

**“ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD Y PROGRAMA DE ADAPTACIÓN ANTE LA  
VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN DIEZ DESTINOS  
TURÍSTICOS ESTRATÉGICOS, ASÍ COMO PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ALERTA  
TEMPRANA A EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS”**

**SECCIÓN III**

**VULNERABILIDAD DEL DESTINO TURÍSTICO CANCÚN**



**FONDO SECTORIAL CONACYT-SECTUR  
PROYECTO Clave: 165452**

## SECCIÓN III. VULNERABILIDAD DEL DESTINO TURÍSTICO CANCÚN

### ÍNDICE

<b>I. CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA COSTERA .....</b>	<b>5</b>
1. MORFOLOGÍA DE LA ZONA LITORAL .....	5
2. BATIMETRÍA DE LA ZONA MARINA .....	9
3. CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS EN LA ZONA LITORAL .....	11
4. CLIMA DEL OLEAJE .....	12
<b>II. AMENAZAS .....</b>	<b>13</b>
1. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	13
2. AUMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR.....	15
3. EROSIÓN COSTERA .....	16
4. INUNDACIÓN POR MAREA DE TORMENTA .....	20
5. INUNDACIÓN POR LLUVIAS EXTREMAS.....	22
6. REFRACCIÓN DEL OLEAJE .....	23
<b>III. VULNERABILIDAD FÍSICA.....</b>	<b>25</b>
1. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD COSTERA .....	25
2. INDICADOR DE INUNDACIÓN POR MAREA DE TORMENTA .....	29
3. INDICADOR DE INUNDACIÓN POR LLUVIAS EXTREMAS .....	30
4. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD FÍSICA.....	30
<b>IV. MODELO HIDRODINÁMICO.....</b>	<b>32</b>
<b>V. VULNERABILIDAD SOCIAL .....</b>	<b>35</b>
1. INDICADOR DE GOBERNABILIDAD .....	35
2. INDICADOR DE EXPOSICIÓN .....	35
3. INDICADOR DE PERCEPCIÓN CIUDADANA SOBRE LA CAPACIDAD DE RESPUESTA DE LAS AUTORIDADES.....	36
4. INDICADOR DE COHESIÓN SOCIAL .....	36
5. INDICADOR DE CAPACIDAD DE RESPUESTA DEL SECTOR SALUD .....	37
6. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIAL.....	37
<b>VI. PROPUESTA DE PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO .....</b>	<b>38</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Tipo de sedimentos y composición de los sedimentos de las playas de Cancún .....	11
<b>Tabla 2.</b> Cambio de Temperatura Media Anual (°C) para diferentes años en Cancún y Riviera Maya.....	14
<b>Tabla 3.</b> Cambio Porcentual de la Precipitación Media Anual (%) en Cancún y Riviera Maya .....	14
<b>Tabla 4.</b> Tasa de erosión/acreción promedio anual del destino turístico de Cancún.....	16
<b>Tabla 5.</b> Tasa de erosión promedio anual en puntos críticos de mayor erosión del destino turístico de Cancún .....	18
<b>Tabla 6.</b> Tasa de acreción promedio anual en puntos de mayor acumulación del destino turístico de Cancún .....	19
<b>Tabla 7.</b> Variables para la estimación de la inundación causada por marea de tormenta en el destino turístico de Cancún .....	20
<b>Tabla 8.</b> Valores de las variables geológicas-geomorfológicas y oceanográficas del destino turístico de Cancún .....	25
<b>Tabla 9.</b> Valores de ponderación y del índice de vulnerabilidad costera en playas del destino turístico Cancún.....	26
<b>Tabla 10.</b> Tipo de establecimientos vulnerables a inundación por marea de tormenta para el destino turístico de Cancún (municipio de Benito Juárez) .....	29
<b>Tabla 11.</b> Índices e indicadores utilizados en la determinación del índice de vulnerabilidad física.....	31
<b>Tabla 12.</b> Índice de Vulnerabilidad Física para el destino turístico Cancún .....	31
<b>Tabla 13.</b> Instrumentos normativos con los que cuenta el municipio de Benito Juárez .....	35
<b>Tabla 14.</b> Indicador de percepción ciudadana para el municipio de Benito Juárez.....	36
<b>Tabla 15.</b> Indicador de cohesión social para el municipio de Benito Juárez .....	36
<b>Tabla 16.</b> Indicador de capacidad de respuesta del sector salud para el municipio de Benito Juárez .....	37
<b>Tabla 17.</b> Índice de Vulnerabilidad Social para el municipio de Benito Juárez.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización de las playas monitoreadas en el destino turístico de Cancún.....	6
<b>Figura 2.</b> Topografía de la playa Delfines, Cancún.....	7
<b>Figura 3.</b> Topografía de la playa Hotel Ritz, Cancún.....	7
<b>Figura 4.</b> Topografía de la playa La Langosta, Cancún.....	8
<b>Figura 5.</b> Topografía de la playa Puerto Juárez-Playa Blanca, Cancún.....	8
<b>Figura 6.</b> Topografía de la playa Nizuc, Cancún.....	9
<b>Figura 7.</b> Batimetría del destino turístico de Cancún.....	10
<b>Figura 8.</b> Perfiles batimétricos de la línea de costa hacia mar adentro, en el destino turístico de Cancún.....	10
<b>Figura 9.</b> Tipo de sedimentos de las playas del destino turístico de Cancún .....	12
<b>Figura 10.</b> Cambio de Temperatura Media Anual (°C) para diferentes años en Cancún y Riviera Maya .....	14
<b>Figura 11.</b> Rango de cambio en la Precipitación Media Anual (%) en Cancún y Riviera Maya .....	15
<b>Figura 12.</b> Gráfica del cambio del nivel del mar en cm, de 1990 a 2100 .....	15
<b>Figura 13.</b> Puntos críticos de mayor erosión y acreción en el destino turístico de Cancún.....	17
<b>Figura 14.</b> Tasa de erosión en puntos críticos del destino turístico de Cancún.....	18
<b>Figura 15.</b> Tasa de acreción en puntos de mayor acumulación del destino turístico de Cancún .....	19
<b>Figura 16.</b> Zonas vulnerables a inundación por marea de tormenta en el destino turístico Cancún .....	21
<b>Figura 17.</b> Zonas vulnerables a inundación por marea de tormenta en el destino turístico Cancún .....	21
<b>Figura 18.</b> Zonas vulnerables a inundación por marea de tormenta en el destino turístico Cancún .....	22
<b>Figura 19.</b> Comportamiento de ortogonales de oleaje en Cancún, provenientes de la dirección SE con periodo de 12 segundos .....	23
<b>Figura 20.</b> Comportamiento de ortogonales de oleaje en Cancún, provenientes de la dirección E con periodo de 6 segundos .....	24
<b>Figura 21.</b> Índice de vulnerabilidad costera (muy alta) en la playa Los Delfines, Cancún .....	26
<b>Figura 22.</b> Índice de vulnerabilidad costera (muy alta) en la playa La Langosta, Cancún.....	27
<b>Figura 23.</b> Índice de vulnerabilidad costera (muy alta) en la playa Nizuc, Cancún.....	27
<b>Figura 24.</b> Índice de vulnerabilidad costera (muy alta) en la playa frente al Hotel Ritz, Cancún.....	28
<b>Figura 25.</b> Índice de vulnerabilidad costera (muy alta) en la playa de Puerto Juárez-Playa Blanca, Cancún.....	28
<b>Figura 26.</b> Número de establecimientos, según los servicios que brindan, acumulados en el rango de 0 a 7 m de altura, vulnerables a inundación por marea de tormenta para el destino turístico de Cancún .....	30
<b>Figura 27.</b> Vectores resultantes (cm/s) de la modelación numérica frente a la zona hotelera y Bahía de Isla Mujeres, cuando la corriente viene del sur-sureste.....	32
<b>Figura 28.</b> Vectores resultantes (cm/s) de la modelación numérica frente a la zona hotelera y bahía de Isla Mujeres cuando la corriente viene del sur-suroeste (SSW) con vel. Inic. de 150 cm/s.....	33

## SECCIÓN III. VULNERABILIDAD DEL DESTINO TURÍSTICO CANCÚN

### I. CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA COSTERA

La zona litoral es uno de los ambientes más dinámicos y complejos que se tienen en nuestro planeta, donde se conjugan factores geológicos, oceanográficos, biológicos, meteorológicos y antropogénicos. Actualmente el cambio climático juega un papel importante en este ambiente debido al aumento del nivel medio del mar y al incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos hidrometeorológicos extremos. Lo anterior conlleva diferentes amenazas como son la erosión costera, las inundaciones causadas por marea de tormenta y por el desbordamiento de ríos durante lluvias extremas, entre otros. Estas amenazas impactan en el ambiente, en la población y sobre las diferentes actividades económicas de las zonas costeras, lo cual hace que sea necesario el estudio de la dinámica costera, para así poder determinar aquellas medidas de adaptación al cambio climático que reduzcan la vulnerabilidad.

#### 1. MORFOLOGÍA DE LA ZONA LITORAL

El norte de la península de Yucatán es una extensa plataforma continental carbonatada, parcialmente emergente. La zona turística de Cancún, localizada en la zona noreste de la península, tiene rasgos conspicuos. Esta región se caracteriza por pendiente suave y baja profundidad; las playas son extensas y de arenas blancas calcáreas.

Para el estudio topográfico del destino turístico de Cancún, se realizó un monitoreo de cinco playas representativas que fueron: Puerto Juárez-Playa Blanca, Playa Langosta, Playa Hotel Ritz, Playa Delfines y Playa Nizuc, abarcando la parte norte, centro y sur del destino, con una extensión promedio de un kilómetro cada una (Figura 1).



Figura 1. Localización de las playas monitoreadas en el destino turístico de Cancún

Desde Punta Cancún, aproximadamente 6 km con dirección sursuroeste, hasta punta Nizuc, se encuentra la zona hotelera de Cancún, donde los resultados de los levantamientos topográficos indicaron que estas playas (Delfines y Hotel Ritz) tienen en promedio una pendiente de 7.1%, una altura de 1.5 m y una amplitud de 55 m (Figuras 2 y 3). De punta Cancún hacia Puerto Juárez, las playas La Langosta y Puerto Juárez-Playa Blanca, tienen en promedio una pendiente de 3.5%, una altura de 1.2 m y una amplitud de 15 m (Figuras 4 y 5). Al sur de Punta Nizuc se encuentra la playa del mismo nombre, la cual tiene una pendiente de 3 %, 2 m de altura y una amplitud de 60 m (Figura 6).



