



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – HIDRÁULICA

**CRITERIOS DE MANEJO COSTERO CON BASE A LAS CARACTERÍSTICAS
MORFODINÁMICAS, ECOLÓGICAS Y SOCIOECONÓMICAS DE LA ZONA COSTERA**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTOR EN INGENIERÍA

PRESENTA:
CESIA JAQUELINE CRUZ RAMÍREZ

TUTOR PRINCIPAL
RODOLFO SILVA CASARÍN, INSTITUTO DE INGENIERÍA

MÉXICO, CD.MX. JULIO, 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: DR. ESCALANTE SANDOVAL CARLOS A.

Secretario: DRA. REYES CHÁVEZ LILIA

1^{er}. Vocal: DR. SILVA CASARÍN RODOLFO

2^{do}. Vocal: DR. MENDOZA BALDWIN EDGAR GERARDO

3^{er}. Vocal: DR. MUÑOZ PEREZ JUAN JOSÉ

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: INSTITUTO DE INGENIERÍA

Instituto de Ingeniería
Universidad Nacional Autónoma de México
Circuito Escolar s/n, Ciudad Universitaria
Delegación Coyoacán, C. P. 04510
México, Ciudad de México

TUTOR DE TESIS:

RODOLFO SILVA CASARÍN

FIRMA

Agradecimientos

Dios mío, te doy las gracias dedicándote este logro. Por tu amor, tu guía, tu cuidado, por ser el confidente de mis sueños y por siempre estar conmigo. Mis palabras no alcanzan para agradecerte por todo.

A mi madre Patricia Ramírez, hermanos Josue Michel y Daniel Franck por todo su cariño, apoyo incondicional y consejos.

A mi tutor, el Doctor Rodolfo Silva por la confianza, por creer en mí como su alumna y por las todas las oportunidades brindadas y el apoyo para permitirme crecer profesionalmente. Por aceptarme en su grupo de investigación y por compartir su conocimiento siendo una persona muy admirable. A su esposa Jill, por el cariño y por estar siempre pendiente con un mensaje alentador. Además de su gran apoyo en la traducción de las publicaciones. ¡Mil gracias a ambos!

Al Doctor Edgar Mendoza por los grandes consejos, los regañones y las críticas constructivas. Por compartirme su visión en muchos temas y principalmente por ser mi tutor en la maestría, siendo un mentor para mí en la hidráulica marítima. ¡Gracias por todo Doctor Edgar!

Al Doctor Juan José Muñoz por enseñarme mucho en tan poco tiempo. Por su guía en muchos temas y por creer en mí. Al igual a su esposa Loli por la confianza y el cariño.

Al Doctor Giorgio Anfuso por los buenos consejos, ánimos, por contagiar ese gusto para el estudio de las costas y compartir sus grandes conocimientos.

A la UNAM por todo lo bueno que proyecta a sus alumnos. Las herramientas y la formación competitiva y capacitada que ofrece para poder contribuir en los ámbitos laboral o académico.

Al Instituto de Ingeniería (edificios 5 y 17), por ser literal mi segunda o quizá, mi primera casa por muchos años durante el posgrado. Por permitirme ser becaria y formarme académicamente.

A mis amigos incondicionales Alex Ruíz, por su cariño y apoyo. Por siempre escucharme y en general por ser una persona admirable, inteligente y buena. A Jassy, Joseph, Diego y tantos compañeros del instituto, los recuerdo siempre con mucho cariño. Las salidas, risas, tristezas, el apoyo mutuo, la empatía y el compañerismo que nunca faltaron entre nosotros.

A todas las personas que me acompañaron durante esta experiencia, agradezco demasiado el que a pesar del tiempo y la distancia, nunca faltó un mensaje de ánimo. Gracias a Jeremy Gates, Enrique Galea, Irving Espinoza, Margarita Palomares, Don Octavio Y Ale Mora. Gracias también a mis amigos de la SEDENA, en especial a los geohidrólogos Luis y Rooy, por la empatía, la complicidad, las risas locas, y los buenos y malos momentos. Un gustazo conocerlos y aprender mucho de ustedes, se les quiere mucho.

A mi amor Sergio, por ser un pilar en mi vida en el que me puedo sostener. Por las energías buenas que siempre trasmite, los cuidados y por los consejos alentadores que nunca faltan. Por hacer tuyas mis preocupaciones, compartir los sueños y las ganas de vivir y seguir aprendiendo. Y mil gracias a tu familia por todo su cariño y apoyo.

*Dedicatoria especial a la memoria de mi Padre Donaldo Cruz
y mi abuela Teresa Tontle*

Contenido

Lista de figuras

Lista de tablas

Glosario de siglas y abreviaturas

Capítulo 1. Introducción	1
1.1 Organización del trabajo.....	3
1.2 Hipótesis de trabajo.....	3
1.3 Objetivo general.....	3
1.4 Objetivos específicos.....	4
Capítulo 2. Marco teórico	5
2.1 Términos y definiciones	5
2.1.1 Manejo costero.....	5
2.1.2 Celdas y compartimentos litorales	8
2.1.3 Estudios de índices de vulnerabilidad costera.....	8
Capítulo 3. Estado del arte	10
3.1 Manejo costero para la toma de decisiones en México y otros países.....	10
3.2 Celdas y compartimentos litorales	17
3.3 Estudios de índices de vulnerabilidad	17
3.4 Herramientas de apoyo a la toma de decisiones.....	18
Capítulo 4. Metodología	21
4.1 Área estudio.....	21
4.2 Definición de celdas y compartimentos litorales en Veracruz.....	22
4.3 Desarrollo de la herramienta de apoyo para la toma de decisiones.....	23
4.3.1 Selección de variables elementales para la toma de decisiones y creación de base de datos ..	26
4.3.2 Justificación y métodos para la caracterización de variables	28
4.3.3 Propuestas de manejo.	45
4.3.4 Índice de vulnerabilidad por categoría	48
Capítulo 5. Análisis de resultados	52
5.1 Unidades de estudio – celdas litorales.....	52
5.2 Mapas de la caracterización.....	53
5.3 Comparativa de los índices de vulnerabilidad por categoría	58
5.4 Diagnóstico del área de estudio	60

