Herlinda Silva Gabriela Rosas Fernando Secaira Thomas Meller Melisa Mendoza

Sobrevive al cambio climático en el Caribe

Catálogo de buenas prácticas

de uso del suelo, manejo del paisaje y construcción en la zona costera de Quintana Roo

The Nature Conservancy
Conservando la naturaleza
Protegiendo la vida

amigos de Sian Ka'an
ACCIONES POR LA NATURALEZA

marti
the MesoAmerican Reef Tourism Initiative

Sobrevive al cambio climático en el Caribe

Catálogo de buenas prácticas

de uso del suelo, manejo del paisaje
y construcción en la zona costera de Quintana Roo

Sobrevive al cambio climático en el Caribe

Catálogo de buenas prácticas

de uso del suelo, manejo del paisaje
y construcción en la zona costera de Quintana Roo

Herlinda Silva, Gabriela Rosas, Fernando Secaira, Thomas Méller y Melisa Mendoza
Compiladores

The Nature Conservancy
Conservando la naturaleza
Protegiendo la vida

amigos de Sian Ka'an
ACCIONES POR LA NATURALEZA

marti
the MesoAmerican Reef Tourism Initiative

Instituto Tecnológico de Chetumal

Foto: ©H Bahena / Ecosur

Cómo citar este documento:

Silva, H., Rosas, G., Secaira, F., Meller, T., Mendoza, M. (Comps.) (2014). *Sobrevive al cambio climático. Catálogo de buenas prácticas para reducir los impactos del clima en la zona costera de Quintana Roo, México.* Chetumal, Quintana Roo: Instituto Tecnológico de Chetumal, The Nature Conservancy, Amigos de Sian Ka'an-MARTI.

Primera edición: 2014

D.R. © Instituto Tecnológico de Chetumal
Av. Insurgentes núm. 330, C.P. 77013
Chetumal, Q. R., México

D.R. © The Nature Conservancy
Calle 25 núm. 187B x 8 y 10, García Ginerés
Mérida, Yucatán, México, 97070

D.R. © Amigos de Sian Ka'an-MARTI
Fuego núm. 2, Mza. 10, SM 4, C.P. 77500
Cancún, Q. R. México

Fotografías: Instituto Tecnológico de Chetumal, Amigos de Sian Ka'an-MARTI, The Nature Conservancy
Esquemas: Jeziel Manuel Manzanero Cruz
Recopilación de información: Arq. Mariel Ramírez Aguilar (ASK-MARTI), María de los Ángeles Escamilla Ramírez, Eddie Guillermo Cárdenas Cauich

Diseño, corrección de estilo y formación: Alfa/Zeta. Diseño y producción editorial
Portada: Talía Caraveo Lavalle
Florencia 226, Col. Italia 77035
Chetumal, Q. R.
zet.alfa@gmail.com

Esta investigación fue posible gracias a la valiosa contribución de J.L. Foundation (California, Estados Unidos) otorgada a The Nature Conservancy y los recursos aportados por el Instituto Tecnólogico de Chetumal.

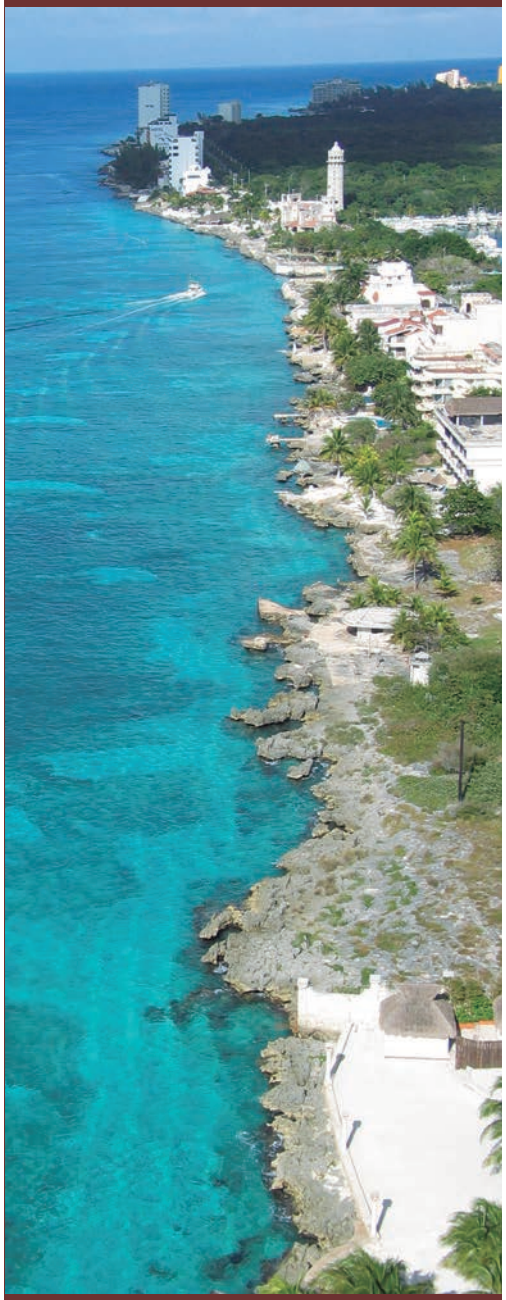


Foto: ©H Bahena / Ecosur

Contenido

Introducción / 7

Vulnerabilidad de la zona costera de Quintana Roo ante los efectos del clima / 8
Importancia de los ecosistemas en la dinámica de la costa / 10
Principios básicos para reducción del impactos causados por los fenómenos del clima / 12

1. Prácticas de ubicación y uso de suelo / 19

1.1 Ubicación y uso de suelo / 20
1.2 Manejo de vegetación terrestre / 26
1.3 Conservación de espacios marinos / 33
1.4 Senderos y banquetas / 36
1.5 Vialidades / 39
1.6 Instalaciones / 42

2. Prácticas de edificación / 45

2.1 Estructura / 46
2.2 Diseño / 48
2.3 Envolvente / 50
2.4 Ventanas / 54
2.5 Cubierta / 57

Fuentes consultadas / 60

Expertos consultados / 62
Comunicación personal / 62
Fuentes de campo / 62

Glosario / 63

INTRODUCCIÓN

El presente catálogo ofrece un conjunto de prácticas de uso y ocupación de suelo, manejo de ecosistemas costeros –terrestres y marinos– en torno al diseño y construcción de edificaciones, senderos y caminos, con bajo impacto en los efectos del cambio climático (el aumento del nivel del mar, mareas, olas de tormenta, vientos, lluvias intensas, así como periodos de sequía y calor más intensos y prolongados).

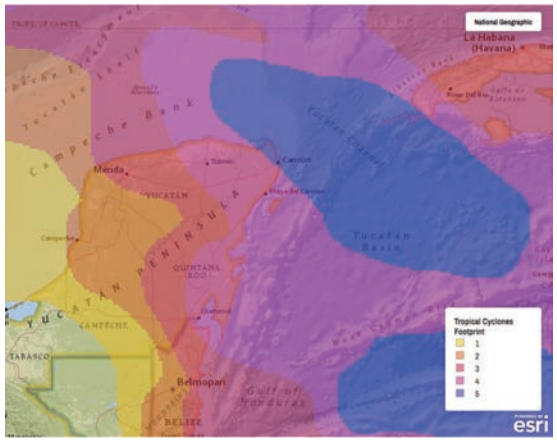
Este documento está orientado a diseñadores, constructores y dueños de edificaciones y de conjuntos tanto residenciales como turísticos en la zona costera de Quintana Roo. Con estas prácticas se pretende reducir la exposición de las edificaciones y de la infraestructura a los fenómenos climáticos y disminuir su vulnerabilidad mediante la adaptación de las características de las edificaciones e infraestructura, de forma que se reduzca el daño que los fenómenos pudieran ocasionar.

El catálogo inicia con la descripción de los riesgos de los impactos del cambio climático, la importancia de conocer y mantener la dinámica costera y sus ecosistemas para reducir dichos impactos, la metodología empleada para identificar las prácticas y, finalmente, su presentación por medio de fichas descriptivas.

Sobrevive al cambio climático en el Caribe. Catálogo de buenas prácticas de uso del suelo, manejo del paisaje y construcción en la zona costera de Quintana Roo es una iniciativa de The Nature Conservancy (TNC), del Instituto Tecnológico de Chetumal (ITCH) y Amigos de Sian Ka'an (ASK) como parte de la Iniciativa de Turismo del Arrecife Mesoamericano (MARTI).

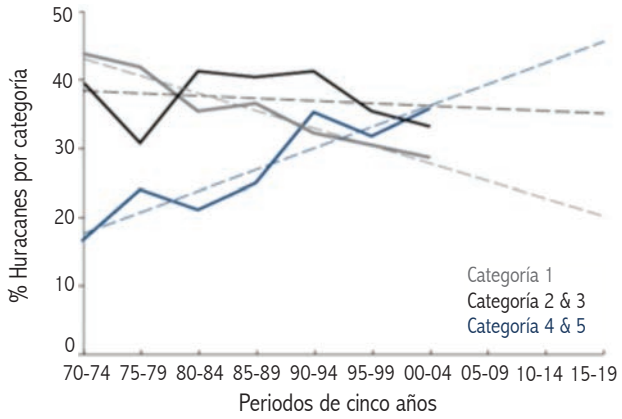
Vulnerabilidad de la zona costera de Quintana Roo ante los efectos del clima

La zona costera de Quintana Roo es el principal destino turístico de México. En 2013, un total de 9.4 millones de turistas y 3.1 millones visitantes en cruceros generaron un ingreso de 7.6 millardos de dólares (Sedetur, 2014), y la región continuará creciendo debido al flujo de extranjeros y mexicanos y a los desarrollos turísticos e inmobiliarios planeados en el norte de Cancún, en el corredor Playa-Tulum y en la Costa Maya. Como resultado, 80% de la población de Quintana Roo vive en la zona costera (Conapo, 2010), a menos de seis metros sobre el nivel medio del mar, donde se concentrará el crecimiento poblacional al 2050, lo que coloca a la población y a la economía del estado en una condición vulnerable a los impactos de los fenómenos climáticos y del calentamiento global: mareas y olas de tormentas; el aumento del nivel del mar; los vientos y las lluvias intensas; y periodos de sequía y calor más intensos y prolongados.



Fuente: Tropical Cyclones Footprint en www.mapscoastalresilience.org/global

FIGURA 1. Huella del paso de huracanes entre 1970 y 2011. El índice combina frecuencia e intensidad.



Fuente: USAID, 2012.

FIGURA 2. Frecuencia de huracanes según intensidad de 1970 a 2004 en el Atlántico. Las tormentas categorías 4 y 5 han sido más frecuentes en los últimos 30 años.

Sobresale la destrucción causada por los vientos intensos, oleaje, mareas de tormenta y lluvias torrenciales que traen los huracanes. Quintana Roo se ubica en una zona muy vulnerable al paso de los huracanes del Caribe (figura 1) los cuales han aumentando su intensidad desde el año 1974 (figura 2) según datos de la NOAA (USAID, 2012). Del año 2000 al 2010 el estado sufrió el embate de diez huracanes de diferentes magnitudes que generaron pérdidas económicas por 22,091.4 millones de pesos,[1] destacando por su destrucción Isidoro (2002), Wilma y Dean (2005), y Ernesto (2012). El *Atlas nacional de riesgos de Quintana Roo* calificó los municipios costeros con grado de peligro y de riesgo alto y medio ante huracanes (figuras 3 y 4).

[1] http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=176

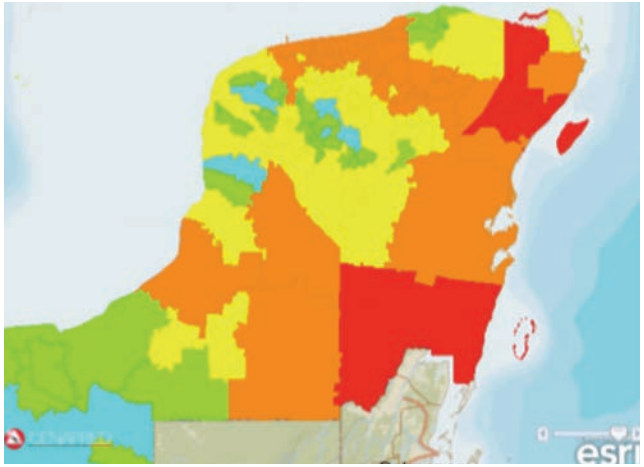


FIGURA 3. Grado de peligro por presencia de ciclones tropicales*

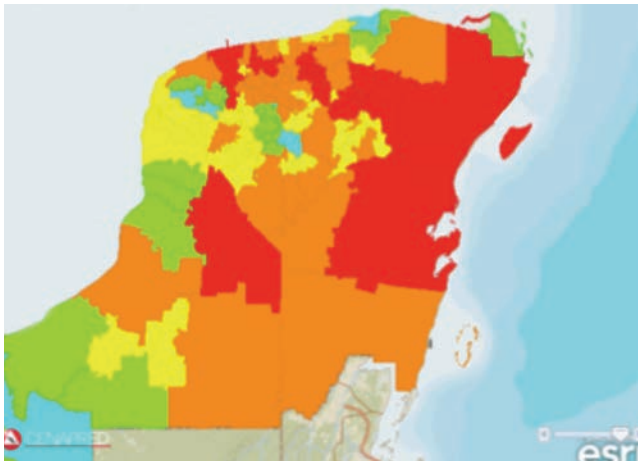
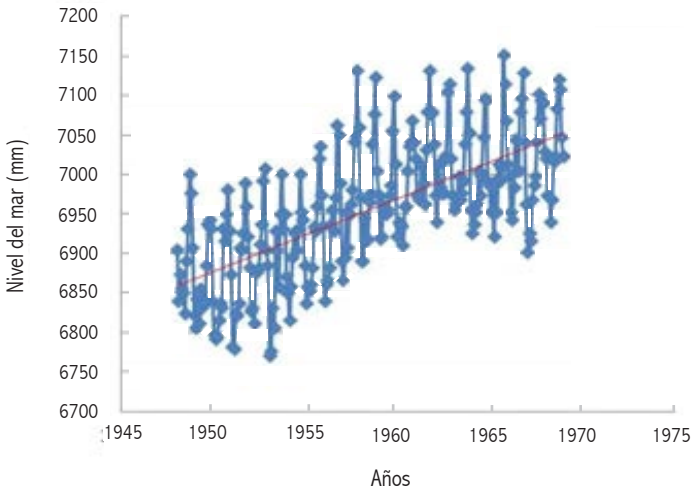


FIGURA 4. Grado de riesgo por presencia de ciclones tropicales*

**Fuente:* http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=176

Además de los huracanes, la costa está expuesta al aumento del nivel del mar, lo que incrementa el impacto de las mareas y el oleaje, contribuye a la erosión de playas y ocasiona un mayor daño por inundaciones. El aumento del nivel del mar es una afectación seria en el Arrecife Mesoamericano –ecorregión a la cual pertenece el Caribe mexicano–, donde se ha comprobado un crecimiento de hasta un centímetro por año desde 1974 (figura 5), como en Puerto Cortés, Honduras.