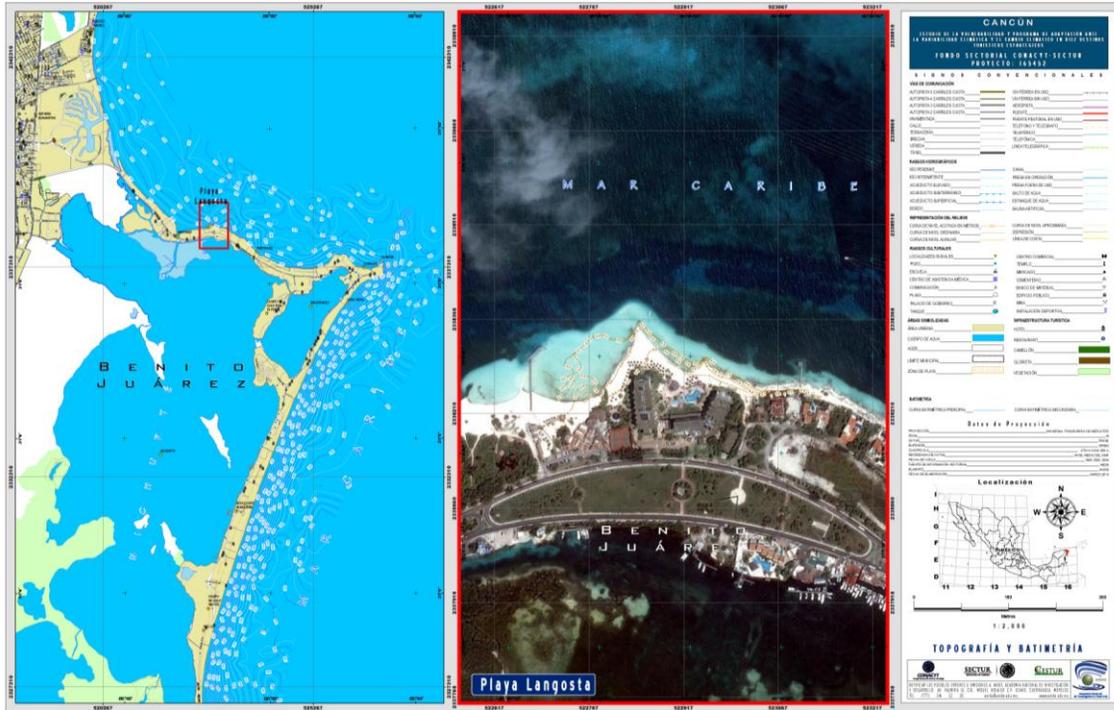


Figura 4. Topografía de la playa La Langosta, Cancún

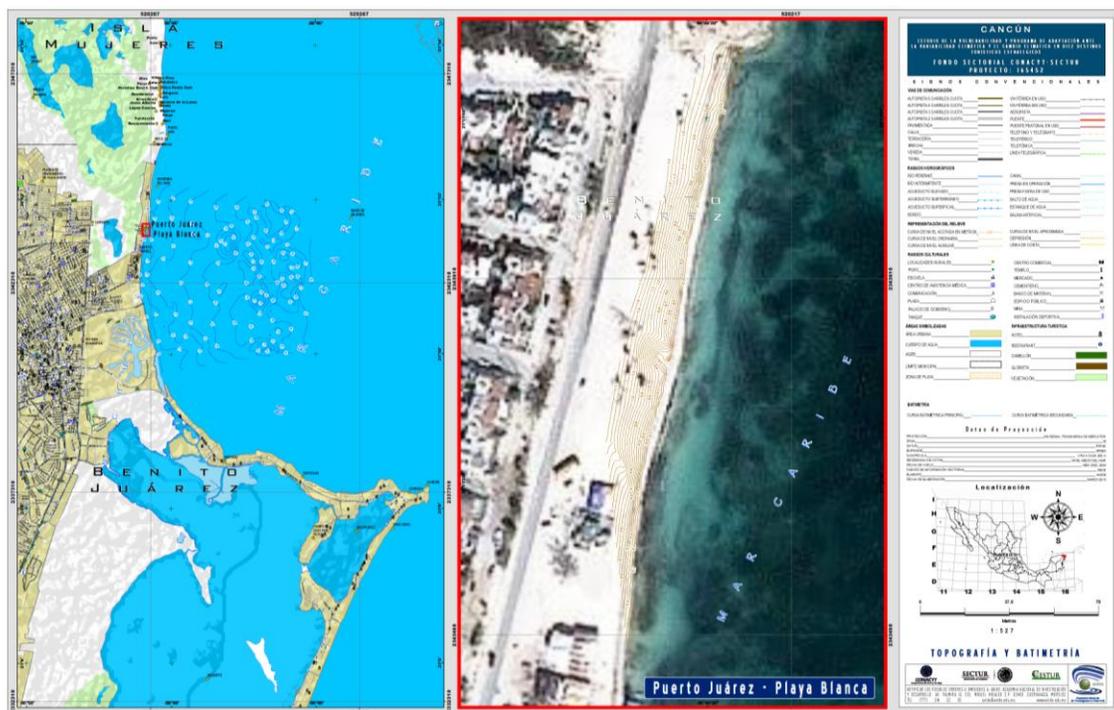


Figura 5. Topografía de la playa Puerto Juárez-Playa Blanca, Cancún



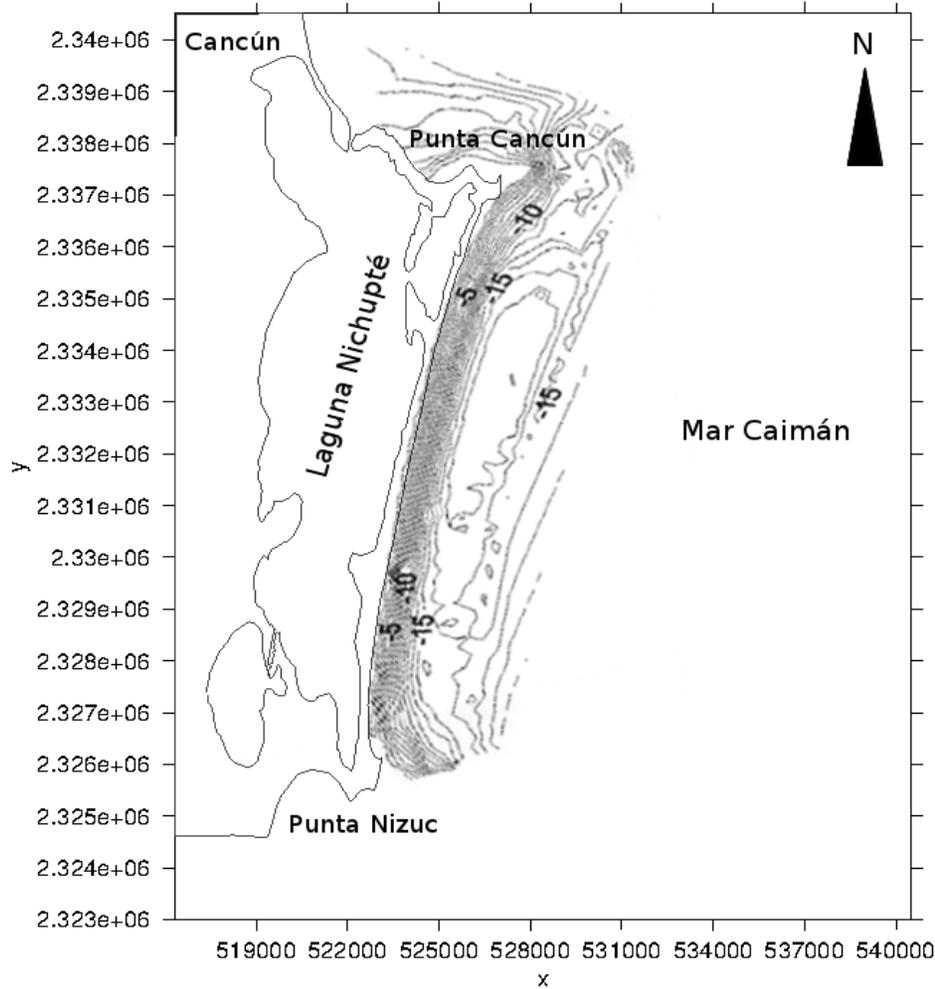


Figura 7. Batimetría del destino turístico de Cancún

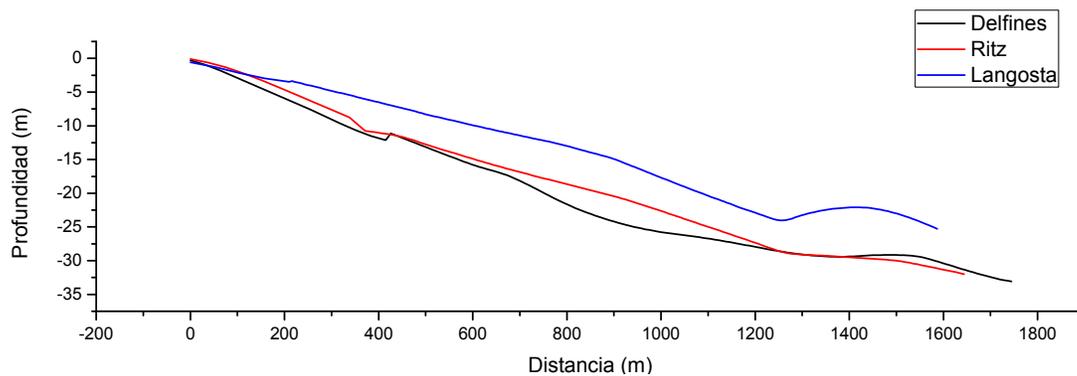


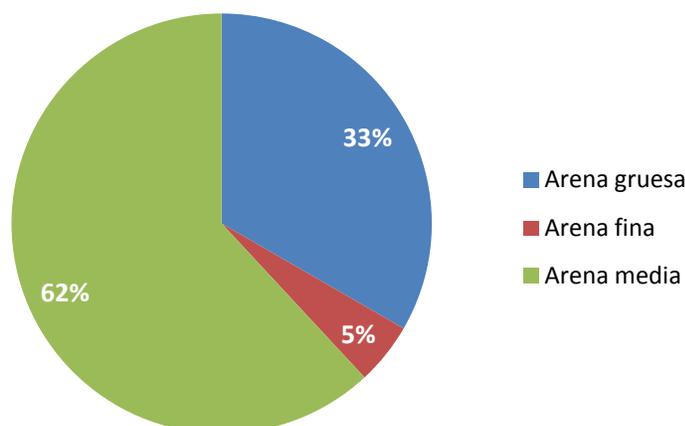
Figura 8. Perfiles batimétricos de la línea de costa hacia mar adentro, en el destino turístico de Cancún

### 3. CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS EN LA ZONA LITORAL

Los sedimentos presentes en las playas de Cancún son arenas medias en un 62%, con un 33% de arenas gruesas y solamente un 5% de arenas finas (Figura 9). Están compuestas por un alto contenido de organismos calcáreos, que se clasifican como biocalcarenitas (Tabla 1). Esto significa que las playas están sometidas a un oleaje moderado y alto, con sedimentos provenientes de la parte marina.

**Tabla 1.** Tipo de sedimentos y composición de los sedimentos de las playas de Cancún

Sitio	Perfil	Zona	Coordenadas		Tipo de sedimentos	Composición mineralógica
			X	Y		
Playa Nizuc	1	Infraplaya	519534	2324890	Arena gruesa	Biocalcarenita
		Mesoplaya	519531	2324891	Arena gruesa	Biocalcarenita micrítica
		Supraplaya	519524	2324894	Arena media	Biocalcarenita micrítica
	2	Infraplaya	519587	2325030	Arena media	Biocalcarenita
		Mesoplaya	519585	2325031	Arena media	Biocalcarenita micrítica
		Supraplaya	519574	2325033	Arena media	Biocalcarenita micrítica
Playa Delfines	1	Infraplaya	523002	2328877	Arena gruesa	Biocalcarenita
		Mesoplaya	522998	2328878	Arena media	Biocalcarenita
		Supraplaya	522994	2328879	Arena gruesa	Biocalcarenita
	2	Infraplaya	523174	2329425	Arena gruesa	Biocalcarenita
		Mesoplaya	523170	2329426	Arena gruesa	Biocalcarenita
		Supraplaya	523164	2329428	Arena gruesa	Biocalcarenita
Playa Hotel Ritz	1	Infraplaya	524059	2332127	Arena media	Biocalcarenita
		Mesoplaya	524058	2332129	Arena media	Biocalcarenita
		Supraplaya	524056	2332130	Arena media	Biocalcarenita
	2	Infraplaya	524183	2332440	Arena media	Biocalcarenita
		Mesoplaya	524178	2332443	Arena media	Biocalcarenita
		Supraplaya	524174	2332444	Arena media	Biocalcarenita
Playa Langosta	1	Infraplaya	523015	2338269	Arena fina	Biocalcarenita
		Mesoplaya	523014	2338265	Arena media	Biocalcarenita
		Supraplaya	523008	2338263	Arena media	Biocalcarenita micrítica
	2	Infraplaya	522862	2338352	Arena fina	Biocalcarenita
		Mesoplaya	522860	2338350	Arena media	Biocalcarenita
		Supraplaya	522857	2338347	Arena fina	Biocalcarenita micrítica
Puerto Juárez	1	Mesoplaya	520146	2343495	Arena media	Biocalcarenita
		Supraplaya	520143	2343496	Arena fina	Biocalcarenita micrítica
		Infraplaya	520179	2343650	Arena media	Biocalcarenita micrítica
	2	Mesoplaya	520176	2343650	Arena media	Biocalcarenita
		Supraplaya	520172	2343651	Arena media	Biocalcarenita



**Figura 9.** Tipo de sedimentos de las playas del destino turístico de Cancún

#### 4. CLIMA DEL OLEAJE

Las direcciones del oleaje para esta zona están determinadas por la ubicación geográfica. Del norte franco no llega oleaje porque la punta noreste de la península de Yucatán genera sombra sobre la zona hotelera. Del sector oeste el oleaje más frecuente y el de mayor energía, es el que arriba a la zona hotelera, sin embargo no impacta porque este oleaje es disminuido por la barrera que ofrece el bajo Arrowsmith.