Capítulo 6. Discusión, Conclusiones y futuras líneas de investigación.....	72
Referencias	76

ANEXO I. Revisión de los estudios de vulnerabilidad costera

ANEXO II. Resultado de variables

ANEXO III. Datos completos de la caracterización por categorías y escalas

Lista de figuras

Figura 1 Esquema del Ciclo de Políticas Públicas.	7
Figura 2 Municipios costeros del Estado de Veracruz, México.	21
Figura 3 Ejemplos de límites artificiales o naturales fijos y de tránsito para las celdas litorales.	23
Figura 4 Ejemplos de diferentes límites de los compartimentos costeros, delimitados por espigones (1 – 2); desembocadura de río (2 - 3); y cambios en el tipo de material (3 – 4).	23
Figura 5 Esquema inicial de categorías y componentes elementales para la toma de decisión.	24
Figura 6 Procedimiento de la herramienta esquemática para la toma de decisiones.	25
Figura 7 Número de repeticiones que obtuvieron las variables al aplicar la moda estadística.	26
Figura 8 Datos ganancias, pérdidas y superficie sin cambios de los polígonos de manglar (CONABIO, 2021a).	32
Figura 9 Imagen instantánea de los datos de viento, vista a través de la herramienta “quickplot” del software Delft 3D.	35
Figura 10 Análisis de refugios en una celda litoral. Los números indicaron la cantidad de población por localidad.	39
Figura 11 Ejemplo de un polígono de manglar asignado sin posibilidad de migración en cualquiera de las direcciones evaluadas, al encontrarse rodeado de campos agrícolas.	40
Figura 12 Trayectoria histórica de los huracanes considerados para este estudio (NOAA, 2021). ..	42
Figura 13 Imagen instantánea de los huracanes considerados para el estudio del oleaje extremal. ..	43
Figura 14 Clasificación de propuestas de acuerdo al conjunto de variables a las que hacen referencia.	45
Figura 15 Unidades litorales definidas para la costa de Veracruz. a) Compartimentos, b) Celdas. .	52
Figura 16 Índices de vulnerabilidad para las tres categorías a nivel celda litoral. a) Categoría I, b) Categoría II y c) Categoría III.	58
Figura 17 Índices de vulnerabilidad para las tres categorías a nivel compartimento litoral. a) Categoría I, b) Categoría II y c) Categoría III.	59
Figura 18 Comportamiento del índice en las categorías y en las unidades litorales. a) Celdas y b) Compartimentos.	60

Lista de tablas

Tabla 1 Principales Instituciones y temas en los que intervienen (Modificado de Silva-Casarín et al., (2014)).	12
Tabla 2 Resumen de los principales instrumentos de gestión de algunos países, sus principales propósitos y la zona restringida.	15
Tabla 3 Características principales de algunos DSS (Sistemas de Apoyo a las Decisiones).	20
Tabla 4 Matriz de variables por componente y categoría.	27
Tabla 5 Planos de mareas referidos al nivel de bajamar media inferior. Datos tomados de SEMAR, (2021).	36
Tabla 6 Huracanes considerados para la variable de oleaje extremal.	43
Tabla 7 Ejemplo del proceso de evaluación de los instrumentos de gestión.	44
Tabla 8 Clasificación por categorías de las recomendaciones de manejo dadas por los estudios de vulnerabilidad.	45
Tabla 9 Subíndices de variables para el cálculo de la vulnerabilidad en la Categoría 1.	49
Tabla 10 Subíndices de variables para el cálculo de la vulnerabilidad en la Categoría 2.	49
Tabla 11 Subíndices de variables para el cálculo de la vulnerabilidad en la Categoría 3.	50

Glosario de siglas y abreviaturas

ACP Área Costera Protegida
AHP Procesos de Jerarquía Analítica
ANAM Agencia Nacional de Aduanas de México
ANN Red Neural Artificial
ANP Áreas Naturales Protegidas
BCS Baja California Sur
CEM Continuo de Elevaciones Mexicano
CEMDA Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C.
CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CFE Comisión Federal de Electricidad
CONABIO Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAGUA Comisión Nacional del Agua
CONANP Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONAPO Consejo Nacional de Población
DOF Diario Oficial de la Federación
DSAS Sistema de Análisis Digital de la Línea de Costa
DSI Índices de Apoyo a la Decisión
DSS Sistema de Apoyo a las Decisiones
DST Herramientas óptimas de apoyo a las decisiones
ECMWF Centro Europeo de Pronósticos Meteorológicos a Plazo Medio
ECOSUR Colegio de La Frontera Sur
EPOMEX Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México.
ERA 5 Reanálisis atmosférico de quinta generación del clima global del período 1950 al presente
FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FODA Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
GEBCO Carta Batimétrica General de los Océanos
IDH Índice de Desarrollo Humano
IHN Instituto de Historia Natural
INAFED Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal
INAH Instituto Nacional de Antropología e Historia
INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IPCC Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
IVC Índice de Vulnerabilidad Costera
LEGEEPA Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LGBN Ley General de Bienes Nacionales
LIDAR Detección y Rango de Imágenes Láser
MCDA Métodos de análisis de decisiones múltiples
MITECO Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
MIZC Manejo Integrado de Zonas Costeras
NCOM Modelo Marino-Costero Oceánico

NOAA Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica
NOM Norma Oficial Mexicana
OET Ordenamientos Ecológicos del Territorio
OMS Organización Mundial de la Salud
ONG Organización No Gubernamental
ONU Organización de las Naciones Unidas
PACMUN Plan de Acción Climática Municipal
PACSICOM Conferencia Panafricana sobre Gestión Costera Integrada Sostenible
PANDSOC Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas
PDU Programa de Desarrollo Urbano
PIB Producto Interno Bruto
PMDU Programas Municipales de Desarrollo Urbano
PMPC Programa Municipal de Protección Civil
PNUD Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SAGARPA Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SCT Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SE Secretaría de Economía
SECTUR Secretaría de Turismo
SEGOB Secretaría de Gobierno
SEMAR Secretaría de Marina
SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER Secretaría de Energía
SIG Sistemas de Información Geográfica
SQL Lenguaje de Consulta Estructurado
SRA Secretaría de la Reforma Agraria
SSA Secretaría de Salud
UNEP Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
UNESCO Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNICACH Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
WLC Combinación Lineal Ponderada
ZOFEMAT Zona Federal Marítimo Terrestre