El daño causado por las lluvias y los vientos también es relevante, paulatino y constante. Año con año, muchos caminos de acceso y viviendas en la costa son anegados y dañados; playas enteras se erosionan; estructuras colapsan; como consecuencia los medios de vida de las personas y la economía del estado se ven afectados.



Fuente: USAID, 2012.

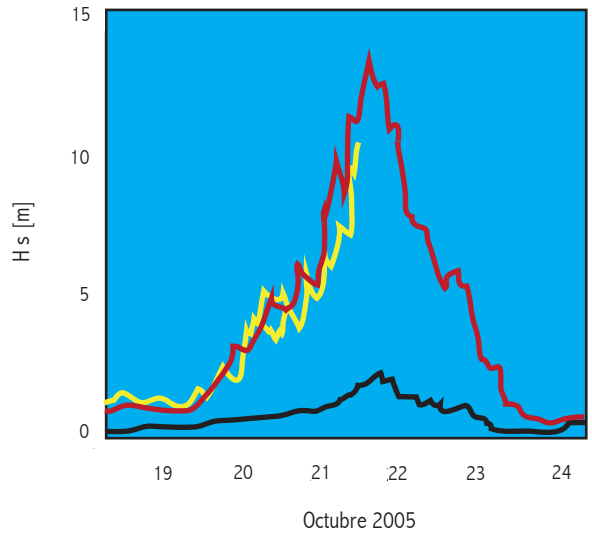
FIGURA 5. Cambio relativo del nivel del mar en Puerto Cortés, Honduras, basado en mareógrafos locales

Las autoridades federales, estatales y municipales, los desarrolladores inmobiliarios y hoteleros, y la población, están buscando prácticas y estrategias que les ayuden a reducir el impacto de estos fenómenos climáticos en las vidas y la salud de las personas, en sus actividades económicas, como turismo y pesca, así como sobre la infraestructura y las edificaciones. Por esta razón The Nature Conservancy (TNC), el Instituto Tecnológico de Chetumal y Amigos de Sian Ka'an- MARTI unieron esfuerzos en 2013 para identificar prácticas que pueden reducir la vulnerabilidad de las edificaciones, de la infraestructura y de los ecosistemas costeros en Quintana Roo ante los fenómenos climáticos y presentarlas a los desarrolladores y gobiernos.

Importancia de los ecosistemas en la dinámica de la costa

Está bien documentado que los ecosistemas costeros y marinos proveen una protección significativa a las comunidades y a la infraestructura costera ante las olas, mareas de tormenta, inundaciones y erosión (McIvor et al., 2012a; Blanchón et al. 2010; Ferrario et al. 2014). Los ecosistemas, además de ser efectivos en la protección a la costa sostienen al turismo y a la pesca, por lo que protegerlos es la medida más eficaz de reducir la vulnerabilidad y mantener los medios de vida de las comunidades costeras (USAID, 2009).

Las mareas de tormenta y huracanes pueden construir o erosionar la duna costera. En algunas ocasiones depositan grandes cantidades de arena que es arrastrada de otras playas o del fondo marino; en otras tomarán la arena de la duna y la regresarán al fondo. El viento es también formador y erosionador de dunas: constantemente transporta la arena de la playa hacia el interior de la costa, y la vegetación de duna costera es clave para atrapar y afianzar la arena o bien para evitar su erosión (Semarnat, 2013). Al construir sobre la duna costera y destruir la vegetación, la dinámica de las olas y del viento es perturbada, acelerando la erosión de la duna o bien evitando que se deposite la arena.



Fuente: Blanchon et al., 2010.

FIGURA 6. Grado de reducción de la fuerza de marea durante el huracán Wilma producido por los arrecifes de coral en Puerto Morelos

Los humedales —como lagunas costeras, manglares, sabanas y bosques inundables— almacenan el agua de las lluvias regulares, de tormentas y huracanes. Dependiendo de su dinámica, el agua es conducida paulatinamente hacia el acuífero o descargada hacia el mar. El relleno y las construcciones (viviendas, caminos, senderos, estacionamientos) en los humedales interrumpen la captación y almacenamiento del agua, lo que provoca inundaciones allí mismo o su desvío a otras zonas, transfiriendo el daño.

La interrupción de los flujos de agua entre los humedales y el desfogue al mar aumentará el nivel de la inundación, afectando aún más la infraestructura. Eventualmente destruirá las construcciones que interrumpen ese flujo a menos que se realicen costosas inversiones.

Arrecife de coral saludable

Un arrecife saludable tiene su cima cerca de la superficie del mar y funciona como una barrera natural en la zona donde rompen las olas, lo que reduce energía de oleaje y ayuda a proteger a las comunidades costeras.

Los arrecifes saludables albergan abundantes corales vivos que son un importante sostén para la industria pesquera y otras actividades recreativas como el buceo.

Los manglares pueden crecer donde la energía del oleaje es menor, brindan una estabilidad aún mayor a las playas, reducen la erosión y sirven como criaderos de diferentes especies de peces y crustáceos, como el camarón y el cangrejo.

Arrecife de coral degradado

Cuando se degradan los arrecifes mueren los corales y se erosionan hasta convertirse en escombros.

Como resultado, una mayor cantidad de energía del oleaje traspasa hacia las playas erosionándolas, lo que incrementa los riesgos para las personas, sus propiedades y la infraestructura; reduce los recursos pesqueros; afecta actividades recreativas como el buceo, e incluso obliga a las comunidades costeras a replegarse o a pagar por la construcción de barreras marinas artificiales.

Fuente: Beck et al., 2012.

Figura 7. Cambio en la función de protección costera de una barrera arrecifal a consecuencia de su degradación

Foto: ©H Bahena/ Ecosur

Los manglares, con sus múltiples raíces y troncos, reducen el impacto de las olas sobre la línea de costa y la velocidad y fuerza del viento. Los manglares construyen suelo y van elevando el nivel del fondo conforme aumenta el nivel del mar, por lo tanto son barreras naturales ante los fenómenos climáticos adaptables en el largo plazo (McIvor et al., 2012a y 2012b).

Las barreras arrecifales prestan uno de los servicios de protección costera más importantes (Ferrari et al, 2014; Beck et al., 2012). Los arrecifes de barrera forman, como su nombre lo indica, una barrera ante el mar profundo y una zona somera frente a la costa, conocida como laguna arrecifal. Varios estudios han comprobado que la barrera arrecifal disipa alrededor de 90% de la energía de las mareas de tormenta y olas cuando chocan contra la barrera (Blanchon et al, 2010) (véase figura 7).

Muchas de las prácticas constructivas en la zona costera alteran su dinámica, degradan los ecosistemas y afectan su capacidad de protección ante los fenómenos climáticos. Por eso es sumamente importante identificar las prácticas de uso del suelo, construcción y manejo del paisaje que posibiliten el uso y disfrute de la zona costera, conservando los ecosistemas y su capacidad de proteger la costa, pero sin poner en riesgo la infraestructura y la vida de las personas.

Principios básicos para reducción del impactos causados por los fenómenos del clima

Para reducir la vulnerabilidad de la vida de las personas, de las edificaciones y la infraestructura es esencial conocer la dinámica costera y permitir que mantenga sus procesos naturales. Las distintas prácticas identificadas como exitosas han seguido una serie de principios básicos que mantienen y respetan la dinámica costera. En el momento de escoger otra práctica, o modificar alguna, es necesario que entendamos y mantengamos los principios básicos sobre los cuales están basadas, según se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Cambio climático. Efectos en la infraestructura y edificaciones, y lineamientos para reducir la vulnerabilidad

Fenómenos climáticos-efectos	Impacto sobre zona costera	Principios básicos
Marejadas y olas de tormenta y huracanes más intensos y frecuentes	Destrucción de edificaciones, infraestructura y sistemas naturales. Erosión de playas y dunas costeras. Inundación de edificaciones, infraestructura, espacios abiertos y sistemas naturales.	1. Mantener la dinámica natural de inundaciones, desfogues temporales, marejadas, olas regulares, olas de tormenta y flujos subterráneos • No obstruir el flujo del agua • No obstruir la deposición de arena y formación de dunas, o bien su erosión • Mantener la vegetación nativa en buenas condiciones 2. Construir en las zonas menos expuestas. 3. Mantener los sistemas naturales de protección costera (duna, arrecifes y manglares).
Lluvias intensas provocadas por nortes, huracanes, tormentas más fuertes y frecuentes.	Inundación de edificaciones, infraestructura, espacios abiertos y sistemas naturales. Erosión de suelos y creación de cárcavas o zanjas.	4. Mantener la dinámica natural de inundación, captación y desfogue de la zona • Mantener las áreas naturales de captación e inundación • Crear zonas de captación e inundación temporal • Mantener o reconstruir las rutas naturales de desfogue de agua hacia zonas de inundación. • Mantener o establecer barreras de vegetación para reducir la erosión por escorrentía. 5. Construir edificaciones elevadas arriba de la cota de inundación. 6. Perturbar lo menos posible las pendientes del terreno y la vegetación para no aumentar la escorrentía.
Vientos de tormentas y huracanes más fuertes y frecuentes	Destrucción de edificaciones, infraestructura y sistemas naturales. Erosión de dunas costeras y playas.	7. Mantener o restablecer la vegetación como barrera viva ante el viento, de acuerdo con la fuerza del viento (vegetación de duna costera y manglares). 8. Construir infraestructura sólida para resistir vientos. 9. Construir infraestructura abierta para permitir el paso del viento.
Aumento del nivel del mar y del oleaje.	Erosión de playas y dunas costeras Inundación de edificaciones, infraestructura, espacios abiertos y sistemas naturales.	10. Mantener sistemas naturales de protección costera: duna, arrecifes y manglares 11. No construir estructuras que interrumpan la dinámica costera en dunas, lagunas y humedales. 12. Mantener áreas libres donde los sistemas naturales puedan migrar al aumentar el nivel del mar.
Temperaturas extremas más altas y periodos de sequía más intensos y frecuentes.	Disminución de la disponibilidad de agua dulce para el ser humano, la flora y la fauna. Disminución del confort térmico. Aumento de deshidratación y riesgos de salud humana. Aumento en la frecuencia e intensidad de incendios.	13. Usar elementos constructivos (balcones, salientes, etc.) o naturales que reduzcan el soleamiento al envolvente y al interior de la edificación. 14. Usar envolventes, ventanas y cubiertas que reducen la transmisión del calor al interior. 15. Orientar las edificaciones de forma que se reduce la exposición al sol después del medio día y en época de verano. 16. Orientar el edificio y las aperturas para facilitar la ventilación aprovechando los vientos dominantes en la época cálida. 17. Captar y almacenar agua de lluvia.

DESARROLLO DEL CATÁLOGO DE PRÁCTICAS

La metodología para la elaboración del catálogo fue la siguiente:

a) Equipo de trabajo

The Nature Conservancy (TNC), el Instituto Tecnológico de Chetumal (ITCH) y Amigos de Sian Ka'an - MARTI formaron un equipo técnico que diseñó el proceso, la metodología, los instrumentos y revisó la información compilada y el diseño editorial del catálogo. MARTI condujo las entrevistas y visitas en la zona norte, y estudiantes y profesores del ITCH las condujeron en la zona sur del estado. El ITCH se hizo cargo de integrar la información y las revisiones del equipo técnico, de los expertos y del diseño final del catálogo. The Nature Conservancy proveyó el financiamiento para el proceso, junto con el ITCH, que aportó el tiempo de sus profesores, instalaciones y equipo.

b) Objetos de estudio

Son objetos del catálogo la infraestructura, las edificaciones y los ecosistemas que les brindan protección. El estudio no se enfocó en otros elementos del bienestar humano y de la economía costera, como la salud de las personas, las actividades de turismo y la pesca.

c) Zona de estudio

El estudio se realizó en dos zonas de Quintana Roo: en comunidades y hoteles en la zona sur (Chetumal, Mahahual, Xcalak y Punta Herrero) y en hoteles de la zona norte (Cancún, Riviera Maya, Cozumel y Tulum), con el propósito de identificar sitios que representaran los distintos tipos y tamaños de comunidades y desarrollos de la costa. El ITCH condujo las entrevistas y visitas en la zona sur y MARTI en la zona norte.

d) Fenómenos climáticos y efectos del cambio climático

Los fenómenos climáticos son las manifestaciones del clima como lluvias, vientos y tormentas. Los efectos del cambio climático son los cambios que se producen en los fenómenos climáticos, como aumento de las lluvias intensas o huracanes más frecuentes. Se seleccionaron los efectos del cambio climático que más afectan la infraestructura y las edificaciones en la zona costera (USAID, 2012):

1. Marejadas, olas de tormenta y huracanes más fuertes y frecuentes.
2. Lluvias intensas provocadas por nortes, huracanes, tormentas más fuertes y frecuentes.
3. Vientos de tormentas y huracanes más fuertes y frecuentes.
4. Aumento del nivel del mar y del oleaje.
5. Temperaturas extremas más altas y periodos de sequía más intensos y frecuentes.

No se consideraron efectos como la acidificación del océano o el aumento de la temperatura de la superficie del mar, por su poco impacto en la zona costera, y los cambios en corrientes por la falta de información local.

e) Tipos de prácticas

El estudio identificó prácticas en tres ámbitos del desarrollo costero.

1) Uso del suelo. Prácticas que describen la forma adecuada de uso, distribución y ocupación del paisaje, y en el predio donde se instala la infraestructura.
2) Manejo del paisaje. Prácticas que minimizan el impacto negativo sobre los ecosistemas terrestres y marítimos.
3) Edificaciones. Prácticas para construir la infraestructura de forma que se reduzca su exposición a los efectos del clima y su impacto negativo sobre los ecosistemas.

Para la presentación del catálogo se unieron las categorías 1 y 2 debido a que muchas prácticas correspondían a ambas.

f) Proceso

Recopilación de información. Se emplearon dos instrumentos: entrevista y la ficha de observación. Se entrevistaron 34 personas en la zona sur con más de 10 años de vivir en la costa. Se visitaron hoteles pequeños (con menos de 20 habitaciones) y viviendas, y se entrevistó a sus residentes según su disponibilidad. En la zona norte se entrevistaron y visitaron ocho desarrollos hoteleros, conocidos por el uso de prácticas apropiadas. También se entrevistó a profesionales de la construcción con experiencia en la zona sur para conocer sus prácticas recomendadas.

Integración de la información. La información de las entrevistas y visitas de campo se compiló en cuadros con la descripción de la práctica, el fenómeno climático que enfrenta, la explicación de cómo reduce el impacto del fenómeno climático y el contexto donde es aplicable la práctica. El equipo técnico del proceso conformado por profesionales del Instituto Tecnológico de Chetumal, MARTI y TNC, revisó y editó la información.

Revisión de expertos. Las prácticas revisadas fueron presentadas a profesionistas y consultores relacionados con el manejo costero y la construcción. Se llevaron a cabo tres revisiones: dos talleres en septiembre, una revisión vía correo electrónico en diciembre y una serie de entrevistas directas en enero de 2014.

