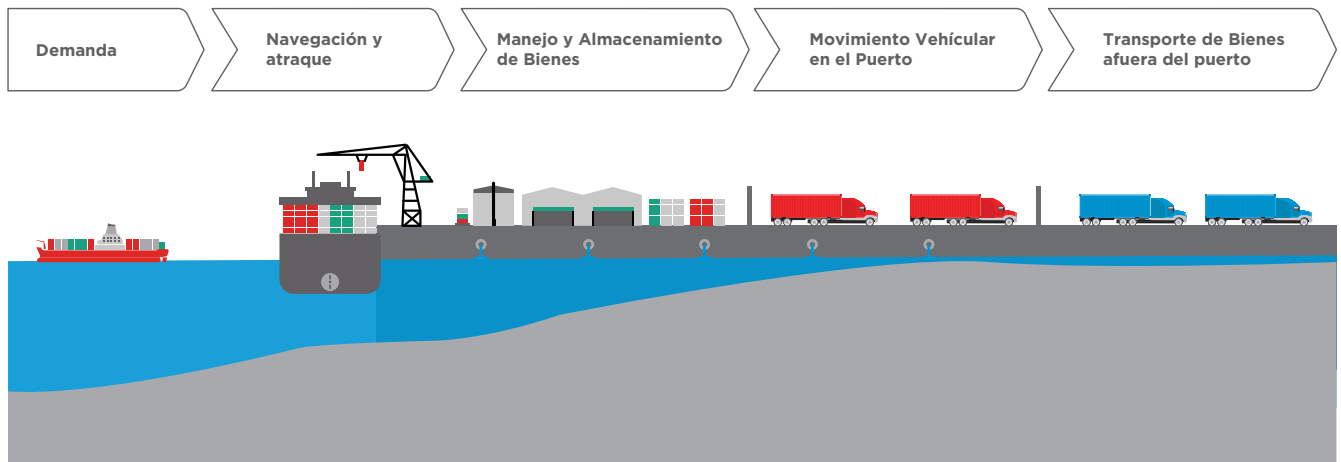
En el almacenamiento de bienes, la mayor parte de las terminales que usan reefers pueden ser afectadas por incrementos no muy grandes de costos energéticos, debido a un incremento de la temperatura ambiente. Este no es sin embargo un riesgo que afecta a todas las terminales. Sin embargo, en el caso de terminales con áreas especializadas en el almacenamiento de productos refrigerados o congelados, el aumento en los costos energéticos puede ser mucho mayor.

Se considera que las inundaciones costeras en las áreas de manejo y almacenamiento de bienes representa un riesgo importante solamente durante eventos extremos de marejadas. Para el 2040 la terminal MARFRIGO podría verse afectada por marejadas de tormenta con periodos de retorno de 1 en 250 años estimados para el 2040 y tomando en cuenta efectos del cambio climático, ya que es la terminal con los muelles menos elevados. Se considera que otras terminales no estén expuestas a un riesgo por marejada antes de la década del 2070. Daños causados por inundaciones costeras causadas por marejadas serán cubiertas bajo las pólizas de seguros.

Vientos extremos no representan un riesgo significativo en el manejo de bienes ya que el puerto es cerrado antes de que umbrales de operamiento sean alcanzados. Ciclones tropicales de categoría 4 y 5 pueden representar

FIGURA 6

Modelo conceptual de la gestión de mercancías y actividades



Fuente: Autores de este reporte, adaptada de Stenek, V. et al. (2011). Climate risk and business: Ports. Terminal Marítimo Muelles el Bosque, Cartagena Colombia. Executive Summary.

un riesgo y conllevar a daños en las grúas, pero no es posible cuantificar cambios en la actividad de estos eventos para el futuro.

No se considera que el cambio climático genere riesgos mayores que afecten la capacidad de API Manzanillo de mantener su rendimiento medioambiental, debido a los sistemas de gestión actuales y al hecho que API Manzanillo está asegurada en caso de incumplimiento, por una póliza acordada con SEMARNAT.



Cambios en la intensidad de lluvias representan un riesgo importante para puertos alrededor del mundo ya que conlleva en muchos casos a eventos de inundación de las áreas de almacenamiento.

Incrementos de temperatura pueden resultar en aumentos de costos energéticos para áreas de almacenamiento de productos refrigerados. Esto, más cambios en precipitación, pueden afectar la incidencia de plagas, corrosión, moho y enfermedades.

Niveles de polvo en áreas afectadas pueden incrementar bajo condiciones más secas, calurosas y de mayor viento.

El acceso a recursos hídricos y energéticos también puede estar a riesgo, especialmente en países más vulnerables y con alta dependencia en generación hidroeléctrica. La generación de energía térmica depende de procesos de enfriamiento del agua. Puede verse afectada por incremento de las temperaturas y niveles de cauces más bajos.

Contratos con utilidades deberían ser revisados para determinar derechos prioritarios sobre recursos y asegurar continuidad de la oferta. Auditorías energéticas que tomen en cuenta incrementos de la temperatura pueden ayudar a identificar oportunidades para ahorros energéticos. Los impactos generados por el polvo deberán ser monitoreados y evaluados y medidas de mitigación deberán ser actualizadas y tomar en cuenta cambios en las condiciones actuales.

Costos energéticos de refrigeración

En el Puerto de Manzanillo las terminales con instalaciones para efectos de refrigeración y congelamiento y las terminales que manejan reefers o contenedores refrigerados pueden estar expuestas a incrementos de la temperatura.

Información de MARFRIGO, terminal que gestiona el centro de almacenamiento especializado en pescado refrigerado, muestra una correlación estadísticamente significativa entre la temperatura media y el costo energético promedio mensual para la terminal (Figura 7). Incrementos de 1°C en la temperatura pueden llevar a un aumento del 5% en los costos energéticos de refrigeración.

En base a las proyecciones que muestran incrementos de la temperatura en el futuro para el área de Manzanillo, se pueden estimar incrementos de costos energéticos de refrigeración para la terminal MARFRIGO del 9% (bajo un escenario medio de incremento de temperatura) y del 14% (bajo un escenario de incremento de la temperatura más extremo) para la década de 2040.

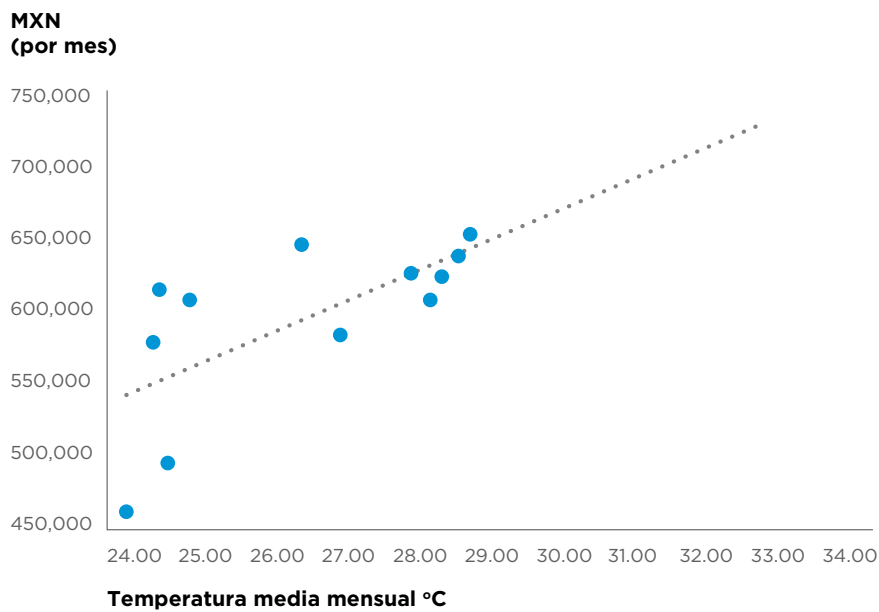
Para todas las terminales con instalaciones de refrigeración o congelamiento especializadas (MARFRIGO, FRIMAN y TIMSA) el impacto económico de un aumento de las temperaturas en las necesidades energéticas para mantener áreas de enfriamiento puede ser significativo y merece que medidas e inversiones que ayuden a disminuir estos efectos sean consideradas seriamente.

Para las otras terminales con reefers, los costos de enfriamiento son menores así que no se considera que el incremento de la temperatura represente un riesgo muy alto para las mismas, ni para el puerto en general.

La medida de adaptación más importante es implementar mejoras tecnológicas en el curso de los años. Por ejemplo, reefers modernos pueden reducir costos energéticos de hasta un 65%. Se puede también explorar si algunos costos energéticos pueden ser transferidos a los clientes y así mismo evaluar cómo aislar los sistemas eléctricos para reducir la incidencia de cortos de energía en los reefer y por ende costos adicionales para re enfriarlos. El reporte de Huella de Carbono 2015 para el Puerto de Manzanillo ofrece información de las auditorías energéticas. Se pueden hacer revisiones adicionales sobre usos de la energía en el puerto que tengan en cuenta incrementos de la temperatura. Así mismo, los cambios climáticos deberán ser considerados cuando se evalúen fuentes de energía alternativas para el puerto.

FIGURA 7

Relación entre la temperatura media y costos energéticos



$Y = 21305X + 25713$ $R^2 = 0.4601$

Fuente: Autores de este reporte



Velocidades de vientos extremas, lluvias extremas y rayos pueden afectar la operatividad de las grúas. El manejo de mercancías sensibles al contacto con el agua como carga mineral y agrícola a granel puede verse afectado por cambios en la frecuencia e intensidad de las lluvias.

Temperaturas altas pueden tener efectos positivos o negativos. En regiones frías las condiciones para operaciones portuarias pueden mejorar; en regiones tropicales los trabajadores pueden verse afectados de manera negativa por ondas de calor y estrés térmico.

Opciones de adaptación incluyen el monitoreo de los efectos de cambios climáticos en los equipos operativos en uso. Procedimientos para el manejo de carga pueden ser revisados y actualizados para que tomen en cuenta el cambio climático.

Interrupción de manejo de mercancías a causa de la lluvia

Eventos de lluvia pueden interrumpir las operaciones de manejo de bienes en dos formas:

- Para terminales que manejan carga mineral y agrícola a granel, incluso una lluvia ligera puede suspender las operaciones de manejo de bienes ya que la calidad del producto puede verse mermada, y por ende, por ejemplo, se cierran las compuertas de los buques; y
- Las operaciones de grúa para los contenedores se detienen durante lluvias fuertes debido a la reducción de visibilidad para los operadores de las grúas y de los montacargas.

Las condiciones en el puerto son cada vez más secas en general; sin embargo las lluvias intensas también son más comunes. Si la tendencia observada continúa en el futuro, se espera que haya una reducción del 23% del número de días de lluvia en el puerto para la década de 2040 y así mismo un incremento del 90% en la frecuencia de días con lluvia extrema.

El análisis económico muestra que los efectos de ambas tendencia son mínimos. Interrupciones operacionales para el manejo de carga contenerizada debido a lluvias extremas podría aumentar de un 0.1% actual a un 0.2% en la década de 2040. Se puede considerar un incremento en áreas para manejo de bienes cubiertas que protejan las operaciones de las fuertes lluvias, así como una revisión de los procedimientos para el manejo de mercancías bajo condiciones climáticas adversas.

El hecho de que las condiciones generales sean más secas puede ser un aspecto positivo para las terminales que manejan carga a granel y puede resultar en menos interrupciones.

Se incluyen dentro de las opciones de adaptación para el manejo de incremento en la intensidad de lluvias la provisión de más áreas cubiertas para el manejo de bienes y la revisión de manuales y procedimientos para el manejo de bienes bajo condiciones climáticas adversas (como en los procedimientos de consolidación y descarga en camiones y vagones del tren).

Inundaciones costeras

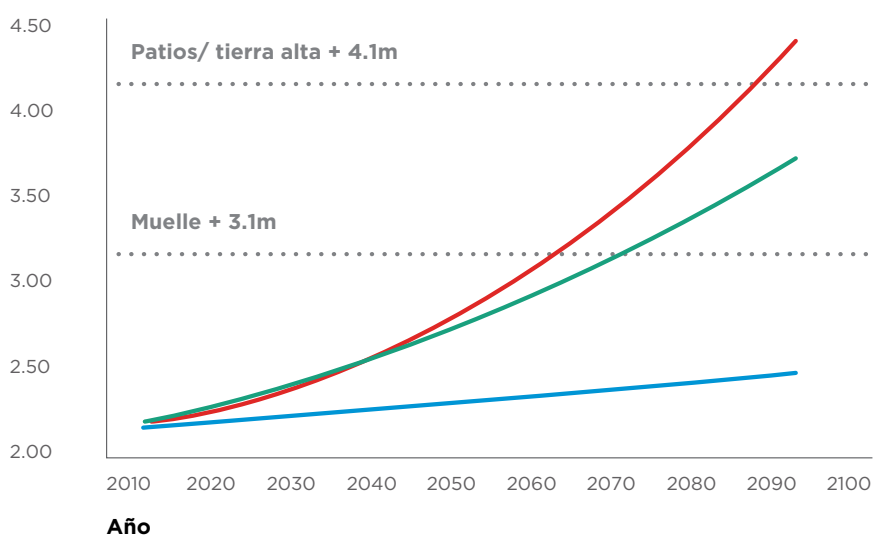
Para el 2040 y bajo un escenario moderado de aumento del nivel del mar combinado con un evento de marejada de 1 en 200 años, la terminal MARFRIGO puede verse



FIGURA 8

Aumento del nivel del mar para el 2100 bajo escenario observado, moderado y en el peor de los casos, combinado con varios períodos de retorno de marejada. La figura indica también la altura de los muelles de las terminales en Manzanillo

Nivel máximo del mar (m)



Observado + 1 en 100 PR

RCP 2.5 + 1 en 250 PR

RCP 8.5 + 1 en 500 PR

Fuente: Autores de este reporte

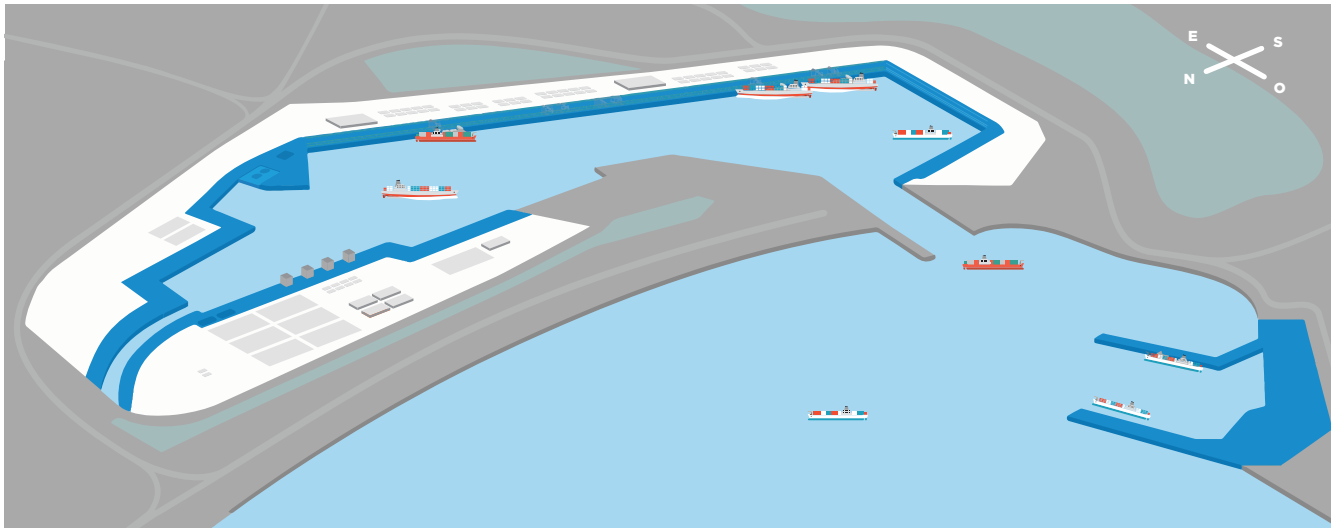
FIGURA 9

Inundación por marejada bajo un escenario moderado de aumento del nivel del mar, para un periodo de retorno de 1 en 250 años, proyectado a 2070. Las áreas que serían afectadas se muestran en azul oscuro

Ejemplo #2 - 2070s

RCP 2.6 + 1 en 250 oleada de tempestad

Sólo indicativas - no a escala



Fuente: Autores de este reporte

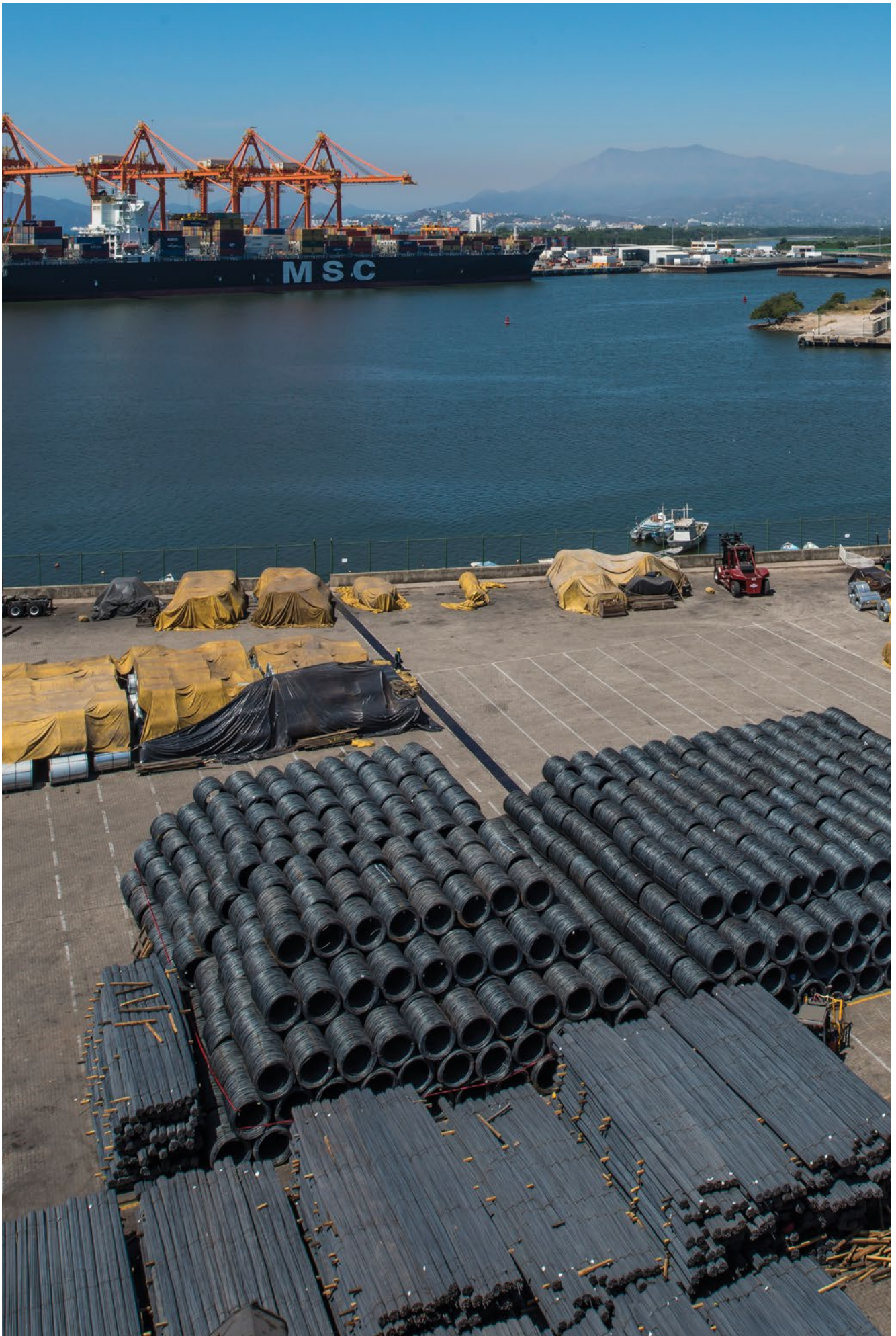
expuesta a niveles de inundación costera serios (profundidad de más de 0.3m), ya que su muelle está a tan sólo 2.1m sobre el nivel del mar (ver Figura 8).