Capítulo 1. Introducción

El 84% de los países del mundo tienen un litoral abierto y/o mares interiores (Martínez et al., 2007), donde las estimaciones de la ONU en el 2017, muestran que alrededor del 40% de la población mundial (2,400 millones de personas) vive a menos de 100 km de la costa y el 10% (600 millones de personas) se encuentra asentada a menos de 10 msnm (ONU, 2017). La acelerada y desordenada antropización costera, con una tasa de crecimiento urbano global del 3% (Gracia et al., 2018), tiene como resultado el aumento de las emisiones de carbono y temperatura, el uso exacerbado de los recursos naturales y perturbaciones en los ecosistemas costeros, así como la mayor exposición de bienes ante los fenómenos naturales. En el 2019 destacaron varios eventos, tales como incendios forestales extremos, sequías, inundaciones y lluvias extremas en todo el mundo (Dube et al., 2021), afectando a los asentamientos más próximos a la línea de costa. Con base en los escenarios actuales del cambio climático, se estimó que el 30% de la infraestructura ubicada a menos de 200 m de distancia a la línea de costa, tendrá una alta probabilidad de sufrir pérdidas de propiedad en los próximos 50 años debido a la erosión costera (Gracia et al., 2018).

Williams et al., (2017), mencionan que escoger la estrategia de gestión para evitar o disminuir los daños, debe estar en función de variables que incluyen la legislación, técnicas, conocimientos e instrumentos institucionales adecuados. Barzehkar et al., (2021) también señalan el desafío que tienen los tomadores de decisiones y planificadores costeros al elegir las herramientas óptimas de apoyo a la toma de decisiones para evaluar la vulnerabilidad y resiliencia. Pues Mullick et al., 2019 y Szlafsztein and Sterr, 2007, mencionan que la evaluación y el análisis de la vulnerabilidad son cruciales para iniciar y apoyar los programas de gestión costera en la región de estudio, además de que contribuye al desarrollo de políticas públicas de ayuda en los casos de desastre. Sin embargo, varios países con altos grados de antropización en sus costas, no han utilizado e implementado las herramientas de gestión adecuadas para planificar sus desarrollos costeros, desencadenando con el tiempo, la pérdida de conectividad física y ecológica (Dias et al., 2013).

La vulnerabilidad refleja el grado de daño que puede sufrir un elemento ante un evento dado. Esta puede evaluarse dividiendo la costa en unidades longitudinales y/o transversales, considerando los elementos expuestos que se encuentran en la franja costera. Estas unidades pueden ser compartimentos o celdas litorales, que son homogéneos en términos del material que lo compone, y características rígidas, naturales o artificiales, donde es posible identificar las fuentes de sedimentos y sumideros (Eliot et al., 2011; Silva-Casarín et al., 2017). Una forma de calcular la vulnerabilidad es mediante índices, que incluye el análisis de indicadores o variables que muestran el estado actual de los diferentes componentes físicos, pues Martínez et al., 2007 resaltan que para estudiar la extensa distribución y dinámica de las costas, conlleva una variedad de características geomorfológicas, climáticas, ecológicas y terrestres. Los índices se pueden utilizar como base para el desarrollo de herramientas de apoyo en la toma de decisiones con la identificación de áreas prioritarias para gestionar el desarrollo urbano (Cruz et al., 2019).

Al ubicarse en el área de estudio de este trabajo, México ocupa el lugar 15 entre los países del mundo en tener la mayor longitud de costa (11,122 km) (CityPopulation, 2020; INEGI, 2020a), conformado por 17 entidades federativas con frente litoral y 150 municipios costeros. También es parte de los cuatro países que más km² de territorio tienen por debajo de la cota de 10 m (CEPAL, 2012), donde alrededor del 52% de la población costera vive en una franja de 5 km tierra adentro. Cruz et al. (2019), estimaron que el 14% de la longitud de costa de México, se encuentra altamente antropizada con al

menos un ecosistema de duna, manglar o arrecifes de coral. Mientras Silva et al. (2014) , mencionan que en el período 2010-2100, el país tendrá un crecimiento del 30% en su población costera. Sin embargo, a pesar de la importancia económica que tienen sus zonas costeras, hasta el 2006 se estableció una Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas (Azuz et al., 2011), que ha permitido fundamentar a través de reglas su manejo costero. Actualmente, el principal manejo en México se ha enfocado en lagunas costeras, donde con pocos estudios han modificado su comportamiento, propiciando en algunos casos más daños que beneficios (Moreno-casasola et al., 2006). Específicamente muchos estados y municipios costeros de este país, no cuentan con los instrumentos de gestión necesarios y actualizados en materia de desarrollo urbano y ordenamiento territorial que además contemplen los aspectos ambientales (Rivera-Arriaga et al., 2004). Al realizar proyectos que no consideran adecuadamente el manejo de escalas y las repercusiones que puede provocar en las áreas contiguas una toma de decisiones desinformada.