Una observación importante respecto a los oleajes de incidencia para la zona es que, en el frente de playa de la zona hotelera, los oleajes de mayor frecuencia son los del este, originados por los vientos alisios. Los oleajes de mayor energía tienen en la zona dos génesis: la primera de las masas de aire continental polar que viaja hacia el sur durante la época de fin de otoño e invierno, y la segunda generada por las depresiones tropicales que se generan en los mares Caribe y Caimán. Respecto a esta última fuente de oleaje a la zona se observó lo siguiente: el oleaje de aguas profundas generado por huracanes tiene dos componentes, el “sea” (oleaje de periodos cortos, 6 a 10 segundos) y el “swell” (oleaje de periodos cortos, de 14 a 20 segundos y mayores). Los bajos al nor-noreste de la zona hotelera de Cancún representan la profundidad límite para que rompan las olas, por lo que, al aproximarse los huracanes a estos bajos, las olas crecen y rompen, de manera que no penetran hacia el frente de playa de la zona hotelera. Las olas de periodos cortos penetran en los bajos y son refractadas en su viaje a la línea de costa.

El oleaje significativo para la región muestra en general oleajes medios para la temporada de primavera, medios para la temporada de nortes y mayores para la temporada de huracanes (julio a octubre). La dirección de incidencia más frecuente es la del este, por la presencia de los vientos alisios durante más de 8 meses del año. La segunda dirección más frecuente para el Caribe del Oeste (o Mar Caimán) es la del noreste, generada por las masas de aire continental polar que se desplazan hacia el sur en la temporada invernal. Por otro lado se tiene en la zona un rango mareal medio de 0.5 m.

## II. AMENAZAS

### 1. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

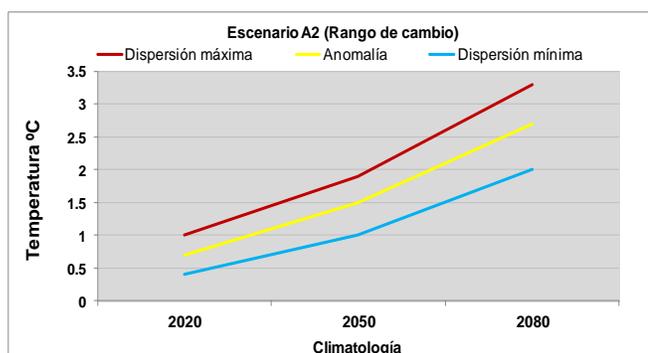
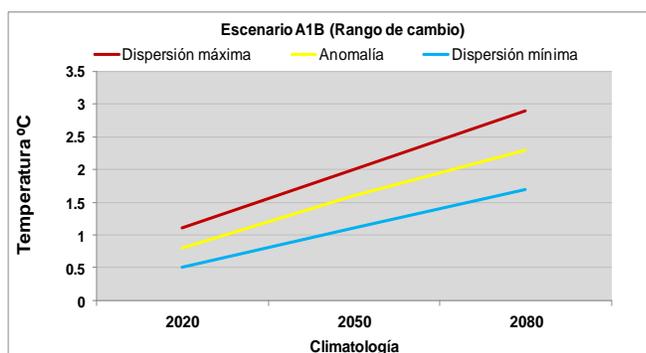
Para los destinos turísticos de Cancún y Riviera Maya se obtuvieron los valores de anomalía y dispersión para las variables meteorológicas temperatura y precipitación, para los escenarios A1B y A2. A partir de estos escenarios regionalizados de cambio climático se integraron las proyecciones, considerando períodos de 30 años, con lo cual se obtuvieron tres climatologías: a) 2020s (representa el periodo 2010-2039); b) 2050s (representa el periodo 2040-2069), y c) 2080s (representa el periodo 2070-2099). El año que se tomó como referencia fue el de 1990. El escenario A1B describe un mundo futuro de crecimiento económico muy rápido, donde la población mundial alcanza su nivel más alto a mitad del siglo y disminuye posteriormente, produciéndose una rápida introducción de nuevas tecnologías más eficaces, con un equilibrio entre todas las fuentes energéticas (combustibles de origen fósil y de origen no fósil). El escenario A2 describe un mundo muy heterogéneo, con altas emisiones de GEI, en el cual los índices de natalidad en las distintas regiones tienden a converger muy lentamente, lo cual acarrea una disminución constante de la población. El desarrollo económico tiene una orientación principalmente regional y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otros escenarios.

De acuerdo con los resultados obtenidos, para las climatologías 2020, 2050 y 2080 en la zona estudiada, se proyectaron aumentos de la temperatura media anual desde 0.4°C hasta 3.3°C. En el caso de la precipitación, las proyecciones analizadas muestran una tendencia a la disminución de las lluvias, con un rango muy amplio de variabilidad, lo cual generan mayor incertidumbre en cuanto a la valoración de la vulnerabilidad de los sectores relacionados con el agua. Se puede observar que el escenario A2 es el que presenta los cambios máximos en las variables de temperatura y precipitación, lo que a la vista de las emisiones actuales nos ha colocado, como humanidad, en la realidad de escenarios más drásticos como es el A1FI que considera mayores emisiones. Por lo tanto, es importante entender que las proyecciones del escenario A2, se encuentran subestimadas por el aumento registrado recientemente en la concentración de CO<sub>2</sub> en algunos sitios de observación y monitoreo como el observatorio de Mauna Loa, Hawaii (Scripps CO2 Program, 2013).

El escenario climático A1B, obtenido para la región que comprende los destinos turísticos de Cancún y Riviera Maya, mostró que es probable que la temperatura media anual aumente hasta 1.1°C para el 2020, aumento que pudiera ser continuo y alcanzar los 2.9°C para el 2080 (Tabla 2 , Figura 10). El escenario climático A2 también mostró un claro aumento de la temperatura media anual, pudiendo alcanzar hasta 1°C más para el 2020, y continuar aumentando hasta 3.3 °C más para el 2080 (Tabla 2, Figura 10). En cuanto a la confiabilidad de los modelos de temperatura puede observarse que la dispersión es pequeña (de 0.3°C a 0.6°C en el escenario A1B y de 0.3°C a 0.7°C en el escenario A2), por lo que la probabilidad de que estos modelos se cumplan es alta.

**Tabla 2.** Cambio de Temperatura Media Anual (°C) para diferentes años en Cancún y Riviera Maya

TEMPERATURA (°C)	ESCENARIO A1B			TEMPERATURA (°C)	ESCENARIO A2		
	2020	2050	2080		2020	2050	2080
Anomalía	0.8	1.6	2.3	Anomalía	0.7	1.5	2.7
Dispersión	0.3	0.5	0.6	Dispersión	0.3	0.4	0.7
Rango de cambio (±)	1.1	2	2.9	Rango de cambio (±)	1	1.9	3.3
	0.5	1.1	1.7		0.4	1	2



**Figura 10.** Cambio de Temperatura Media Anual (°C) para diferentes años en Cancún y Riviera Maya

Para el caso de la precipitación, que es una variable más complicada debido a los elevados rangos de variabilidad que presenta, la tendencia es a disminuir, en ambos escenarios A1B y A2, sin embargo existe una mayor incertidumbre en cuanto al comportamiento futuro de esta variable. El escenario climático A1B mostró que es probable que la precipitación media anual disminuya hasta en un 15.4% en la climatología del 2080, mientras que en el escenario A2, esta disminución podría ser de hasta 21.9% para ese mismo periodo (Tabla 3, Figura 11).

**Tabla 3.** Cambio Porcentual de la Precipitación Media Anual (%) en Cancún y Riviera Maya

Precipitación (%)	ESCENARIO A1B			Precipitación (%)	ESCENARIO A2		
	2020	2050	2080		2020	2050	2080
Anomalía	-4.4	-3.9	-3.9	Anomalía	-6.2	-7.9	-9.2
Dispersión	10.4	10.2	11.5	Dispersión	9	11.1	12.7
Rango de cambio (±)	6	6.2	7.5	Rango de cambio (±)	2.8	3.2	3.4
	-14.7	-14.1	-15.4		-15.2	-19	-21.9

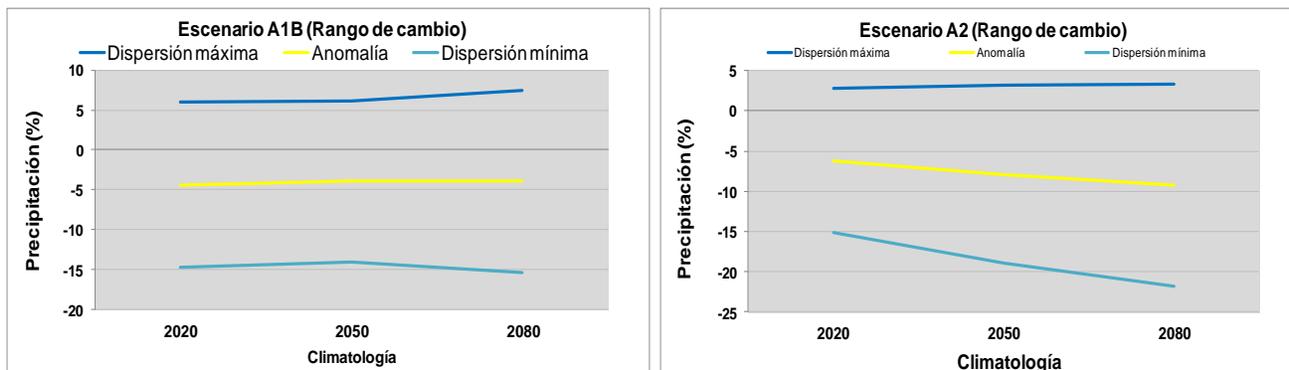


Figura 11. Rango de cambio en la Precipitación Media Anual (%) en Cancún y Riviera Maya

## 2. AUMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR

Para el caso de Cancún se consideró una variación del nivel del mar por cambio climático de 3 mm/año (Figura 12), valor que arroja la modelación mundial a partir de los escenarios de cambio climático (MAGICC, 2009), ya que localmente existen factores geológicos que alteran el rango de variación del nivel del mar, como lo son los fenómenos de hundimiento o procesos acumulativos.