Preparación del catálogo de prácticas. La última etapa consistió en integrar las prácticas validadas por lo expertos y el equipo técnico en fichas, acompañadas de imágenes y esquemas que permitan su fácil interpretación.

g) Interpretación de las fichas

La información de las fichas está organizada de la siguiente forma:

Clasificación de la práctica

Número de la práctica. El primer número indica la clasificación de la práctica, el segundo el componente y el tercero es el correlativo.

Nombre de la práctica. Define la práctica de construcción, enfatizando el elemento construido o modificado del paisaje que contribuye a minimizar el impacto.

Descripción de la práctica. Explicación de las características más relevantes de la práctica y su funcionamiento.

Fotos. Imágenes que ejemplifican la práctica.

2.1 Estructura

2.1.1 Edificación sobre pilotes

Hotel Nueva Vida de Ramiro

Hotel Nueva Vida de Ramiro

Fuentes: Cámara, 2007; Dickinson y Castillo, 2003; Olguay, 2006 • *Fuentes de campo:* Viviendas en Chetumal, Xcalak y Punta Herrero; hoteles Hacienda Tres Ríos, Riviera Maya, Nueva Vida de Ramiro, Hotel Ahau y El Paz, en Tulum; Fairmont Mayakoba.

Descripción

Debe aplicarse en zonas inundables y en la duna costera. En zonas inundables la altura de planta baja debe estar por encima del nivel histórico de inundación; considerar que en el Caribe se ha registrado un aumento de 4 a 9 mm por año desde 1974 (USAID, 2012). En la duna costera la altura del espacio inferior de la edificación debe determinarse de acuerdo con la altura de las mareas de tormenta de la cual quiera protegerse. Los huracanes categoría 1 forman una marea de tormenta de entre uno y dos metros de altura; los huracanes categoría 5, de entre ocho y doce metros; pero la altura de la marea varía al chocar contra la duna costera en función del perfil de la costa y de la existencia de las barreras arrecifales que funcionan como rompeolas (Iglesias et al., 2012). Para conocer el impacto potencial en su terreno véase Martínez, 2014, el cual proyecta la altura de las mareas de tormenta en distintos puntos de la costa de Quintana Roo. Dado el costo de elevar las edificaciones, se recomienda por lo menos un metro libre entre el suelo y la parte inferior de las vigas para no obstruir la dinámica de la duna costera, lo cual permite el flujo del agua de marejadas (menor daño a la estructura), el paso del viento y la acumulación de arena y reducción de la erosión natural de la duna.

Pilotes hincados

Aumento del nivel del mar

Circulación del viento y del agua por debajo de la edificación

Fenómeno climático

Impacto a reducir

Destrucción e inundación de edificaciones, erosión de la duna costera.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

La elevación sobre postes disminuye el riesgo de inundación en el interior, permite el flujo de marejadas lo que reduce el daño a la estructura, y el flujo hídrico subterráneo, necesario en humedales y en la duna costera; deja libre y permeable el suelo, lo que es indispensable para la absorción del agua; contribuye a mantener la dinámica o erosión natural de la duna costera, ya que no requiere desplazar la arena que las olas y mareas acumulan naturalmente, y la separación que guardan los pilotes entre sí crea un espacio de ventilación que reduce la temperatura y la humedad en el interior de la edificación.

Contexto recomendado

Dunas costeras (detrás del primer cordón)

Zonas inundables

Fenómeno climático. Característica del clima cuyo impacto se reduce con la práctica propuesta.

Impacto que reduce. Daño o impacto del fenómeno climático que se reduce con la práctica.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad. Explica cómo el uso de la práctica reduce el impacto.

Contexto recomendado. Describe el ecosistema o nivel de inundación donde se recomienda la práctica. Algunas prácticas son adecuadas para determinadas condiciones y para otras no.

Esquema. El esquema es una representación gráfica de los componentes relevantes de la práctica y cómo interactúan y funcionan. Muestra el mecanismo de reducción y complementa la fotografía de las prácticas identificadas en el sitio.

Categorías empleadas en el contexto recomendado

Características	Posibles variantes
Ecosistemas	• Cuerpos de agua • Humedales: manglares, sabanas, pastizales, selvas inundables • Selvas no inundables • Dunas costera
Temporalidad de las inundaciones	• Inundado permanente • Inundado temporal • No inundable (bajo condiciones regulares, no contempla huracanes y marejadas)

Nota: Las prácticas son igualmente aplicables a las zonas urbanas y rurales y a pequeños y grandes desarrollos en viviendas y en hoteles.

Simbología de fenómenos climáticos

Vientos fuertes

LLuvias intensas

Marejadas

Olas de tormenta

Aumento del nivel del mar

Soleamiento

Temperaturas más altas

Periodos de sequía

Listado de prácticas

1. Prácticas de uso del suelo y manejo del entorno
   - 1.1 Ubicación y uso del suelo
   - 1.2 Manejo de vegetación terrestre
   - 1.3 Conservación de espacios marinos
   - 1.4 Senderos y banquetas
   - 1.5 Vialidades
   - 1.6 Instalaciones
2. Prácticas de edificación
   - 2.1 Estructura
   - 2.2 Diseño
   - 2.3 Envolvente
   - 2.4 Ventanas
   - 2.5 Cubierta

1. Prácticas de ubicación y uso del suelo

1.1 Ubicación y uso del suelo

1.1.1 Uso de suelo poco vulnerable a fenómenos climáticos en la zona contigua a línea de costa

Fenómeno climático

Impacto reducido

Destrucción e inundación de edificaciones e infraestructura

Contexto recomendado

Primera duna costera

No inundable

Fuentes: Colegio de Ingenieros Civiles de Quintana Roo Zona Sur, 2009 • *Fuentes de campo:* Hacienda Tres Ríos; localidades de Xcalak y Mahahual • *Comunicación personal:* Arq. Rafael Rosas Monroy •Taller de Expertos Chetumal y Cancún.

Descripción

Debido a las tormentas y al aumento del nivel del mar la zona contigua a la línea de costa es la más expuesta a marejadas, olas y vientos fuertes, así como a la erosión de playas, por lo tanto se le debe asignar un uso de suelo con el menor riesgo para las personas y la infraestructura. Se recomienda un uso de conservación o recreación de baja densidad ya que requiere menos edificaciones e infraestructura y una mayor cobertura de vegetación natural, lo cual reduce la sensibilidad del área. No se deberán permitir desarrollos habitacionales o de instalaciones clave como escuelas, centros de salud, y similares. Las características (ancho, vegetación) de la zona contigua a línea de costa son variables, pero generalmente constan de una primera franja de duna costera y de la zona de humedales contiguos. El ancho y la forma deberá determinarse con base en estudios de topografía, vegetación y dinámica costera para asignar un uso del suelo apropiado.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Las edificaciones e infraestructura usadas para actividades recreativas de baja intensidad son de menor tamaño, son temporales, abiertas e intrusivas. Ante un fenómeno climático las personas pueden ser evacuadas fácilmente ya que no llevan mayores bienes consigo; las áreas con vegetación natural tienen capacidad de recuperarse, y las zonas turísticas y recreativas cuentan con seguros y medios para reparar los daños. En contraste, los desarrollos habitacionales, constan de edificaciones e infraestructura mayores, son permanentes, más sólidas y alteran aún más la vegetación natural; dificultan la evacuación de las personas, pues no quieren dejar sus bienes y su vivienda; no suelen contar con un seguro, por lo que tienen menor capacidad para recuperarse de los daños provocados por una tormenta.

Playa de Mahahual, Costa Maya

Hotel Mayan Palace, Riviera Maya

Duna costera en hotel Nueva Vida de Ramiro

1.1.2 Asignar densidades mayores y usos de suelo compatibles en zonas seguras

Fenómeno climático

Impacto reducido

Inundación y destrucción de edificaciones e infraestructura

Contexto recomendado

Detrás de la duna costera y selva no inundables

Descripción

Permitir una mayor intensidad en el uso de suelo y densidades mayores incrementando los coeficientes de uso de suelo (cus) hasta 4.0, con un máximo de cuatro niveles y promover la combinación de usos de suelo compatibles (vivienda, recreación, comercio y servicios) en zonas seguras. Se debe determinar la distancia mínima a la costa y elevación sobre el nivel mar para considerar una zona segura de acuerdo con las características del sitio. Estos criterios deben ser más estrictos para proyectos habitacionales de alta densidad que los utilizados para viviendas dispersas y de baja densidad.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Las zonas elevadas y lejanas al mar tienen menor exposición de marejadas, olas y vientos, y según el uso del suelo, menor exposición a inundaciones. Al concentrar las edificaciones e infraestructura en zonas seguras se reduce la dispersión y la necesidad de construir equipamiento y vialidades en zonas vulnerables. La menor dispersión también disminuye la fragmentación de hábitats naturales que brindan protección ante los fenómenos climáticos.

Hacienda Tres Ríos, Riviera Maya

Hotel Caballo Blanco, Mahahual

Fuentes: Colegio de Ingenieros Civiles de Quintana Roo Zona Sur, 2009; H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco 2007 • *Fuentes de campo:* Hacienda Tres Ríos, Riviera Maya; hoteles Caballo Blanco y 40 Cañones, Mahahual.

1.1.3 Ubicar instalaciones esenciales o de riesgo en zonas seguras

Fenómeno climático

Impacto reducido

Inundación y destrucción de infraestructura

Contexto recomendado

Zonas no inundables

Fuentes: Colegio de Ingenieros Civiles de Quintana Roo Zona Sur, 2009; Molina, Rubinoff y Carranza, 1998 • *Fuentes de campo:* Hotel Nueva Vida de Ramiro, Tulum; Mayan Palace, Hacienda Tres Ríos • Taller de Expertos Local.

Descripción

Durante y después de fenómenos climáticos es muy importante mantener los servicios esenciales para la población, industria y comercios: seguridad pública, energía eléctrica y agua potable; así como evitar que materiales contaminantes sean vertidos en suelos y aguas ante la destrucción de las instalaciones que los contengan. Por lo tanto las subestaciones de distribución de energía, plantas de generación de energía eléctrica, plantas de tratamiento de aguas negras, sitios de manejo de desechos, depósitos de materiales peligrosos, estaciones de policía, hospitales y centros de salud deberán localizarse fuera del área de influencia de la marea de tormenta y en zonas elevadas que no se inunden. Las instalaciones que alberguen material contaminante deberán estar dentro de edificaciones resistentes a los vientos fuertes o por lo menos a cinco kilómetros de los límites máximos de crecimiento de los asentamientos habitacionales. Las zonas seguras se definirán de acuerdo con las características de los sitios.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Para mantener los servicios esenciales a la población y para evitar la contaminación de aguas y suelos las instalaciones deberán estar en zonas seguras, que son zonas elevadas sin riesgo de inundación y retiradas de la costa sin riesgo de impacto de marejadas y olas.

Hotel Nueva Vida de Ramiro, Tulum

Hotel Nueva Vida de Ramiro, Tulum

Hotel Mayan Palace, Riviera Maya

1.1.4 No obstruir el flujo del agua en las zonas de inundación y de desfogue naturales

Fenómeno climático

Impacto reducido

Inundaciones, destrucción de infraestructura.

Contexto recomendado

Manglares, pastizales, sabanas, selvas inundables. Áreas de desfogue sobre dunas costeras. Zonas inundables temporal o permanente. Zonas de drenaje natural, como rejoyadas.

Descripción

Identificar las zonas de inundación permanente y temporal y las zonas de desfogue de dichos cuerpos entre sí y hacia el mar por medio de estudios topográficos o por experiencia y conocimiento local, y mantenerlas como zonas naturales o áreas verdes, sin obstrucciones ni alteraciones, como rellenos y construcciones. Determinar la extensión y profundidad de las inundaciones, considerando por lo menos los niveles de inundación, los periodos de lluvia intensa y tormentas tropicales, y preferentemente los niveles de inundación provocados por huracanes.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Los cuerpos de agua, bocas de tormenta, humedales y zonas de inundación temporal almacenan agua, aumentado su extensión y profundidad durante lluvias intensas y huracanes. Dependiendo de su ubicación y dinámica hídrica, gradualmente permean el agua al acuífero asegurando su recarga, o bien la drenan hacia otros humedales permanentes, lagunas y el mar. Las edificaciones e infraestructura se inundan cuando por presiones de uso del suelo y conveniencia se ubican en áreas inundables. Los humedales forman un microclima más fresco, favorable a las poblaciones humanas y a la fauna, en particular aves, reptiles y peces.

Manglar en Punta Herrero

Manglar franja costera, Xcalak

Akumal, paso de agua de laguna interior

Fuentes: Mesoamerican Reef Tourism Initiative, Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2011; Molina, Rubinoff, y Carranza, 1998; Secretaría de Turismo, 2004 • *Fuentes de campo:* Mahahual, Río Indio, Xcalak y Punta Herrero • Taller de Expertos Local.

1.1.5 Asignar el uso de áreas urbanizadas dentro de zonas inundables a uno compatible con las inundaciones

Fenómeno climático

Impacto reducido

Inundaciones de edificaciones e infraestructura

Contexto recomendado

Zonas inundables

Descripción

Las áreas urbanas y rurales que ya fueron construidas, modificadas o utilizadas en zonas de inundación temporal y desfogue natural pueden reconvertirse y usarse como áreas verdes, deportivas, de esparcimiento o de estacionamiento de forma que puedan almacenar agua temporalmente. El 80% de la superficie de estas áreas debe ser permeable. Puede considerarse la construcción de pozos de absorción en la zonas alejadas de la costa, consideradas como zonas de recarga, y a una profundidad que no rompa la capa impermeable sobre el manto freático. En las zonas cercanas a la costa los pozos tendrían el efecto contrario y serían puntos de descarga del acuífero.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Las zonas de inundación temporal absorben en forma natural los excesos de agua de lluvias intensas. Gradualmente permean el agua al acuífero asegurando su recarga. Los usos sugeridos no perjudican seriamente a los habitantes durante los periodos de inundación.

Cuerpo de agua intermitente (sabana) en Chetumal

Fuentes: Secretaría de Turismo, 2004 • *Fuentes de campo:* Chetumal, Mahahual • Taller de Expertos Local.

1.1.6 Ubicar las edificaciones de forma intercalada

Fenómeno climático

Impacto reducido

Disminución del confort térmico, daños por vientos fuertes

Contexto recomendado

Cualquier ubicación

Descripción

Las edificaciones colocadas en forma intercalada permiten la ventilación natural por los vientos dominantes. Para esto se requiere el diseño de la lotificación en lotes mayores que permitan la ubicación separada o alterna de viviendas.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Las edificaciones ubicadas en forma alterna e intercaladas con vegetación permiten una mayor circulación de los vientos; además, la vegetación favorece la reducción de la temperatura del viento dando mayor frescor a las edificaciones. Si las construcciones se ubican en forma compacta interrumpen el flujo del viento y lo desvían hacia los laterales o hacia arriba, generando una sombra de viento detrás de las edificaciones. Al diseñar la distribución de las edificaciones en el terreno en forma intercalada se aprovecha mejor la ventilación natural, evitando las sombras de viento, donde no se permite tener una adecuada ventilación entre edificios. Al existir vientos fuertes provenientes de tormenta, la edificación frontal puede reducir el impacto sobre las siguientes edificaciones.