Con el fin de generar una herramienta esquemática de apoyo a la toma de decisiones que ofrezca resultados de alta calidad para los administradores costeros, sea aplicable a largo plazo y en diferentes escalas, se identificaron variables elementales de vulnerabilidad en la zona costera, organizadas por componentes y categorías. La evaluación de estas variables en una ecuación de vulnerabilidad permitió obtener índices que reflejan el estado actual de las unidades litorales manejadas (celdas en una franja de 10 km y compartimentos en una franja de 5 km), y que a su vez pudieron ser asociadas a recomendaciones de manejo. Las variables elementales fueron obtenidas aplicando una moda estadística a 50 estudios de vulnerabilidad. Las recomendaciones también fueron obtenidas de dichos estudios, para incorporar a la herramienta criterios multidisciplinarios dados por los distintos autores. Los componentes fueron el ecológico, socioeconómico, geomorfológico, clima marítimo y la legislación, al considerar que el manejo costero integrado es llamado así, porque debe incluir estos ámbitos para orientar y sustentar de mejor forma la toma de decisiones. Las tres categorías propuestas (mínimo indispensable, aceptable e ideal), que se unen a los componentes de forma transversal, permiten ofrecer opciones ante el problema de la ausencia de datos al cual se enfrentan los responsables costeros, y buscar la integración de parámetros cuantitativos y cualitativos en la gestión costera, que sirvan a futuro como formas de consulta histórica. Esta herramienta se utilizó en la costa de Veracruz, al ser el estado costero con mayor población, gran infraestructura portuaria, generador de energía y contar con un alto grado de antropización en sus costas.

La comparativa final de los índices de vulnerabilidad obtenidos con diferentes conjuntos de variables, tiene el objetivo de proporcionar distintos enfoques adecuados para aplicar en áreas específicas con datos insuficientes y ser flexible al trabajar en diferentes escalas. Por lo tanto, la metodología de esta herramienta puede ser aplicada de forma precisa, repetible y de fácil actualización.

1.1 Organización del trabajo

En este capítulo se presenta la introducción, la hipótesis, el objetivo general y los objetivos específicos de esta investigación. En el segundo capítulo se abordarán las definiciones de manejo costero, celda litoral, índices de vulnerabilidad y herramientas de apoyo para la toma de decisiones.

En el tercer capítulo se exponen los criterios sobre cómo se lleva a cabo el manejo costero en diversos países y en México, identificando puntos clave en su legislación y las áreas más favorecidas en sus leyes. Asimismo, los estudios que se han realizado para calcular los índices de vulnerabilidad costera, las herramientas existentes para toma de decisiones y el resultado de utilizar estas herramientas.

En el cuarto capítulo se describe el área de estudio que fue caracterizada en la parte ecológica, socioeconómica, geomorfológica/geológica, clima marítimo y la legislación. También se incluye el procedimiento para definir las unidades litorales y la metodología para el desarrollo de la herramienta propuesta para la toma de decisiones. También se analizan los métodos usados para lograr la caracterización de las variables y el procedimiento para obtener los índices de vulnerabilidad en cada unidad. Este capítulo se complementa con el **Anexo I**, donde se encuentra la tabla con el resumen de los 50 estudios de vulnerabilidad.

El quinto capítulo muestra en los primeros subtítulos, los resultados de las celdas litorales encontradas en la costa de Veracruz, y el análisis teórico y práctico de las propuestas de actuación encontradas en los 50 estudios de vulnerabilidad. Posteriormente, se presentan los mapas de la caracterización (complementados con el **Anexo II**), así como la comparativa y análisis de los índices de vulnerabilidad encontrados al emplear la herramienta de apoyo para la toma de decisiones. Y como último punto, se aborda un diagnóstico de la costa de Veracruz por unidades litorales, basado en los resultados de los índices.

Finalmente, en el sexto capítulo se presenta la discusión de este trabajo, las conclusiones y futuras líneas de investigación.

1.2 Hipótesis de trabajo

Es posible incorporar características de tipo ecológico, socioeconómico, geomorfológico/geológico y clima marítimo de corto período, así como de regulación jurídica de las zonas costeras en los índices de vulnerabilidad. Estos índices, de aplicación y evaluación directa, deben de ser útiles para establecer criterios de manejo costero.

1.3 Objetivo general

Con base en el estudio de las características del medio, desarrollar una herramienta de apoyo esquemática para la toma de decisiones estableciendo criterios de manejo costero adaptables y evaluables para la planificación de las zonas costeras.

1.4 Objetivos específicos

- Realizar un resumen de la legislación actual para el manejo costero en México y otros países.
- Definir compartimentos y celdas litorales en la costa de Veracruz.
- Identificar las variables elementales para la toma de decisiones y analizar las propuestas de actuación dadas por expertos de diferentes disciplinas.
- Desarrollar la metodología de la herramienta de apoyo esquemática para la toma de decisiones.
- Realizar la caracterización de las variables, con la aplicación de diversos métodos para obtenerlas.
- Crear los subíndices de vulnerabilidad, es decir, los rangos para clasificar los valores que toma cada variable.
- Calcular y comparar los índices de vulnerabilidad costera con base en los resultados que arroja la herramienta de apoyo esquemática para la toma de decisiones.
- Realizar un diagnóstico del área de estudio para las unidades litorales, que incluya la parte ecológica, socioeconómica, geomorfológica/geológica, clima marítimo y la legislación.

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 Términos y definiciones

2.1.1 Manejo costero

El Manejo Integrado de las Zonas Costeras (MIZC) es un proceso con fundamentación técnico-científica, legitimado a través de una política pública y dirigido a la administración de bienes comunes e intereses públicos. Se orienta a la toma de decisiones en beneficio de los ecosistemas costero-marino, patrimonio cultural, paisaje, y amenazas sobre los elementos de la costa (población, playas, infraestructura y recursos) (Barragán, 2014). El MIZC contribuye a la restauración de zonas degradadas y se encarga de administrar las actividades humanas para prevenir, controlar o mitigar las consecuencias nocivas e impactos que estas puedan provocar en el medio (CBD, 2004). Pérez-Cayeiro et al. (2016) mencionan que como concepto, el MIZC ha registrado avances en la ampliación del ámbito geográfico al incluir cuencas hidrográficas y marinas. Recientemente también se incorpora la Gestión basada en Ecosistemas (EbM), para la gestión sostenible de los recursos naturales de uso humano y servicios ecosistémicos, el cual considera al ser humano como parte del ecosistema en la toma de decisiones (UNEP, 2011).