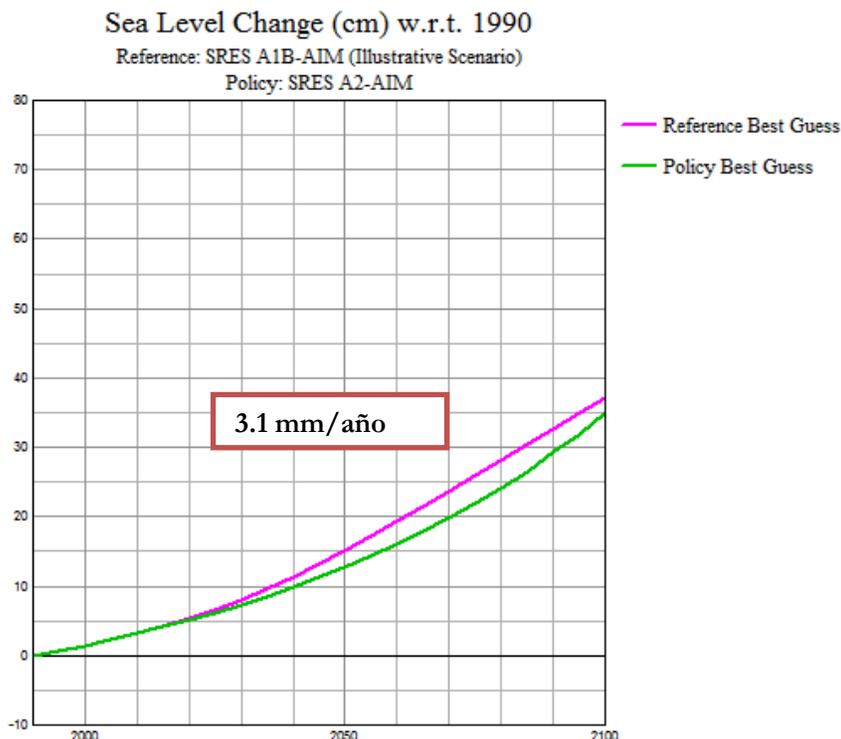


Figura 12. Gráfica del cambio del nivel del mar en cm, de 1990 a 2100

### 3. EROSIÓN COSTERA

Una de las zonas más dinámicas dentro del litoral son las playas, donde existe un continuo intercambio de sedimentos debido al transporte litoral y al aporte continental y/o marino. Para evaluar los procesos de erosión en las playas del destino turístico de Cancún se realizó un análisis del cambio de la línea de costa a partir de imágenes de satélite de los últimos 8 años. El sedimento (arena) que se mueve de un sitio, se deposita en otro, de esta forma se presentan en las playas dos procesos sedimentarios: la acreción o depósito y la erosión o pérdida de playa.

Los resultados del estudio de la erosión y acreción en Cancún mostraron una tasa de erosión de 5.86 m/año (Tabla 4). Lo cual indica un predominio significativo de los procesos erosivos sobre los de acumulación.

**Tabla 4.** Tasa de erosión/acreción promedio anual del destino turístico de Cancún

Destino Turístico	Año inicial	Año final	Intervalo (años)	Desplazamiento total promedio (m)	Tasa de erosión-acreción (m/año)
CANCÚN	2004	2012	8	-46.86	-5.86

Cancún presenta procesos de erosión-acreción (Figura 13). En la zona de estudio se registraron sitios críticos de erosión con pérdidas de hasta 16.3 m/año, como es el caso de la playa frente al Hotel Riu Palace Las Américas (Punto 3) (Tabla 5, Figura 14), localizado en la Punta Cancún, donde la energía del oleaje se concentra ocasionando el punto crítico de mayor erosión.

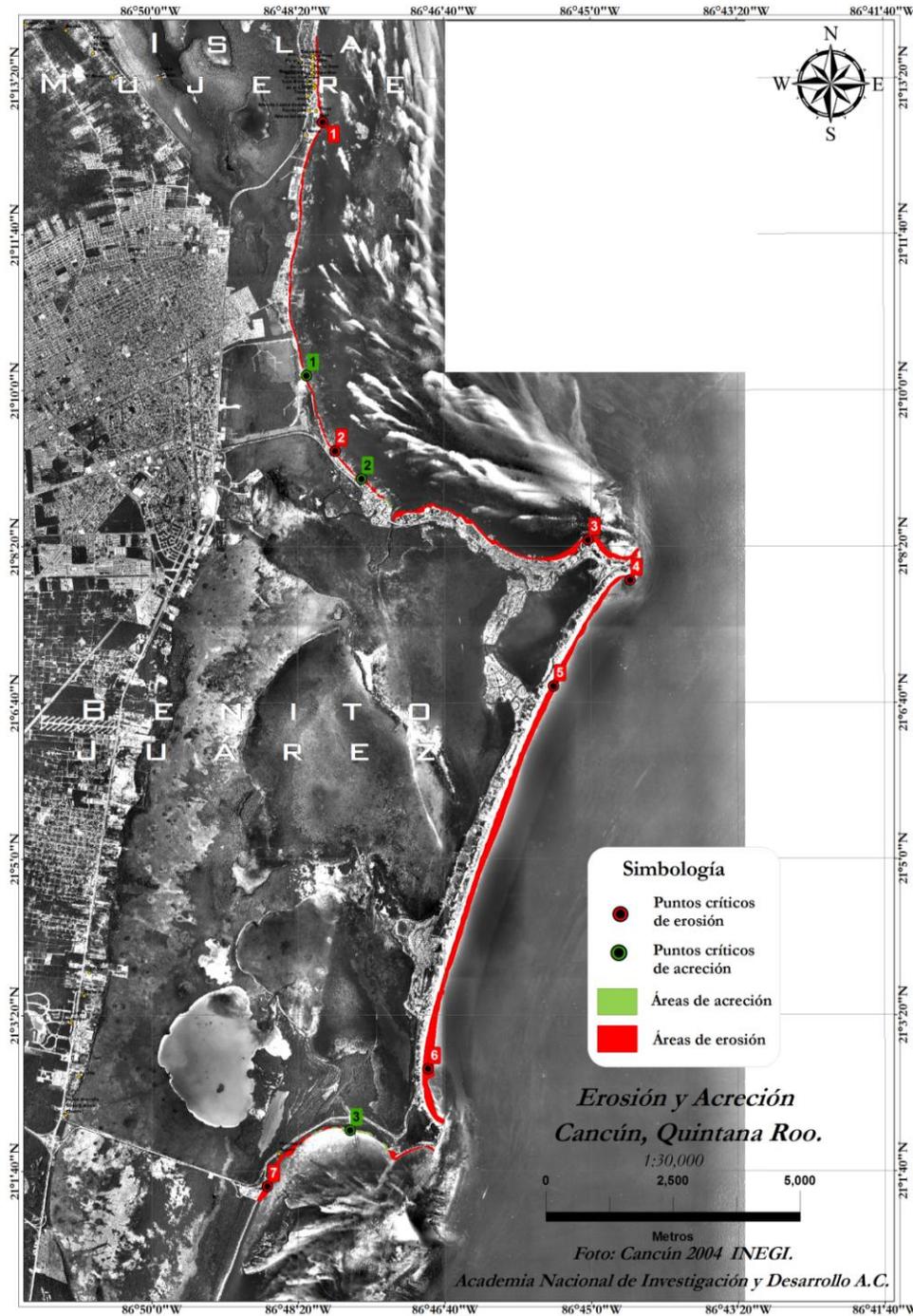
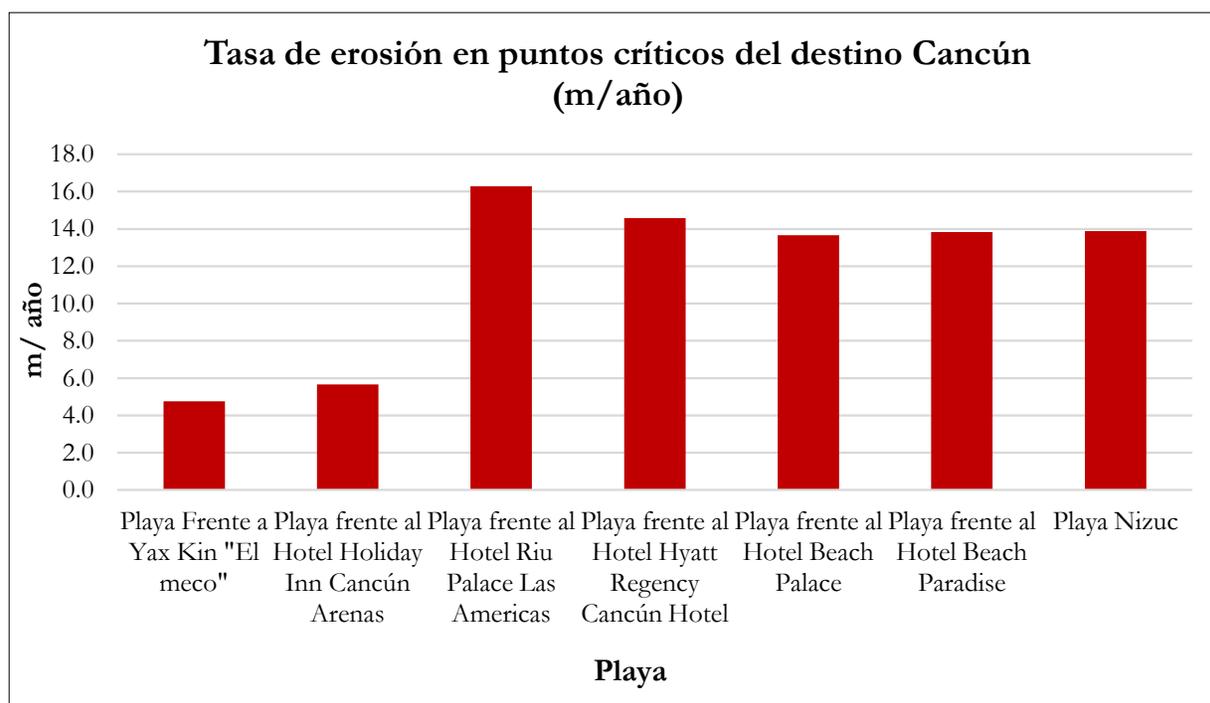


Figura 13. Puntos críticos de mayor erosión y acreción en el destino turístico de Cancún

**Tabla 5.** Tasa de erosión promedio anual en puntos críticos de mayor erosión del destino turístico de Cancún

Sitio	Punto	Playa	Coordenadas		Erosión Total (m)	Periodo (años)	Tasa de Erosión Promedio Anual (m/año)
			X	Y			
Cancún	1	Playa Frente a YaxKin "El meco"	520685.4805	2345886.606	38.0	8	4.8
	2	Playa frente al Hotel HolidayInn Cancún Arenas	520926.4042	2339413.161	45.2	8	5.7
	3	Playa frente al Hotel Riu Palace Las Americas	525908.0897	2337661.276	130.3	8	16.3
	4	Playa frente al Hotel Hyatt Regency Cancún Hotel	526734.3413	2336868.635	116.6	8	14.6
	5	Playa frente al Hotel Beach Palace	525230.2834	2334784.801	109.2	8	13.7
	6	Playa frente al Hotel Beach Paradise	522760.6575	2327243.453	110.6	8	13.8
	7	Playa Nizuc	519597.5612	2324928.081	111.0	8	13.9

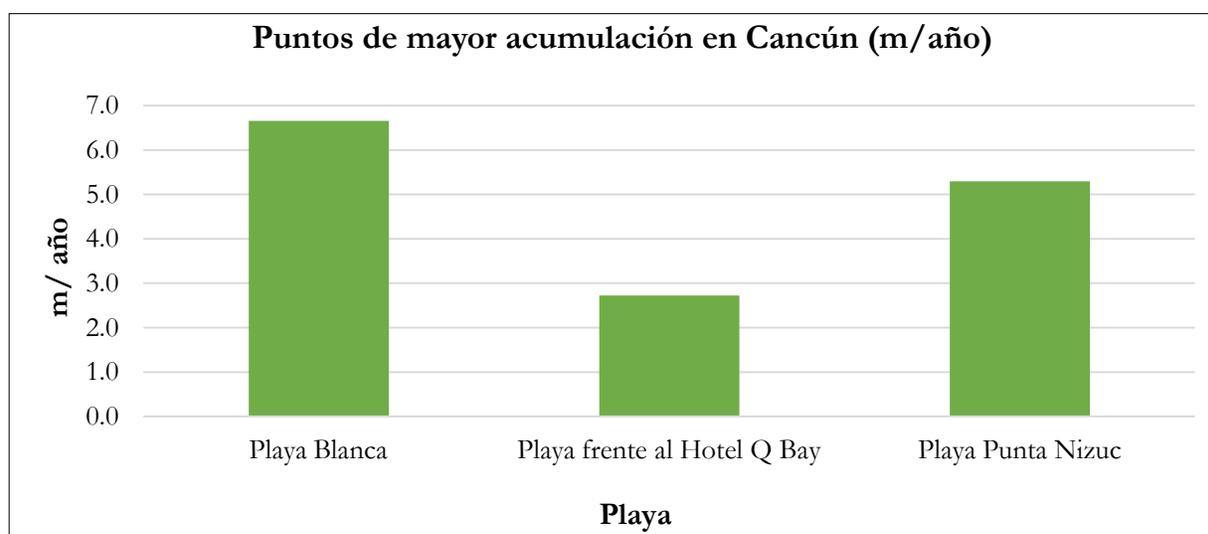


**Figura 14.** Tasa de erosión en puntos críticos del destino turístico de Cancún

La Playa Blanca (Punto 1) presentó la tasa de acreción más alta, con un valor de 6.7 m/año (Tabla 6, Figura 15), donde el transporte litoral es frenado por la escollera sur de Puerto Cancún produciendo esta alta acumulación.