Hotel Akumal Caribe, Riviera Maya

Hotel Be Tulum. Circulación del viento

Fuentes de campo: Be Tulum; Nueva Vida de Ramiro; Iberostar, Cozumel y Akumal Caribe • *Comunicación personal:* Arq. Rafael Rosas Monroy.

1.2 Manejo de vegetación terrestre

1.2.1 Mantener la vegetación y la permeabilidad del suelo en los espacios no construidos

Fenómeno climático

Impacto reducido

Inundación y destrucción de infraestructura, erosión de playas, disminución del confort térmico

Contexto recomendado

Selvas no inundables, duna costera
Zonas no inundables

Descripción

Mantener la máxima cobertura de vegetación natural y la superficie permeable del área no construida. Se recomienda un límite del coeficiente de ocupación de suelo (COS) de 0.3 en zonas costeras rurales que contengan alojamiento turístico y hasta 0.5 en zonas urbanas, manteniendo la vegetación en el área no construida. Se recomienda que los estacionamientos, áreas deportivas, banquetas y caminos tengan superficie permeable y cuenten con abundante vegetación.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

La vegetación en el predio reduce el soleamiento y el impacto erosivo de marejadas, olas y vientos sobre las edificios, el suelo y la duna costera. La permeabilidad del suelo permite la absorción del agua, recarga el acuífero, reduce las escorrentías y su impacto erosivo, y por lo tanto los niveles de inundación.

Kabah-na Eco Resort, Mahahual

Sendero del hotel Nueva Vida de Ramiro, Tulum

Fuentes: Colegio de Ingenieros Civiles de Quintana Roo Zona Sur, 2009; Molina, Rubinoff y Carranza, 1998 • *Fuentes de campo:* Hotel Ahau, Tulum y Akumal Caribe, Riviera Maya; Chetumal y Río Indio.

1.2 Manejo de vegetación terrestre

1.2.2 Conservar el primer cordón de duna costera y mantener la vegetación natural

Fenómeno climático

Impacto reducido

Erosión de playas y destrucción de la infraestructura

Contexto recomendado

Primer cordón de duna costera
Zona no inundable

Fuentes: Colegio de Ingenieros Civiles de Quintana Roo Zona Sur, 2009 • *Fuentes de campo:* Camino costero de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an; localidades de Mahahual, Xcalak y Punta Herrero, Costa Maya; Hacienda Tres Ríos, Riviera Maya • Taller de Expertos Local, Taller de Expertos en Chetumal y Cancún.

Descripción

Conservar las características biofísicas y ambientales de la duna costera: la vegetación, la forma de la duna y la playa, y el flujo hídrico superficial y subterráneo entre los humedales interiores, acuíferos y el mar. No debe construirse ningún tipo de estructura, diques, muros, cimientos, rellenos, caminos y senderos que alteren significativamente dichas características. Pueden construirse estructuras y acceso a la playa siguiendo las prácticas indicadas en este catálogo.

Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an

Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

La duna costera constituye un dique natural que resiste el embate de olas y marejadas y protege las zonas bajas interiores. La vegetación que la cubre reduce la fuerza erosiva de olas y viento, además de capturar la arena que sopla desde la playa, manteniendo firme la duna. Cuando se elimina la vegetación de la duna costera la arena es susceptible a la erosión por viento y por las olas, y al arrastre por las marejadas. La vegetación puede recuperarse y crecer a pesar de que los fenómenos climáticos depositen arena sobre ella, manteniendo su dinámica.

Debajo de la duna costera existe un flujo hídrico importante, generalmente de drenaje de agua salobre entre los humedales interiores y el mar. La construcción de cimientos corridos de muros, diques y otras estructuras puede interrumpir este flujo y afectar la salinidad, temperatura y calidad de agua de los humedales. El viento, las olas y las marejadas acumulan o mueven la arena de las dunas; las construcciones sobre la superficie de la duna costera perturban estos procesos de dos formas: 1) aceleran la velocidad del agua alrededor de la edificación causando una mayor erosión de la duna, 2) los usuarios de las edificaciones quitan la arena acumulada por una tormenta o marejada alrededor o dentro de una construcción, sendero o camino, revirtiendo así el proceso natural de creación de dunas.

Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an

1.2.3 Permitir estructuras abiertas, elevadas y con materiales biodegradables sobre las dunas costeras

Fenómeno climático

Impacto reducido

Erosión de playas, inundación y destrucción de edificaciones e infraestructura

Contexto recomendado

Dunas costeras
Zona no inundable

Fuentes: Colegio de Ingenieros Civiles de Quintana Roo Zona Sur, 2009; Molina, Rubinoff, y Carranza, 1998 • *Fuentes de campo:* Localidades de Mahahual, Xcalak y Punta Herrero, Costa Maya; Hacienda Tres Ríos, Riviera Maya; Mayan Palace, Secrets Maroma, Mayakoba, Paradisus Cancún Resort México. Nueva Vida de Ramiro, Tulum • *Comunicación personal:* Arq. Alejandro García Sánchez; Arq. Eloy Quintal Jiménez, Arq. Gabriel Tellez, Arq. Mayra Ayala, Arq. Antonio Horta, Arq. Enrique Flores • Taller de Expertos Local, Taller de Expertos en Chetumal y Cancún.

Descripción

No deben permitirse las construcciones sobre el primer cordón de las dunas costeras, tal como lo establece la práctica anterior. Para nuevas construcciones en comunidades costeras existentes y con predios menores de 250 m^2, así como en desarrollos turísticos que requieren servicios en la playa, es probable que no será viable impedir la construcción sobre la duna costera. En estos casos podrían instalarse estructuras abiertas y elevadas, que no impidan la circulación del agua y viento, tanto de forma regular como en caso de tormentas. La altura entre el suelo y la viga inferior dependerá de las condiciones del sitio y de la altura de las marejadas durante los huracanes. Las estructuras deben ser de materiales biodegradables y sin anclaje permanente para que los materiales puedan degradarse en caso de ser destruidas y dispersadas por marejadas y olas. Nunca deben permitirse estructuras con cimientos corridos sobre la duna costera.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

El viento, las olas y las marejadas constantemente acumulan o mueven la arena de las dunas; las construcciones sobre la superficie de la duna costera perturban estos procesos de dos formas: 1) aceleran la velocidad del agua alrededor de la edificación socavando la arena y causando mayor erosión de la duna; 2) los usuarios de las edificaciones quitarán la arena acumulada por una tormenta o marejada alrededor o dentro de una construcción revirtiendo así el proceso natural de creación de dunas. Las construcciones elevadas y abiertas permiten el paso del agua sin interrupciones y la acumulación de arena en la duna costera, manteniendo los procesos naturales de creación y erosión de la duna costera.

Mahahual

Hotel Mayan Palace

1.2.4 Utilizar plantas nativas o adaptadas al sitio

Fenómeno climático

Impacto reducido

Soleamiento intenso, escasez de agua, disminción del confort térmico

Contexto recomendado

Cualquier ubicación

Descripción

Usar plantas nativas de la duna costera, de las sabanas, manglares y de las selvas inundables, en las áreas verdes de casas y hoteles y sombreamiento de los predios y áreas interiores. Existen muchas especies atractivas para decoración (liros, uva de mar, cactus) para jardines de playa, o de crecimiento rápido y que generan buena sombra. Adicionalmente las plantas nativas proveen alimento y hábitat para la fauna nativa local y migratoria.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Las plantas nativas están adaptadas a los tipos de suelo muy permeables (arena) o poco permeables (roca, *sascab*), a niveles de inundación temporal o permanente, a la disponibilidad de agua, al soleamiento y a la temperatura del aire. Por lo tanto generalmente no requieren riego ni fertilización, lo cual reduce la presión sobre los sistemas de abastecimiento de agua dulce y la carga de nutrientes al acuífero y al mar.

Duna en el norte de Costa Maya

Punta Herrero, Quintana Roo

Hotel Nueva Vida de Ramiro, Tulum

1.2.5 Conservar o restaurar el manglar de franja costera

Fenómeno climático

Impacto reducido

Erosión de playas,
destrucción de infraestructura

Contexto recomendado

Dunas costeras
Zona no inundable

Descripción

Mantener la vegetación de manglar en la de franja costera que exista dentro del predio. En caso de no existir manglar de franja en la línea de costa, y se conoce que existió, debe procurarse su restauración, o bien restaurarla. Se recomienda construir después de la cresta de la duna o escarpio, respetando la vegetación para evitar la erosión. Es importante conservar las características físico ambientales con que cuente la zona, evitando alteraciones y transformaciones tanto en lomas, playas, dunas y zonas de riqueza ambiental y paisajística. Para restaurar los manglares deben sembrarse propágulos y protegerlos del impacto de las olas.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Las raíces y troncos de los manglares amortiguan el impacto del oleaje natural y de tormentas sobre las playas, reducen la erosión, atrapan sedimentos y generan suelo. De esta forma aminoran el impacto sobre la vegetación de duna costera y las edificaciones e infraestructura que allí se haya construido.

Está documentado que los manglares en zonas productivas forman suelo a una tasa superior al aumento del nivel mar, por lo que pueden utilizarse como barrera en la línea de costa; sin embargo, dado que los manglares en el Caribe mexicano crecen más lentamente, este beneficio puede ser limitado.

Hacienda Tres Ríos, Riviera Maya

Hacienda Tres Ríos, Riviera Maya

Fuentes: Colegio de Ingenieros Civiles de Quintana Roo Zona Sur, 2009; Mesoamerican Reef Tourism Initiative, Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2011; Molina, Rubinoff, y Carranza, 1998 • *Fuentes de campo:* Río Indio, Chetumal, Mahahual; Nueva Vida de Ramiro, Secrets Maroma Tulum; hotel Fairmont Mayakoba, Hacienda Tres Ríos, Hotel Ahau, Mayan Palace • *Comunicación personal:* Arq. Gabriel Tellez, Arq. Mayra Ayala, Arq. Antonio Horta • Taller de Expertos Local, Taller de Expertos en Chetumal y Cancún.

1.2.6 Mantener o incorporar los restos de plantas marinas depositadas en forma natural en las playas

Fenómeno climático

Impacto reducido

Erosión de playas
y de la duna costera

Contexto recomendado

Dunas costeras y playas

Fuentes de campo: Hotel Margarita del Sol y Eco-resort Kabah-na, Costa Maya • Taller de Expertos Local, Taller de Expertos en Chetumal y Cancún.

Descripción

Incorporar al subsuelo los restos de plantas marinas –sargaso y pastos marinos– que se depositan en forma natural a lo largo de la playa y la duna costera por la acción de las corrientes y las olas. En las zonas turísticas se suelen retirar los restos de plantas porque al pudrirse generan malos olores y atraen insectos. Los restos no deben ser retirados totalmente de la playa, deben ser enterrados en forma dispersa y en zonas retiradas del oleaje regular; con ellos se pueden formar montículos de arena que funcionen como barreras.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Los habitantes de localidades costeras consideran que los restos de plantas marinas agregan cohesión a la arena; refieren que el sargazo produce arena al ser enterrado en la playa; esta percepción se deriva de la cohesión que aporta a la arena por su contenido orgánico. Los restos de plantas marinas a lo largo de la playa amortiguan el impacto del oleaje y del viento, protegen la playa de la erosión y permiten la acumulación de montículos durante el tiempo que no ha sido recolectado; con ello, estos elementos merman el impacto del oleaje. Si son recolectados e incorporados a la duna costera pueden cumplir parcialmente con estas funciones.

Hotel Margarita del Sol, Mahahual

Hotel Margarita del Sol, Mahahual

1.2.7 Colocar cercas de caña o de madera en la arena mientras no exista vegetación

Fenómeno climático

Impacto reducido

Erosión de duna costera

Contexto recomendado

Dunas costeras

Descripción

En las dunas costeras donde el suelo está desprovisto de cobertura natural se instalan las cercas de madera sembradas en la arena sin cimentación sólida, con 1.20 de altura, con separaciones en algunos lados que permitan el paso de personas y de la fauna. Usarlas cuando no es posible restaurar la vegetación o donde aún está creciendo.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

La alteración de la cobertura natural del suelo y las pendientes y la topografía generalmente causa erosión por las lluvias, el oleaje y el viento, y los taludes son inestables; las cercas funcionan como trampas de arena a lo largo de la berma orientada a la playa o de la primera duna. Las cercas deben estar en la duna costera y no en la zona de playa, donde pueden provocar erosión en vez de acumulación de arena.

Hotel Margarita del Sol, Mahahual

Hotel Ahau, Tulum

Fuentes de campo: Hotel Margarita del Sol y Eco-resort Kabah-na, Costa Maya; Hotel Ahau, Tulum.

1.3 Conservación de espacios marinos

1.3.1 Delimitar el paso de embarcaciones en zonas marinas de mayor circulación

Fenómeno climático

Impacto reducido

Destrucción de infraestructura
Erosión de suelos
Degradación de arrecifes y pastos marinos

Contexto recomendado

Bahías, laguna costera y laguna arrecifal (zona marina entre la playa y la cresta de arrecife)

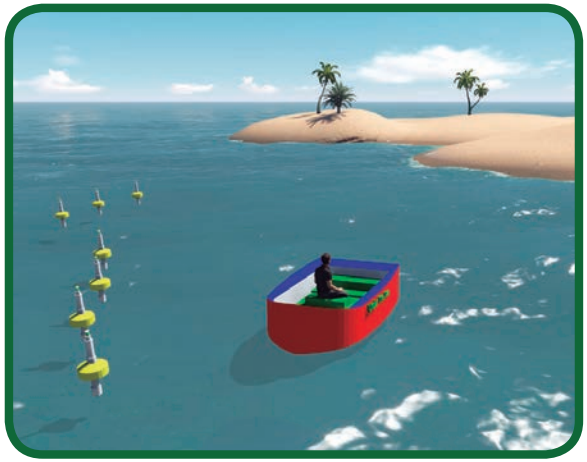
Fuentes de campo: Cozumel • Taller de Expertos Chetumal y Cancún.

Descripción

Delimitar con boyas, flotadores y otros marcadores las rutas y áreas de anclaje de las lanchas de motor y motos acuáticas; evitar que las rutas sean sobre pastos marinos o arrecifes someros para evitar su degradación. También deben marcarse las áreas frágiles, como arrecifes en buen estado o en recuperación, para evitar la aproximación de lanchas de motor. Deben asegurarse boyas de anclaje en sitios permitidos para evitar que las anclas dañen los pastos y los corales y que se desplacen por mal tiempo.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Los pastos marinos y los arrecifes de coral disminuyen la fuerza de olas y marejadas sobre la costa, reduciendo así la destrucción de edificaciones e infraestructura en las costas y la erosión de playas. El paso constante de lanchas de motor y el anclaje disperso causa serios daños y degrada dichos hábitats. Cuando se delimitan rutas para el paso de lanchas se limita el impacto a zonas menores. Además contribuye a hacer más seguras las zonas de nado.