Inundaciones costeras en los muelles de otras terminales (+3.1m s.n.m) representan un problema solamente a partir del 2070, bajo un escenario moderado de aumento del nivel del mar con un evento de marejada de 1 en 200 años (ver Figura 9).

Inundación general de los patios y tierra seca del puerto ocurriría solamente para el peor de los escenarios de aumento del nivel del mar, combinado con un evento de marejada de 1 en 500 años, y resultaría en una inundación de aproximadamente 0.11m de profundidad para el 2100.

Las pérdidas y daños por inundaciones generadas por casos extremos de marejada son generalmente cubiertos por los seguros de póliza. Sin embargo, se pueden también considerar opciones físicas y operacionales como aumentar la altura de los muelles (a largo plazo), mantener defensas costeras naturales provistas por los manglares y re-equipar equipos e infraestructura vulnerable.

Vientos extremos no representan un riesgo importante en el manejo de bienes ya que la Capitanía de Puertos hace cerrar el puerto antes de que los umbrales máximos de operamiento de los equipos sean alcanzados.



Daños a equipos portuarios

Daños a la infraestructura y equipos pueden ocurrir en el corto plazo (por ej. debido al poder destructivo de las tormentas) o a largo plazo, debido a eventos incrementales como el aumento del nivel del mar.

La infraestructura, los edificios y los equipos pueden ser afectados por vientos extremos. Los vientos afectan a las grúas y despegan estructuras ligeras lo cual puede causar daños a la infraestructura.

Marejadas y el aumento del nivel del mar pueden dañar muelles y embarcaderos y afectar las bases de la infraestructura. Oleaje fuerte generado por los vientos puede mover y desalojar carga contenerizada.

Intrusiones de agua salina debido al aumento del nivel del mar puede corroer materiales y equipos. Inundaciones en estaciones eléctricas pueden ocasionar corto circuitos, pérdida de electricidad y fuegos.

Opciones de adaptación incluyen sistemas de alerta temprana y planes de contingencia. Paredes permanentes o temporales pueden proteger equipos sensibles en contra del viento. El diseño de estándares para las grúas y otras infraestructuras pueden ser revisadas y la infraestructura en general reforzada para que resista mejor a eventos extremos.

Sistemas eléctricos vulnerables deben ser aislados para resistir al agua, especialmente si se encuentran bajo tierra.

Defensas para reducir riesgo de erosión e inundaciones deben ser revisadas y planes de gestión de riesgo de inundación deben estar al día, teniendo en cuenta tanto medidas de ingeniería como medidas en base a ecosistemas.

Inundación por lluvias

Debido a eventos de inundación por lluvias actuales, los costos de mantenimiento y reparación para daños de vialidades internas y del área de aduanas son hoy el costo más importante de mantenimiento para API Manzanillo, a excepción de los costos de dragado. Además del impacto económico para las terminales debido a la interrupción de operaciones que estos eventos generan, los costos de limpieza de sedimento y arreglos de daños para API Manzanillo son altos. El Plan Maestro de Desarrollo Portuario estima que los costos para el 2015 sean aproximadamente de 6 millones (MXN).

Ya que se proyecta un incremento en eventos de lluvia extrema en el futuro, las operaciones de mantenimiento podrían aumentar. Incremento para la década de 2050 de los valores extremos de lluvia en 24 hr con periodo de retorno de 1 en 20 años pueden aumentar de un 8% y que periodos de retorno de picos de lluvia en el sistema de drenaje se reduzcan del 50%. Esto puede resultar en un aumento en la frecuencia y magnitud de inundaciones por lluvias, causando daños por efectos del agua y el sedimento.

El Plan Maestro de Desarrollo Portuario (PMDP) incluye proyecciones de incrementos en costos de mantenimiento para el área de acceso y aduanas de un 5% al año, sin tomar en cuenta el cambio climático. El estudio asume que el incremento del 8% en lluvias torrenciales se traducirá en un aumento del 8% en inundaciones por lluvia y sedimentación, requiriendo un aumento proporcional del 8% en los costos de mantenimiento de carreteras y aduanas. Cuando se aplica este incremento del 8% en los costos de mantenimiento sobre la previsión de incremento del 5%, resultan unos costos adicionales estimados de 3 millones de pesos mexicanos al año para el año 2050. Estos costos deberán ser cubiertos por API Manzanillo.

Opciones de adaptación disponibles para prevenir y mitigar daños ocasionados por inundaciones incluyen medidas físicas como la modernización del sistema de drenaje dentro del puerto para aumentar su capacidad de carga máxima, mejoras en la infraestructura sensible a las inundaciones (por ej. equipo eléctrico). Pueden también considerarse opciones de sistemas de drenaje sostenibles así como medidas de planeación para gestionar riesgo de inundaciones al nivel de cuencas.

La capacidad del sistema de drenaje debe mantenerse, mediante la modernización de las trampas de sedimentos y un aumento en la frecuencia de operaciones de limpieza de las mismas. Sistemas de alerta temprana tan bien pueden ser revisados y mejorados.



El riesgo a los equipos debido a inundaciones costeras no ha sido identificado como un riesgo prioritario para el puerto.

Vientos extremos

Debido a su altura (cerca de 50m) las grúas que manejan contenedores pueden verse afectadas por velocidades extremas de vientos. Las grúas de CONTECON han sido diseñadas con umbrales de operación de 56 m/s, que serían excedidos durante huracanes de Categoría 4 y 5. Aunque no se ha podido obtener información en relación a los umbrales de operamiento de otro tipo de grúas (incluyendo las más viejas) es posible que éstas hayan sido diseñadas con umbrales más bajos y que su rendimiento bajo condiciones de vientos extremos sea menor. Actualmente se da por lo general mayor atención al diseño de grúas y amarres que en el pasado.

Cuantificar de manera precisa cambios en la actividad de tormentas en el futuro no es posible con los métodos científicos actuales. Sin embargo se considera que la probabilidad de que ocurran huracanes Categoría 4 y 5 puede aumentar.

Opciones de adaptación incluyen mejoras en los sistemas de anclaje de las grúas, con un costo aproximativo de 750.000 MXN a 2.250.000 MXN, mejoras en sistemas de frenado así como sistemas de alerta temprana de vientos pueden ser considerados.

El aumento del nivel del mar probablemente aumente la profundidad del agua en las dársenas, lo cual beneficia a los puertos gracias a un aumento en el calado para buques y una disminución de actividades de dragado de mantenimiento.

Erosión costera y pluvial causada por eventos de precipitación extrema y vientos extremos pueden sin embargo resultar en una mayor acumulación de sedimentos y por lo tanto un incremento en dragado de mantenimiento.

Intrusión de agua salina a causa del aumento del nivel del mar puede aumentar los requisitos de mantenimiento de la infraestructura.

Aumentos en la temperatura pueden llevar a un incremento en la demanda energética para procesos de enfriamiento y aumentar uso de equipos de enfriamiento, lo cual también resulta en un aumento en las necesidades de mantenimiento de los mismos.

Opciones de adaptación incluyen trampas para el sedimento y monitoreo del nivel del mar en ubicaciones estratégicas. Los programas de dragado deben ser revisados y actualizados de acuerdo a cambios en la acumulación de sedimentos.

Aumento de requisitos de dragado de mantenimiento

Requisitos de dragado de mantenimiento en el Puerto de Manzanillo dependen de la intensidad y frecuencia de las lluvias. Se proyectan incremento para la década de 2050 de los valores extremos de lluvia en 24 hrs con periodo de retorno de 1 en 20 años pueden aumentar de un 8%.

Costos de dragado de mantenimiento en el 2014 fueron de 54 millones (MXN) a 108 MXN por m³ de material dragado. Un incremento del 8% en asentamiento de sedimento requeriría remover 8.000m³ adicionales de material por año para la década de 2050, a un costo adicional de 864.000 MXN por año. El aumento medio del nivel de mar puede incrementar el calado para buques reduciendo estos costos adicionales de unos 86.400 a 108.000 MXN por año.

Aumento de requisitos de mantenimiento del sistema de drenaje

Sedimentación y recolección de material en el sistema de drenaje se cuenta actualmente dentro del programa de limpieza y mantenimiento del sistema de drenaje. En 2014 el costo de estas operaciones fue de 19.5 millones (MXN) (equivalente al 4.5% de los gastos operacionales de API Manzanillo).

Un incremento proporcional de aumento de lluvias y deposición de sedimentos del 8% puede resultar en costos adicionales anuales de 1.6 millones (MXN) para el 2050. Sedimentación en los drenes también se relaciona con la frecuencia e intensidad de tormentas. Es difícil, sin embargo, predecir cambios futuros en la actividad de tormentas, pero se puede hacer uso de análisis de sensibilidad para evaluar posibles impactos. La Figura 10 muestra incrementos posibles en los costos de mantenimiento bajo escenarios futuros razonables de actividad de tormenta.

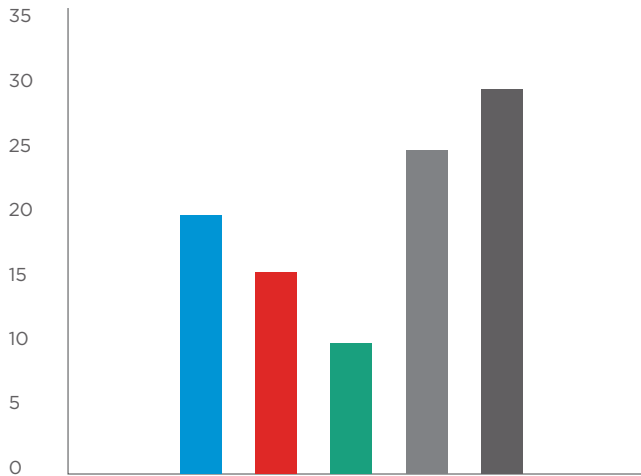
Aumento de requisitos de mantenimiento de vialidades y zona aduanas

Como se nota en la sección anterior (Daños a los equipos del puerto) aumentos en la intensidad de lluvias pueden generar costos adicionales de 3 millones (MXN) al año para el 2050 para API Manzanillo.

FIGURA 10

Costos % del gasto operacional para API Manzanillo por mantenimiento drenajes

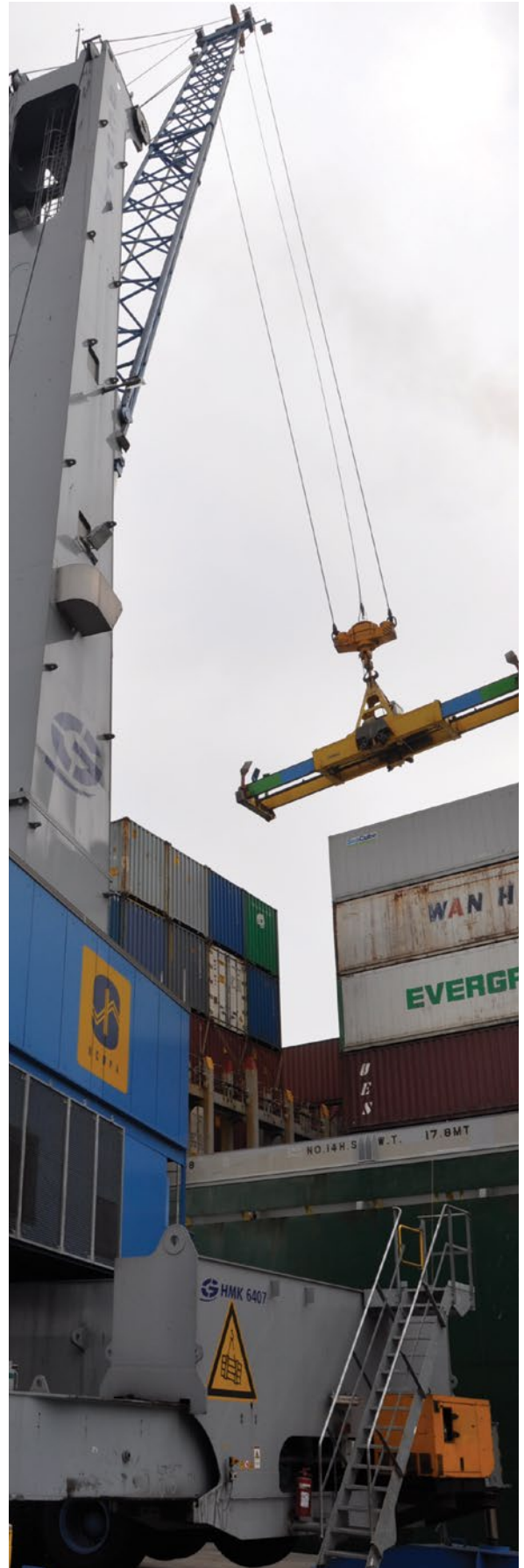
Costo
(millón MXN)



Mantenimiento de la red de drenaje del puerto

- 2014 (GO 4.5%)
- Disminución del 25% en la frecuencia (GO 3.4%)
- Disminución del 50% en la frecuencia (GO 2.3%)
- Aumento del 25% en la duración promedio de la máxima intensidad (GO 5.6%)
- Aumento del 50% en la duración promedio de la máxima intensidad (GO 6.8%)

Fuente: Autores de este reporte



El aumento del nivel del mar puede exceder umbrales de operación para ciertos equipos e infraestructura. Por ejemplo los niveles entre muelle y nivel del agua pueden cambiar, afectando la operatividad de los muelles y embarcaderos y la maniobra de mercancías, lo cual puede aumentar los costos de operación.

El aumento del nivel del mar, junto con el efecto de las tormentas e intensidad del oleaje alto puede aumentar la erosión costera. Erosión tanto costera como pluvial causadas por exceso de lluvia y vientos extremos pueden aumentar las tasas de sedimentación en las dársenas del puerto.

Una reducción en los niveles de precipitación puede reducir niveles de agua, afectando la navegabilidad en ríos, lagos y canales y por lo tanto afectando el acceso a puertos.

Condiciones de vientos extremos pueden afectar la navegabilidad y maniobrabilidad de buques grandes dentro de los puertos.

Deben hacerse evaluaciones para entender impactos de estos factores y umbrales climáticos para los servicios portuarios (ej. atraque y maniobra operativa). Esto ayuda a identificar cambios y actualizaciones operacionales necesarios.

Interrupciones causadas por vientos fuertes y oleaje

La parte interna del puerto interno de Manzanillo está altamente protegido y por tanto no se reportan problemas de navegación o atraque en las terminales ubicadas en esa área. La terminal PEMEX ubicada afuera del Puerto interno si es sujeta a interrupciones en sus operaciones debido a vientos extremos y al oleaje. En 2014 las interrupciones correspondieron al 5% del tiempo de operación. El problema principal para PEMEX es la proximidad de tormentas a la terminal. Tormentas localizadas a pocas decenas de km tienden a resultar en interrupciones a las operaciones. Proyectar la actividad de las tormentas en el futuro va sin embargo más allá de los avances científicos a la fecha, pero se considera que pueda haber un aumento en su proximidad.