Barragán & De Andrés (2016) mencionan que las expresiones como “Gestión integrada de áreas litorales” o “Gestión integrada de zonas costeras” provocan confusión en los términos litoral-costa o área-zona. Por lo que definen “costa” como un área espacialmente más restringida que “litoral”. Mientras “costa” hace referencia a un ámbito intermareal y sus inmediaciones, “litoral” es más amplio hacia el interior continental. Sin embargo, en el idioma inglés en los años 70 del siglo XX, en Estados Unidos de América se introdujo el concepto “coastal zone” e “Integrated Coastal Zone Management (ICZM)”. Siendo el término más utilizado por las instituciones internacionales del sistema de Naciones Unidas (FAO, UNESCO, UNEP, World Bank, etc.).

Existen muchos términos que pretenden expresar definiciones similares. A pesar de ello, Barragán, (2014) menciona que todos asumen la planificación, variando solo la extensión de la franja de estudio (hacia tierra y mar).

- CEM (Coastal and Estuarine Management)
- CICAP (Cross Intersectorial Coastal Area Planning)
- CLAM (Coastal Lake Assessment and Management)
- CPM (Coastal Planning and Management)
- CZM (Coastal Zone Management)
- GIAL (Gestión Integrada de las Áreas Litorales)
- ICAM (Integrated Coastal Area and River Basin)
- ICARM (Integrated Coastal Area and River Basin Management)
- ICM (Integrated Coastal Management)
- ICOM (Integrated Coastal and Ocean Management)
- ICP (Integrated Coastal Planning)
- ICZM (Integrated Coastal Zone Management)
- IMCAM (Integrated Marine and Coastal Area Management)
- IMCZ (Integrated Management of Coastal Zones)
- MCEBM (Marine and Coastal Ecosystem-Based Management)

- MCI (Manejo Costero Integrado)
- MIZC (Manejo Integrado de Zonas Costeras)
- WMP (Wetland Management Planning)

Se han desarrollado diferentes propuestas metodológicas, seguidas por los organismos internacionales para describir la disciplina GIAL (sus planes y programas). Sin embargo, Clark (1992) aclara que cada programa de GIAL es diferente en cada país, pero tienen en común estas etapas:

- **Formulación de política**, donde se establecen metas, autorización para iniciar el proceso estratégico, guiar la realización del programa e incluir acciones de tipo ejecutivo y legislativo.
- **Planificación estratégica** (o planificación preliminar), se explora la viabilidad y efecto del programa MIZC.
- **Desarrollo del programa** (o Master plan), se detalla el programa de MIZC y reparten responsabilidades.
- **Implementación**, se inicia cuando el Master plan y los presupuestos fueron aprobados.

Para el Manejo basado en Ecosistemas (EbM), la metodología consiste en 3 etapas (UNEP, 2011):

- **Visión** (Establecer fundamentos). Identificar el área y sus asuntos clave. Procurar que los sectores trabajen con un entendimiento común del ecosistema. Consultar las prácticas de gestión existentes y establecer objetivos generales.
- **Planificación** (Diseñar). Evaluar el ecosistema y la gobernanza para crear un marco legal para la gestión multisectorial. Identificar objetivos medibles, priorizar amenazas y elegir las estrategias de gestión.
- **Implementación** (Aplicar y adaptar). Monitorización, evaluación y adaptación. Continuar comunicando y educando. Asegurar la sostenibilidad financiera.

Desde el ámbito público, existen 3 conceptos ligados al ICZM como guía en la toma de decisiones. Estos conceptos son: Políticas públicas, Gobernanza y Planificación estratégica, los cuales permiten comprender el componente social y económico de cómo se lleva a cabo el ICZM en la realidad, que estudiarlo solo como una disciplina ligada a las ciencias físicas y naturales.

- La **política pública** es un conjunto de decisiones y acciones que se establecen formalmente para modificar la conducta de grupos sociales causantes de un problema que afecta los intereses de otros grupos sociales (Subirats et al., 2012). Los actores de las políticas públicas son las autoridades político administrativas que toman las decisiones, el grupo social que provoca el conflicto y el grupo social que se beneficia .
- La **gobernanza** es la interrelación entre las unidades que intervienen en los procesos sociales tales como el gobierno, organizaciones privadas y sociales, y la sociedad. Así como las formas de coordinarse en el proceso social para aplicar las políticas públicas (Aguilar-Villanueva, 2006).
- La **estrategia** es un plan de acción que debe ser competente ante las condiciones de adversidad del problema, ajustándose al sector público y privado (Aguilar-Villanueva, 2006).

Las políticas públicas dan paso a la creación de leyes, decretos y estrategias como instrumentos para el ICZM. Las estrategias permiten crear planes, y de los planes se crean programas en donde a su vez se desarrollan proyectos, actividades y tareas. En el tema de escalas, dependiendo del grado de descentralización política y administrativa, una política federal o nacional suele crear instrumentos estatales o regionales. En la escala **macro** los instrumentos son políticas, en el **meso**, estrategias y

planes (estatal) y en el **micro**, programas y proyectos (municipal) (Barragán, 2014). Una Ley tiene como definición ser la regla o norma general, abstracta y obligatoria, que rige la conducta de las personas y sus relaciones. Una norma jurídica regula la conducta humana, tareas o actividades, asignando un castigo en caso de no ser cumplida. Las leyes son emanadas de la autoridad pública (poder ejecutivo y legislativo) (Antinori, 2006), y a partir de estas se expiden los reglamentos para detallar su aplicación. Los reglamentos son normas jurídicas que apoyan el cumplimiento de la ley y son de aplicación general. El artículo 70 constitucional de México, menciona que “Toda resolución del Congreso tendrá el carácter de ley o decreto”. Sin embargo, al emplear estos conceptos como sinónimos por ser una norma jurídica, su diferencia radica en que la ley tiene un carácter general y el decreto es de carácter particular (Álvarez-Ledezma, 2008).

En cuanto al procedimiento de las políticas, existe el llamado Ciclo de Políticas Públicas, que es un esquema flexible e iterativo de 5 etapas, que se aplica en cualquier país (Anderson, 2003) (Figura 1).