Ordenamiento Bahía de Axumal

1.3.2 Instalar muelles flotantes

Fenómeno climático

Impacto reducido

Destrucción de infraestructura
Erosión de playas

Contexto recomendado

Bahías, laguna costera y laguna arrecifal (zona marina entre la playa y la cresta de arrecife)

Fuentes de campo: Resort Fairmont Mayakoba, Riviera Maya.

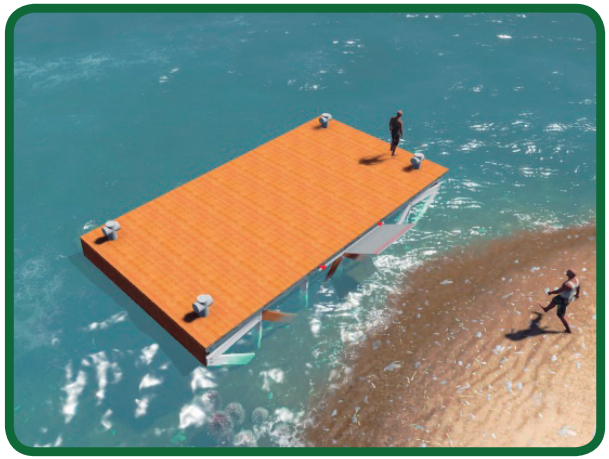
Descripción

Muelle de madera sobre una base flotante y anclaje en un extremo.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

La base flotante del muelle sube conforme las oscilaciones de la marea y el aumento del nivel del mar, evitando la destrucción del muelle y su inundación. Tiene menor impacto que los muelles sobre pilotes al no interrumpir ni perturbar las corrientes marinas a lo largo de la playa.

Muelle flotante en hotel Fairmont Mayakoba, Riviera Maya



1.3 Conservación de espacios marinos

1.3.3 Conservar los pastos marinos en la laguna arrecifal o bahías

Fenómeno climático

Impacto reducido

Destrucción de infraestructura
Erosión de playas

Contexto recomendado

Bahías, lagunas arrecifales, lagunas costeras, canales y mar abierto

Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an

Fuentes de campo: Hoteles Margarita del Sol; Kabah-na, en Costa Maya • Taller de Expertos Chetumal y Cancún.

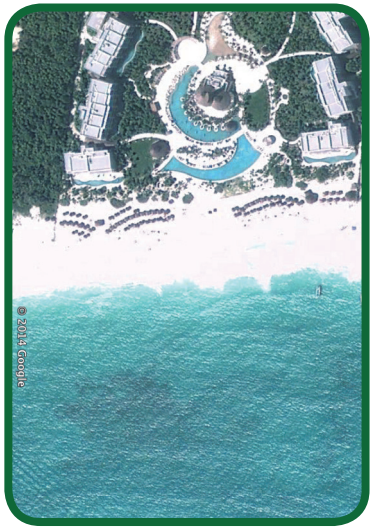
Descripción

Conservar los pastos marinos sobre todo en la playa sumergida. Al removerlos, se alteran las características del ecosistema y por ende su funcionalidad. Evitar moverlos.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Las hojas y las extensas raíces del pasto marino sujetan la arena al fondo marino reduciendo el impacto erosivo de las corrientes marinas y marejadas sobre el fondo. La menor erosión del fondo ayuda a estabilizar las playas.

Pastos marinos frente a Mahahual



Pastos marinos frente a Secrets Maroma

1.4 Senderos y banquetas

1.4.1 Mantener vegetación a lo largo de senderos y banquetas

Fenómeno climático

Impacto reducido

Disminución del confort térmico

Contexto recomendado

Zona inundable y no inundable

Descripción

Conservar la vegetación a lo largo de senderos, con altura mínima dos metros o 1.5 veces el ancho del sendero, de forma que generen una sombra continua. Usar preferentemente plantas nativas ya que no requieren insumos como fertilizantes y riego, y son útiles para la fauna local.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

La vegetación con altura mayor a 1.5 veces el ancho del sendero o banqueta dará sombra al peatón y evitará el calentamiento del pavimento y el efecto de islas de calor. Esta práctica es particularmente relevante en las banquetas en zonas urbanas, donde todo el entorno está construido.

Kabah-na Eco Resort, Mahahual

Hotel Nueva Vida de Ramiro, Tulum

Fuentes: Mesoamerican Reef Tourism Initiative, Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2011 • *Fuentes de campo:* Hacienda Tres Ríos, Riviera Maya; hoteles Be Tulum, El Pez, Nueva Vida de Ramiro, Hotel Ahau, Tulum; hoteles Margarita del Sol, Kabah-na, Balam Ku, Maya Luna, Alma Plena, Costa Maya.

1.4 Senderos y banquetas

1.4.2 Adaptar los senderos a la topografía y a la vegetación natural del terreno, demarcarlos y utilizar materiales permeables

Fenómeno climático

Impacto reducido

Erosión de suelos

Contexto recomendado

Dunas costeras y selvas
Zona no inundable

Descripción

Los caminos deben adaptarse a la topografía del terreno de forma que se reduzca al mínimo la necesidad de rellenar o excavar; la demarcación de los senderos puede ser con tablones de madera dura madera dura de la región, de 30 cm de ancho (tamaño de un pie), separados entre 5 y 10 cm para permitir el paso del agua. Adicionalmente, el trazo de los caminos y senderos sobre arena deben ser en zigzag o con curvas y en diagonal a la línea de costa para evitar la erosión por el agua y por el viento.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Los senderos construidos en dirección del viento, con superficies impermeables y con mucha pendiente favorecen la erosión por viento y por escorrentías. Los senderos con poca pendiente, permeables y en zigzag reducen las escorrentías y la erosión por viento. La demarcación del sendero sirve para concentrar el impacto en el área demarcada y evitar daños a la vegetación y compactación de los suelos en zonas aledañas. Estas prácticas son todavía más importantes en las dunas costeras ya que son más frágiles a la erosión por viento y por escorrentías.

Hotel Be Tulum-Beach & Spa Resort

Hotel Nueva Vida de Ramiro, Tulum

Fuentes: Mesoamerican Reef Tourism Initiative, Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2011 • *Fuentes de campo:* Nueva Vida de Ramiro, Be Tulum, Hotel Ahau, El Pez, Tulum; Akumal Caribe, Riviera Maya; hoteles Margarita del Sol, Kabah-na, Balam Ku, Maya Luna, Alma Plena, Costa Maya.

1.4.3 Construir senderos peatonales sobre postes en zonas inundables o inundadas o en dunas costeras

Fenómeno climático

Impacto reducido

Erosión de dunas, inundación de infraestructura

Contexto recomendado

Dunas costeras, selva inundable, manglares, sabanas y pastizales
Zonas inundables

Fuentes: Mesoamerican Reef Tourism Initiative, Gobierno del Estado de Quintana Roo • *Fuentes de campo:* Hotel Be Tulum, Hotel Ahau, El Pez, Nueva Vida de Ramiro, Tulum; Hotel Mayan Palace, Riviera Maya • Taller de Expertos Chetumal y Cancún.

Descripción

Senderos elevados sobre pilotes o columnas para transitar sobre duna costera, humedales y áreas inundables. La altura entre la duna costera y las vigas de soporte debe permitir el paso del viento y del agua, así como la iluminación natural de la flora debajo del sendero, cuando exista. Si es necesario transitar el sendero durante los periodos de inundación más crítica debe calcularse por arriba del nivel más alto de inundación anual o de tormentas. Pueden construirse de madera dura de la región o concreto.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Los senderos elevados permiten el flujo natural de agua y viento tanto los que ocurren regularmente como aquellos provocados por tormentas y huracanes. El paso del viento y del agua mantienen la dinámica costera, disminuyendo la erosión en la arena. En las selvas inundables además permite el flujo hídrico natural y el paso de personas sobre las áreas inundadas permanente o temporalmente.

Hotel Mayan Palace, Riviera Maya

Hacienda Tres Ríos, Riviera Maya

1.5 Vialidades

1.5.1 Ubicar los caminos para vehículos en la parte interna de la duna costera, retirados de la cresta

Fenómeno climático

Impacto reducido

Erosión de dunas
Inundación
Destrucción de infraestructura

Contexto recomendado

Dunas costeras
Zonas no inundables

Fuente: Mesoamerican Reef Tourism Initiative, Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2011 • *Fuentes de campo:* Vialidad costera de Mahahual-Xcalak • Taller de Expertos Local.

Descripción

Los caminos no deben alterar la duna costera, en especial la cresta y la pendiente hacia el mar, por lo que deben construirse lo más alejado posible de la cresta y en la zona interior, preferentemente sobre las selvas y áreas no inundables. No se recomienda el *sascab* como relleno, pues investigaciones recientes demuestran que se lava fácilmente, llega al acuífero, disminuye la transparencia del agua y afecta el crecimiento de los corales.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

La cresta de la duna costera y su vegetación natural funcionan como un dique natural y reduce el impacto de marejadas y lluvias. La construcción de caminos sobre la duna costera altera la dinámica natural: aceleran las escorrentías causando erosión de la duna. Si el camino se encuentra sobre la duna costera será necesario retirar la arena depositada durante tormentas, alterando la dinámica de construcción de dunas. Al alejar el camino de la cresta de la duna, ésta mantiene su dinámica y sus funciones de protección.

Camino costero en Punta Herrero

Hotel Mayan Palace, camino interior

1.5.2 Adaptar los caminos para vehículos a la topografía del terreno, no obstruir el flujo hídrico superficial y utilizar materiales permeables

Fenómeno climático

Impacto reducido

Erosión de dunas
Inundación de infraestructura

Contexto recomendado

Dunas costeras, sabanas, pastizales, selvas
Zonas no inundables e inundables

Fuentes de campo: Vialidad costera de Maha-hual-Xcalak

Descripción

Los caminos deben adaptarse a la topografía del terreno, evitando cortes y rellenos. Construir sobre pasos elevados o colocar sistemas que permitan el paso del agua. Emplear pavimentos que permitan la percolación del agua hacia el manto freático, reduciendo el escurrimiento.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Al adaptarse al terreno se requiere menos rellenos o cortes (taludes) los cuales pueden ser inestables por las características del suelo costero y se erosionan con las lluvias y vientos fuertes. La pendiente adecuada y los materiales permeables dan estabilidad al suelo y reducen las escorrentías y la erosión. Los pasos elevados o pasos con tubería que permitan el flujo del agua mantendrá la salud de los ecosistemas sobre los cuales pasa la carretera y disminuirá el riesgo de inundaciones del camino.

Avenida de Mahahual

Hotel Ahau, Tulum

1.5.3 Construir camellones anchos, sin bordillo, debajo del nivel de la calle y con vegetación nativa

Fenómeno climático

Impacto reducido

Inundación de infraestructura
Soleamiento, calor excesivo, disminución del confort térmico

Contexto recomendado

Zonas no inundables

Comunicación personal: Arq. Alejandro García Sánchez.

Descripción

La dimensión del camellón va en función de la jerarquía vial. En vialidades principales es recomendado un ancho mínimo de cinco metros para permitir el cruce de vehículos sin interferir la circulación. El tipo de vegetación (tamaño y tipo de árboles y arbustos) dependerá del ancho del camellón. El uso de vegetación nativa facilita el mantenimiento, requiere menos riegos y fertilizantes. El interior de los camellones debe quedar por debajo de la línea de guarnición y sin bordillo para permitir el escurrimiento del agua de las calles, su retención y absorción.

Hotel Mayan Palace, Riviera Maya

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Los camellones anchos, con vegetación y por debajo del nivel de la calle pueden captar el agua de lluvia que escurre por las calles pavimentadas, almacenarla y permearla lentamente. Los camellones anchos con vegetación arbórea disminuyen el soleamiento, el efecto de isla de calor y la contaminación por deslumbramiento.

1.6.1 Captación y almacenamiento de agua de lluvia

Fenómeno climático

Impacto reducido
Escasez de agua
Erosión de suelos y escorrentía

Contexto recomendado
Duna costera

Descripción

Se puede utilizar cualquier superficie no permeable en techos o patios donde escurra el agua de lluvia y sea factible recolectarla. Para el almacenamiento se pueden utilizar aljibes o curvatos. Los materiales de las superficies que drenan y de los depósitos de almacenamiento deben ser materiales resistentes a la corrosión, que no desprendan olores, colores y sustancias tóxicas que contaminen el agua o alteren la eficiencia de los sistemas de tratamiento.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Los sistemas de captación de agua de lluvia reducen la dependencia del suministro externo de agua potable o por extracción del acuífero, en particular en zonas con acuíferos con poca capacidad, como las franjas de duna situadas entre el mar y lagunas costeras. El almacenamiento de agua reduce la escorrentía hacia el predio y sus efectos erosivos.

Punta Herrero

Xcalak

Fuentes de campo: Habitantes de Chetumal, Xcalak y Punta Herrero • *Comunicación personal:* Arq. Alejandro García Sánchez; Arq. Rafael Rosas Monroy • Taller de Expertos Local.

1.6.2 Construir instalaciones eléctricas subterráneas dentro de ductos

Fenómeno climático

Impacto reducido

Inundación y destrucción de infraestructura

Contexto recomendado

Cualquier zonas edificable

Descripción

Trinchera de concreto armado, mampostería o tubería con diámetro suficiente para el paso de las instalaciones. No se debe permitir el ingreso de agua de lluvias a la trinchera. Tanto la trinchera como el cableado deben ser impermeables previendo inundaciones extremas causadas por tormentas y huracanes.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Las instalaciones subterráneas no sufren los impactos causados por la caída de ramas, árboles, postes y cables aéreos durante lluvias intensas, vientos fuertes y tormentas. Se tiene mayor facilidad para el restablecimiento del servicio. Deben diseñarse previendo el impacto de las inundaciones.

Hacienda Tres Ríos, Riviera Maya

Hotel Mayan Palace, Riviera Maya

Fuentes: Colegio de Ingenieros Civiles de Quintana Roo Zona Sur, 2009; Guía MARTÍ • *Fuentes de campo:* Secrets Maroma, Mayan Palace; Riviera Maya; Paradisus Cancún Resort México • *Comunicación personal:* Arq. Gabriel Tellez, Arq. Rafael Rosas Monroy, Arq. Alejandro García Sánchez • Taller de Expertos locales.

2. Prácticas de edificación

2.1 Estructura

2.1.1 Edificación sobre pilotes

Fenómeno climático

Impacto a reducir

Destrucción e inundación de edificaciones, erosión de la duna costera

Contexto recomendado

Dunas costeras
(detrás del primer cordón)
Zonas inundables

Hotel Nueva Vida de Ramiro

Fuentes: Cámara, 2007; Dickinson y Castillo, 2003; Olgyay, 2006 • *Fuentes de campo:* Viviendas en Chetumal, Xcalak y Punta Herrero; hoteles Hacienda Tres Ríos, Riviera Maya, Nueva Vida de Ramiro, Hotel Ahau y El Pez, en Tulum; Fairmont Mayakoba.