Interrupciones causadas por sedimentación y actividades de dragado

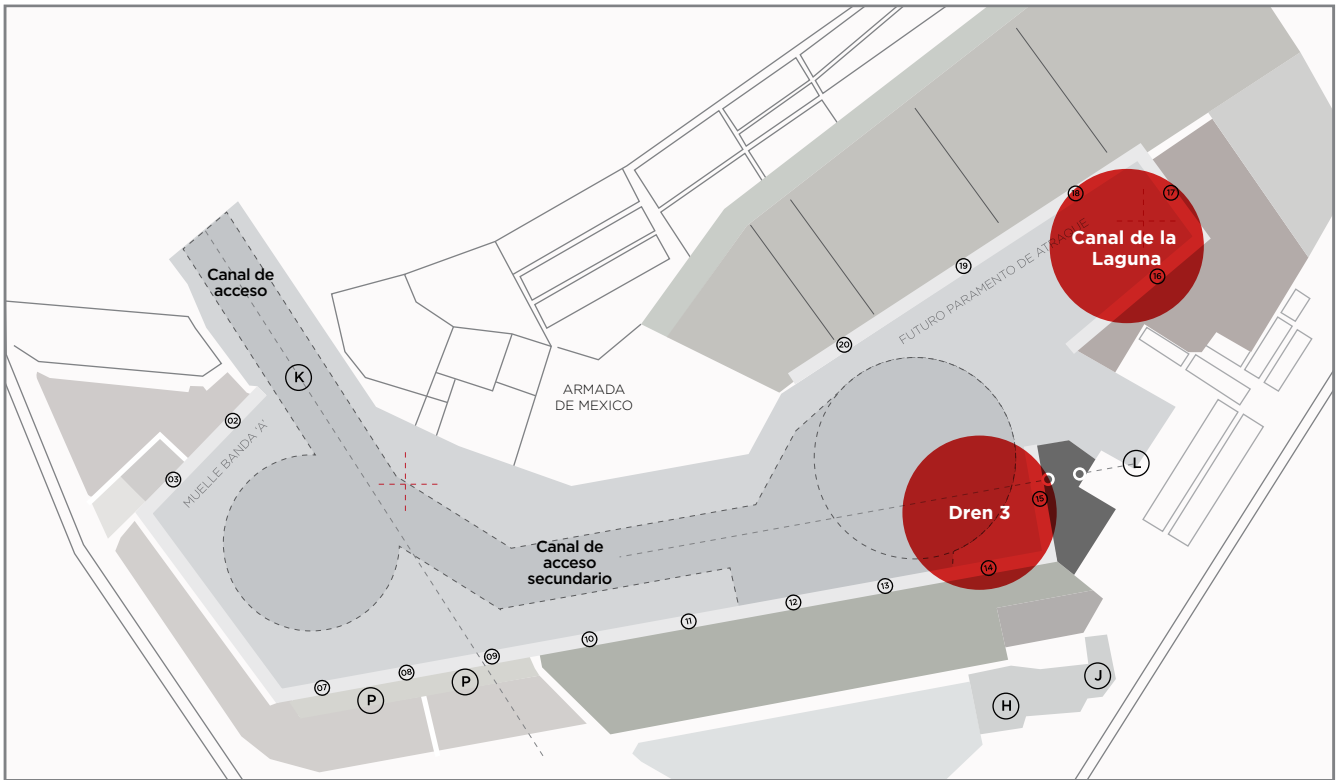
Se ha reportado que sedimentación causada por fuertes lluvias reduce el calado cerca de los muelles y por tanto causa retrasos en tiempos de acceso de buques. Las terminales más cercanas al Dren 3 de descarga y al canal que une al puerto con la Laguna de las Garzas tienen un riesgo mayor (Figura 11). Movimientos de los buques de dragado también afectan el acceso a todas las terminales. Por ejemplo, TIMSA reportó un incremento del 50% en el tiempo necesario para descargar buques (de 10 a 15 horas), causado por la presencia del buque de dragado.

Costos ocasionados por retrasos generados por la presencia del buque de dragado son de aproximadamente 233.884 MXN por hora. Datos referentes a las horas de retraso no estaban disponibles para todas las terminales, así que se hizo una estimación de los costos por hora en base a la información ofrecida por una de las terminales y tomando ésta como representativa de todas las demás. Se estima que para todas las terminales pueda haber un incremento del 8% en el número de retrasos y costos asociados para el 2050.

En términos de adaptación, se recomienda comenzar un programa más riguroso de monitoreo de niveles de sedimentación. Los resultados pueden ser analizados para evaluar la frecuencia del programa de mantenimiento actual. Si el acceso de buques ocurre en periodos regulares a lo largo del año, se puede ajustar el programa de dragado igualmente. Las trampas de sedimento pueden así mismo ser modernizadas y limpiadas con mayor frecuencia para asegurar operación máxima.

FIGURA 11

Áreas con mayor sedimentación en el puerto



Rutas de comercio

Rutas terrestres pueden verse afectadas por eventos meteorológicos extremos que afecten vialidades y ferrovías.

El transporte por mar puede ser afectado por tormentas intensas.

Las rutas de comercio pueden cambiar como resultado de la apertura de rutas por el Ártico y el aumento de disponibilidad para navegar por el Ártico debido al mayor deshielo causado por el aumento de las temperaturas. Una nueva ruta que une Asia y Europa podría reducir viajes intercontinentales por más de 4,000 millas (30%) en comparación con la ruta actual por el Canal de Panamá.

Opciones de adaptación incluyen una mayor colaboración entre operadores/usuarios del puerto y actores que gestionan el sistema de transporte para buscar opciones de resiliencia.

Se deberán revisar regularmente los resultados de investigaciones sobre impactos del cambio climático en las rutas de comercio y utilizar esta información en las estrategias del puerto.

Los puertos deberán también monitorear cambios en mercados de demanda y oferta para determinar cómo las nuevas rutas de comercio pueden generar riesgos y oportunidades.

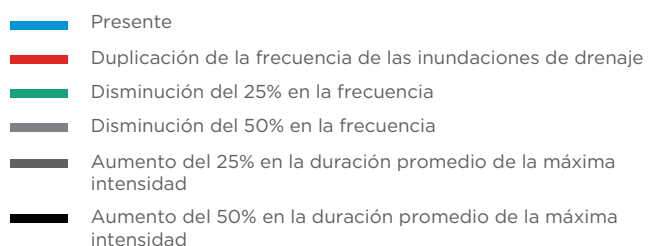
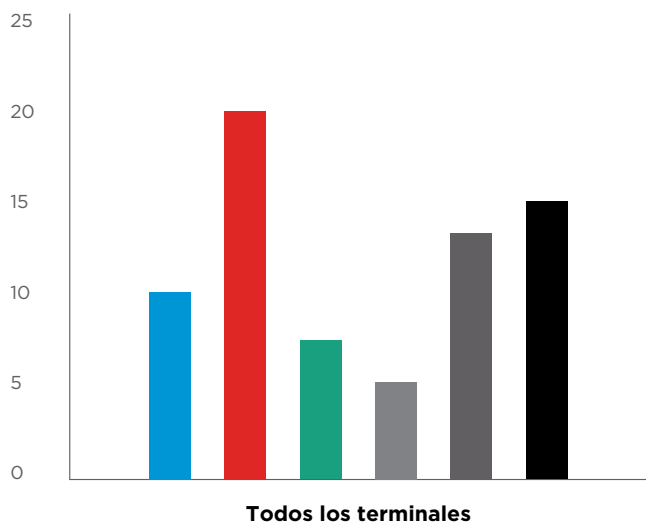
Pérdida de la conectividad del puerto en las rutas de transporte terrestres

Las inundaciones de las carreteras de acceso interno y conexiones de trenes suceden casi anualmente en el puerto, principalmente debido a las lluvias torrenciales durante las tormentas tropicales que causan la sobrecarga del sistema de drenaje. Esto puede detener el movimiento de camiones y trenes hasta por tres días, debido a los más de 30 cm de agua y sedimento residual que llegan al sistema.

FIGURA 12

Promedio anual de costos EBITDA para todas las terminales debido a inundaciones por lluvias de las vías de acceso (carretera y ferrovía) bajo varios escenarios de tormenta

Pérdida de EBITDA por día (millón MXN)



Fuente: Autores de este reporte

El promedio de tiempo de interrupción debido a inundaciones en infraestructura de transportes por terminal es de 1 a 2 días por año, cada dos años. Esto equivale a pérdidas EBITDA de 9.9 millones (MXN) para la suma de las terminales. Análisis de sensibilidad muestran el efecto de un incremento del 8% en picos de flujo para 2050 bajo cuatro escenarios de tormentas (Figura 12).

API Manzanillo puede ser sujeto a impactos económicos y reputacionales generados por clausuras del puerto debido a inundaciones por lluvia que conlleven a la clausura del puerto. Algunas de las tarifas variables del puerto dependen de que el puerto esté operando como por ejemplo tarifas dependientes de sus niveles de rendimiento. Como consecuencia de pérdidas en estas tarifas variables los costos promedio debido a una clausura del puerto de 24 horas resultan en pérdidas de ingresos anual para API Manzanillo del 0.12%. Otras fuentes de ingreso para API Manzanillo como las anualidades pagadas por los concesionarios no son sujetas a cambios en casos de clausura del puerto.

Opciones de adaptación incluyen la modernización del sistema de drenaje dentro del puerto para incrementar su capacidad máxima y el uso de sistemas de drenajes sustentables. El programa de mantenimiento del sistema de drenaje puede ser actualizado para asegurar que funcione a su capacidad máxima.

Sistemas de alerta temprana para inundaciones pueden ser revisados y mejorados así como los planes de contingencia y continuidad de negocios.

Desarrollo de herramientas de planeación para manejo de inundaciones a nivel de cuencas es también recomendable y puede evitar sobrecarga en el sistema de drenaje.

Medidas para mejor manejo del tráfico ayudan a reducir cuellos de botella durante eventos meteorológicos extremos y asegurar la continuación de las operaciones.

El transporte por tierra en la red a mayor escala

Las rutas clave que conectan al puerto con la ciudad de Colima son la carretera Federal 98 y la carretera federal 100. Desde la Ciudad de Colima, las mercancías se transportan más allá de Guadalajara, la capital de Jalisco. Esta ruta es el nodo de entrada/salida más importante que conecta a Manzanillo con su mercado más amplio.

Ferromex es el único proveedor de servicios de transporte ferroviario. Existe una ruta de ferrocarril que conecta a Manzanillo con Guadalajara, vía Colima. Por lo tanto las buenas condiciones de las vías y los bajos niveles de interrupción en esta sección de las vías son importantes para el transporte sustentable y confiable de los envíos del puerto por ferrocarril.

De acuerdo a información histórica, el 48% de las principales carreteras entre Manzanillo y Guadalajara usadas por camiones fueron afectadas significativamente por ciclones tropicales. Menos del 1% de la red ferroviaria que conecta a

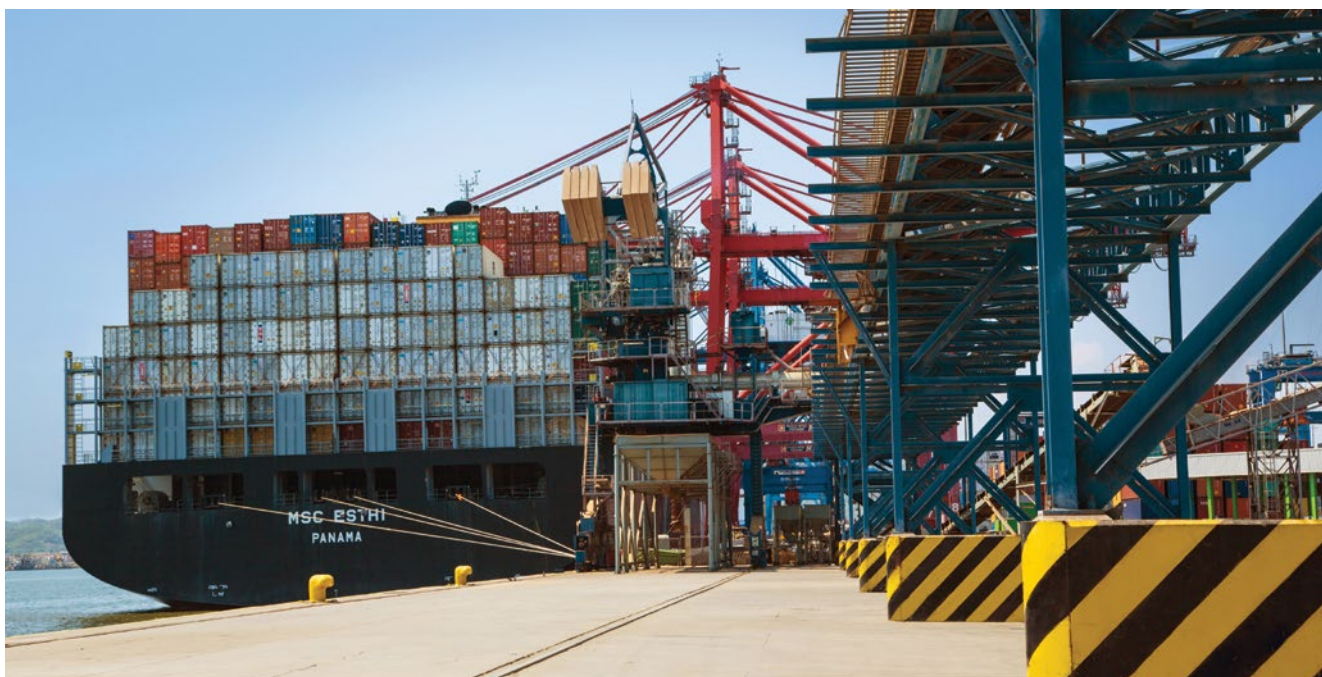


FIGURA 13

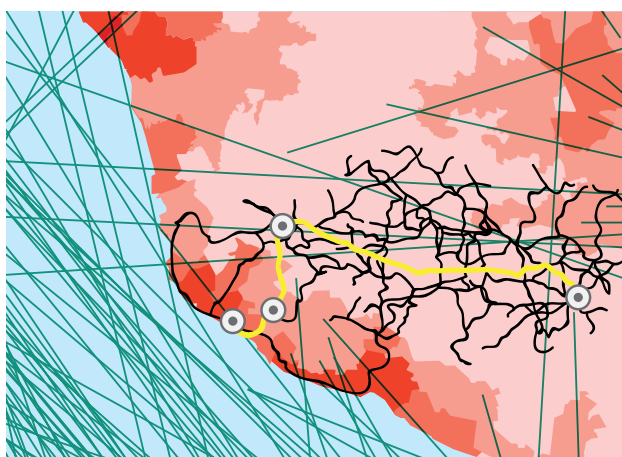
Vulnerabilidad actual a ciclones tropicales en la red de carreteras (panel superior) y ferroviaria (panel inferior) usado por los clientes del puerto

Red de carreteras

Resumen nivel de amenaza

Rutas

Nivel de riesgo a ciclones tropicales



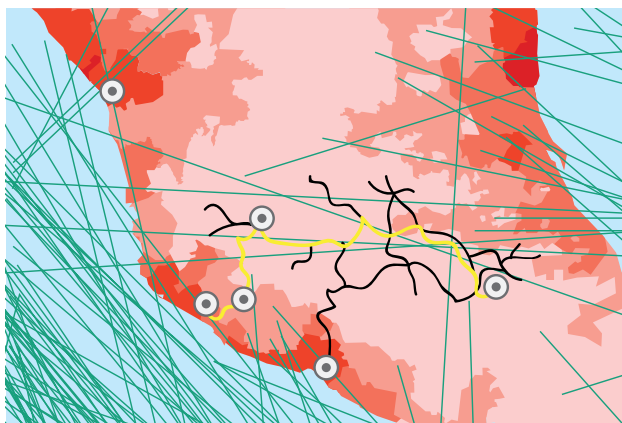
Autopista Ruta 1
 Distancia total: 197 km
 25 km riesgo alto: (13%)
 35 km riesgo medio: (17%)
 43 km riesgo bajo: (22%)
 94 km riesgo muy bajo: (48%)

Autopista Ruta 2
 Distancia total: 514 km
 04 km riesgo bajo: (<1%)
 510 km riesgo muy bajo: (>99%)

- ⊙ Ciudades
- Autopistas (rutas principales)
- Todas las rutas principales (carreteras para camiones y vías mayores)
- Rutas de ciclones tropicales (CAT 1969-2009)

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

Red ferroviaria



Ruta ferroviaria principal
 Distancia total: 875 km
 06 km riesgo alto: (<1%)
 19 km riesgo medio: (2%)
 146 km riesgo bajo: (17%)
 705 km riesgo muy bajo: (81%)

- ⊙ Ciudades
- Ruta ferroviaria principal
- Ferroviaria
- Rutas de ciclones tropicales (CAT 1969-2009)

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

Fuente: Autores de este reporte

Manzanillo con México D.F. y Guadalajara está actualmente expuesta a un riesgo alto de ciclones tropicales. La mayor parte del área de riesgo está en la cercanía del puerto.

Debido al nivel de incertidumbre actual sobre el comportamiento futuro de ciclones tropicales a causa del cambio climático no ha sido posible dar estimaciones seguras sobre la manera en que la actividad de ciclones en el futuro afecte el sistema de transportes del puerto.