**Tabla 6.** Tasa de acreción promedio anual en puntos de mayor acumulación del destino turístico de Cancún

Sitio	Punto	Playa	Coordenadas		Acreción Total (m)	Periodo (años)	Tasa de Acreción Promedio Anual (m/año)
			X	Y			
Cancún	1	Playa Blanca	520368.2825	2340896.126	53.3	8	6.7
	2	Playa frente al Hotel Q Bay	521446.7237	2338864.25	21.8	8	2.7
	3	Playa Punta Nizuc	521227.2635	2326036.544	42.4	8	5.3



**Figura 15.** Tasa de acreción en puntos de mayor acumulación del destino turístico de Cancún

Se puede observar que en Cancún los procesos erosivos son los más prevalentes a lo largo de casi toda la zona litoral, lo cual se debe a que está en una zona abierta donde la refracción del oleaje actúa de diversas formas al igual que el transporte litoral. Es importante efectuar un monitoreo continuo del avance de esta erosión y tomar las medidas pertinentes.

#### 4. INUNDACIÓN POR MAREA DE TORMENTA

El indicador de inundación por marea de tormenta (IIMT), en el destino turístico de Cancún, se determinó a partir de la máxima amplitud de marea de tormenta registrada para el sitio, que fue de 5.2 m en un huracán de categoría 5 (Tabla 7) (CENAPRED, 2001). Las áreas más vulnerables a las inundaciones por marea de tormenta son las playas de la región de Puerto Juárez y Chacmool al norte (Figura 16), la zona de Cinco Palos al sur de Nichupté (Figura 17) y al sur del campo de golf Augusto Velásquez (Figura 18). Las mareas de tormenta con cerca de siete metros de amplitud, pueden impactar cientos de metros y hasta kilómetros en estas zonas, debido a la morfología plana y de poca elevación.

**Tabla 7.** Variables para la estimación de la inundación causada por marea de tormenta en el destino turístico de Cancún

Datos para la estimación de amenaza y vulnerabilidad ante huracanes y tormentas tropicales en Cancún, Quintana Roo.				
Localidad	Categ. huracán	Amplitud marea tormenta (m)	Tiempo de retorno años	Probabilidad anual
Cancún	H5	5.2	155	2%
	H4	3.8	108.5	2%
	H3	2.9	39.5	6%
	H2	2.3	12.1	20%
	H1	1.8	9.4	8%
	TT	1.7	5.1	32%

CLASIFICACIÓN DE LA INUNDACIÓN CAUSADA POR MAREA DE TORMENTA	
Amplitud de la marea de tormenta (m)	Categoría
< 0.5	Somera
0.51 a 1.00	Baja
1.01 a 2.00	Moderada
2.01 a 3.50	Alta
3.51 a 5.00	Muy alta
> 5.00	Extraordinaria



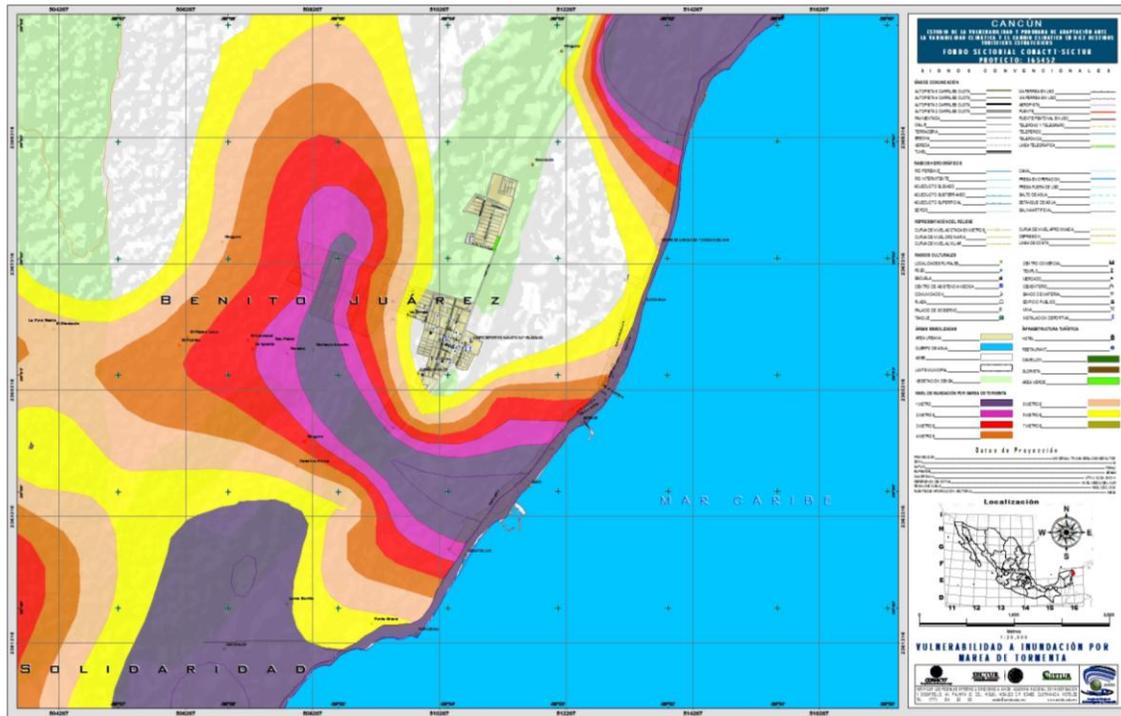


Figura 18. Zonas vulnerables a inundación por marea de tormenta en el destino turístico Cancún

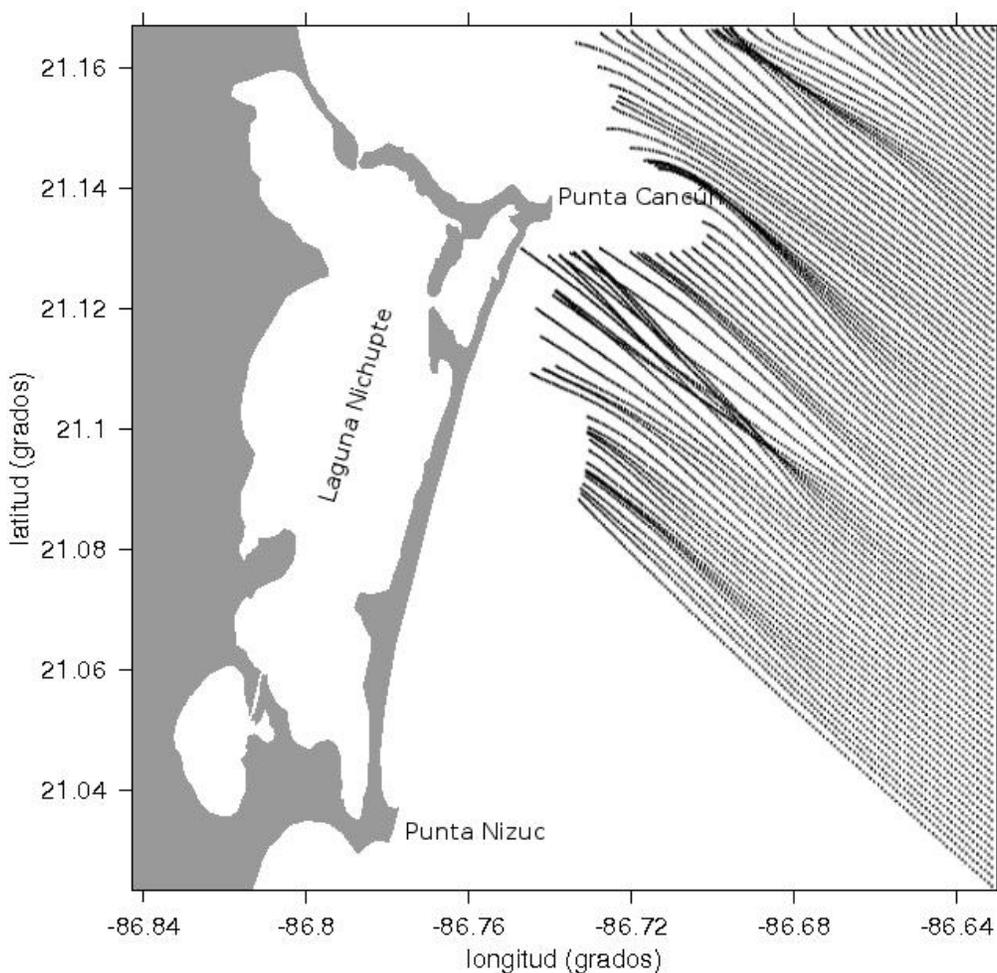
## 5. INUNDACIÓN POR LLUVIAS EXTREMAS

A pesar de que en Cancún no existen cauces superficiales, sí se presentan inundaciones por lluvias extremas debido a la morfología plana y baja del terreno y a que se encuentra en trayectoria de huracanes.

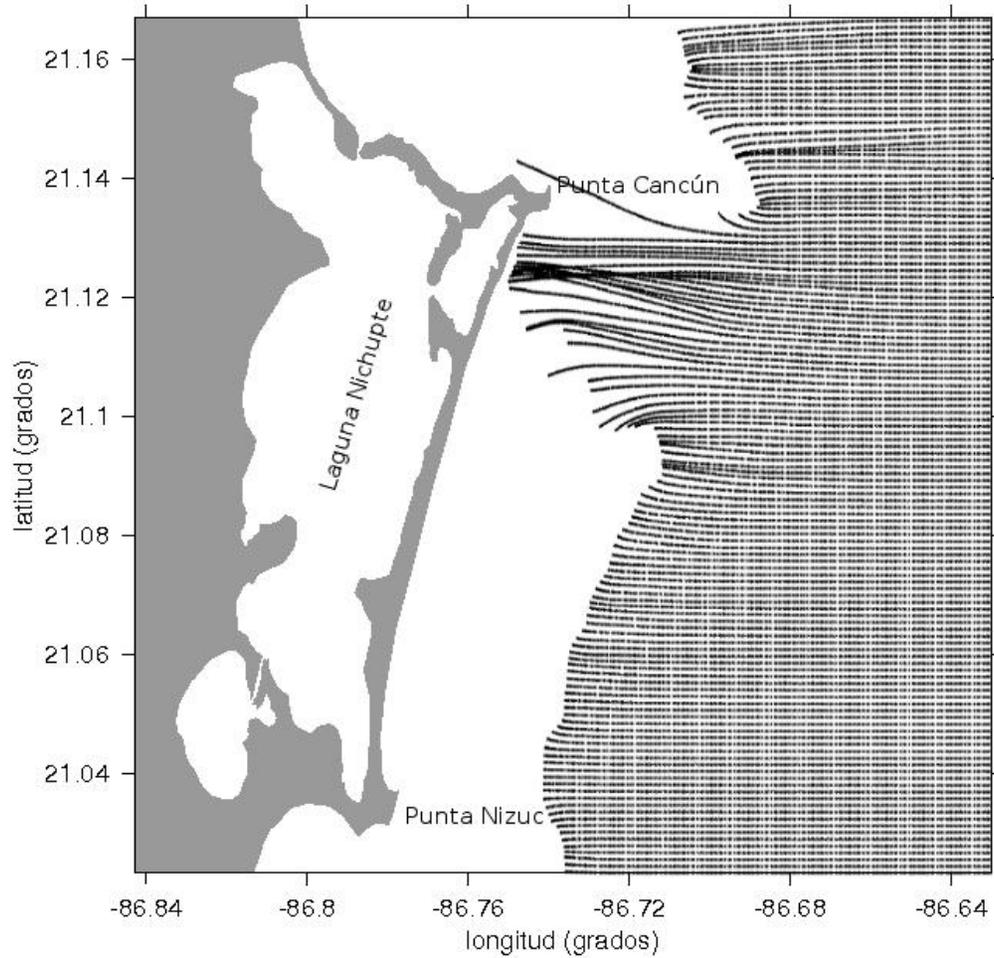
## 6. REFRACCIÓN DEL OLAJE

Los oleajes con procedencia del SE y periodos de 4.5, 6 y 12 segundos (Figura 19) entran de manera franca a la costa desde el sur de la laguna Bojorquez hasta Punta Nizuc. Esta dirección es de poca frecuencia tanto por vientos alisios como por huracanes, sin embargo, como se observa, entran de manera franca a la costa de la zona hotelera y con un ángulo aproximado de  $45^\circ$ , que según los modelos de transporte litoral, es el que genera el máximo transporte litoral (Pedrozo, 2011). Los oleajes del E (Figura 20), provenientes de los vientos alisios, son los más frecuentes, mientras que los del ESE los de mayor altura y energía del oleaje para Cancún. Cabe señalar que aunque las olas rompan fuera de la costa, generan corrientes considerables, paralelas a la misma, en la zona de rompientes, lo que se traduce en un transporte litoral considerable.