Descripción

Debe aplicarse en zonas inundables y en la duna costera. En zonas inundables la altura de planta baja debe estar por encima del nivel histórico de inundación; considerar que en el Caribe se ha registrado un aumento de 4 a 9 mm por año desde 1974 (USAID, 2012). En la duna costera la altura del espacio inferior de la edificación debe determinarse de acuerdo con la altura de las mareas de tormenta de la cual quiera protegerse. Los huracanes categoría 1 forman una marea de tormenta de entre uno y dos metros de altura; los huracanes categoría 5, de entre ocho y doce metros; pero la altura de la marea varía al chocar contra la duna costera en función del perfil de la costa y de la existencia de las barreras arrecifales que funcionan como rompeolas (Iglesias et al., 2012). Para conocer el impacto potencial en su terreno véase Martínez, 2014, el cual proyecta la altura de las mareas de tormenta en distintos puntos de la costa de Quintana Roo. Dado el costo de elevar las edificaciones, se recomienda por lo menos un metro libre entre el suelo y la parte inferior de las vigas para no obstruir la dinámica de la duna costera, lo cual permite el flujo del agua de marejadas (menor daño a la estructura), el paso del viento y la acumulación de arena y reducción de la erosión natural de la duna.

Hotel Nueva Vida de Ramiro

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

La elevación sobre postes disminuye el riesgo de inundación en el interior, permite el flujo de marejadas lo que reduce el daño a la estructura, y el flujo hídrico subterráneo, necesario en humedales y en la duna costera; deja libre y permeable el suelo, lo que es indispensable para la absorción del agua; contribuye a mantener la dinámica o erosión natural de la duna costera, ya que no requiere desplazar la arena que las olas y mareas acumulan naturalmente, y la separación que guardan los pilotes entre sí crea un espacio de ventilación que reduce la temperatura y la humedad en el interior de la edificación.

2.1.2 Zapatas aisladas en forma de flecha. Triangulares u ovaladas

Fenómeno climático

Impacto a reducir

Destrucción de edificaciones y erosión de duna costera

Contexto recomendado

Detrás de la duna costera; en zonas cercanas a la playa con flujos hídricos importantes

Descripción

Zapata aislada en forma triangular u ovalada de concreto, en función del cálculo estructural; la forma triangular u ovalada de la zapatas apunta hacia el mar, para facilitar el flujo dinámico del agua.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Disminuye el efecto de erosión en caso de marejadas y olas. Su forma y orientación permiten dirigir el flujo de agua y minimizar el impacto a la cimentación por la fuerza del agua y su efecto de socavación.

Hotel Nueva Vida de Ramiro, Tulum

Zapata triangular. Hotel Nueva Vida de Ramiro, Tulum

2.2.1 Planta libre

Fenómeno climático

Impacto a reducir

Propicia el confort térmico y disminuye la destrucción de infraestructura por viento e inundaciones.

Contexto recomendado

Cualquier ubicación edificable

Descripción. Edificación cuyo interior está libre de obstáculos que impiden el flujo de la ventilación, como muros, cortinas y muebles.

Esquema de planta libre

Interior de residencia en el corredor Mahahual-Xcalak

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

La planta libre permite la circulación del viento en el interior de la edificación al no tener muros y otros elementos que pongan resistencia a su paso refrescando el ambiente. La planta libre permite el paso de vientos fuertes, eliminando la presión sobre los elementos estructurales o muros de la edificación, lo que reduce la posibilidad de daños.

Tres Ríos

Fuente: Olgyay, 2006 • *Fuentes de campo:* Vivienda en corredor Mahahual-Río Indio; Hotel Alma Plena, carretera Mahahual-Xcalak, Costa Maya; Hotel Ahau, Tulum; Hotel Iberostar, Cozumel.

2.2.2 Patio interior

Fenómeno climático

Impacto a reducir

Soleamiento intenso y disminución del confort térmico

Contexto recomendado

Cualquier ubicación edificable

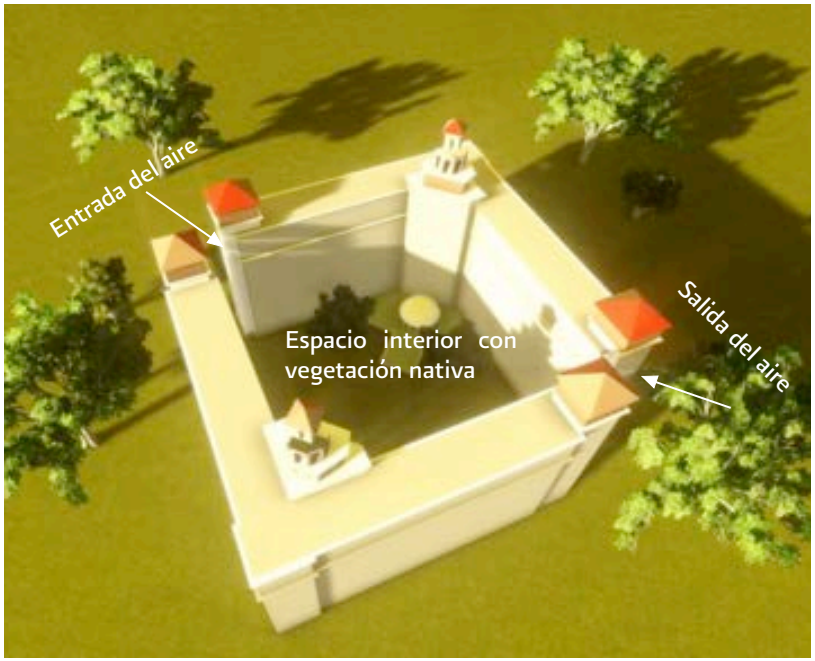
Descripción

Espacio semiabierto interior, ambientado con vegetación preferentemente nativa; la forma del patio dependerá de las edificaciones que la delimitan. El patio funge como regulador bioclimático porque genera un microclima interior más confortable.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

El patio interior genera un microclima diferente al exterior. Con la adecuada orientación de la estructura se logra tener una ventilación e iluminación natural en las edificaciones. La vegetación utilizada en el patio interior y las mismas edificaciones ayudan a sombrear, lo cual refresca el espacio y mantiene los niveles de temperatura menores al exterior.

Patio interior residencia en el corredor Mahahual-Rio Indio



Fuente: Rodríguez-Viqueira, 2001 • *Fuentes de campo:* Corredor Mahahual-Río Indio Chetumal; Paradisus Cancún Resort México • *Comunicación personal:* Arq. Enrique Flores y Arq. Alejandro García.

2.3.1 Materiales aislantes del calor

Fenómeno climático

Impacto a reducir

Soleamiento intenso y disminución del confort térmico

Contexto recomendado

Cualquier ubicación edificable

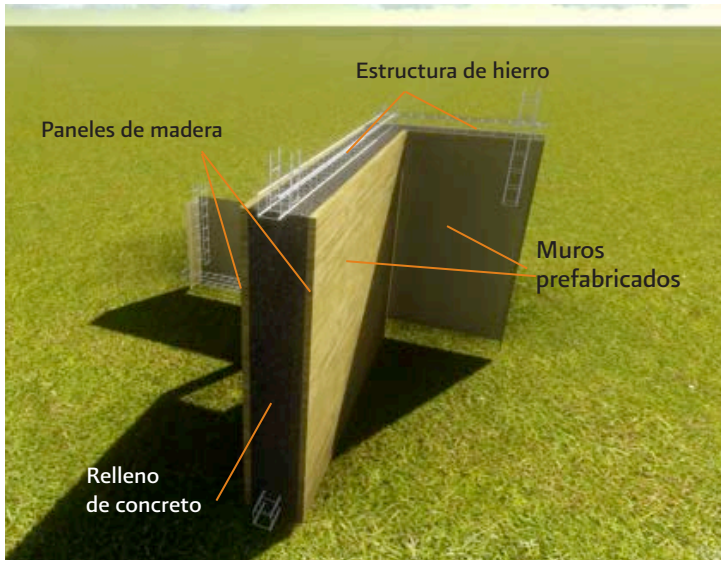
Cortina de varas de madera
Hotel Secrets Maroma, Cancún

Descripción

Empleo de materiales aislantes del calor o lenta trasferencia térmica en la construcción de envolventes y cubiertas. Pueden ser materiales con poca capacidad de absorción, tales como paneles de madera y bambú; o con poca capacidad de transferencia, como la arena y la piedra. Otra práctica es dejar una cámara de aire entre la superficie exterior que recibe el calor (soleamiento) y el interior de la construcción.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

El material de recubrimiento o la existencia de cámaras de aire en el envolvente o cubierta reduce el flujo de energía calorífica al interior del espacio arquitectónico.



Cortina de varas de madera que protegen del sol la pared exterior del edificio.
Hotel Mayan Palace, Riviera Maya

Fuente: Colegio de Ingenieros Civiles de Quintana Roo Zona Sur, 2009 • *Fuentes de campo:* Hotel Mayan Palace, Hotel Secret Maroma • *Comunicación personal:* Arq. Gabriel Tellez y Arq. Alejandro García Sánchez.

2.3.2 Pórticos

Fenómeno climático

Impacto a reducir

Destrucción de infraestructura por viento y soleamiento intenso, disminución del confort térmico

Contexto recomendado

Cualquier ubicación edificable

Hotel Akumal Caribe

Fuente: Checa-Artasu, 2012; Rodríguez-Viqueira et al., 2001 • *Fuentes de campo:* Corredor Mahahual-Río Indio, Chetumal; Hotel Be Tulum, Tulum, Hotel Akumal Caribe.

Descripción

Espacio o galería cubierta, sostenida por arcadas o columnas, ubicado a lo largo de una fachada que genera una sombra sobre la edificación y el espacio que cubre.

Hotel Be Tulum-Beach & Spa Resort

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

El pórtico produce sombra y reduce las cargas térmicas por soleamiento sobre los muros. Las temperaturas más altas ocurren durante la tarde, cuando el sol está al oeste; durante el verano el sol tiene un recorrido sur-este al sur-oeste proyectando sobre la fachada sur de las edificaciones; por lo tanto los pórticos deben estar orientados al sur o al oeste. También protege la edificación al crear una zona de alta presión y reducir la acción de los vientos fuertes, disminuyendo daños físicos a la estructura principal.

Hotel Akumal Caribe

2.3.3 Muros circulares o con esquinas en ángulos interiores mayores a 120º

Fenómeno climático

Impacto a reducir

Destrucción de infraestructura por viento y soleamiento intenso

Contexto recomendado

Cualquier zona edificable

Hotel 40 Cañones, Mahahual

Fuentes: Baños Ramírez, 2009; Torres, 2003
• *Fuentes de campo:* Corredor Mahahual-Río Indio, Chetumal

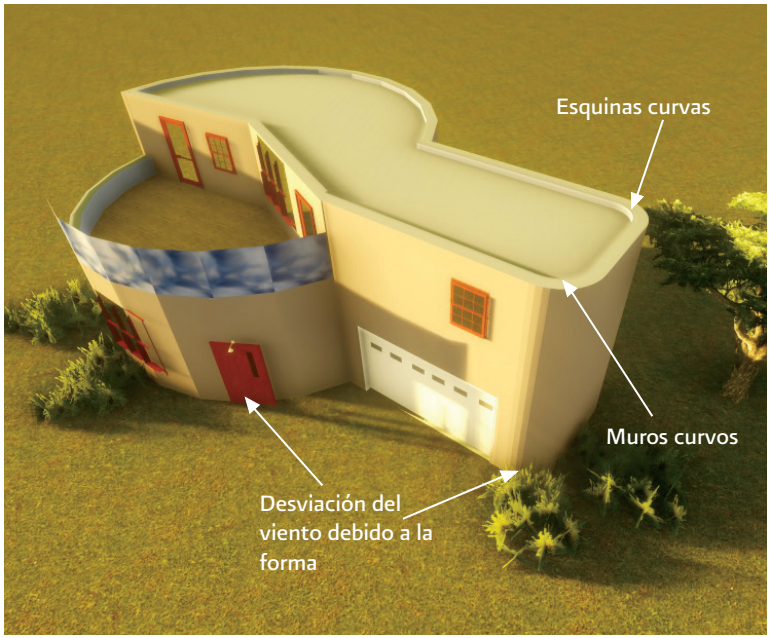
Descripción

Edificación con muros de forma circular, poligonal.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Las formas circulares ofrecen poca resistencia al paso del viento de tormentas y huracanes, desviándolo sin afectar la edificación. También la incidencia solar es menor porque se reduce el área de captación.

Hotel Caballo Blanco, Mahahual



2.3.4 Celosía en muros y bardas

Fenómeno climático

Impacto a reducir

Destrucción de infraestructura por viento y soleamiento intenso, disminución del confort térmico

Contexto recomendado

Cualquier zona edificable
Orientados al este, oeste y sur para protección del sol

Capitanía de Puerto

Fuentes: Baños Ramírez, 2009; Torres, 2003
• *Fuentes de campo:* Corredor Mahahual-Río Indio, Chetumal

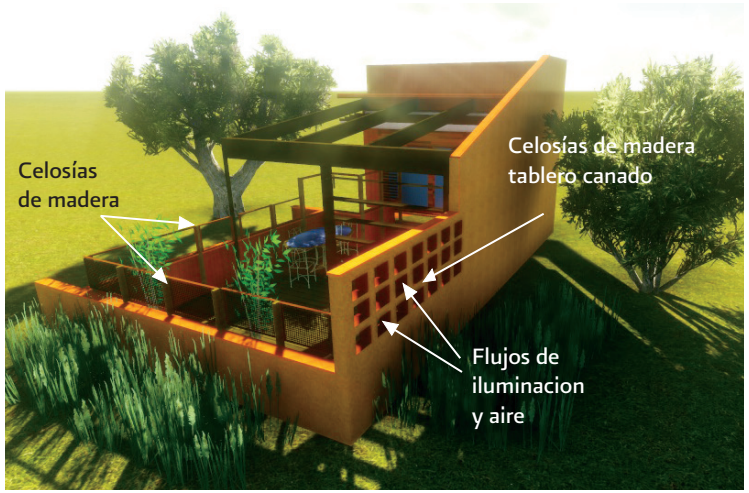
Descripción

La celosía es un tablero calado hecho a base de madera, barro, o concreto, que cubre vanos o espacios en la edificación. Una función es brindar privacidad al usuario y al mismo tiempo permitir la visual hacia el exterior sin obstruir la entrada del aire y la iluminación natural; otra función es reducir el soleamiento sobre espacios habitables o sobre muros. Los espacios formados en el tablero calado son pequeños (generalmente menores a diez centímetros) y no llevan cristal.