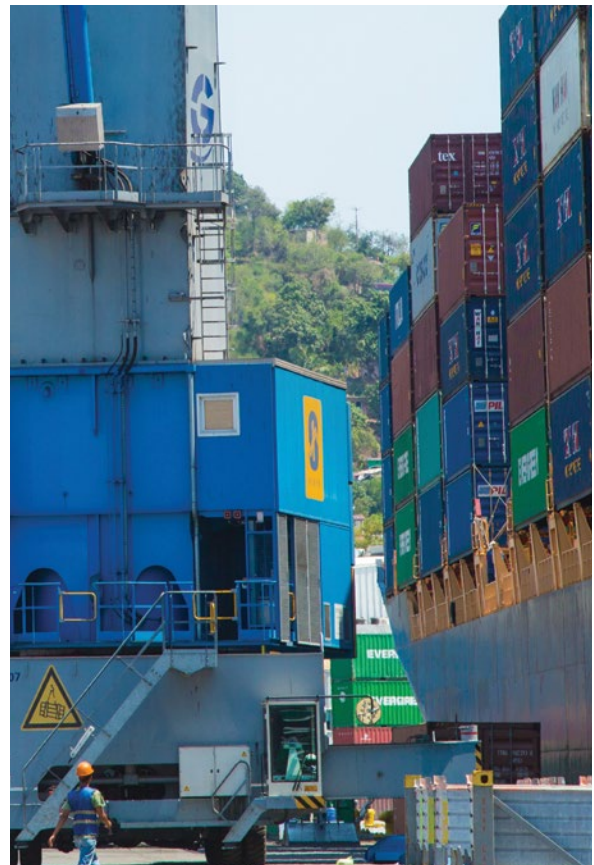
Planes de adaptación deben comenzar con un monitoreo más riguroso de los impactos económicos generados por interrupciones en el sistema de transporte que conllevan a interrupciones, pérdidas de ingresos para las terminales y afectan los niveles de satisfacción de los usuarios del puerto. API Manzanillo deberá trabajar en colaboración con la Municipalidad y el Estado de Colima en el desarrollo de redes intermodales que incrementen la resiliencia de los sistemas de transporte terrestre.

Transporte marítimo

Los tifones que afectan a Asia pueden retrasar horas de llegada de buques a Manzanillo. En el 2014 aproximadamente 25% de los buques que atracaron en Manzanillo provenían del sureste Asiático. Cambios en los patrones de tormentas tropicales en el Este del Pacífico tropical pueden afectar los flujos de importación y exportación de mercancías a nivel regional. El puerto recibe el 68% de su carga del Pacífico mexicano.

Incrementos en la intensidad y duración máxima de tifones y tormentas tropicales puede afectar el comercio regional en el Pacífico para embarcaciones pequeñas (<500 UAB) más de lo que afectarán el comercio internacional de embarcaciones grandes (>500 UAB).

Medidas de adaptación incluyen aumentar la base de usuarios para reducir la dependencia en el tráfico marítimo con el Sureste Asiático, diversificando el número de clientes para incluir regiones internacionales menos afectadas por tormentas. Por ejemplo, nuevas rutas comerciales menos expuestas como el Pasaje del Norte pueden ser explotadas. Se puede mantener el atractivo del puerto como hub importante en el Pacífico mexicano mediante el desarrollo de planes de contingencia regional robusta así como con medidas alternativas de transporte con uso del sistema vial por tierra en casos que el transporte marítimo se vea interrumpido de manera severa.



Desempeño ambiental

Los vertederos para material de dragado que no son resilientes al clima pueden traer como consecuencia contaminación externa debido a que se desbordan los diques o las paredes de confinamiento.

La capacidad de los sistemas de drenaje, filtros y separadores de agua/aceite pueden resultar insuficientes a la luz de precipitaciones más intensas y todo esto conduciría a tener contaminación dentro y fuera del puerto.

La inundación puede llevarse a su paso sustancias contaminantes que se encontraban en tierras contaminadas o en las áreas de almacenaje y depositarlas en otros cuerpos de agua a menos que se instrumenten medidas de control adecuadas.

La frecuencia e intensidad de los episodios de calidad baja del aire pudieran también ser afectados y los puertos podrían ser requeridos a que minimicen presentarse y pudiera pedírsele a los puertos a minimizar emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC por sus siglas en inglés) emitiendo actividades tales como el manejo de combustibles.

Los hábitats costeros o marinos dentro de la zona de influencia de los puertos se verán cada vez más afectados por el cambio climático, incluyendo los manglares, marismas, pastos marinos y arrecifes de coral.

Pudiera ser difícil determinar si el cambio climático o la operación diaria de un puerto son los factores primarios en impactar a las especies y los hábitats.

La administración in-situ y los planes de acción para la mitigación, saneamiento y restauración de vertido de sustancias sin control deben tomar en cuenta patrones cambiantes de precipitaciones. Los equipos de control de contaminación deben situarse en ubicaciones de bajo riesgo, en especial las áreas de almacenamiento de materiales peligrosos.

Al contar con control de vertidos para los tanques de almacenamiento de líquidos se añaden márgenes de seguridad, y se justifica dicha acción en caso de fallas en algún tanque que pudieran ocurrir durante eventos de lluvia intensa.

El monitoreo es una pieza vital para construir resiliencia, para evaluar el estado actual de la calidad del aire y del agua, así como de la salud de los ecosistemas locales.

API Manzanillo es responsable de obtener y/o mantener la 'Certificación de Industria Limpia o Cumplimiento Ambiental' para el área portuaria. API Manzanillo se encuentra certificado en ISO 14001, lo cual demuestra un compromiso muy fuerte con la protección ambiental.

Los compromisos de gestión ambiental de API Manzanillo pudieran incrementarse bajo el cambio climático, particularmente con respecto al mantenimiento del hábitat de los manglares, tales como el de Laguna de las Garzas al norte del puerto (ver Figura 14).

Los potenciales temas respecto a cambio climático para el desempeño ambiental de API Manzanillo son:

- Mayor presión sobre los manglares debido al aumento del nivel del mar, temperaturas más altas y condiciones más secas.
- Mayores niveles de creación y dispersión de polvo dentro y fuera del puerto dado que las condiciones se vuelven cada vez más secas y más calurosas.
- Mayor dragado de mantenimiento y desecho de material de dragado que afecta la calidad del agua y el hábitat benthico.
- Mayor uso de energía para enfriamiento con su correspondiente emisión de gases de efecto invernadero
- API Manzanillo se encuentra asegurado contra el no cumplimiento ambiental, por ejemplo el hábitat de los manglares. Esta póliza la establece la SEMARNAT, y puede incrementarse si las actividades y expansión portuarias traen por consecuencia afectaciones adicionales a las especies protegidas.

Las opciones de adaptación incluyen la administración de los manglares dentro del puerto que los ayude a adaptarse al aumento del nivel del mar, y reduciendo los factores de estrés en los mismos. Los protocolos actuales para el manejo del polvo son sujeto de mejoras.

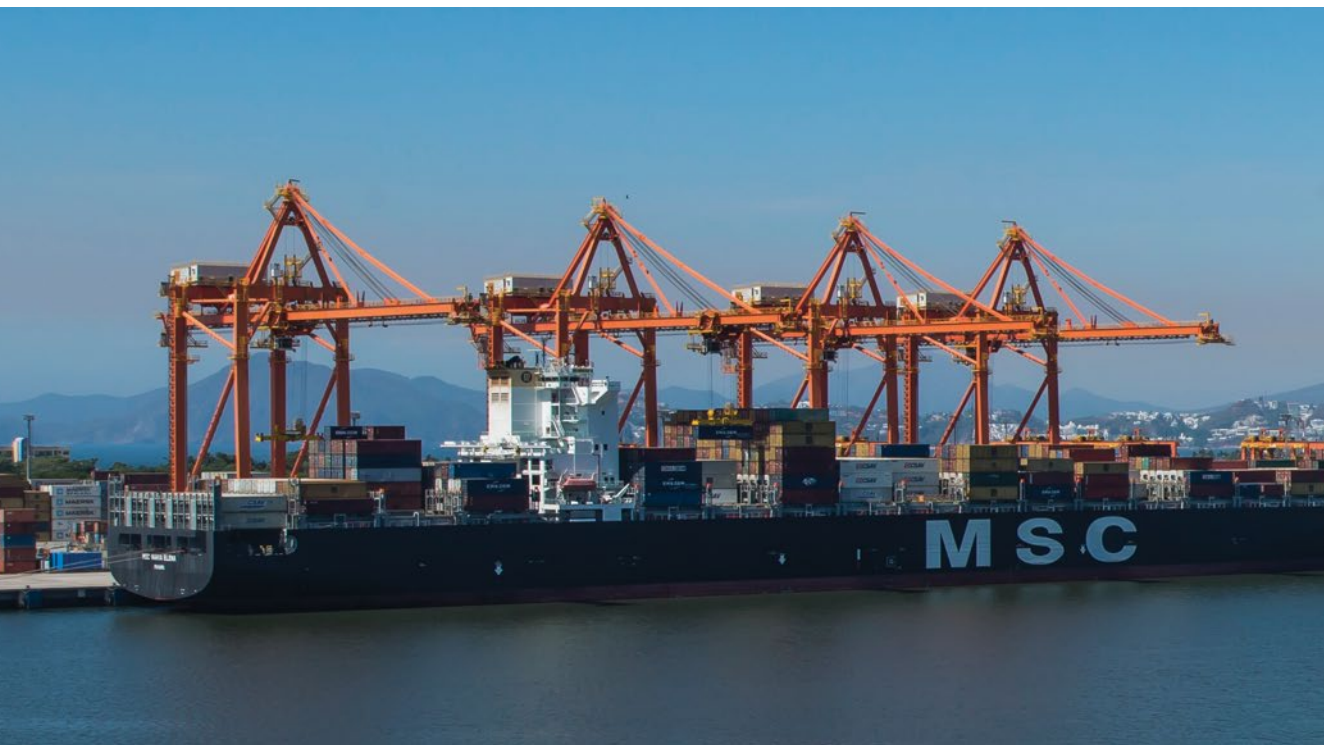
Las medidas que pueden aplicarse para reducir las emisiones de GHG derivadas del uso de reeferes y de almacenes con cámaras frigoríficas incluyen la generación de energía fotovoltaica, y la revisión a todo lo largo del puerto del uso eficiente de energía a la luz del cambio climático, y al desarrollo de un sistema de administración de energía.

FIGURA 14

Laguna de las Garzas hábitat de manglar y avifauna



Fuente: API Manzanillo. (2014). Proyecto: 'Puerto de Manzanillo, Programa Maestro de Desarrollo 2000-2010.' Informe Anual 2014.



Desempeño social

Los puertos, comúnmente situados cerca de los centros económicos y las comunidades, pueden estar en competencia con otros actores para el uso de la tierra y otros recursos. Algunos puertos ya tienen restringida la tierra disponible, debido a la erosión y la subida del nivel del mar. Los impactos climáticos en los recursos hídricos y el suministro de servicios públicos pueden ser fuentes de estrés adicional, afectando las relaciones puerto-comunidad.

Temperaturas más altas, lluvias más intensas y el aumento de las velocidades del viento pueden crear riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores.

El cambio climático también puede afectar a la exposición de los trabajadores a los contaminantes del aire y a la generación y dispersión de polvo, ozono y compuestos orgánicos volátiles. Impactos sobre el riesgo de contaminación tienen el potencial de afectar la salud y medios de vida de la comunidad circundante.

Sistemas de gestión de seguridad que regulan el movimiento de buques en los puertos y protección de la comunidad en general pueden fallar en condiciones climáticas más extremas.

Impactos sociales anteriores deben ser analizados para determinar las vías de causa-efecto y cómo el tiempo ha interactuado con ellos.

Planes operacionales, de salud y seguridad deben ser modificados para la gestión de las olas de calor, precipitaciones extremas y tormentas, y se debe adecuar el equipo de seguridad y las zonas de refugio en caso de emergencias.

Los puertos deberían ponerse en contacto con los planificadores de emergencia y la comunidad local para asegurar procedimientos de evacuación in-situ sean alineados con los procedimientos de evacuación de la comunidad.

Efectos generados por el cambio climático que afecten al puerto y a la ciudad de Manzanillo pueden afectar así mismo a los trabajadores y a la comunidad.

Casos de personas afectadas por dengue son cada vez más recurrentes en México. El número de personas afectadas por dengue ha crecido de menos de 1.000 casos por año al final del siglo pasado a más de 100.000 por año en años recientes, con aumentos de casos en las ciudades de Cuernavaca, Morelos y Guadalajara, Jalisco. Esto puede afectar a los trabajadores en el puerto y a la comunidad en general.

Casos registrados de deshidratación y golpes de calor en el puerto son generalmente bajos e incrementos futuros en temperaturas máximas no sugieren un incremento grande en este riesgo.

Los fuertes vientos y las lluvias pueden generar riesgos para los trabajadores del puerto. En el futuro se proyectan reducciones tanto en la precipitación anual como en la precipitación media estacional, con más lluvia cayendo en eventos intensos. Esto implica que el número de días con lluvia a lo largo del año puede reducirse y resulta poco probable que se incremente el riesgo de accidentes relacionados con la lluvia. Aunque se espera que las tormentas tropicales, y por tanto la velocidad de los vientos extremos, se haga más intensa en el futuro, el puerto se cierra por orden de la Capitanía de Puerto cuando hay amenaza de tormentas tropicales y por esto reduce el nivel de riesgo.

El cambio climático puede agravar retos ya existentes en la relación entre el puerto y la comunidad local, como problemáticas referentes al polvo y el tráfico vial. Condiciones más calientes y secas incrementarán la generación de polvo y, así mismo, el incremento en el riesgo de inundación puede generar problemas de congestión vial en las vías de acceso al puerto.

En términos de posibles medidas de adaptación, API Manzanillo deberá monitorear los casos de dengue y mantenerse en contacto con el sector salud para tener un pronóstico futuro de potenciales epidemias.

API Manzanillo deberá así mismo proveer alertas de temperaturas extremas altas para minimizar los riesgos de golpe de calor entre sus trabajadores.

Para asegurar desarrollo en armonía con la ciudadanía, desarrollos futuros del Puerto se beneficiarían de trabajo en colaboración entre la ciudad y el puerto y de iniciativas de adaptación integradas en las que ambos se benefician. Dentro de este marco, la gestión de problemas generados por el polvo y por movimiento vehicular para reducir problemas de congestión vial durante eventos meteorológicos extremos serán aspectos importantes a ser considerados.



Patrones de consumo y demanda

A nivel global, cambios en los sistemas productivos de mercancías sensibles al clima lleva a cambios en los precios de dichos productos y del nivel de competitividad de distintos países. Estos cambios pueden generar transformaciones en flujos de comercio, con impactos distintos para cada región.

El cambio climático afecta los flujos de comercio, lo cual se ve reflejado en los patrones de consumo y demanda, y puede por tanto tener efectos importantes (tanto positivos como negativos) para los puertos a nivel mundial.

Los puertos deben monitorear cambios en patrones de oferta y demanda causados por cambios climáticos, particularmente en el caso de mercancías sensibles al clima, como los productos agrícolas. Proyecciones de negocios y estrategias de comercio deberán incorporar consideraciones sobre estos cambios.

PIB global y flujos de ingresos en el Puerto de Manzanillo están correlacionados. Por cada reducción del 1% en PIB global, los ingresos del puerto se reducen del 1.5% (Figura 15). Por lo tanto el rendimiento económico del puerto puede verse afectado por los impactos que tenga el cambio climático en la economía global. En base a los resultados del Stern Review, esto podría resultar en pérdidas de ingresos entre el -0.30% y -0.95% para la década de 2020, entre el -0.38% y -1.88% para la década de 2050 y entre -0.75% y -2.82% para la de 2080. Para mediados de la década de 2030, el puerto podría ver pérdidas en ingresos de entre 4 y 10 millones (MXN) y de entre 6 y 15 millones para mediados de los 2040.

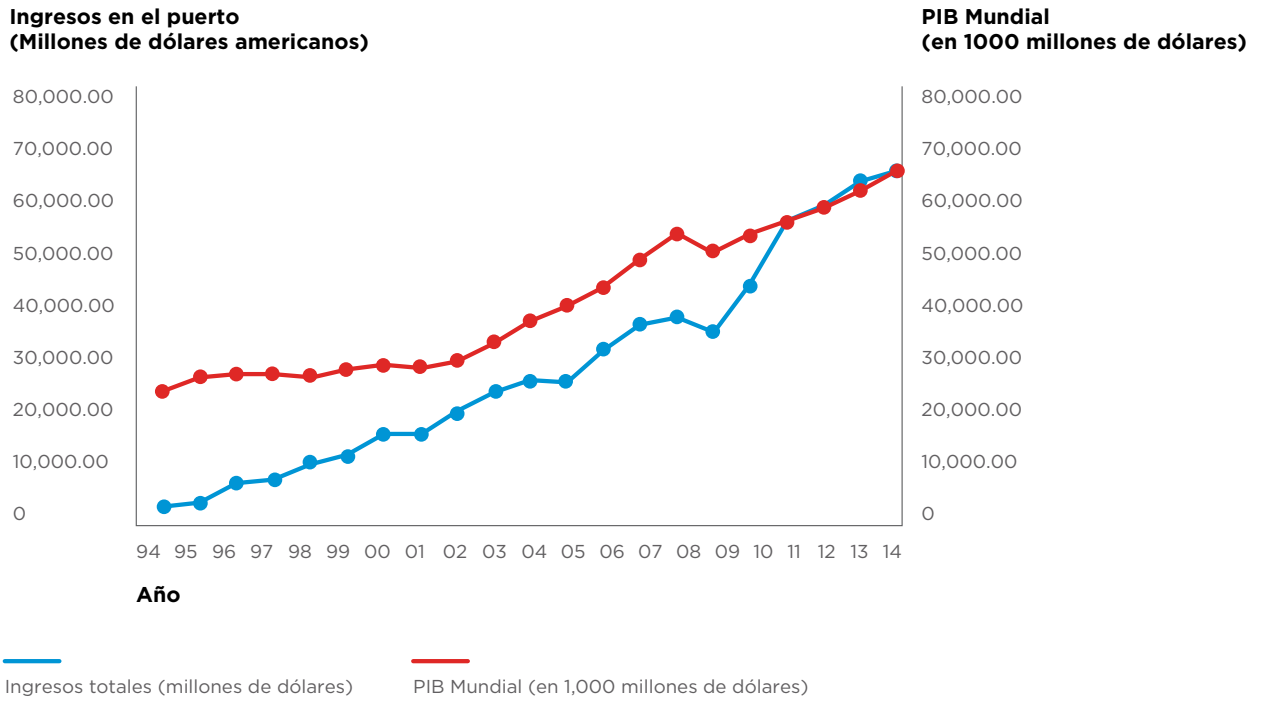
El puerto depende fuertemente de sus actividades comerciales con países como China, Japón, y Corea del Sur y los impactos del cambio climático en estos países pueden afectar al puerto.