Finalmente, se presume que el bajo Arrowsmith contribuye a frenar los periodos de oleaje mayores de 14 s, correspondientes a huracanes.



**Figura 19.** Comportamiento de ortogonales de oleaje en Cancún, provenientes de la dirección SE con periodo de 12 segundos



**Figura 20.** Comportamiento de ortogonales de oleaje en Cancún, provenientes de la dirección E con periodo de 6 segundos

### III. VULNERABILIDAD FÍSICA

La vulnerabilidad física del destino turístico de Cancún se evaluó a partir del estudio de las amenazas de erosión costera, aumento del nivel medio del mar, marea de tormenta e inundación fluvial, para lo cual fue necesario determinar la dinámica costera por medio de un estudio complejo e integral de diferentes factores geológicos y oceanográficos. Esta metodología comprendió el análisis del cambio de la línea de costa, la determinación de la morfología de la zona litoral a partir de un levantamiento topográfico de playa y una caracterización batimétrica de la zona marina cercana a la playa, la caracterización de sedimentos en la zona litoral, así como un análisis de corrientes marinas y un modelo hidrodinámico (refracción del oleaje).

#### 1. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD COSTERA

En Cancún, el Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI) se calculó para las playas de Nizuc, Delfines, Hotel Ritz, Langosta y Puerto Juárez-Playa, con las variables geológicas-geomorfológicas y oceanográficas presentes en la Tabla 8, determinando la ponderación de las mismas para obtener CVI. A partir de este análisis se obtuvo un CVI de categoría muy alta para todos los sitios (Tabla 9), lo cual se debe a que cuenta con playas extensas (de 50 m aproximadamente), de poca pendiente (7°aprox.) y con una altura de playa de más de 1.5 metros en promedio, además de encontrarse en una región plana, de baja altura, con la presencia de una barrera entre la laguna Nichupté y la parte marina. Estas condiciones aumentan el riesgo potencial de aumento del nivel del mar.

**Tabla 8.** Valores de las variables geológicas-geomorfológicas y oceanográficas del destino turístico de Cancún

Playa	Tasa de erosión/acreción (m/año)	Distancia por elevación del nivel del mar (m)	Pendiente media (%)	Altura media (m)	Oleaje significativo medio (m)	Tasa de cambio del nivel relativo del mar (mm/año)	Rango mareal medio (m)
Playa Nizuc	-13.9	270	7.4	1.6	1 a 2	3	0.5
Playa Delfines	-8.8	286	7.1	1.5	1 a 2	3	0.5
Playa Hotel Ritz	-16.7	305	7.1	1.4	1 a 2	3	0.5
Playa Langosta	-7.3	330	2.9	1	1 a 2	3	0.5
Puerto Juárez-Playa Blanca	-4.5	455	3.8	1.6	1 a 2	3	0.5

**Tabla 9.** Valores de ponderación y del índice de vulnerabilidad costera en playas del destino turístico Cancún

Playa	Geología/ Geomorfología	Tasa de erosión/acreción (m/año)	Índice topográfico	Oleaje significativo medio	Tasa de cambio del nivel relativo del mar	Rango mareal medio	CVI
Playa Nizuk	5 (muy alto)	5 (muy alto)	4 (alto)	5 (muy alto)	3 (moderado)	5 (muy alto)	4 Muy alta
Playa Delfines	5 (muy alto)	5 (muy alto)	4 (alto)	5 (muy alto)	3 (moderado)	5 (muy alto)	4 Muy alta
Playa Hotel Ritz	5 (muy alto)	5 (muy alto)	4 (alto)	5 (muy alto)	3 (moderado)	5 (muy alto)	4 Muy alta
Playa Langosta	5 (muy alto)	5 (muy alto)	4 (alto)	5 (muy alto)	3 (moderado)	5 (muy alto)	4 Muy alta
Puerto Juárez-Playa Blanca	5 (muy alto)	5 (muy alto)	4 (alto)	5 (muy alto)	3 (moderado)	5 (muy alto)	4 Muy alta

**ÍNDICE DE VULNERABILIDAD COSTERA (CVI)**

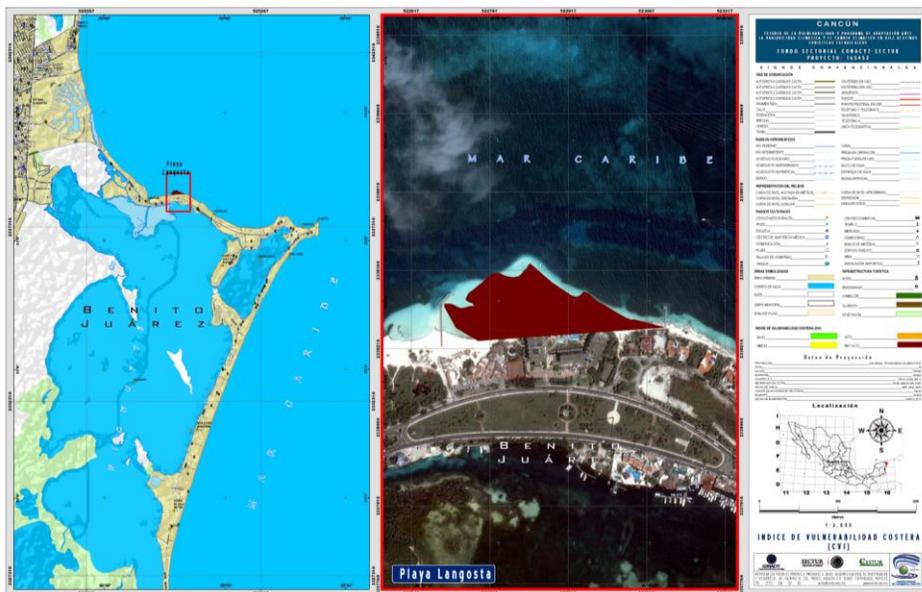
BAJA <span style="background-color: #90EE90; padding: 2px;">1</span>	ALTA <span style="background-color: #FFD700; padding: 2px;">3</span>
MEDIA <span style="background-color: #FFFF00; padding: 2px;">2</span>	MUY ALTA <span style="background-color: #FF0000; padding: 2px;">4</span>

La categoría muy alta de la playa Los Delfines marca un proceso de erosión de la zona, que se debe a la acción del oleaje fuerte por estar en una playa abierta, y a que presenta una zona de pendiente suave. La carretera federal queda vulnerable debido a esto (Figura 21).



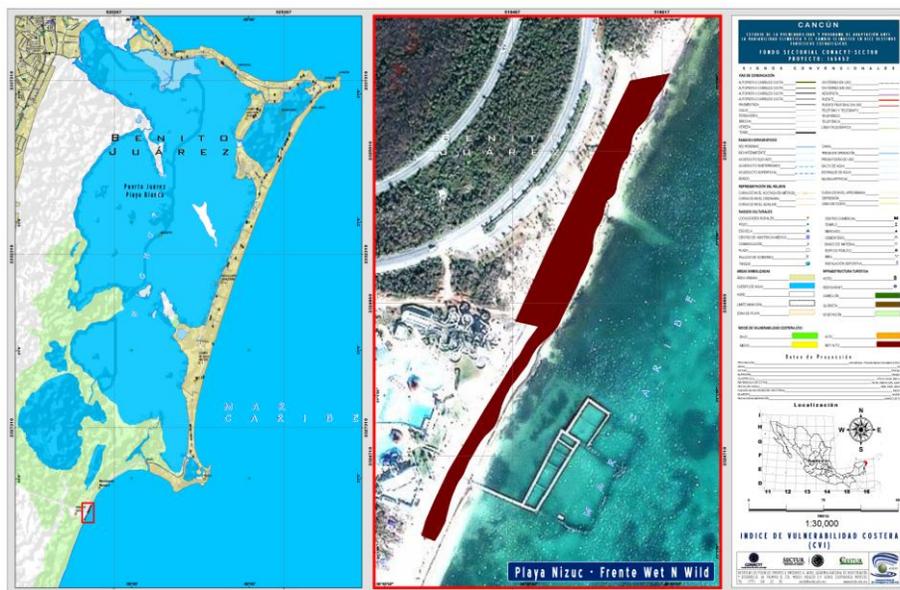
**Figura 21.** Índice de vulnerabilidad costera (muy alta) en la playa Los Delfines, Cancún

Por lo que respecta a la playa La Langosta, su categoría de vulnerabilidad costera muy alta se debe, en parte, a que se ubica en una zona expuesta al clima marino (oleaje, mareas, corrientes) y a la interrupción del transporte litoral, principalmente por los espigones presentes en el sitio (Figura 22).



**Figura 22.** Índice de vulnerabilidad costera (muy alta) en la playa La Langosta, Cancún

Hacia el sur de Cancún, en playa Nizuc, se obtuvo una vulnerabilidad costera muy alta, debido a la interrupción del transporte de sedimentos, y a posibles cambios en la corriente litoral, al encontrarse cerca de la zona donde el litoral cambia de dirección (Figura 23).



**Figura 23.** Índice de vulnerabilidad costera (muy alta) en la playa Nizuc, Cancún

La playa frente al Hotel Ritz, en la zona central de la barra de Nichupté, también mostró una vulnerabilidad muy alta, lo cual se debe a que se encuentra en una zona expuesta, con baja pendiente y donde la refracción del oleaje es de alta energía (Figura 24).



Figura 24. Índice de vulnerabilidad costera (muy alta) en la playa frente al Hotel Ritz, Cancún

Finalmente, en el caso de la playa de Puerto Juárez-Playa Blanca, la vulnerabilidad costera es muy alta, por ser una playa extensa pero plana y de baja altura., con presencia de espigones que interrumpen el transporte litoral (Figura 25).