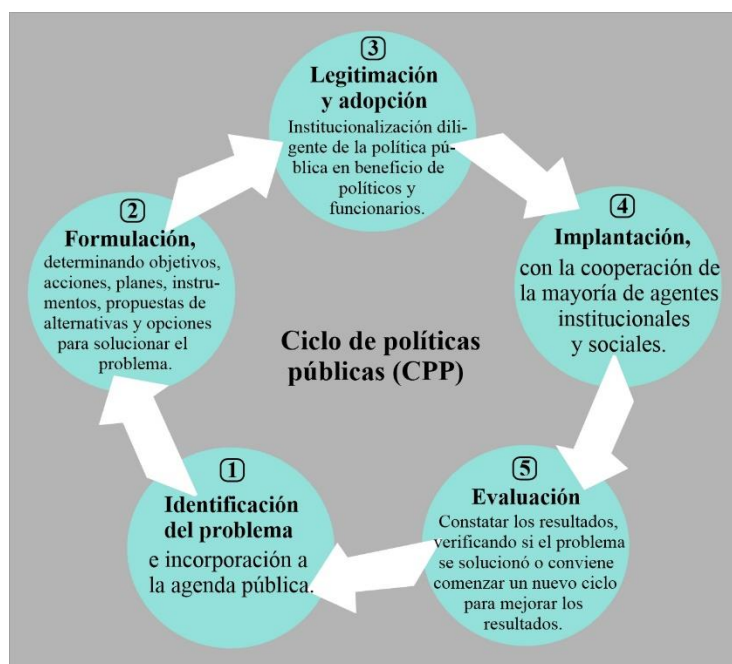


Figura 1 Esquema del Ciclo de Políticas Públicas.

Los grupos que intervienen o influyen en las políticas públicas son: políticos y sus partidos, funcionarios públicos, sociedad civil organizada (sindicatos, asociaciones empresariales, etc.), organizaciones no gubernamentales (fundaciones, ecologistas, etc.), técnicos de empresas consultoras (agentes privados que realizan trabajos de campo), medios de comunicación (al crear debate de la opinión pública), y académicos y científicos (universidades y centro de investigación).

Y de acuerdo con Bryson, (1988), las etapas para la planificación de estrategias en instituciones públicas y organizaciones sin ánimo de lucro son:

- a) Acuerdo e inicio del proceso de planificación estratégica, que implica la negociación con expertos, líderes y responsables.
- b) Identificación de las obligaciones de la institución.
- c) Determinación de misión y valores.
- d) Valoración del contexto interno (Fortalezas y Debilidades) y externo (Oportunidades y Amenazas) (FODA) (Ponce-Talancón, 2006).

- e) Identificación de cuestiones estratégicas o asuntos claves.
- f) Formulación de las estrategias.
- g) Visión, que algunos autores la ubican al inicio del proceso (Aguilar-Villanueva, 2006; Medianero, 2003).

Las definiciones anteriores han fortalecido el ámbito legislativo para la toma de decisiones en este trabajo.

2.1.2 Celdas y compartimentos litorales

Las celdas litorales se definen como las unidades básicas en las que se puede dividir la costa. Estas resultan de la interacción entre el oleaje incidente (con direcciones de aproximación) y la morfología costera (estructuras naturales o antrópicas). Pueden ser definidas por criterios morfológicos, sedimentológicos e/o hidrodinámicos (Carter et al., 1982; Carter, 1988; Chauhan, 1995; Kunte, 1994; May & Tanner, 1973). Tienen el fin de analizar los sedimentos (transporte y granulometría) que se desplazan dentro de cada celda y/o pasan de una celda a otra estacionalmente. También contribuyen a la predicción de la evolución de la costa a escala temporal media-larga y a calcular el balance sedimentario de un área (Anfuso, 2004).

Los compartimentos litorales son unidades de menor longitud, englobados en celdas litorales. Son definidos como zonas homogéneas, en términos del material en la costa; divididas longitudinalmente por características costeras rígidas, naturales o artificiales y donde las fuentes de sedimentos y los sumideros son identificables (Eliot et al., 2011; Silva-Casarín et al., 2017).

Ambas unidades costeras han servido en este trabajo, para analizar la variación de la vulnerabilidad en diferentes escalas.

2.1.3 Estudios de índices de vulnerabilidad costera

El concepto e investigación de la vulnerabilidad se acuñó a principios de 1970, aumentando las publicaciones a partir de 1990 (Janssen & Ostrom, 2006). La vulnerabilidad costera identifica espacialmente los elementos (personas, infraestructura y áreas) susceptibles a sufrir daños causados por los peligros costeros (por ejemplo: tormentas y huracanes que provocan erosión e inundación). Con el tiempo, debido a la cantidad de desarrollos antropogénicos, el concepto de vulnerabilidad ha requerido ahondar en la comprensión de los factores que la gobiernan, para construir mejores resultados de su distribución espacial, y en consecuencia, estrategias de gestión específicas (Adger, 2006).

La literatura moderna evalúa la vulnerabilidad incluyendo parámetros sociales, físicos y ecológicos, con técnicas de recopilación de datos que utilizan teledetección. Obtener los datos in situ, se utiliza para áreas pequeñas, sin embargo, complementar estos datos con teledetección, resulta más eficiente, rentable y práctico para el manejo de varias escalas (áreas extensas), mientras los datos (imágenes satelitales, LiDAR, etc.) se encuentren disponibles (Brock & Purkis, 2009). Muchos de los estudios de vulnerabilidad costeros se orientan a los peligros asociados al aumento del nivel del mar, las

afectaciones de los ecosistemas debido al cambio climático y antropización, y el impacto de estos peligros en el nivel socioeconómico (Balica et al., 2012).