En México, el cambio climático puede afectar de manera negativa la producción económica de los estados de Jalisco, México, Colima y D.F. Estos estados contribuyen el 65% de las importaciones y el 83% de los bienes que se exportan por el puerto.

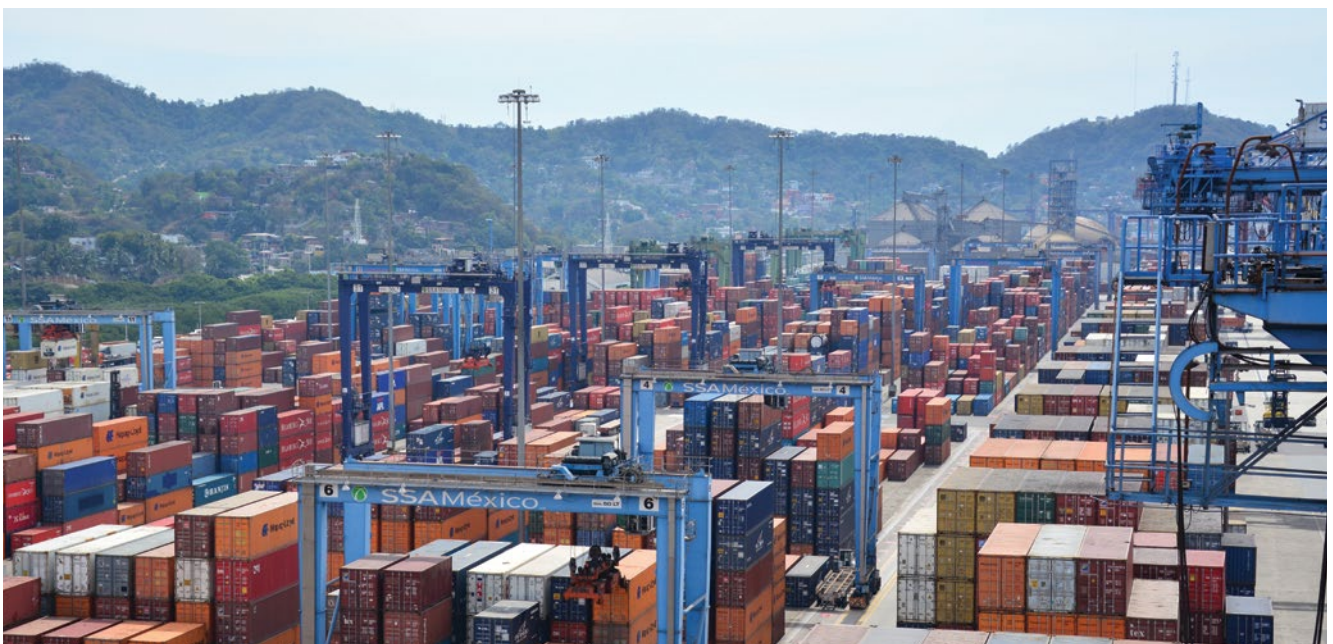
Opciones de adaptación incluyen la diversificación de socios comerciales y la diversificación de un mayor rango de líneas de negocios. Diversificando el número y la ubicación de los socios comerciales puede disminuir el volumen de comercio con países que se vean más afectados por los impactos del cambio climático. La expansión del portafolio en las líneas de negocio del puerto puede ayudar a esparcir el riesgo en las líneas que se vean afectadas por el cambio climático y ayudar en la expansión de mercados generados por el cambio climático. Estas oportunidades necesitarán ser investigadas en mayor detalle, posiblemente como parte del análisis estratégico que se llevará a cabo en el desarrollo del próximo Plan Maestro de Desarrollo Portuario. Por ejemplo, el puerto puede explorar oportunidades para aumentar la importación de productos agrícolas que estén en alta demanda en México pero donde la producción nacional se vea afectada por el cambio climático, como por ejemplo en el posible caso de la producción de maíz.

FIGURA 15

Comparación entre el PIB global y el ingreso del puerto de Manzanillo de 1994 a 2014



Fuente: IMF World Economic Outlook Database (2014) y API Manzanillo PMDP



Competencia con otros puertos

El uso de las instalaciones del puerto pudieran hacerse más dependientes de: la confiabilidad en el puerto que percibe el cliente de cara a los eventos meteorológicos extremos; el desempeño de las industrias sensibles al clima de las que los puertos dependen tanto (tales como el turismo, la agricultura y la manufactura); y la habilidad de los puertos para ponerse al día con las condiciones cambiantes en otras industrias y sus requerimientos de instalaciones y servicios.

Los puertos deben monitorear a sus competidores quienes pudieran tener la oportunidad de proveer acceso a nuevos mercados y beneficiarse de los cambios en volúmenes de comercio. Las expectativas del cliente en términos de confiabilidad de los servicios portuarios y los efectos negativos de las afectaciones relacionadas deben ser monitoreadas.

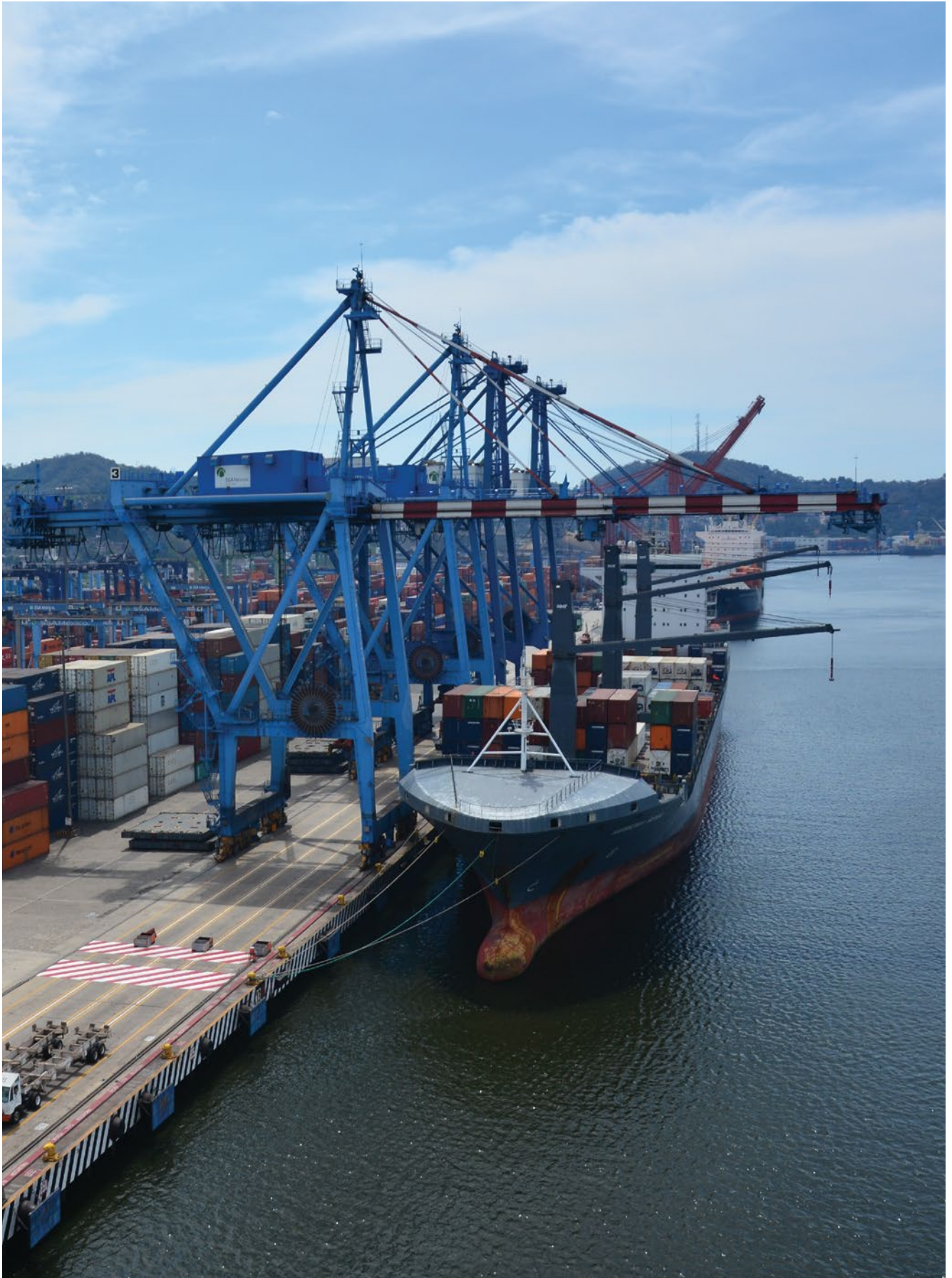
Existen seis puertos principales en México: Ensenada, Manzanillo, y Lázaro Cárdenas de norte a sur en la costa del Océano Pacífico y Altamira, Tampico y Veracruz en la costa del atlántico.

Manzanillo enfrenta algunas desventajas cuando se compara con sus competidores. Padece de rutas de acceso difícil y de congestionamientos de tráfico en las principales rutas para los camiones y se localiza en una de las áreas más sensibles en lo que se refiere al ambiente, por ejemplo la Laguna de las Garzas. También se encuentra cerca de agotar el espacio disponible para futuras expansiones con el perímetro actual del puerto.

Los puertos del Pacífico experimentan mucho menos tiempo cerrados a la navegación producto de las tormentas tropicales si se les compara con los del Atlántico. Los cierres anuales para los puertos del Pacífico ocurren en promedio 0.5% del tiempo para embarcaciones >500 unidades de tonelaje bruto (UAB) anual y de 5.5% del tiempo para embarcaciones <500 UAB. En Manzanillo, los cierres anuales son de 0.4% y de 6.6% respectivamente, y son menores en Ensenada, pero mayores en Lázaro Cárdenas. Los cierres anuales para los puertos del Atlántico promedian 5.4% del tiempo para embarcaciones > 500UAB, y 21% del tiempo para embarcaciones <500 UAB.

Los ciclones tropicales se encuentran migrando hacia los polos a una tasa de 50km por década. Para los puertos del Pacífico, este movimiento hacia el polo norte no es suficiente para poner a Ensenada bajo la influencia de tormentas que actualmente experimenta Manzanillo, por lo que Ensenada retendrá su ventaja competitiva a este respecto.

Las tasas para futuros aumentos en el nivel medio del mar son similares en los seis puertos y no le darán a ningún puerto una ventaja competitiva.



Efectos de acuerdos/compromisos nacionales e internacionales para reducir emisiones de gas efecto invernadero (GEI)

Está resultando aparente que los esfuerzos actuales y proyectados no serán suficientes para reducir las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera y así prevenir incrementos de la temperatura de más 2°C.

Esto ha sido reconocido por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) en sus últimos dos reportes, (2007 y 2013) y por la comunidad internacional en el Acuerdo de Copenhague negociado dentro del marco del COP15 en 2009.

El Reporte de Brecha de Emisiones del Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP) del 2014 indica que en 2012 las emisiones globales de gases de efecto invernadero fueron 45% más altas si se comparan con los niveles de 1990 (54 Gt CO₂e en 2012) con una estimación de trayectoria para 2020 de unos 55 Gt CO₂e si los países no van más allá de sus actuales políticas climáticas.

Cambios en reglamentos, estándares y expectativas de los inversionistas en México en relación a los compromisos nacionales e internacionales para reducir emisiones GEI asumidos por el gobierno mexicano (Figura 16) podría tener implicaciones para las líneas de negocios del puerto.

La Conferencia de las Partes (COP en sus siglas en inglés) que se llevará a cabo en París a finales del 2015 busca concluir un acuerdo mundial para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, existe todavía un nivel muy alto de especulación en cuanto a la resolución a la que se llegará en la COP.

De acuerdo al INDC de México (Intended Nationally Determined Contributions) el país se compromete a una reducción incondicional del 25% de las emisiones GEI y otros contaminantes atmosféricos para el 2030 (según modelos de “negocios como siempre” o “business as usual” por sus siglas en inglés). Este compromiso puede subir hasta el 40% de darse un acuerdo global durante la COP.

Compromisos de mitigación pueden afectar el precio de productos petroléos que se comercian a través del puerto. Otros tipos de carga que pueden verse afectados son la carga de vehículos y mineral a granel.

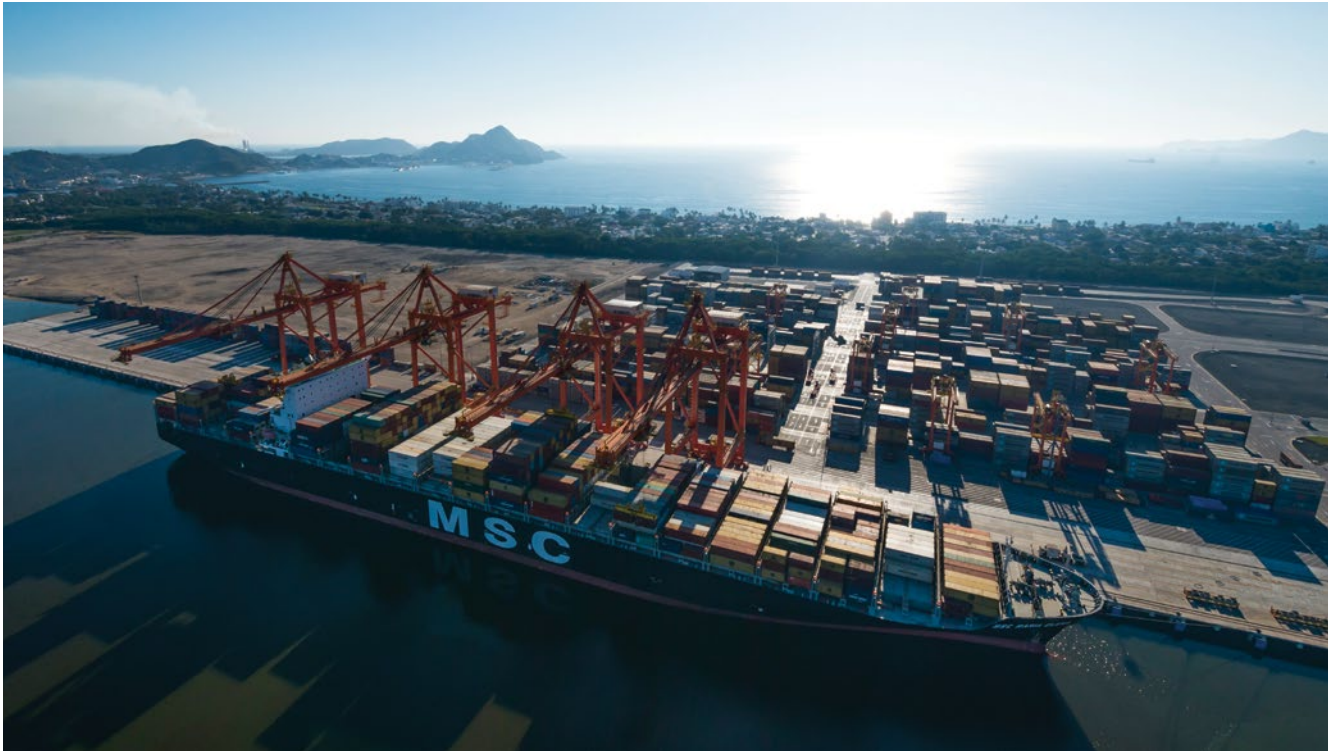
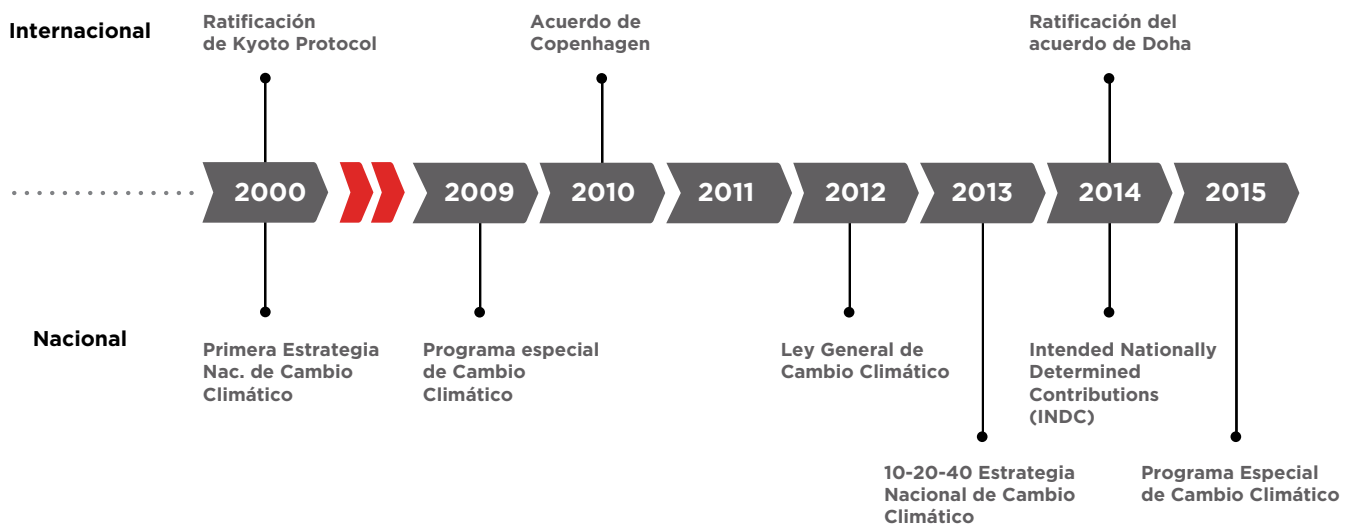


FIGURA 16

Desarrollo de instrumentos nacionales e internacionales de mitigación para el cambio climático



Fuente: Autores de este reporte

Evolución del mercado de seguros

La industria aseguradora está registrando incrementos en las pérdidas a nivel global, debido a catástrofes relacionadas con el clima. Desde los 1980s, el número de catástrofes con pérdidas relevantes relacionadas con el clima se ha casi triplicado.