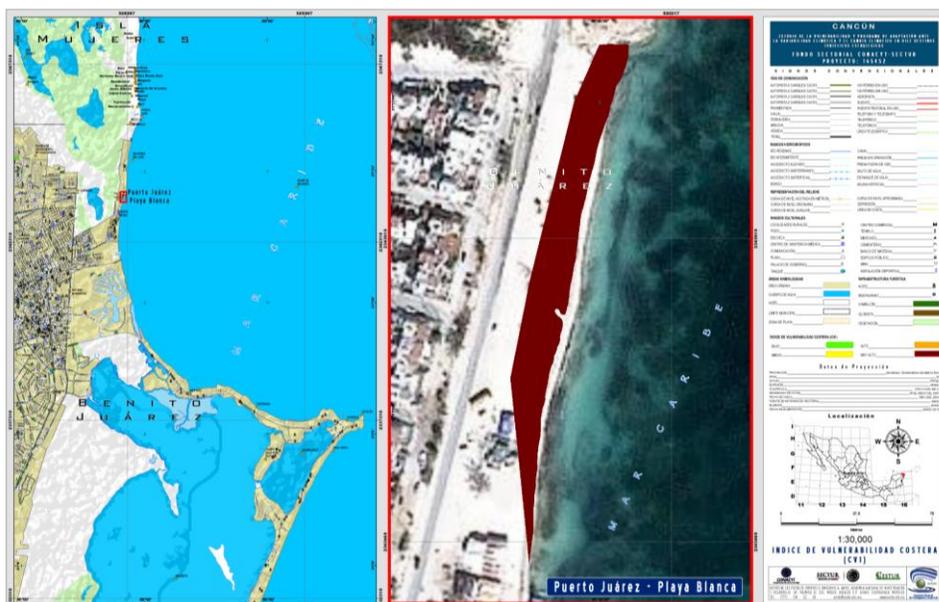


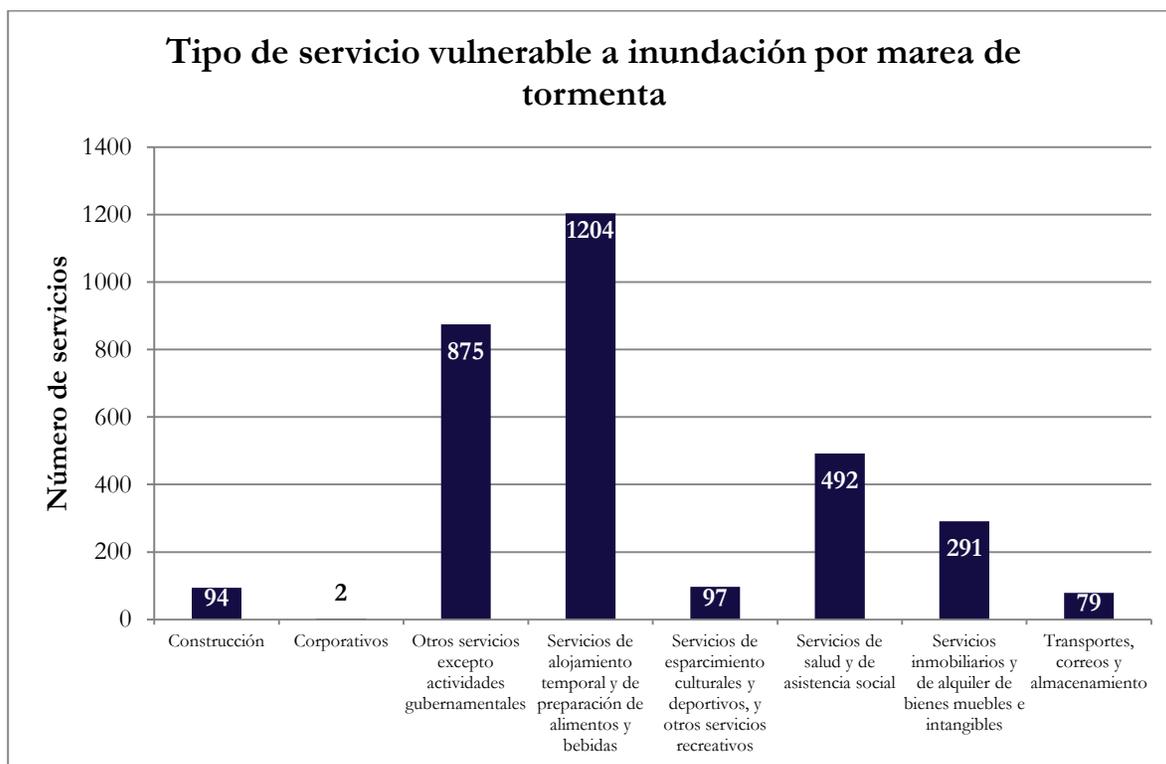
Figura 25. Índice de vulnerabilidad costera (muy alta) en la playa de Puerto Juárez-Playa Blanca, Cancún

## 2. INDICADOR DE INUNDACIÓN POR MAREA DE TORMENTA

Al cruzar las zonas vulnerables a inundación por marea de tormenta con la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI (2013), se obtuvo la relación de establecimientos relacionados con el sector turístico dentro del área de potencial inundación, que abarca desde el nivel del mar hasta los 7 metros (Tabla 10). Los establecimientos que brindan servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas son los que tienen mayor cantidad de locales ubicados entre los 1 y 7 m de altura (1204), seguidos de los establecimiento que brindan otros servicios excepto gubernamentales (875) y servicios de salud (492) (Figura 26).

**Tabla 10.** Tipo de establecimientos vulnerables a inundación por marea de tormenta para el destino turístico de Cancún (municipio de Benito Juárez)

Benito Juárez										
Tipo de servicio	Número de servicios	Buffer 1000 metros	Marea de tormenta (m)							TOTAL
			1	2	3	4	5	6	7	
Construcción	183	2	0	1	1	11	45	36	0	94
Corporativos	3	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	3683	78	4	14	15	49	385	408	0	875
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	2941	263	36	30	41	92	596	409	0	1204
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	237	16	3	1	1	5	46	41	0	97
Servicios de salud y de asistencia social	892	10	0	2	2	22	281	185	0	492
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	633	103	21	7	16	29	131	87	0	291
Transportes, correos y almacenamiento	164	20	4	4	2	5	40	24	0	79
<b>TOTAL</b>	<b>8736</b>	<b>492</b>	<b>68</b>	<b>59</b>	<b>78</b>	<b>213</b>	<b>1526</b>	<b>1190</b>	<b>0</b>	<b>3134</b>



**Figura 26.** Número de establecimientos, según los servicios que brindan, acumulados en el rango de 0 a 7 m de altura, vulnerables a inundación por marea de tormenta para el destino turístico de Cancún

### 3. INDICADOR DE INUNDACIÓN POR LLUVIAS EXTREMAS

A pesar de que en Cancún no existen cauces fluviales, sí se presentan inundaciones por lluvias extremas con valores de precipitación máxima en 24 horas de 200 mm, donde se tiene un rango de precipitación anual promedio de 500 a 1000 mm (CENAPRED, 2012). Debido a la morfología plana y baja del terreno, es muy común que en época de lluvia ocurran estas inundaciones, por lo que se considera que tiene una vulnerabilidad alta de inundación por lluvias extremas, lo cual afecta a buena parte de la población y zona turística.

### 4. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El Índice de Vulnerabilidad Física (IVF) se determinó considerando el Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI) para las playas representativas del destino, el Indicador de Inundación por Marea de Tormenta (IIMT) y, a falta de escorrentías superficiales, se estimó la vulnerabilidad frente a la inundación causada por lluvias extremas (Tabla 11).

**Tabla 11.** Índices e indicadores utilizados en la determinación del índice de vulnerabilidad física

Playa	Índice de vulnerabilidad costera	Localidad	Indicador de inundación por marea de tormenta	Localidad	Indicador de inundación por lluvias extremas
Playa Nizuc	Muy alta	Sur del Campo Augusto Velásquez	Muy alta	Sur del Campo Augusto Velásquez	Alta
Playa Delfines	Muy alta	Región de Cinco Palos	Muy alta	Región de Cinco Palos	Alta
Playa Hotel Ritz	Muy alta	Sur de Puerto Juárez	Muy alta	Sur de Puerto Juárez	Alta
Playa Langosta	Muy alta	Zona de Chac-Mool	Muy alta	Zona de Chac-Mool	Alta
Puerto Juárez-Playa Blanca	Muy Alta				

Finalmente, al integrar los índices e indicadores anteriormente descritos, se determinó el Índice de Vulnerabilidad Física (IVF) para el destino turístico de Cancún, resultando un IVF de categoría muy alta (Tabla 12), debido principalmente a la geomorfología que presenta, y a que es una zona de pendiente suave, de baja altura y expuesta a oleaje fuerte y mareas de tormenta, por estar dentro de la trayectoria de huracanes.

**Tabla 12.** Índice de Vulnerabilidad Física para el destino turístico Cancún

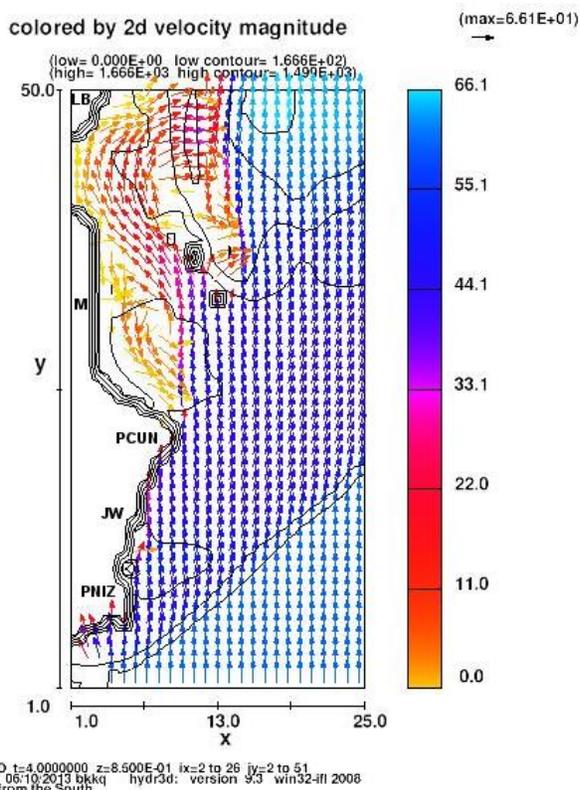
Destino	Índice de vulnerabilidad costera	Indicador de inundación por marea de tormenta	Indicador de inundación por lluvias	Índice de vulnerabilidad física
Cancún	4 Muy alta	4 Muy alta	3 Alta	4 Muy alta

#### IV. MODELO HIDRODINÁMICO (VER ANEXO)

La modelación numérica hidrodinámica es una herramienta que permite estimar el campo de velocidad de la corriente en la región bajo estudio.