Hotel Be Tulum-Beach & Spa Resort, Tulum

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Las celosías son parcialmente permeables al viento y generan una sombra sobre el espacio que protege, lo cual reduce la ganancia térmica por radiación. En caso de vientos fuertes por huracanes o tormentas tropicales, las celosías puede reducir la velocidad del viento y sirve de protección contra los proyectiles.



Hotel Mayan Palace, Rivera Maya

2.4.1 Ventanas tipo persiana

Fenómeno climático

Impacto a reducir

Soleamiento intenso, destrucción de infraestructura por viento

Contexto recomendado

Playa, humedal, duna costera
Herrería y aluminio en áreas con vientos con poca sal

Persiana de herrería con vidrio, casa habitación de Chetumal, Quintana Roo

Descripción

Ventana con tablillas horizontales unidas por un mecanismo que permite su apertura y cierre o bien de todo el modulo; su función es proteger las habitaciones de la luz, el viento y el calor a través de la graduación de la apertura; en algunas regiones se les integran mosquiteros. Las persianas pueden ser de madera, aluminio, aluminio con vidrio o herrería con vidrio.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Controla la dirección y la intensidad del viento, regula la entrada de luz natural, disminuye el soleamiento y protege de los vientos de tormenta y de proyectiles.

Persiana de madera
Hotel Mayan Palace, Rivera Maya

Persiana de madera / restaurante Havana Moon de Grupo Vidanta, Cancún

Fuentes: Checa-Artasu, 2009; Olgyay, 2006; Rodríguez-Viqueira, 2001 • *Fuentes de campo:* Corredor Mahahual-Río Indio, Chetumal; Hotel Secrets Maroma y Mayan Palace, Riviera Maya • *Comunicación personal:* Arq. Enrique Flores, Arq. Alejandro García Sánchez y Arq. Rafael Rosas Monroy.

2.4.2 Ventanas reticuladas

Fenómeno climático

Impacto a reducir

Destrucción de infraestructura por viento

Contexto recomendado

Playa, humedal, duna costera
Herrería y aluminio en áreas con vientos sin contenido de sal

Fuente: Olgyay, 2006 • *Fuentes de campo:* Corredor Mahahual-Río Indio, Chetumal; Hotel Mayan Palace, Riviera Maya; Tres Ríos.

Descripción

Ventanas generalmente de grandes dimensiones con un diseño reticulado; son construidas con madera, aluminio o herrería. El diseño disminuye el tamaño de cada abertura a fin de contar con una estructura que resista proyectiles generados por vientos fuertes. Cuenta con mecanismos para abrir y cerrar, y regular así la circulación del viento y la entrada de luz.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

El reticulado crea espacios reducidos; de este modo disminuye el daño que puede ocasionar la presión de los vientos fuertes y de los proyectiles en caso de tormentas y huracanes.

Residencia en corredor Mahahual-Río Indio, Costa Maya

Hotel Mayan Palace, Rivera Maya

Tres Ríos

2.4.3 Ventanas plegables tipo acordeón

Fenómeno climático

Impacto a reducir

Destrucción de infraestructura por viento, soleamiento intenso

Contexto recomendado

Cualquier zona edificable

Hotel Nueva Vida de Ramiro, Tulum

Fuentes de campo: Hotel Ahau, Hotel Nueva Vida de Ramiro, Tulum.

Descripción

Ventanal de madera o aluminio plegables tipo acordeón. El mecanismo permite abrir por completo el espacio de la ventana para permitir la iluminación y el flujo del aire a través de la edificación. Las ventanas pueden cerrarse completamente en caso de necesidad.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

Permite la ventilación e iluminación natural para el confort de los usuarios en el interior de la edificación. En caso de tormentas y huracanes puede abrirse completamente las ventanas para permitir la circulación del viento y evitar daños a la estructura.

Hotel Ahau, Tulum

2.5 Cubierta

2.5.1 Techumbre a cuatro aguas o cónica con una inclinación de 30º

Fenómeno climático

Impacto a reducir

Destrucción de infraestructura por vientos fuertes y lluvias intensas, soleamiento, disminución del confort térmico

Contexto recomendado

Cualquier zona edificable

Hotel Akumal Caribe, Riviera Maya

Descripción

Cubierta con superficies con pendientes en cuatro direcciones o bien circular. Se recomienda utilizar materiales de bajo coeficiente de transferencia térmica. La forma del techo que mejor interactúa con las cargas y dirección variable del viento es la que tiene cuatro aguas.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

La techumbre inclinada favorece la evacuación rápida del agua, evitando que se estanque; su forma ofrece poca resistencia a la acción del viento; la cantidad de energía del sol que reciben las superficies de la techumbre es menor porque el ángulo de incidencia de los rayos del sol sobre la superficie es menor durante las horas más calientes del día.

Hotel Akumal Caribe, Riviera Maya

Mahahual

Fuentes: Comarazami, 2005; Mesoamerican Reef Tourism Initiative, Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2011 • *Fuentes de campo:* Vivienda en Xcalak y Punta Herrero, Eco-resort Kabah-na; Hotel Balamku en Mahahual; hoteles Be Tulum, Hotel Ahau, en Tulum; Akumal Caribe, Secrets Maroma, Riviera Maya.

2.5.2 Cubierta con ventilación (efecto chimenea)

Fenómeno climático

Impacto a reducir

Soleamiento intenso, disminución del confort térmico

Hotel Mayan Palace, Rivera Maya

Descripción

Cubierta con aberturas en los extremos en la dirección de los vientos dominantes lo cual permite la ventilación cruzada en la parte superior. Esto permite la extracción del aire caliente que se acumula en la parte superior de la edificación.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

La techumbre con dos aberturas en extremos opuestos permite la ventilación cruzada extrayendo el aire caliente acumulado en el interior de los espacios. La abertura en la parte superior provoca un efecto de succión (chimenea) del aire caliente que por ser más liviano se acumula en la parte superior del interior. Estos efectos ventilan y reducen la temperatura interior.

Hotel Akumal Caribe, Riviera Maya

2.5.3 Falso plafón (tapanco) con ventilación cruzada

Fenómeno climático

Impacto a reducir

Soleamiento intenso, disminución del confort térmico

Descripción

Superficie que separa el interior de una habitación de la techumbre plana o inclinada, conocido como cielo o techo falso, cielo raso o plafón. Generalmente es fabricado de madera, tablaroca. Esta práctica es necesaria cuando la cubierta exterior es de lámina. Por ser una estructura liviana es vulnerable a los vientos fuertes. Se puede construir con madera sólida, lo que le da mayor resistencia a los vientos.

Mecanismo de reducción de vulnerabilidad

La superficie crea una cámara de aire que acumula el calor que recibe la cubierta sin transferirla a la habitación debajo del plafón debido a la baja capacidad de transferencia térmica del aire. Para mayor eficiencia se recomienda que la cámara de aire tenga aberturas en los extremos orientados en la dirección de los vientos dominantes para permitir la ventilación cruzada y la extracción del aire caliente.

Plafón en casa de Chetumal, Q. R.

Fuentes: Baños Ramírez, 2009; Dickinson y Castillo, 2003; Mesoamerican Reef Tourism Initiative, Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2011; Olgyay, 2006; Rodríguez-Viqueira, 2001 • *Fuentes de campo:* Secrets Maroma, Mayan Palace, Akumal Caribe, en Riviera Maya; Iberostar, Cozumel; El Pez,en Tulum; Vivienda tramo Xcalak-Mahahual; cabañas de Kabahna; Villas Manatí, Chetumal • *Comunicación personal:* Arq. Enrique Flores, Arq. Alejandro García Sánchez • Taller Expertos Local

Fuentes consultadas

Azuz, I. y Rivera, E. (2007). Estimación del crecimiento poblacional para los estados costeros de México. *Papeles de población,* 51, 187-211.

Baños Ramírez, O. (2009). La invención de la casa maya en Yucatán. *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán*, *249-250* (24), pp 3-33.

Beck, M. W., Shepard, Ch. C. , Birkmann, J., Rhyner J., Welle, T., Witting, M., Wolfertz, J., Martens, J., Maurer, K., Mucke, P., Radtke, K. (2012). *World risk report 2012*. Berlín: The Nature Conservancy, Alliance Development Works, United Nations University, 74 p.

Blanchón, P., Iglesias Prieto, R., Jordan-Dahlgren, R. y Richards, S. (2010). Mitigación, adaptación y costos en los arrecifes de coral y cambio climático: vulnerabilidad de la zona costera de Quintana Roo. 229-248 pp. En Botello, A. et al. (eds.). *Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático*. Gobierno del Estado de Tabasco. Semarnat-INE, UNAM-ICMYL, Universidad Autónoma de Campeche, 514 p.

Cámara, B. L. (2007). La actividad turística, las políticas de planeación y desarrollo urbano en la región Caribe mexicano. En Romero Mayo, R. *Turismo, medio ambiente y cooperación internacional en el Caribe*. México: Plaza y Valdés.

Checa-Artasu, M. (2009). Entre la casa maya y el bungalow. Arquitectura de la frontera México-Belice. *Bitácora Arquitectura*. *Revista de la Facultad de Arquitectura*, UNAM, 19. Disponible en: http://www.academia.edu/2031504/Entre_la_casa_maya_y_el_bungalow._La_arquitectura_de_la_frontera_Mexico-Belice.

Checa-Artasu, M. (2012). Aproximación turístico cultural para un patrimonio en vías de extinción: la arquitectura histórica en madera de Chetumal, Quintana Roo. *El Periplo Sustentable*, *23*, México: UAEM.

Colegio de Ingenieros Civiles de Quintana Roo Zona Sur (2009). *Propuesta de reglamento de construcción para las zonas costeras del municipio de Othón P. Blanco versión 1.9ª* (mecanuscrito). Chetumal.

Comarazami (2005). *Mitigación de desastres en instalaciones de salud.* Grupo de estabilidad estructural, Organización Panamericana de la Salud, Santo Domingo, República Dominicana. Disponible en: http://www.disaster-info.net/viento/spanish/guiones_htm/noestructural.pdf

Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (2007). *Estrategia nacional de cambio climático*. México: Semarnat

Conapo, 2010. *Proyecciones de la población en México, 2010-2050* en www.conapo.gob.mx

Dickinson, F. y Castillo, M.T. (2003). Participación comunal e innovación de vivienda en la costa de Yucatán. *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán*, *224* (18), 53-66.

Ferrario, F., Beck, M.W., Storlazzi, C. D. , Micheli F., Shepard Ch. C. y Airoldi, L. (13 de mayo de 2014). The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation. *Nature Communications*.

H. Ayuntamiento de Othon P. Blanco (2007). *Decreto de Modificación del PDU Mahahual*. Chetumal: Autor.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). *Censo general de población y vivienda 2010*. México: Autor.

IPCC (2007a). *Cuarto informe de evaluación del IPCC. El cambio climático 2007: impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Grupo de trabajo II. Ambiente II.

IPCC (2007b). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis.* Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. Ginebra, Suiza: Autor, 104 p.

Magaña, V. y Neri, C. (2007). Eventos hidrometeorológicos extremos. *Ciudades, 74*, 26-30.

Martínez, R. (2014). *Evaluación de costas de inundación en el litoral mexicano por ciclones tropicales, frentes fríos y tsunamis.* Tesis de posgrado. Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 112 p.

McIvor, A.L., Möller, I., Spencer, T. y Spalding, M. (2012a). Reduction of wind and swell waves by mangroves. *Natural Coastal Protection Series: Report 1.* Cambridge Coastal Research Unit Working Paper 40. The Nature Conservancy y Wetlands International. 27 p.

McIvor, A., Tom Spencer, Iris Möller y Mark Spalding, 2012b. Storm Surge Reduction by Mangroves. *Natural Coastal Protection Series. Report 2.* Cambridge Coastal Research Unit Working Paper 41. The Nature Conservancy, y Wetlands International.

Mesoamerican Reef Tourism Initiative, Gobierno del Estado de Quintana Roo (2011). *Guía de planeación, diseño y construcción sustentable para el Caribe mexicano* . Documento interactivo. Cancún, Q. Roo: Autor.

Molina, C., Rubinoff, P. y Carranza, J. (1998). *Normas prácticas para el desarrollo turístico de la zona costera de Quintana Roo.* Cancún: Amigos de Sian Ka'an, Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island.

Olgyay, V. (2006). *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. España: Gustavo Gili.

Rodríguez-Viqueira, M. et al. (2001). *Introducción a la arquitectura bioclimática*. México: Limusa,

Secretaría de Turismo (2004). *Guía para el alojamiento turístico en Zona Maya*.

Sedetur, 2014. *Indicadores turísticos a diciembre 2013*. En http://sedetur.qroo.gob.mx/index.php/estadisticas/indicadores-turisticos

Semarnat, 2013. *Manejo de ecosistemas de dunas costeras, criterios ecológicos y estrategias. México*. Colaboradores: Instituto de Ingeniería de la UNAM, Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ecología A. C., El Colegio de la Frontera Sur.

Silva-Poot, H., Rosas-Correa, G., Rojas-Fabro A., Koh-Romero, D. (2011). Adaptación al cambio climático en el desarrollo urbano de Chetumal: un análisis de los instrumentos de previsión y planeación locales. En Amador del Ángel et al. (Eds.). *Memorias del Segundo Simposium sobre el Conocimiento de los Recursos Costeros del Sureste de México.* Campeche: Centro de Investigación de Ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma del Carmen.

Torres, M. E. (2003). La vivienda patrimonial ante el huracán Isidoro. *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán*, *224*, 72 . Disponible en: http://www.cirsociales.uady.mx/revUADY/pdf/224/ru22410.pdf

USAID, 2012. *Análisis de vulnerabilidad al cambio climático del Caribe de Belice, Guatemala y Honduras*. USAID. Programa Regional de USAID para el Manejo de Recursos Acuáticos y Alternativas Económicas. 87 p.

Expertos consultados

Taller de Expertos Local. Dra. Carmen Villegas, MESP. Pedro Chargoy Loustaunau, M.C. Alberto Yeladaqui Tello.

Taller de Expertos Cancún. Ing. Guadalupe Velázquez, Marco Gutiérrez Vázquez, Norma Aviña Lemus, Enrique Flores y Almada, M en EIA. Héctor Alafita Vásquez, Guillermo Villareal, Robert Iglesias.

Taller de Expertos Chetumal: Dr. Inocente Bojórquez Baez, Dra. Carmen Villegas, Dr. Jorge Correa Sandoval, M.C. María Angélica González Vera, M.C. Benito Prezas, M.C.José Antonio Olivares, M. en DUA. Rafael Rosas Monroy.

Expertos consultados versión previa de catálogo Cancún: Ing. Guadalupe Velazquez, Marco Gutiérrez Vazquez, Norma Aviña Lemus, M. en EIA Héctor Alafita Vásquez.

Expertos consultados versión previa de catálogo Chetumal: Dr. Inocente Bojórquez Baez, Dra. Carmen Villegas, Dra. Bonnie Campos Cámara, Dra. Birgit Schmook, M.C. María Angélica González Vera.