En 2013 México fue el séptimo país más afectado a nivel mundial en términos del número de siniestros y el sexto más afectado en términos de pérdidas totales (Figura 17).

La industria aseguradora se ha manifestado con respecto del cambio climático por más de una década, expresando sus preocupaciones que, sin una fuerte acción para reducir las emisiones de efecto invernadero, habrá mayores cambios en el panorama del riesgo a nivel mundial y amenazas al bienestar y economía.

Los puertos y otros sectores puedan enfrentar primas más altas y deducibles más altos si hacen más reclamaciones por siniestros relacionados al clima, mientras los siniestros se vuelven más frecuentes debidos al cambio climático.

API Manzanillo tiene un paquete de seguros integral que lo cubre contra daños a activos e infraestructura, costos por reubicación temporal de servicios portuarios debido a interrupciones en el servicio, daño a terceros, y daños a vehículos. No es aparente a partir de las pólizas de API Manzanillo si se cubren daños por interrupción de negocio.

Entre el 2010 y el 2014 API Manzanillo ha presentado dos reclamos relacionados a eventos meteorológicos, ambos por daños a equipos eléctricos ocasionados por tormentas eléctricas.

Las terminales que ofrecieron información detallada sobre sus pólizas tienen pólizas comerciales empresariales que generalmente las cubren por daños a activos y a terceras partes. En algunos de los casos la póliza también cubre daños por interrupción de negocios.

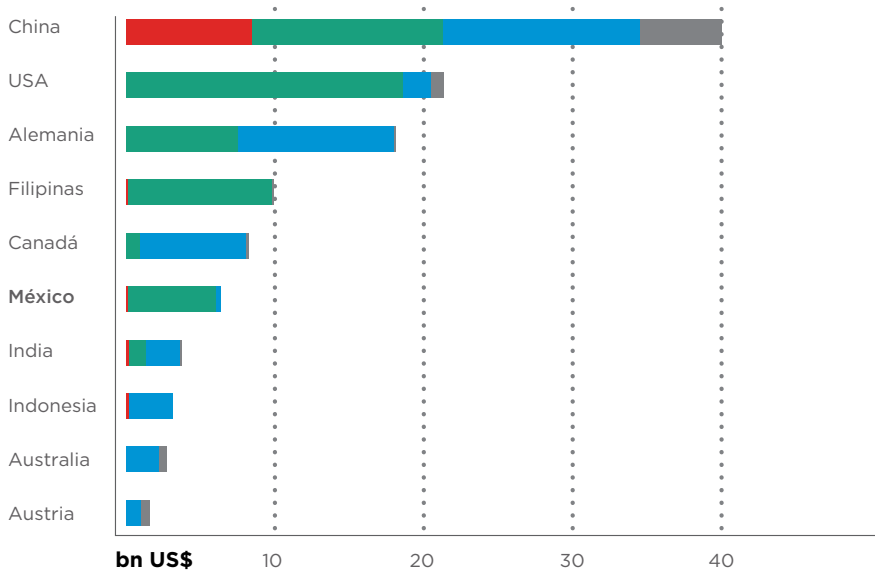
Incrementos futuros que se puedan presentar en la frecuencia de eventos meteorológicos que se asocien a reclamos de pólizas pueden llevar a un incremento en los costos de las primas y en deducibles más altos para API Manzanillo y las terminales. Estas entidades deberán monitorear cambios en costos de primas y deducibles dentro de las pólizas que cubren contra fenómenos meteorológicos.

Teniendo un Plan de Adaptación y una serie de acciones a implementar, API Manzanillo y las terminales pueden pedir a sus aseguradoras términos de póliza más favorables.

FIGURA 17

Eventos de pérdida a nivel mundial en 2013. México en sexto lugar

Países más afectados en términos de pérdidas totales
México en sexto lugar²



- Eventos geofísicos: terremotos, volcanes, tsunamis
- Eventos meteorológicos: tormentas tropicales, extratropicales, convectivas y locales
- Eventos hidrológicos: inundaciones y deslizamientos
- Eventos climatoológicos: temperaturas extremas, sequías, fuegos forestales

Fuente: Munich Re (2014). Available from: http://www.munichre.com/site/corporate/get/documents_E-529855854/mr/assetpool.shared/Documents/5_Touch/Natural%20Hazards/NatCatService/Annual%20Statistics/2013/MunichRe-Nnatcatser-vice-Naturaldisasters2013-Countries.pdf



Resumen de impactos económicos y financieros generados por el cambio climático para el Puerto de Manzanillo

Los riesgos por cambio climático con los impactos financieros más significativos para el puerto de Manzanillo como un todo son:

- Incremento en inundaciones por lluvias en el puerto. Esto afecta los caminos de la terminal y el movimiento ferroviario, además de incrementar los costos de mantenimiento para API Manzanillo.
- Mayor sedimentación de la cuenca del puerto debido a un mayor número de eventos de lluvias intensas. Esto reduce el calado para los buques e incrementa la necesidad de realizar dragado de mantenimiento, siendo que ambas causan la interrupción de las operaciones de la terminal y le cuestan a API Manzanillo.
- Impactos del cambio climático en la economía global, lo cual a su vez pudiera afectar al comercio que pasa por el puerto.

Si no se toma ninguna medida, habrá impactos financieros significativos que tendrán que absorber tanto API Manzanillo como las terminales para estos temas cruciales. Sin embargo los impactos no se consideran lo suficientemente severos para entrañar riesgos a la continuidad del negocio en el puerto en el mediano y largo plazos (2050s y los 2080s). La Figura 18 ofrece un resumen comparativo en el aumento de costos debido al cambio climático para el 2050 si no se toman medidas de adaptación.

Inundaciones por lluvia

Para el análisis de sensibilidad de este estudio se considera un aumento del 50% en la intensidad de tormentas como el umbral más alto. Para el 2050 debido a un aumento en las inundaciones por lluvia en todas las terminales se estima un aumento en pérdidas en los ingresos anuales de hasta 41.5 millones MXN. El análisis hidrológico muestra que la frecuencia de saturación del drenaje se duplicará para la década de 2050.

Las inundaciones por lluvia pueden ser vistas como un motivo de cierre de puerto para API Manzanillo. Los costos promedio de cerrar el puerto para API Manzanillo son de 0.12% del ingreso anual por 24 horas de cierre. La Figura 19 muestra el cambio potencial en pérdidas para API Manzanillo debidas al cierre del puerto bajo diferentes escenarios cambiantes de tormentas.

Mayor sedimentación

Una mayor sedimentación de la cuenca del puerto y del sistema de drenaje debido a la intensidad creciente de las precipitaciones conlleva algunos impactos financieros:

- Una necesidad creciente de dragado de mantenimiento
- Mayor mantenimiento a los colectores por ejemplo la limpieza de las trampas de sedimento.
- Impactos en el aumento en las actividades de dragado para permitir el acceso a los buques a las terminales

Un incremento de 8% en el asentamiento de sedimento debido al aumento de la intensidad de las precipitaciones tendría un costo de \$864,000 MXN adicionales por año para realizar el dragado para la década de 2050s. El aumento en el nivel medio del mar reduciría estos costos adicionales los cuáles se ubicarían entre 86,400 y 108,000 MXN anuales.

Los costos totales anuales en 2014 para el dragado de mantenimiento rondaron los 19.5 millones MXN (4.5% del gasto operativo de API Manzanillo). Un incremento proporcional de 8% en el asentamiento de sedimento costaría 1.6 millones MXN extra por año para 2050. Un aumento del 50% en la intensidad de las lluvias resultaría en 9,7 millones MXN adicionales por año.

Los retrasos en las terminales debido a las actividades del buque de dragado se estima que cuesten 233,884 MXN por hora a lo largo de todas las terminales presentes. Se estima un incremento de 8% en retrasos y sus costos asociados para la década de 2050s.

Impactos del cambio climático en el comercio total

Los impactos del cambio climático en la economía global pudieran afectar el comercio total que pasa por el puerto. Basado en la fuerte correlación entre el PIB global y el ingreso del puerto, las pérdidas estimadas de ingreso proyectadas del puerto se encuentran en un rango entre -0.30% y -0.95% para la década de 2020s y entre -0.38% y -1.88% para la década de 2050s. Esto se traduce en pérdidas de ingreso anual de entre 4 y 10 millones de MXN para 2035, y de entre 6 y 15 millones de MXN para 2045.

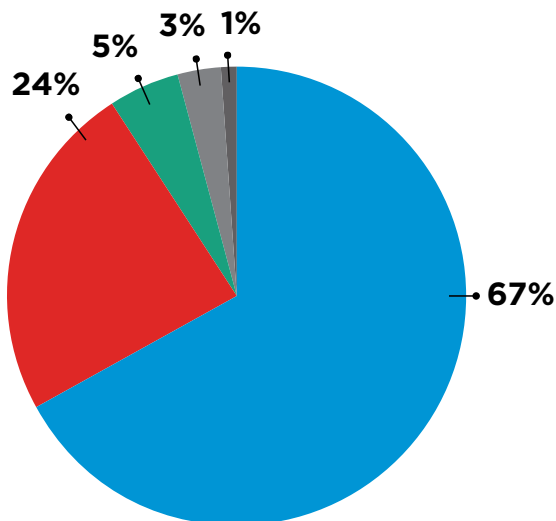
Rentabilidad (costo eficiencia) de las opciones de adaptación

Para los riesgos prioritarios, se realizó un análisis de alto nivel de la rentabilidad de las medidas de adaptación identificadas. Calificaciones bajas, medias y altas de costo y eficacia fueron asignadas a cada medida de adaptación. Por ejemplo, para las inundaciones por lluvia que afectan a la conectividad de carreteras y el ferrocarril, las medidas de adaptación evaluadas son:

- P1 Actualización sistema de drenaje interno
- P5 Sistemas de drenaje sostenible (SuDS)
- P6 Revisar y ajustar el programa de mantenimiento para el sistema de drenaje para garantizar la máxima capacidad por ejemplo, frecuencia de operaciones de limpieza
- P7 Actualizar y mejorar las trampas de sedimentos
- P8 Gestión de riesgo a nivel de cuencas
- P21 Implementar medidas de gestión de tráfico para minimizar los cuellos de botella durante las inundaciones

FIGURA 18

Aumento en costos/pérdidas en ingresos para el 2050 debido al cambio climático y en el caso de mayor impacto económico



- Incremento de las inundaciones de aguas superficiales
- Incremento de los costos de dragado
- Incremento de los costos de mantenimiento del drenaje
- Pérdida de acceso buque a los terminales
- Impactos del cambio climático en la economía global

Fuente: Autores de este reporte

La Figura 20 ilustra los costos de costo eficiencia. Debe notarse que costos más altos no resultan necesariamente en un nivel más alto de adaptación y viceversa.

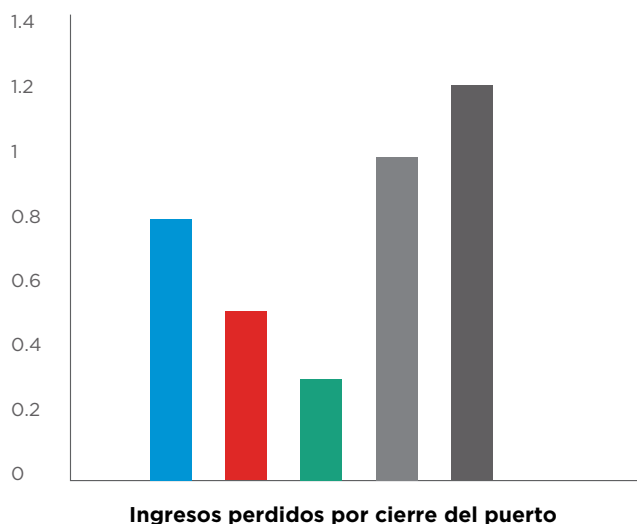
Las siguientes conclusiones de alto nivel pueden hacerse en base a los resultados del análisis de costo eficiencia:

- Las medidas de diseño de ingeniería o estructurales (grises) son frecuentemente más efectivas para reducir el riesgo. Sin embargo, son generalmente más costosas y tienen pocas consecuencias positivas (benéficas) adicionales.
- Las opciones basadas en ecosistemas (verdes) tienen más consecuencias positivas adicionales, pero no son típicamente tan efectivas como las opciones de diseño de ingeniería para la reducción de riesgos.
- Opciones híbridas se encuentran de por medio en cuanto a costo eficiencia y nivel de consecuencias positivas.

FIGURA 19

Pérdida de ingreso para APIMAN debido a cierre del puerto bajo diferentes escenarios de tormentas

Pérdida de ingresos anuales (millón MXN)

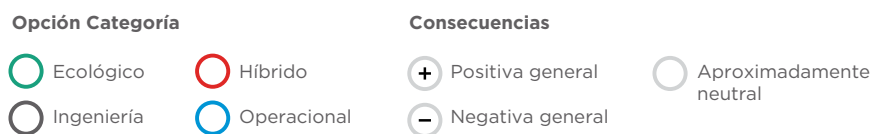
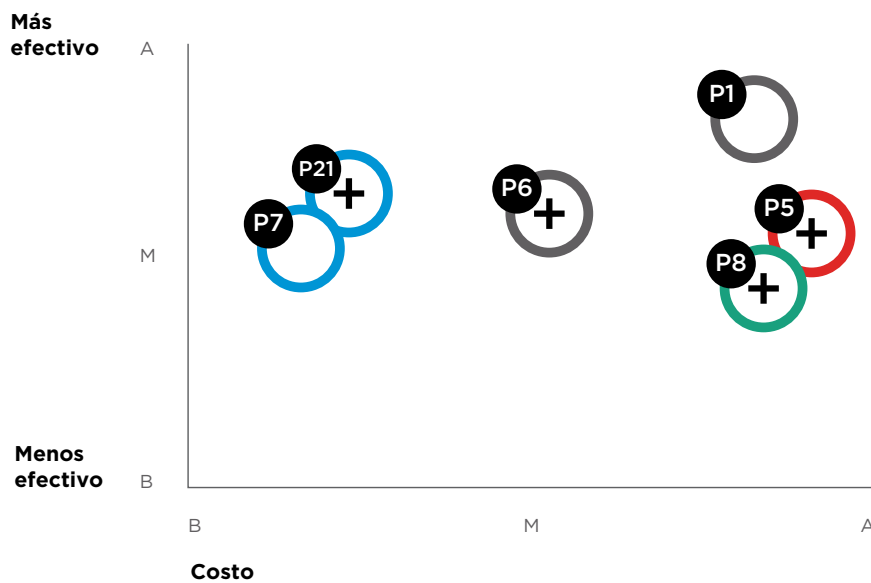


- Promedio histórico
- Disminución del 25% en la frecuencia
- Disminución del 50% en la frecuencia
- Aumento del 25% en la duración promedio de la máxima intensidad
- Aumento del 50% en la duración promedio de la máxima intensidad

Fuente: Autores de este reporte

FIGURA 20

Costo eficiencia de medidas para reducir efectos de inundaciones por lluvia



Fuente: Autores de este reporte

TABLA 4

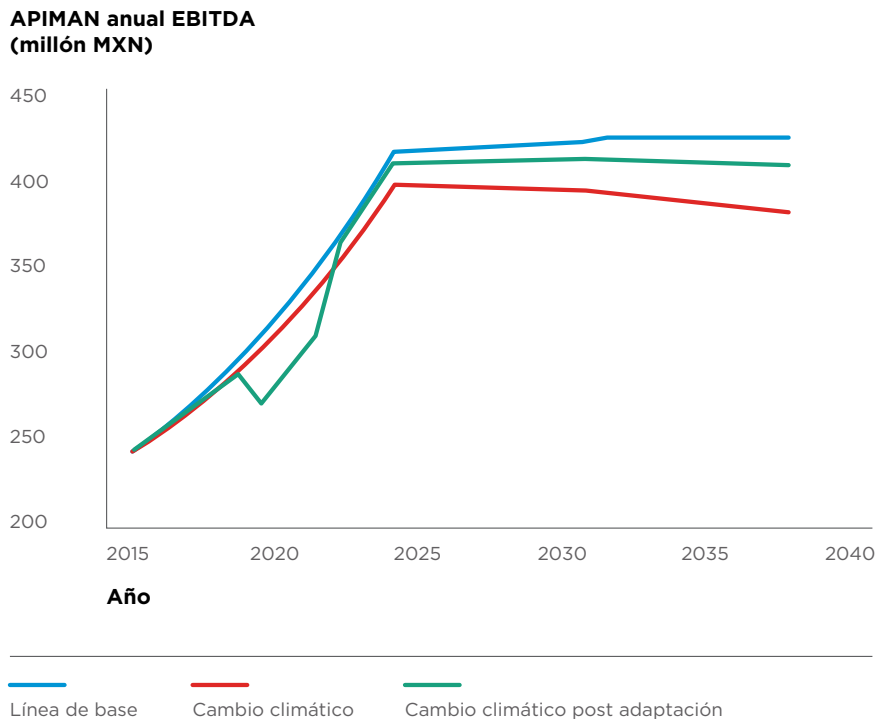
Escenarios estudiados para el análisis financiero de las mejoras a los colectores y de la instalación de las trampas de sedimento

Escenario	Instalación de trampas de arena	Mejoras a los colectores
Caso de referencia	Se lleva a cabo a lo largo de 3 años de 2016 a 2018	Se lleva a cabo a lo largo de 3 años de 2020 a 2022
Gestión Adaptativa	Se lleva a cabo durante 3 fases, en 2016, 2018 y 2020	Se lleva a cabo durante 3 fases, en 2021, 2025, y 2029
Retraso de 5 años	Se lleva a cabo a lo largo de 3 años de 2021 a 2023	Se lleva a cabo a lo largo de 3 años de 2025 a 2027
Retraso de 10 años	Se lleva a cabo a lo largo de 3 años de 2026 a 2028	Se lleva a cabo a lo largo de 3 años de 2030 a 2032

Fuente: Autores de este reporte

FIGURA 21

Efectos de los impactos del cambio climático relacionados al drenaje así como mejoras al sistema de drenaje ambos reflejados en el EBITDA anual de API Manzanillo (2015 MXN)



Fuente: Autores de este reporte

Análisis financiero de las mejoras al sistema de drenaje

Para evaluar el tema de las inundaciones por lluvia y la sedimentación en más detalle, los resultados financieros de las mejoras físicas al sistema de drenaje para incrementar capacidad de carga fueron evaluados. Los costos estimados para la mejora de la capacidad del Dren 3 fueron de alrededor de 93 millones de MXN, y para la instalación de una trampa de sedimentos adicional en todos los desagües, alrededor de 7 millones MXN.