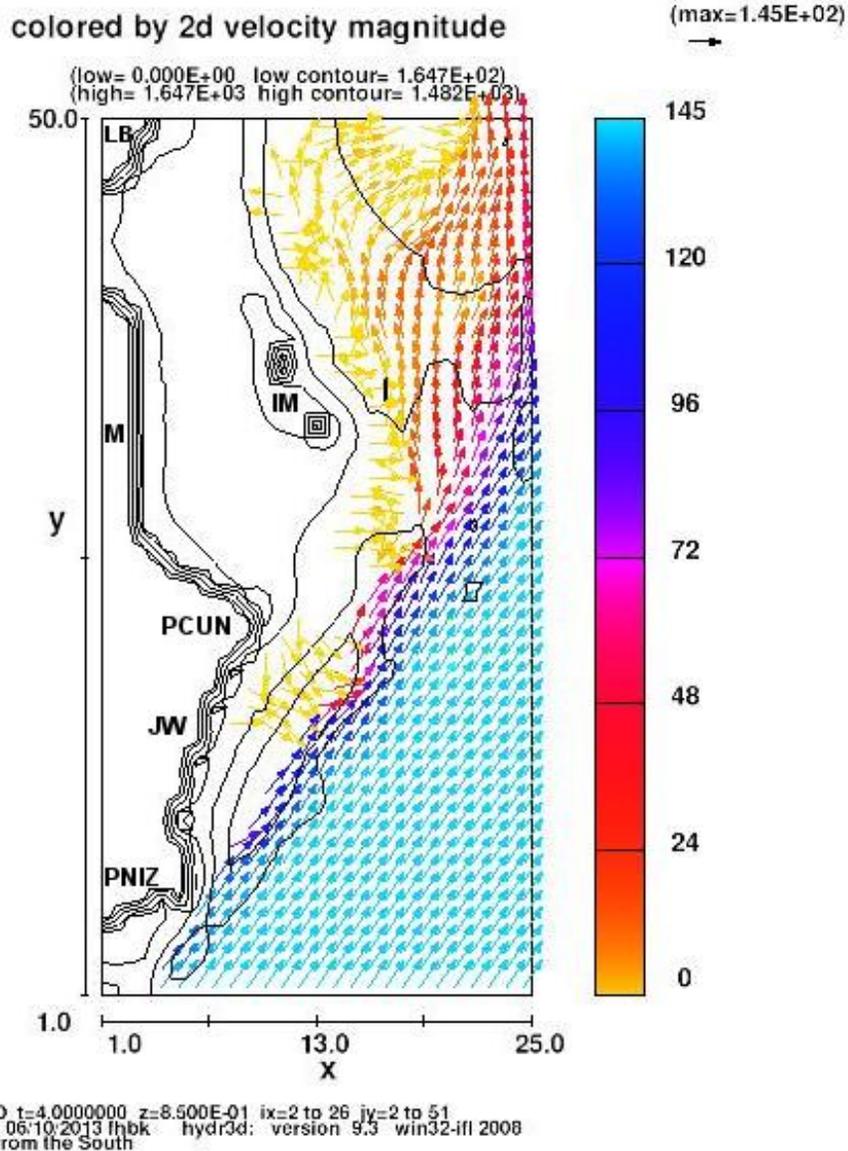
La modelación numérica hidrodinámica realizada reproduce los patrones de circulación para la corriente de Yucatán, frente a la costa de Cancún, Quintana Roo, de manera específica en la zona hotelera entre las puntas Cancún y Nizuc, y en las inmediaciones de Isla Mujeres. Los resultados se presentan para dos intensidades de corrientes, una de 75 cm/s y otra de 150 cm/s. La Corriente de Yucatán es un ente energético con velocidades de alrededor de 150 m/s en su núcleo. En el verano, época de lluvias, la corriente viaja pegada a la costa con ligeras oscilaciones que la hacen “embarrarse” en la costa o pasar muy cerca de ella, presentando dicha velocidad, mientras que cuando se aleja la velocidad disminuye a 75 cm/s.

La Figura 27 muestra los vectores de corriente cuando ésta viene del sursureste (SSE) con velocidad inicial de 75 cm/s. Se observa que incide sobre la zona hotelera y gira hacia el norte, para seguir el contorno de la costa. Al norte de Punta Cancún, enfrente de El Meco, se forma un remolino ciclónico de baja intensidad, y para el norte, frente a Laguna de las Blancas, la corriente sigue con componente norte.



**Figura 27.** Vectores resultantes (cm/s) de la modelación numérica frente a la zona hotelera y Bahía de Isla Mujeres, cuando la corriente viene del sur-sureste

La Figura 28 muestra la simulación de la corriente proveniente del sursuroeste (SSW), con velocidad inicial de 150 cm/s, y vectores proporcionales a la velocidad. El patrón es similar al de la velocidad de 75 cm/s, y al incrementar la velocidad de la corriente, su influencia sobre la zona costera disminuye. Se genera una celda de recirculación que se presenta enfrente de la playa entre Punta Cancún y el hotel JW (Marriot). Algo de circulación anticiclónica se muestra al noreste (NE) de Isla Mujeres.



**Figura 28.** Vectores resultantes (cm/s) de la modelación numérica frente a la zona hotelera y bahía de Isla Mujeres cuando la corriente viene del sur-suroeste (SSW) con vel. Inic. de 150 cm/s

Las simulaciones permitieron observar celdas de recirculación. Dos son las que se muestran con cierta constancia. Una es en la zona hotelera entre las Puntas Cancún y Nizuc, por enfrente del hotel JW (Marriot), y la otra dentro de la Bahía de Mujeres frente al poblado El Meco. También fue patente la circulación anticiclónica frente a la Laguna Las Blancas, al norte de Isla Mujeres.

La falta de circulación en las zonas protegidas cuando la corriente viene del sector suroeste (SW), es generada por la sombra que genera Punta Nizuc y la protección dentro de la Bahía de Mujeres. Se hace mención que no se observa circulación ciclónica en estas puntas, probablemente porque el escalón batimétrico es fuerte y logra separar y disminuir el efecto de la corriente de alta velocidad.

La observación de los vectores en la celda de recirculación, situada frente al hotel JW (Marriot), y los vectores obtenidos con el perfilador acústico de corrientes (ADCP), en ambos casos con vectores con componentes hacia el este y sur, permite suponer que los datos obtenidos son reales y que la modelación numérica logra simular este proceso. Este hecho de las celdas de recirculación puede contribuir a disminuir los tiempos de residencia y proveer de una mejor calidad de agua. Caso contrario es en el interior de la Bahía de Mujeres, donde la circulación ciclónica se dirige al sur del poblado El Meco y tiene una muy pobre o nula circulación ciclónica.

## V. VULNERABILIDAD SOCIAL

Los resultados del Índice de Vulnerabilidad Social para el municipio Benito Juárez, se presentan a continuación, para cada indicador de vulnerabilidad social.

### 1. INDICADOR DE GOBERNABILIDAD

Para determinar la situación imperante en el municipio de Benito Juárez se elaboró un listado de leyes, reglamentos e instrumentos de política pública que se consideraron fundamentales para lograr la construcción de sociedades resilientes y resistentes ante el cambio climático. En la Tabla 13 se presentan los instrumentos normativos con los que cuenta el municipio, a partir de los cuales se construyó el Indicador de gobernabilidad.

**Tabla 13.** Instrumentos normativos con los que cuenta el municipio de Benito Juárez

Instrumento	SI	NO
1. Reglamento municipal en materia de protección civil	X	
2. Atlas Municipal de Riesgos	X	
3. Programa de protección civil	X	
4. Plan de contingencias en caso de fenómenos hidrometeorológicos	X	
5. Identificación de refugios y albergues necesarios	X	
6. Instrumento financiero para enfrentar daños por desastres (FOMADEN)	X	
7. Convenios de coordinación en materia de protección civil y prevención de riesgos		X
8. Plan de desarrollo urbano municipal	X	
9. Reglamento municipal de construcción	X	
10. Reglamentación sobre uso de suelo orientados a la prevención y reducción de riesgos		X
11. Programa de ordenamiento ecológico local	X	
12. Programa de Adaptación Climática Municipal	X	
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>2</b>
	<b>Valor normalizado</b>	<b>0.83</b>

### 2. INDICADOR DE EXPOSICIÓN

Este indicador se construyó a partir del cruce de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI, con los resultados de áreas vulnerables a inundación por marea de tormenta, en caso de fenómenos hidrometeorológicos extremos. El indicador refleja el porcentaje de establecimientos que brindan servicios al sector turístico en zonas de riesgo, el cual fue de 100% para el municipio de Benito Juárez. Es decir, de la totalidad de los establecimientos de la zona de estudio (en un buffer de 1000 metros a partir de la línea de costa), el 9.53% quedaría dentro del área expuesta en caso de un evento máximo de inundación por marea de tormenta. Al normalizar el valor para la zona de estudio, se obtuvo un Indicador de Exposición igual a 0.00.

### 3. INDICADOR DE PERCEPCIÓN CIUDADANA SOBRE LA CAPACIDAD DE RESPUESTA DE LAS AUTORIDADES

En el Indicador de percepción ciudadana, que está construido a partir de los resultados de las encuestas de percepción social, con preguntas sobre qué tanto la población considera que la autoridad municipal está preparada para atender eventos hidrometeorológicos extremos, arrojó los valores que se muestran en la Tabla 14 para el municipio de Benito Juárez.

**Tabla 14.** Indicador de percepción ciudadana para el municipio de Benito Juárez

Pregunta	Calificación
¿Sabe a quién acudir en caso de emergencia o desastre hidrometeorológico?	0.73
¿Cree que Protección Civil cuenta con infraestructura y capacitación para atender un desastre?	0.57
¿Cree que el gobierno municipal está preparado para atender una emergencia?	0.8
¿Recibe apoyo la población en caso de desastre?	0.87
<b>Valor normalizado</b>	<b>0.74</b>

### 4. INDICADOR DE COHESIÓN SOCIAL

El Indicador de cohesión social se evaluó a partir de preguntas de las encuestas realizadas en cada destino turístico, las cuales proporcionaron información del sentido de pertenencia y de la disposición de la población para participar en acciones para disminuir el efecto de fenómenos hidrometeorológicos. Esto permitió saber qué tan dispuesta está la población para realizar acciones, en caso de ser necesario, y si existe o se identifica la organización social formal en los municipios. En el municipio de Benito Juárez se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 15.

**Tabla 15.** Indicador de cohesión social para el municipio de Benito Juárez

Pregunta	Calificación
¿Piensa usted quedarse a residir definitivamente en este municipio?	0.13
¿Participaría en acciones para disminuir el efecto de eventos hidrometeorológicos?	0.87
¿Estaría dispuesto a realizar cambios constructivos en su vivienda para disminuir los efectos de fenómenos hidrometeorológicos?	0.90
¿Conoce organizaciones civiles involucradas en protección civil, derechos humanos, protección al ambiente, etc.?	0.33
<b>Valor normalizado</b>	<b>0.56</b>

## 5. INDICADOR DE CAPACIDAD DE RESPUESTA DEL SECTOR SALUD

El Indicador de capacidad de respuesta del sector salud se utilizó para saber si los municipios tienen la capacidad para atender a su población, así como para conocer, en caso contrario, qué tanto falta desarrollar para cumplir con un estándar considerado óptimo de acuerdo con la OMS, que establece que el número ideal de médicos por cada 10, 000 habitantes es de 25. Para este indicador se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 16 para el municipio de Benito Juárez.

**Tabla 16.** Indicador de capacidad de respuesta del sector salud para el municipio de Benito Juárez

Indicador	Número de médicos por cada 1000 habitantes	Valor normalizado
Personal médico de las Instituciones públicas del sector salud entre la población total municipal*	1.00	0.40

\*Fuente: INEGI, 2010

## 6. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIAL

El Índice de vulnerabilidad social obtenido para el municipio de Benito Juárez arrojó un valor de 0.51 (Tabla 17), el cual está dentro del rango Poco Vulnerable. Para disminuir la vulnerabilidad presente en el destino, es necesario implementar las propuestas de medidas de adaptación (ver Sección XVI), y atender los aspectos relacionados con el Indicador de Capacidad de Atención del Sector Salud, ya que se encuentra directamente ligado con la gestión del riesgo en la región. También es importante desarrollar actividades que promuevan la cohesión social para fortalecer la actuación de la comunidad ante eventos extraordinarios, y desarrollar los instrumentos normativos faltantes en el destino turístico.

**Tabla 17.** Índice de Vulnerabilidad Social para el municipio de Benito Juárez

Indicador	Calificación
1. Indicador de gobernabilidad	0.83
2. Indicador de exposición	0.00
3. Indicador de percepción ciudadana	0.74
4. Indicador de cohesión social	0.56
5. Indicador de capacidad de respuesta del sector salud	0.40
<b>Índice de Vulnerabilidad</b>	<b>0.51</b>

ESCALA DE VULNERABILIDAD SOCIAL	Valor	Rango	Color
	Muy vulnerable	0.00 - 0.25	
	Vulnerable	0.26 - 0.50	
	Poco vulnerable	0.51 - 0.75	
	No vulnerable	0.75 - 1.00	

## VI. PROPUESTA DE PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

La propuesta del programa de adaptación al cambio climático para el destino turístico de Cancún, se realizó con base en los resultados obtenidos del análisis de las amenazas y de la propia vulnerabilidad del destino. La propuesta inicial fue posteriormente trabajada y validada en el taller de análisis de medidas de adaptación, en el cual participaron autoridades de los distintos niveles de gobierno y representantes de las organizaciones relacionadas con la actividad turística, así como representantes de organizaciones civiles.

Para consultar el programa de adaptación al cambio climático para el destino turístico de Cancún, ver la Sección XVI del presente informe final.