Comunicación personal

Arq. Rafael Rosas Monroy
Arq. Alejandro García Sánchez
Arq. Eloy Quintal Jiménez
Arq. Gabriel Tellez
Arq. Mayra Ayala
Arq. Antonio Horta
Arq. Enrique Flores

Fuentes de campo

Localidades de Chetumal, Bacalar, Río Indio y Punta Herrero, Xcalak y Mahahual, vialidad costera de Mahahual-Xcalak

Cancún
Secrets Maroma
Paradisus Cancún Resort México

Cozumel
Iberostar

Mahahual
Hotel Caballo Blanco
40 Cañones
Balamku-Inn on the Beach
Margarita del Sol
Maya Luna
Costa Maya
Kabah-na Eco Resort
Alma Plena

Riviera Maya
Hacienda Tres Ríos
Hotel Akumal Caribe
Mayan Palace
Fairmont Mayakoba

Tulum
Hotel Nueva Vida de Ramiro
Be Tulum-Beach & Spa Resort
Ahau Tulum
El Pez

Glosario

A

adaptación. Cambio en una población o especie para ajustarse a condiciones distintas o modificados del medioambiente. (Parker: 11).

aislamiento. Material poco masivo de alta resistencia térmica utilizado para disminuir la transferencia de calor por conducción. (Brown, 1994: 167).

aljibe. Cisterna o depósito de agua, que se profundiza en el terreno y se reviste con mampostería de piedras o ladrillo. (Camacho, 2007: 30).

amenaza. Es la posibilidad, probabilidad o potencialidad que cambios o fenómenos climáticos afecten por un tiempo prolongado lugares específicos, o el bienestar y la salud de las personas o poblaciones en sus territorios. (http://www.minambiente.gov.co/documentos/cartilla_adaptacion.pdf)

ángulo de incidencia. Ángulo formado entre el rayo solar y la normal de una superficie. (Lacomba, 1991: 277).

arquitectura bioclimática. Arquitectura proyectada para funcionar de acuerdo con el clima y que proporciona a sus usuarios un bienestar natural, así como un respeto al balance ecológico que redunda en su beneficio. (Lacomba, 1991: 277).

arquitectura vernácula. Arquitectura popular de las grandes masas, tanto urbanas como rurales, que abarca el espacio urbano, así como varios géneros arquitectónicos de construcciones privadas y públicas. (Camacho, 2007: 790).

asoleamiento. Horas de insolación en el transcurso del día. Tiempo que dura la insolación. (Lacomba, 1991: 277).

B

berma. Barrera elevada que separa dos zonas

C

calor. Forma de la energía que se transfiere en virtud de una diferencia de temperatura. (Lacomba, 1991: 277).

capacidad calorífica. Una medida de la capacidad de un elemento de almacenamiento térmico masivo para almacenar calor. (Brown, 1994: 167).

clima. Es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terrestre (Fuentes, 2012:2).

confort. Comodidad relacionada con el bienestar material y ambiental. (Camacho, 2007: 210).

conservación del suelo. Administración del suelo para evitar o reducir la erosión y su agotamiento por el viento y el agua. (Camacho, 2007: 108).

contexto. Entorno, ambiente, interrelación del espacio con sus sistemas objetuales y las actividades de los seres vivos que lo habitan. (Camacho, 2007: 215).

cos. Coeficiente de ocupación del suelo. El COS multiplicado por el área total del terreno, determina el monto máximo de superficie que debería destinarse a la construcción, incluyendo las viviendas y las áreas de servicio, como pasillos, escaleras, elevadores y bodegas o sótanos. (Bazant, 1983: 165).

curvato. Característico de la ciudad de Chetumal. Tiene como finalidad almacenar el agua de lluvia destinada al consumo doméstico, fabricado con anchas y resistentes maderas, sobre el cual desemboca el canalón de zinc que baja de una techumbre de cuatro o dos aguas. El curvato, según el profesor Silvestre Caballero: "está hecho de ciprés o cedro, estructurado con duelas verticales, rebajadas por los cantos y unidas a su base circular por aros metálicos para que adquieran la forma de un cono truncado". (http://obrasweb.mx/arquitectura/1997/10/01/chetumal-de-madera-y-soledad).

cus. Coeficiente de utilización del suelo. Es el total de superficie construida (todos los niveles) en un lote. (Bazant, 1983: 169).

D

densidad. Número de objetos (casas, habitantes, construcción, etc.) por unidad de área. Generalmente se usa como unidad de área la hectárea: ha= 10,000 m². (Schjetnan, 1984: 147).

duna costera. Ecosistema costero formado por montículos de granos de arena o de granos de origen biológico, especialmente calcáreo, producto de la desintegración de los arrecifes de coral y de conchas de moluscos. (http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/dunasCosteras.html)

E

efecto chimenea. Aprovechamiento de la tendencia del aire caliente a subir por convección, debido a su más baja densidad y sacarlo por las ventanas superiores de tal modo que se puede enfriar la construcción. (Lacomba, 1991: 278).

elementos de protección solar. Aleros, partesoles, enramadas, pérgolas, etc. Son elementos constructivos que no permiten el paso directo del sol e impiden el deslumbramiento y la radiación solar, con lo cual favorece el enfriamiento solar pasivo. (Lacomba, 1991: 277).

efecto del cambio climático. Cambio observable en alguna característica biofísica o un fenómeno climático ocasionado por el calentamiento global, como puede ser el aumento del nivel del mar o aumento en la intensidad de las lluvias

enfriamiento. Disminución de la temperatura de un elemento, debido a la extracción de calor hasta una temperatura mayor que la del punto de congelación. (Lacomba, 1991: 279).

enfriamiento del aire. Reducción de la temperatura del aire debido a la extracción de calor como resultado de su contacto con un medio que se mantiene a una temperatura menor que la del aire. (Lacomba, 1991: 279).

envolvente arquitectónica. Todos los cerramientos opacos que separan el espacio interior del exterior. Conceptualmente la envolvente es una barrera que separa un ambiente controlado y otro que no lo está. (Martínez, 2012).

erosión. Depresión o rebajamiento producido en la superficie del suelo por el roce de diversos elementos, como el agua de lluvia, viento, polvo, etc. El producto final de la erosión es la pérdida de la capa edáfica o suelo. (Lacomba, 1991: 279).

F

falso plafón. Techo falso que forma parte del mismo. (Van Lengen, 1997: 541).

fenómeno climático. Modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional: aumento del nivel del mar, días cálidos y soleados, lluvias intensas, marejadas y olas de tormenta, vientos fuertes y tormentas tropicales.

fenómeno del clima. En este documento se considero como las manifestaciones del clima en la región, como lluvias, vientos, temperatura, sequías, huracanes, tormentas. Para facilidad del análisis, se incluyó también los resultados de la interacción del viento con el mar, como son las olas y marejadas.

G

ganancia de calor. La cantidad total de calor que penetra a un espacio, puede ser radiación incidente o de fuentes internas como ocupantes, luces y equipo. (Brown, 1994: 168).

H

humedad. Cantidad de vapor de agua en la atmósfera. (Brown, 1994: 168).

I

insolación. Intensidad de radiación recibida por una superficie terrestre expuesta a los rayos solares. (Lacomba, 1991: 279).

impacto del clima. El resultado de la acción del efecto del clima o del fenómeno climático sobre algún objeto o persona.

M

mangle. Árbol o arbusto tropical del género *Rhizophora*, caracterizado por poseer un sistema muy desarrollado e impenetrable de raíces zancos, que contribuye a facilitar la acumulación de tierra. (Parker: 303).

material ecológico. Material cuyo proceso de extracción, manufactura, operación y disposición final tiene un impacto ambiental bajo o prácticamente inexistente. (http://www.cmic.org/comisiones/sectoriales/medioambiente/noticias_principales/greensolutions/green%20solutions%202012/institucionesacademicas/materiales%20construccion%20sustentable.pdf)

microclima. Condiciones atmosféricas muy localizadas, detectadas a pocos metros de la superficie, que constituyen el ambiente más estrechamente relacionados con el hombre y sus actividades, así como con otras especies biológicas. (Lacomba, 1991: 280).

O

oleaje. Las olas son movimientos ondulatorios, oscilaciones periódicas de la superficie del mar, formadas por crestas y depresiones que se desplazan horizontalmente. El viento es responsable de la generación del oleaje que se desplaza sobre la superficie del agua y que juega un rol muy importante en la modificación de la línea costera. (http://www7.uc.cl/sw_educ/geo_mar/html/h621.html).

orientación. Efecto de colocar un objeto en determinada posición en relación con los puntos cardinales. (Camacho, 2007: 545).

P

palafito. Construcciones ubicadas en entablados suspendidos en el aire, por unos postes de madera que funcionan como pilares –pilotes– y se encajan a los fondos de zonas lacustres o acuáticas. (Camacho, 2007: 553).

permeabilidad. La capacidad de un material o tipo de suelo para permitir el paso del agua. (Schjetnan, 1984: 148).

plafón. El plafón también se conoce como tapanco en México y se identifica como el piso que se construye debajo del tejado de una casa, por encima del techo o del cielo raso de los cuartos, que generalmente se utiliza para guardar utensilios y vestidos viejos o para almacenar semillas.

práctica. Es la acción que se desarrolla con la aplicación de ciertos conocimientos. (http://definicion.de/practica/)

R

radiación solar. Radiación emitida por el Sol incluyendo la radiación infrarroja, la radiación ultravioleta y la luz visible. (Brown, 1994: 168).

restauración. Acción particular de mejoramiento espacial que consiste en mantener en buen estado o en su originalidad los elementos naturales o artificiales. (Camacho, 2007: 635).

riesgo. Se refiere a la probabilidad, la estimación y las consecuencias de los daños ambientales, sociales, económicos o culturales, o pérdidas humanas, de bienes, especies, prácticas culturales, sitios simbólicos y lugares de rituales, entre otros, en un lugar y tiempo determinados, resultado del desencadenamiento de una amenaza.(http://www.minambiente.gov.co/documentos/cartilla_adaptacion.pdf)

S

soleamiento. El término soleamiento se refiere a la exposición al sol por un tiempo determinado, que en el caso de una edificación, propicia la ganancia térmica o absorción de calor generando disconfort al usuario

T

tapanco. Compartimiento que se usa para guardar semilla, utensilios y otros objetos. (Van Lengen, 1997: 541).

techumbre. Se emplea techumbre porque nos referimos al conjunto de la estructura y elementos de cierre de un techo que actúan como una práctica.

temperatura: Magnitud que sirve para indicar el grado de actividad molecular de un cuerpo. (Lacomba, 1991: 281).

transmitancia. Capacidad de un material para transmitir energía radiante. Está dada por el flujo de radiación trasmitido por un cuerpo por un cuerpo entre la radiación incidente sobre él. (Lacomba, 199: 281).

U

uso de suelo. Fin al que se dedicará un determinado terreno o lote urbano o rural. (Camacho, 2007: 774).

V

vegetación endémica. Plantas que están restringidas a una ubicación geográfica muy concreta, fuera de ésta no se encuentran en otra parte. (http://www.cienciaybiologia.com/ecologia/plantas-endemicas.htm).

ventilación cruzada. Favorecimiento de la entrada y salida de brisas y vientos de una construcción por medio de aberturas colocadas en paredes paralelas, con lo cual se facilita la ventilación pasiva y el enfriamiento. (Lacomba, 1991: 281).

ventilación natural. Flujo de aire a través y dentro de un espacio estimulado por distribución de los gradientes de presión alrededor de un edificio o fuerzas térmicas causadas por gradientes de temperatura entre el aire interior y el exterior. (Brown, 1994: 169).

vernáculo. Nativo de alguna región o país. (Camacho, 2007: 790).

vivienda vernácula. Es aquella originaria de una localidad que generalmente es de autoconstrucción, en donde la tradición y experiencia constructiva se transmite de generación en generación y las soluciones dadas han sido probadas a lo largo del tiempo. (Fuentes, 2012:7).

vulnerabilidad. Se refiere al grado en que un sistema o asentamiento está expuesto a alguna amenaza climática y a la capacidad que tienen para manejar los daños (riesgos); es decir, los mecanismos de adaptación frente a los cambios climáticos. (http://www.minambiente.gov.co/documentos/cartilla_adaptacion.pdf).

Z

zona costera. Espacio geográfico de interacción del medio acuático, el terrestre y la atmósfera. (http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20I/I04_Losecosistemascos.pdf).

Referencias del glosario

Bazant, J. (1983). *Manual de diseño urbano*, 6ª ed. México: Trillas.

Brown, G.Z. (1994). *Sol, luz y viento, estrategias para el diseño arquitectónico*. México: Trillas.

Camacho, M. (2007). *Diccionario de arquitectura y urbanismo*, 2ª ed. México: Trillas.

Fuentes, V. (2012a). *Arquitectura y clima*, curso en línea Arquitectura Bioclimática, Universidad Autónoma de México. Disponible en: http://ced.edfarq.org/4ordm-diplomado-arq-bioclimaacutetica-sust.html

Fuentes, V. (2012b). *Climatología*, curso en línea Arquitectura Bioclimática, Universidad Autónoma de México. Disponible en: http://ced.edfarq.org/4ordm-diplomado-arq-bioclimaacutetica-sust.html

Lacomba, R. (Comp.) (1991). *Manual de arquitectura solar.* México: Trillas.

Martínez, F. (2012). *Transferencia de calor,* Módulo II del Diplomado en línea de Arquitectura Bioclimática y Sustentable, División de Educación Continua, Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Parker Sibil, P. (Ed.) (1991) *Diccionario Mc.Graw-Hill de biología: bilingüe español-inglés, english-spanish*. México: McGraw-Hill.

Schjetnan, M. (1984). *Principios de diseño urbano ambiental*. México: Editorial Concepto.

Van Lengen, J. (1997). *Manual del arquitecto descalzo*. México: Ed. Árbol.

Documentos electrónicos

Ciencia y biología. Especies endémica. Disponible en: http://www.cienciaybiologia.com/ecologia/plantas-endemicas.htm

Conabio. *Biodiversidad mexicana*. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/dunasCosteras.html

Curso Geografía del Mar (s/f). *6. Dinámica de los océanos*. Disponible en: http://www7.uc.cl/sw_educ/geo_mar/html/h621.html

Definición de (2008-2014). Disponible en: http://definicion.de/practica/

Delgado Castillo, C. L y Velázquez Flores, G. (2012). *Materiales de construcción sustentables en México*. Universidad Iberoamericana. Disponible en: http://www.cmic.org/comisiones/sectoriales/medioambiente/noticias_principales/greensolutions/green%20solutions%202012/institucionesacademicas/materiales%20construccion%20sustentable.pdf

Grupo Expansión. *Obras Web*. Disponible en: http://obrasweb.mx/arquitectura/1997/10/01/chetumal-de-madera-y-soledad.

Lara-Lara, J. R. et al. (2008). Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales, en *Capital natural de México*, vol. I. *Conocimiento actual de la biodiversidad*. México: Conabio. Disponile en: http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20I/I04_Losecosistemascos.pdf

Sendero del Hotel Nueva Vida de Ramiro, Tulum.