El ahorro para API Manzanillo de estas inversiones fueron las pérdidas totales/costes evitados generados por las inundaciones, asumiendo la adaptación no se llevó a cabo, (es decir, el cierre del puerto, dragado de mantenimiento y mantenimiento de drenaje combinado). Se asume en el análisis que las mejoras podrían compensar el 75 % de estos costos.

La Figura 21 muestra que la realización de la actualización del drenaje conduce a una notable reducción EBITDA de 2019 a 2023 (línea verde). Del 2023 en adelante

EBITDA con medidas de adaptación es mayor que sin medidas de adaptación (línea roja), ya que se mitigan los impactos climáticos.

Para la implementación de estas medidas de adaptación fueron analizados cuatro escenarios para explorar cómo las finanzas se ven afectadas al completar los proyectos en fases o si se retrasan los proyectos, como se muestra en la Tabla 4.

El desempeño financiero bajo cualquiera de estos escenarios se resume en la Figura 22.

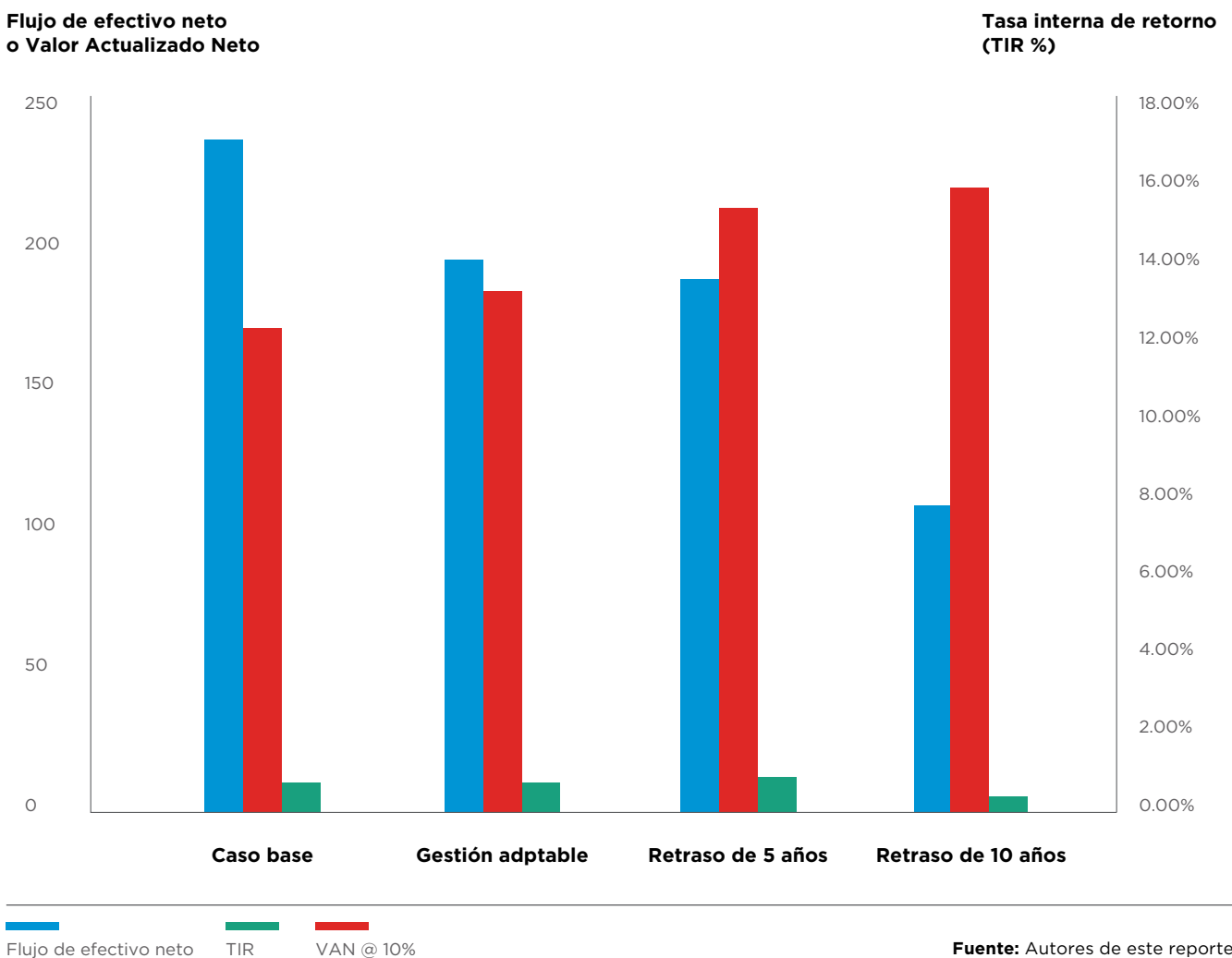
Las inversiones dan la impresión de valer la pena desde el punto de vista financiero basado en los supuestos hechos para llevar a cabo el análisis. Los costos de implementación no son grandes si se les compara con el gasto operacional anual total de API Manzanillo, particularmente si los proyectos son implementados en fases en el transcurso de varios años. Estos resultados son preliminares, se requieren esfuerzos adicionales de ingeniería y diseño para mayor claridad.

Los escenarios bajo los cuáles las inversiones se difieren en el tiempo reducen el flujo de caja neto (dado que deja al puerto expuesto a los impactos del cambio climático por más tiempo) pero mejora la tasa de retorno sobre la inversión.

A la tasa de descuento de API Manzanillo de 10%, el NPV del caso de referencia (adaptación de única vez) y el de los escenarios de gestión adaptativa son prácticamente iguales. Menores tasa de descuento favorecen el caso de referencia, y tasas de descuento más altas favorecen la gestión adaptativa.

FIGURA 22

Comparación del desempeño financiero de los escenarios de implementación de la adaptación para las mejoras al sistema de drenaje





Plan de adaptación

Alineamiento con políticas gubernamentales

Este Plan de Adaptación expone medidas para gestionar riesgos y oportunidades relacionados al cambio climático para el Puerto de Manzanillo y se encuentra alineada al mismo tiempo alineada con los instrumentos de política para la adaptación a nivel Federal, Estatal y Municipal.

Integrando el tema de adaptación en otras políticas

En línea con las mejores prácticas, las medidas en este Plan de Adaptación necesitan ser integradas en los planes existentes en el puerto en la medida de lo posible. La integración es una forma eficiente de asegurar que las acciones en el plan tengan dueño, y que sean completadas de forma efectiva.

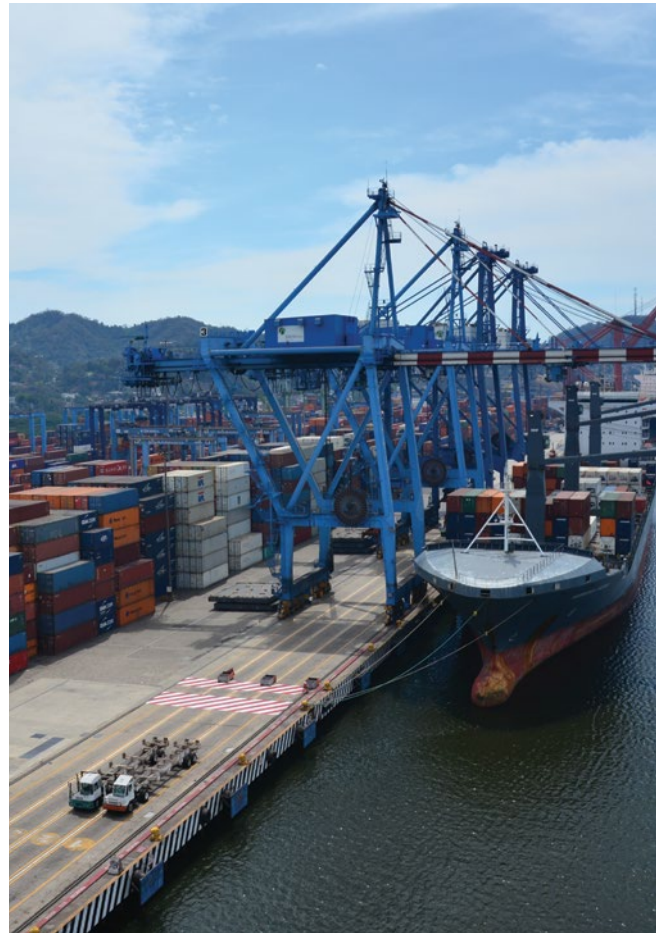
Existen dos áreas principales donde encajan las medidas de adaptación, concretamente:

- El Plan Maestro de Desarrollo Portuario (PMDP)
- Planes operacionales y procedimientos de API Manzanillo y las terminales

El reporte final especifica en mayor detalle estos lineamientos.

Las medidas de adaptación presentadas en este Plan de Adaptación contribuyen ya sea para:

- Construir la capacidad de adaptación: ayudando a entender y responder a los retos del cambio climático. Esto incluye medidas para crear nueva información (por ejemplo: recopilación de datos, investigación, monitoreo y toma de conciencia) y medidas para apoyar la gestión o las estructuras organizacionales. Estas son medidas de bajo costo, con resultados garantizados y se recomienda que se empiecen a implementar tan pronto como sea posible ya que en muchos casos pueden ayudar a lanzar acciones de adaptación
- Lanzar acciones de adaptación: implementar acciones que ayuden a reducir los riesgos del cambio climático o a sacar partido de las oportunidades. Se dividen para más detalle en cuatro sub-categorías: Grises / Verdes / Híbridas / Operacionales

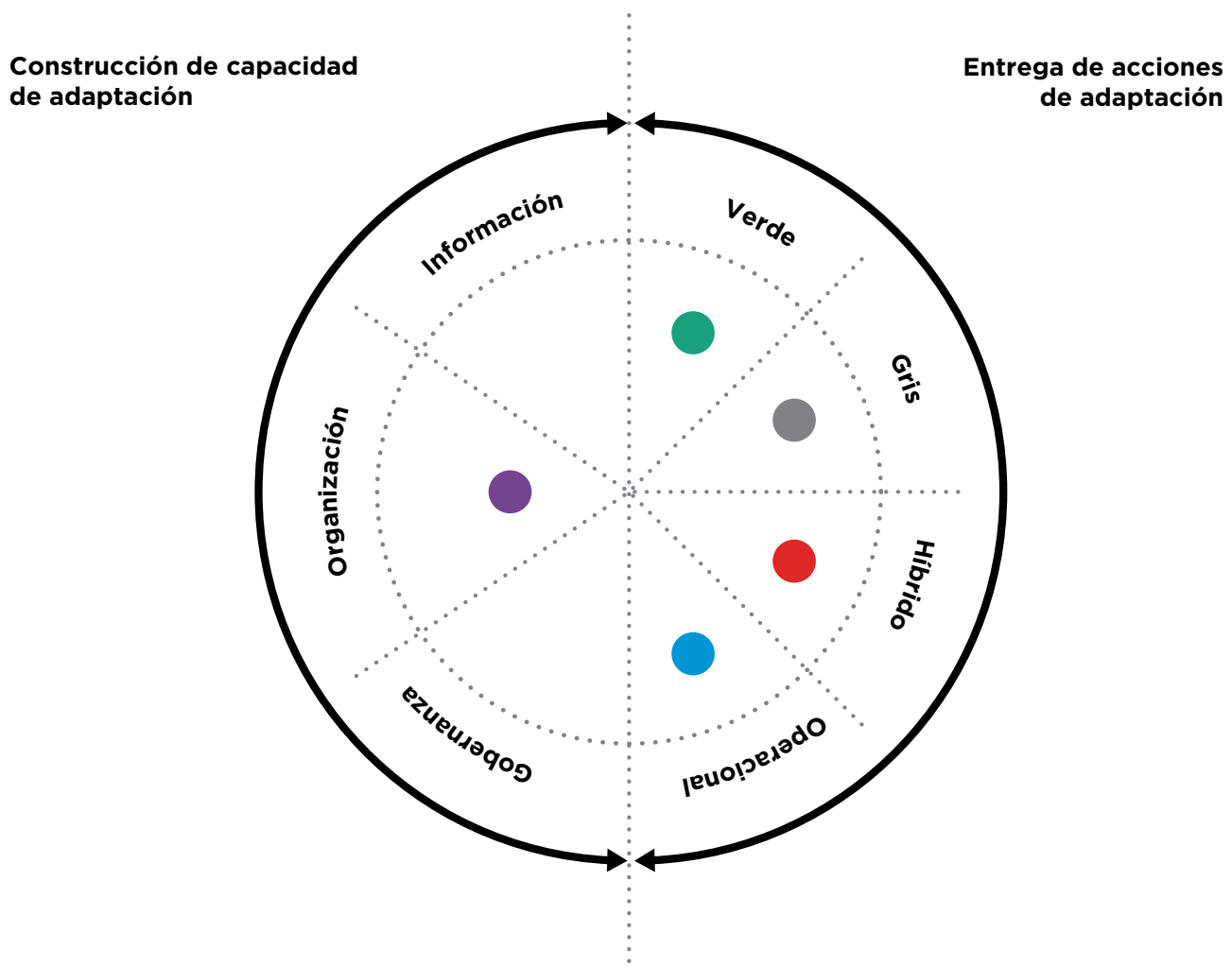


En base a los resultados del análisis de riesgos para el Puerto, las medidas fueron divididas en dos sub-categorías:

- Medidas de adaptación prioritarias: que abordan los riesgos prioritarios identificados en la Sección 3 de este estudio (ver Tabla 5)
- Medidas de adaptación que abordan riesgos de prioridad media y baja

FIGURA 23

Tipos de medidas de adaptación para el cambio climático recomendadas para el Puerto de Manzanillo



Políticas e instrumentos gubernamentales para la adaptación en México

Cualquier plan de adaptación debe responder a las necesidades del puerto, y al mismo tiempo ser incorporado dentro del contexto institucional en temas de adaptación y temas portuarios.

Este Plan de Adaptación toma en cuenta los últimos avances institucionales en políticas de cambio climático establecidas a nivel federal, estatal y municipal en México para asegurar que las acciones implementadas en el Puerto estén alineadas con los instrumentos políticos ya existentes en el país.

En México, los instrumentos políticos clave en temas de adaptación a nivel Federal son:

- La Ley General de Cambio Climático
- La Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40
- El Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018

El instrumento político clave en temas de adaptación a nivel Estatal es:

- El Programas Estatal de Cambio Climático (PECC)

A la fecha, el municipio de Manzanillo todavía está por desarrollar su propio plan de acción para el cambio climático. Sin embargo, está trabajando en realinear sus instrumentos políticos clave para que incorporen consideraciones climáticas, especialmente en:

- El Plan de Ordenamiento Ecológico Municipal
- El Plan de Desarrollo

El Plan está alineado con las políticas más recientes sobre el cambio climático

Llevando a cabo una evaluación de los riesgos climáticos para uno de los puertos más grandes de México y al recomendar medidas de adaptación concretas, este estudio responde a varios objetivo estratégico nacionales, incluyendo:

“Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y de los sistemas productivos ante los efectos cambio climático”

Estrategia Nacional de Cambio Climático

Y de igual manera:

“Reducir la vulnerabilidad de la población y sectores productivos e incrementar su resiliencia y la resistencia de la infraestructura crítica”

Programa Especial de Cambio Climático



Plan de inclusión de actores involucrados

Un adecuado compromiso con los actores relevantes es un factor crítico para la implementación exitosa de cualquier Plan de Adaptación (Figura 24). Puede ayudar a identificar sinergias en los objetivos de adaptación y evitar conflictos.

Actores clave con los que API Manzanillo deberá consultar y colaborar para la implementación de medidas de adaptación incluyen:

Comunidad Portuaria:

- Terminales
- Líneas navieras
- Operadores logísticos
- Unidad Municipal de Protección Civil

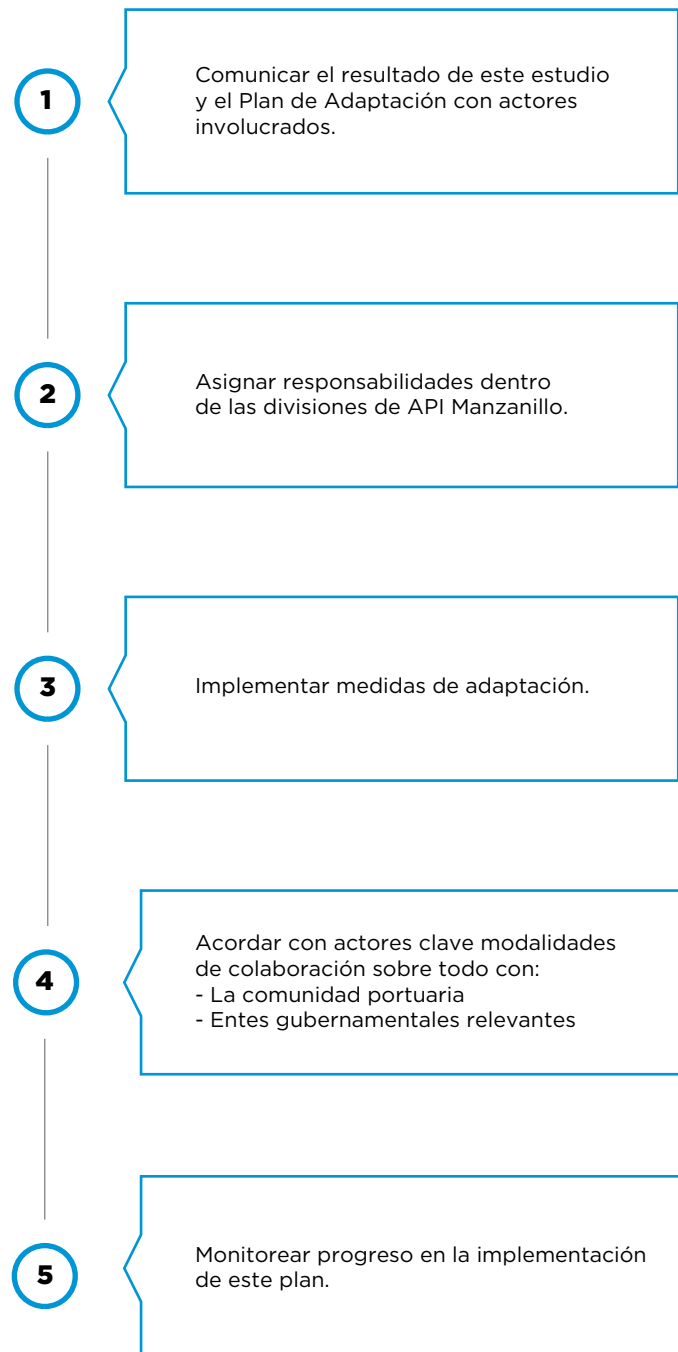
Gobierno:

- Ayuntamiento de Manzanillo
- IMADES
- SEMARNAT
- INECC
- SCT
- IMT
- CONAGUA

Los próximos pasos para API Manzanillo consisten en comunicar los resultados de este estudio y el Plan de Adaptación internamente, con las terminales y el resto de la comunidad portuaria. Para apoyar la implementación de las recomendaciones hechas en este estudio API Manzanillo debe asignar responsabilidades entre los actores clave. Habiendo completado esta tarea API Manzanillo y las terminales podrán empezar a incorporar las medidas de adaptación dentro de sus actividades estratégicas y operacionales. API Manzanillo deberá desarrollar, en coordinación con las terminales y otros actores clave, un plan de monitoreo para evaluar el progreso en la implementación de las medidas de adaptación y para valorar su rendimiento. API Manzanillo debería también monitorear tendencias en parámetros climáticos y oceanográficos en el puerto para entender cambios que se vayan dando progresivamente. Por último se recomienda a API Manzanillo mantenerse al tanto de nuevos desarrollos en proyecciones de cambio climático mediante comunicaciones con INECC.



Pasos a seguir para la implementación del Plan de Adaptación para el Puerto de Manzanillo



Fuente: Autores de este reporte

TABLA 5.1

**ÁREA DE RIESGO
PARA EL PUERTO**

**Daños a la
infraestructura,
edificios y equipo**

RIESGO CLIMÁTICO

Incremento en la frecuencia de eventos de precipitación pluvial intensa causa daños a la infraestructura y a los equipos debido a inundaciones por lluvia.

**OBJETIVO DE MEDIDA
DE ADAPTACIÓN**

Incrementar la resiliencia a las inundaciones y a las lluvias intensas.

Medida de adaptación	Tipo	Costo	Efectividad
P1 - Modernizar el sistema de drenaje dentro del puerto para incrementar la capacidad máxima y manejar el incremento de flujo.		A	A
P2 - Retroadaptar la infraestructura/activos vulnerables a las inundaciones, sobre todo la infraestructura crítica (por ej. aislar equipo eléctrico, usar materiales resistentes al agua).		B	M
P3 - Comprometerse con los actores para planear opciones de administración de inundación a nivel de cuencas.		Resultados garantizados "sin remordimientos"	
P4 - Revisar sistemas de alerta temprana de inundación e identificar áreas de mejora ante el incremento de riesgo debido al cambio climático.		Resultados garantizados "sin remordimientos"	
P5 - Revisar opciones para usar sistemas de drenaje sostenibles (SUDS) tomando en cuenta los cambios potenciales en la precipitación.		A	M
P6 - Modernizar y mejorar las trampas de sedimento.		M	M
P7 - Realizar revisiones y ajustes al programa de mantenimiento para asegurarse que la máxima capacidad del sistema de drenaje actual está siendo alcanzada por ejemplo, frecuencia de limpieza del drenaje.		B	M
P8 - Considerar la planeación a nivel cuenca para la captación de lluvias y opciones de adaptación en base a ecosistemas para reducir el riesgo de desbordamiento del drenaje.		A	M

Entidad principal	Aliados clave	Indicador(es) de Adaptación	Implementar en el Plan Maestro de Desarrollo Portuario (PMDP) en:			
			2012-2017	2017-2022	2022-2027	2027-2032
Ingeniería de API	Ayuntamiento de Manzanillo (Comisión de agua potable, drenaje y alcantarillado), CONAGUA.	Sistema de drenaje actualizado para albergar el incremento de flujo.				
Ingeniería de API		Infraestructura crítica vulnerable a inundaciones es a prueba del clima.				
Ingeniería de API, Ecología de API	Ayuntamiento de Manzanillo (Departamento de Medio Ambiente, INPLAN), CONAGUA.	Medidas de planeación para gestionar inundaciones están incorporadas en los programas municipales de planeación de uso de suelo.				
Ingeniería de API, Ecología de API	Ayuntamiento de Manzanillo (Departamento de Medio Ambiente, INPLAN), CONAGUA.	Sistemas de alerta temprana de inundaciones están al día.				
Ingeniería de API, Ecología de API		Opciones para incorporar SUDS en el puerto son evaluadas e implementadas.				
Ingeniería de API		Actualizaciones de las trampas de sedimento completadas.				
Ingeniería de API		Aumento en frecuencia de la limpieza de las trampas de sedimento.				
API Ecología	Ayuntamiento de Manzanillo (Departamento de Medio Ambiente, INPLAN), CONAGUA.	Gestión de riesgos a nivel de cuenca para controlar inundaciones, implementado con el Municipio.				

TABLA 5.2

ÁREA DE RIESGO PARA EL PUERTO

Servicios portuarios

RIESGO CLIMÁTICO

El incremento en la frecuencia de las lluvias que causa aumento en la sedimentación de la cuenca del puerto, reduciendo el tamaño de calado para los buques y acceso a la terminal.

OBJETIVO DE MEDIDA DE ADAPTACIÓN

Reducir el riesgo de sedimentación.

Medida de adaptación	Tipo	Costo	Efectividad
P9 - Monitorear los niveles de sedimentación y evaluar las tendencias históricas en la frecuencia y cantidades de dragado.		Resultados garantizados "sin remordimientos"	
P10 - Actualizar los programas de dragado y su calendario para reducir la pérdida de profundidad de calado.		M	M
P11 - Modernizar y mejorar las trampas de sedimento.		M	M
P12 - Revisar y ajustar la frecuencia de limpieza de las trampas de sedimento para mantener la eficiencia.		B	M

Costo

A: Inversión significativa en infraestructura\operaciones\medidas ecológicas > 10% Gastos de Operación

M: Inversión moderada en nueva infraestructura\operaciones\medidas ecológicas 1 to 10 % Gastos de Operación

B: Inversión menor, principalmente operacional\acciones de información <1% anual Gastos de Operación

Efectividad

A: La intervención tiene un efecto garantizado contra el 100 % del riesgo\impacto

M: La intervención tiene una reducción mínima garantizada del 50-99% del riesgo \impacto.

B: La intervención tiene una reducción mínima garantizada de <50 % del riesgo\impacto.

Códigos de color

-  Desarrollar capacidades
-  Verde
-  Gris
-  Híbrido
-  Operacional

Entidad Líder	Socios Clave	Indicador(es) de Adaptación	Implementar en el Plan Maestro de Desarrollo Portuario (PMDP) en:			
			2012-2017	2017-2022	2022-2027	2027-2032
Ingeniería de API		Monitoreo del sistema en sitio para detectar tendencias en la sedimentación y dragado				
Ingeniería de API		Actualización del calendario de dragado				
Ingeniería de API		Actualizaciones de las trampas de sedimento completadas				
Ingeniería de API		Frecuencia incrementada en la limpieza de las trampas de sedimentos				

TABLA 5.3

**ÁREA DE RIESGO
PARA EL PUERTO**

Rutas de comercio

Pérdida de conectividad portuaria con las rutas de transporte en tierra

RIESGO CLIMÁTICO

Aumento en la frecuencia de las lluvias causa inundaciones por lluvia de los caminos de acceso internos y de entrada, causando trastornos en las operaciones del puerto.

Aumento en la frecuencia de las lluvias causa inundaciones por lluvia de las vías férreas internas del puerto, causando trastornos en las operaciones del puerto.

**OBJETIVO DE MEDIDA
DE ADAPTACIÓN**

Aumentar la resiliencia a inundaciones y a eventos intensos de precipitación pluvial.

Medida de adaptación	Tipo	Costo	Efec-tividad
P13 - Modernizar el sistema de drenaje dentro del puerto para incrementar la capacidad máxima y manejar el incremento de flujo.		A	A
P14 - Revisar opciones para usar sistemas de drenaje sostenibles (SUDS) tomando en cuenta los cambios potenciales en la precipitación.		A	M
P15 - Comprometerse con los actores a planear opciones de administración de inundación a nivel del paisaje.		Resultados garantizados "sin remordimientos"	
P16 - Revisar sistemas de alerta temprana de inundación e identificar áreas de mejora ante el incremento de riesgo debido al cambio climático.		Resultados garantizados "sin remordimientos"	
P17 - Revisar y actualizar los planes de evacuación y la continuidad del negocio durante los fenómenos meteorológicos extremos.		Resultados garantizados "sin remordimientos"	
P18 - Realizar revisiones y ajustes al programa de mantenimiento para asegurarse que la máxima capacidad del sistema de drenaje actual está siendo alcanzada por ejemplo, frecuencia de limpieza del drenaje.		B	M
P19 - Modernizar y mejorar las trampas de sedimento.		M	M
P20 - Considerar la planeación del nivel de captación del paisaje y del ecosistema basado en opciones de adaptación para reducir el riesgo de desbordamiento del drenaje.		A	M
P21 - Implementar medidas de administración del tráfico para minimizar los cuellos de botella durante los fenómenos meteorológicos extremos.		B	M

Entidad Líder	Socios Clave	Indicador(es) de Adaptación	Implementar en el Plan Maestro de Desarrollo Portuario (PMDP) en:			
			2012-2017	2017-2022	2022-2027	2027-2032
Ingeniería de API	Ayuntamiento de Manzanillo (Comisión de agua potable, drenaje y alcantarillado, INPLAN), CONAGUA	El sistema de drenaje es actualizado de acuerdo a los futuros escenarios de lluvia				
Ingeniería de API		Reporte de opciones dispuestas para el uso sustentable de los sistemas de drenaje				
Ingeniería de API, Ecología de API	Ayuntamiento de Manzanillo (Comisión de agua potable, drenaje y alcantarillado, INPLAN), CONAGUA	Medidas de planeación del uso de suelo para apoyar que la administración de las inundaciones esté incorporada en los programas municipales de planeación del uso de suelo				
Ingeniería de API, Ecología de API		Sistema de alerta temprana de inundaciones en sitio actualizado				
Operaciones de API	Terminales, Centro de Emergencia, Unidad Municipal de Protección Civil	Planes de continuidad de negocio y planes de evacuación actualizados				
Operaciones de API	Ingeniería de API	Ejecución de ajustes a la operación asegurando el desempeño a tope del sistema de drenaje				
Ingeniería de API		Actualizaciones de las trampas de sedimento completadas				
Ecología de API	Ayuntamiento de Manzanillo (Departamento de Medio Ambiente), CONAGUA	Enfoque basado en captación para la administración riesgos de inundación implementado con el municipio				
Operaciones de API	Aduanas, Terminales, Ayuntamiento de Manzanillo (Dirección General de Servicios Públicos Municipales, Ayuntamiento de Manzanillo (Departamento de Medio Ambiente), CONAGUA)	Reducción de los problemas de tráfico y cuellos de botella				

Limitaciones de este estudio

La elaboración de evaluaciones de riesgos generados por el cambio climático y el desarrollo de planes de adaptación son procesos sujetos a varios tipos de limitaciones, debido al estado actual de conocimiento sobre el cambio climático y de sus posibles impactos. Las limitaciones más importantes identificadas en este estudio se resumen a continuación. Estudios realizados en el futuro se podrán beneficiar de los avances progresivos que se hagan en la ciencia del cambio climático. Teniendo en cuenta estas limitaciones, el Plan de Adaptación hace énfasis en medidas que ayudan a aumentar la capacidad de adaptación, las cuales pueden ser consideradas como medidas de bajo costo y “bajo o sin remordimientos” (no/low regret).

- Cambios futuros en los patrones de tormenta: un gran número de los riesgos climáticos para el puerto se relacionan a posibles cambios en los patrones regionales de actividad de tormentas tropicales. Actualmente los científicos no pueden cuantificar de manera precisa cambio en la intensidad y ubicación de tormentas futuras. Por lo tanto se ha usado un análisis de sensibilidad, evaluando un rango de posibles escenarios futuros.

Cualquier análisis de cambio climático tiene un margen de incertidumbre pero no por ello deben ser descartados los posibles impactos.

- Cambios futuros en extremos de precipitación y de velocidades de viento máximas: debido a los niveles de incertidumbre en lo que respecta cambios futuros en los patrones de ciclones tropicales y tormentas, resulta difícil cuantificar los cambios en la intensidad de las lluvias y de la velocidad del viento. Por lo tanto para estas variables y, en casos donde estas tendencias fueran identificadas como estadísticamente significativas, se asume que tengan una proyección lineal a futuro.
- Tasas de sedimentación: El estudio asume que las descargas de sedimento varían de manera lineal de acuerdo a las descargas de agua. Sin embargo un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos de lluvia puede incrementar tasas de sedimentación de manera no lineal.

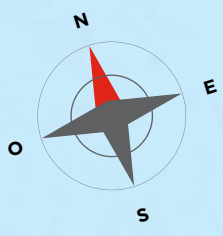
- Disponibilidad de datos para el análisis financiero: algunas de las terminales que operan en el puerto no han otorgado información sobre costos actuales asociados a eventos climáticos ni información sobre sus proyecciones financieras a futuro. Algunos de los análisis están por lo tanto limitados a las terminales que ofrecieron información o supuestos fueron hechos en los que se asume que la información recibida refleja a todas las terminales.
- Cálculos para actualización del sistema de drenaje: las estimaciones hechas para la actualización del Dren 3 incluyen supuestos sobre el régimen hidrológico, la pendiente y la profundidad de la cuenca.



Mapa de las instalaciones del Puerto de Manzanillo

- 1 Terminal de cruceros
- 2 Pemex
Terminal especializada
- 3 Operadora de la Cuenca del Pacífico, S.A. de C.V.
Instalación de Usos Múltiples (IUM)
- 4 Cemex México, S.A. de C.V.
Terminal especializada
- 5 Cementos Apasco, S.A. de C.V.
Terminal especializada
- 6 Frigorífico de Manzanillo, S.A. de C.V.
Instalación portuaria
- 7 Corporación Multimodal, S.A. de C.V.
Terminal especializada
- 8 Terminal Internacional de Manzanillo, S.A. de C.V.
Instalación de Usos Múltiples (IUM)
- 9 Comercializadora La Junta, S.A. de C.V.
Terminal especializada
- 10 Granalera Manzanillo, S.A. de C.V.
Instalación portuaria
- 11 SSA México, S.A. de C.V.
Terminal especializada
- 12 Exploración de Yeso, S.A. de C.V.
Terminal especializada
- 13 Marfrigo, S.A. de C.V.
Instalación portuaria
- 14 Terminal Marítima Hazesa, S.A. de C.V.
Instalación portuaria
- 15 Contecon Manzanillo, S.A. de C.V.
Terminal especializada
- 16 Patio N°3
Administrador portuario
- 17 Patio de maniobras banda "B"
- 18 Patio de maniobras banda "C"
- 19 Patio posterior al muelle N°14
- 20 Patio posterior al muelle N°15
- 21 Aduana marítima
- 22 Central de emergencias





2

1

3

4

5

6

7

16

17

8

9

18

10

11

19

12

20

13

15

14

21

21

22



BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

1300 New York Avenue, NW
Washington, DC 20577, USA

Para mayor información, por favor, contáctenos en:

futurefinance@iadb.org

www.iadb.org/scf