Preston et al., (2011), mencionan que para el campo de la gestión ambiental (planificación, preparación y recuperación) es primordial evaluar la vulnerabilidad a los peligros naturales. Satta, (2014) menciona 4 categorías de métodos para evaluarla y en este trabajo se agregaron las curvas de probabilidad:

- Basados en índices o indicadores. Evaluación cuantitativa o semicuantitativa que obtiene el resultado mediante una combinación de variables o indicadores.
- Basados en modelos informáticos dinámicos. Modelación de condiciones actuales y futuras de procesos geofísicos, biológicos y/o socioeconómicos (ejemplos: SCAPE, SMP, BTELSS, DELFT 3D, DIVA, FUND, GVA, HAZUSMH, InVEST, RACE, Regis, SimClim, SLAMM).
- Herramientas de apoyo a la toma de decisiones basadas en SIG (Sistemas de información geográfica). Se utilizan para el procesamiento, análisis y visualización de datos, que apoyan la planificación del manejo de emergencias. Algunos sistemas mencionados en el punto anterior, también son considerados aquí (ejemplos: EVA, DESYCO, DYTYY- DSS, DIVA, InVEST). Ver apartado 3.4 Herramientas de apoyo a la toma de decisiones para complementar este punto.
- Herramientas de visualización. Construye escenarios basados en los impactos de cambio climático como apoyo para los tomadores de decisiones de gestión (ejemplos: CanVis, COSMO, etc.).
- Curvas de vulnerabilidad. Muestran el valor esperado de daño que puede sufrir un elemento ante determinadas intensidades provocadas por los peligros naturales (Ordaz et al., 2013).

En el glosario del IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático), un índice de vulnerabilidad es definido como una métrica adimensional que simplifica parámetros complejos e interactivos, en una forma fácil y útil de entender, para usarse como una herramienta de gestión (Nguyen et al., 2016). Se obtiene aplicando una ecuación a un conjunto de subíndices que representan los valores que toman las variables consideradas. Las ecuaciones que normalmente se emplean pueden ser: la suma ponderada de los subíndices, suma ponderada que multiplica a un peso asignado por subíndice o componente; o aplicando a cualquiera de las anteriores, un dividendo equivalente al número de indicadores y/o una raíz cuadrada. Los datos de cada indicador pueden ser obtenidos a partir fuentes de información de instituciones gubernamentales, generados a través del geoprocésamiento en un SIG con imágenes satelitales y/o en trabajos de campo. Estos datos pueden ser parámetros cuantitativos (en su mayoría expresados en unidades) o cualitativos, con los que se pueden estudiar las tendencias a largo plazo.

Capítulo 3. Estado del arte

3.1 Manejo costero para la toma de decisiones en México y otros países

El término “costa”, actualmente no está definido dentro de ninguna ley o reglamento en México. Sin embargo, en la Agenda de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, asentaron como referencia de la zona costera, una franja de 60 km de ancho. Mientras la Dirección General de la Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros, propuso hacia el mar el límite marino de la plataforma continental y hacia tierra los límites de los municipios costeros. La realidad es que México tiene poca experiencia en el manejo costero, pues menos del 25% de su población vive en las costas, con una tasa de crecimiento poblacional en los estados costeros del 1.3 % (del 2010 al 2020), y aportando en la actividad turística cerca del 8% del PIB nacional. En los esfuerzos, Rivera-Arriaga et al., (2010), mencionan que actualmente se explora la conexión entre algunas variables sociales y económicas, como marco conceptual para la discusión de la situación costera y su manejo integrado.

Como avances para el manejo costero en México, en el año 2006 se estableció una Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas (PANDSOC), orientada principalmente al desarrollo sectorizado, antes que buscar el bienestar de la población costera (Azuz et al., 2011). En el 2008 se creó como institución, la Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas. En el 2009, se inició la construcción de una propuesta de manejo por parte de grupo México Ibemar, formado por instituciones como ECOSUR, CONABIO, UNICACH, IHN, SEMARNAT, CEMDA y ONGs de sectores como el pesquero, portuario, energético y urbanístico-turístico. Esta propuesta se ordenó conforme al decálogo propuesto por Barragán, (2014), donde los puntos más sobresalientes fueron:

- El MIZC no es prioridad en las políticas públicas de México en diferentes escalas.
- Varias normativas custodian las decisiones de la ZOFEMAT, zonas costeras y marinas del país, y las normativas sectoriales existentes deben revisarse y actualizarse para crear una Ley de Costas.
- Las entidades, municipios y comunidades costeras padecen los impactos ambientales, escasez en los recursos y contaminación, mientras el Estado concentra la mayor parte de las competencias sobre el manejo costero y sus recursos naturales en favor de la Federación.
- Existe la estrategia llamada Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico del Territorio en Mares y Costas.
- En cuanto a la formación y capacitación, existen pocos tales como la Licenciatura en el Manejo Sustentable de Zonas Costeras que oferta la UNAM y como posgrado, la Maestría Multidisciplinaria para el Manejo de la Zona Costero-Marina, EPOMEX, Campeche.
- Las fuertes inversiones en las costas mexicanas ocurren principalmente en turismo e infraestructura, mientras limitan la protección de los recursos y evitan presupuesto para implementar el MIZC.
- Los gobiernos estatales y municipales no cuentan con mecanismos de financiación o recaudación de impuestos derivados de los usuarios de costas.

En México, la falta de un instrumento adecuado de integración de políticas y programas, ocasiona el traslape de atribuciones entre las administraciones, conflictos de intereses entre los niveles de

gobierno y altos costos económicos, así como impactos ambientales trascendentes. Sin embargo, como otros avances en el MIZC, se tiene:

1. El tema del cambio climático en México entra con la reforma del artículo 4 de la Constitución.
2. En el acuerdo de París todos los países involucrados deben dar periódicamente contribuciones nacionales de los gases de efecto invernadero que produce un país. México lo comenzó a realizar desde el 2015. Aunque desde el 2012, se había promulgado la Ley general de Cambio Climático, que incluye normas mexicanas con respecto a las ANPs, a los inventarios de emisiones y los programas estatales y municipales de acción ante el cambio climático llamados PACMUN.
3. En 1992 durante la Cumbre de la Tierra llevada a cabo en Río de Janeiro, México se comprometió a mejorar el concepto de “desarrollo sustentable” dentro de su marco legal, con algunas reformas a la Constitución. Estas reformas se vieron reflejadas principalmente en los artículos 4, 25 y 27, donde piden la incorporación del cuidado del medio ambiente como condición en temas de desarrollo, así como preservar y restaurar el equilibrio ecológico (Rivera-Arriaga et al., 2004).
4. Dentro del marco legal vigente de acuerdo con las reformas a la Constitución mencionadas anteriormente, se listan las siguientes:
 - **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA):** Planeación y regulación ambiental. La SEMARNAT es la responsable de aplicar esta ley.
 - **Ley General de Bienes Nacionales:** Bienes inmuebles propiedad de la Nación y de las zonas costeras. La SEMARNAT también es la institución responsable.
 - **Ley de Aguas Nacionales.** Uso sustentable, control, conservación, etc. de las aguas de la Nación. La SEMARNAT es la responsable, a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
 - **Ley Federal del Mar.** Establece las áreas marítimas de soberanía nacional, regula la explotación de los recursos naturales en el ambiente marino y la preservación de los ecosistemas marinos. De acuerdo al tema a tratar, esta ley es aplicada por SEMARNAT, SAGARPA, SCT, SEMAR y Secretaría de Economía.
 - **Ley Desarrollo Rural Sustentable.** Mejora la relación entre las actividades económicas y la conservación de los recursos naturales, biodiversidad y servicios ambientales de las zonas rurales. El Estado es el responsable de la aplicación de esta ley.
 - **Ley Desarrollo Forestal Sustentable.** Conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales, y regulación de los cambios de uso del suelo en terrenos forestales. La institución responsable es SEMARNAT.
 - **Ley General de Vida Silvestre.** Herramienta para el aprovechamiento sustentable, conservación, restauración, importación y exportación de la vida silvestre, y de todos los temas relacionados con su gestión. La SEMARNAT es la principal institución responsable de su aplicación.
 - **Ley de Pesca.** Disponibilidad, regulación y conservación de los recursos naturales pesqueros y acuícolas. Su aplicación corresponde a la SAGARPA.
 - **Ley Federal de Derechos.** Establece los derechos a pagar por el uso y aprovechamiento de bienes y servicios ambientales del dominio público de la Nación. La Secretaría de Hacienda y Crédito Público intervienen en su aplicación.
 - **Ley General de Asentamientos Humanos.** Planeación y regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano, conforme a la LEGEEPA y las normas oficiales en materia ecológica.

- **Código Penal para el Distrito Federal en materia de fuero común y para toda la República en materia Federal.** Establece penas corporales y económicas a los delitos de carácter ambiental y patrimonial.

Con base en estas leyes, se derivan los instrumentos de planeación que se enfocan en definir los usos de suelo y que son aplicables a las actividades económicas de la zona costera. Estos planes y programas de ordenamiento territorial se asignan dentro del Plan Nacional de Desarrollo, en el Marco Regulatorio Nacional (DOF, 2019a), y son listados a continuación:

- **Ordenamientos Ecológicos del Territorio (OET).** Planeación territorial que evalúa el uso de suelo y las actividades económicas, para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el equilibrio ecológico del área. Las 4 modalidades son: el general del territorio, el regional, el local y los marinos de carácter federal.
- **Programas de Desarrollo Urbano (PDU).** Regulan el crecimiento poblacional y las actividades humanas, buscando el equilibrio con los recursos naturales.
- **Declaratorias y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANP).** Son ambientes que no han sido alterados de forma significativa por la antropización, y que requieren un programa de manejo bajo un régimen de protección.

Como instrumentos de regulación que buscan la protección de los recursos naturales y el ambiente se mencionan: las Evaluaciones de impacto ambiental, Cambio de uso del suelo forestal, Registro de descarga de aguas residuales, Permiso de aprovechamiento forestal, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y la Carta Nacional Pesquera.

Asimismo, como instrumentos de apoyo a la gestión ambiental se tienen: las concesiones y permisos que otorga la ZOFEMAT, las concesiones de la Zona Federal de Ribera y los Derechos Fiscales (Rivera-Arriaga et al., 2004).

Tabla 1 Principales Instituciones y temas en los que intervienen (Modificado de Silva-Casarín et al., (2014)).

Instituciones	Energía	Pesca y acuicultura	Navegación y transporte marino	Puertos, muelles e infraestructura costera de protección	Aduana	Faros	Humedales	Turismo	Carreteras, caminos y puentes	Comunicación y tendido eléctrico	Ferrocarriles	Poblaciones	Drenaje y alcantarillado	Industria	Agricultura	Ganadería y apicultura	Cambio climático
SEMARNAT	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
SAGARPA		x													x	x	
Secretaría del Bienestar								x	x	x		x	x				
SEMAR	x		x	x	x	x											
SECTUR			x					x									
SCT			x	x	x	x		x	x	x	x						
SEGOB	x		x														
SENER	x									x							
SRA																x	
CONAGUA							x	x				x	x	x	x	x	
SSA		x			x			x				x	x	x	x	x	
ANAM					x												
CFE										x				x	x	x	
SE (Economía)														x	x	x	
CONANP																	
CONAPO												x					
CONABIO		x					x								x	x	
INEGI									x		x				x	x	

En la Tabla 1 se resumen los temas que interviene cada institución para la toma de decisiones en la zona costera de México. Entre las secretarías, la SEMARNAT participa en la mayoría de los temas, al estar encargada de formular y ejecutar la política estatal, en materia de protección al medio ambiente, conservación de los ecosistemas y biodiversidad hacia el desarrollo sustentable (SEMARNAT, 2021).

Con respecto al MIZC en otros países, en la Tabla 2 se consultaron algunas Leyes o Decretos. Sin embargo, Barragán Muñoz, (2020) menciona que la existencia de estos instrumentos, no asegura que la población y los ecosistemas costeros tengan resultados satisfactorios.

Humphrey et al., (2000), realizaron una comparación entre las iniciativas de gestión de EEUU y Europa, indicando que lo realizado por EEUU desde 1972, ha sido exitoso al ser aplicado por los estados y al cubrir el 99% de la costa de la nación. A pesar de esto, sus iniciativas se quedarían cortas para tomar un enfoque integrado a escala continental, pues presenta inconsistencias entre las políticas y programas de gestión en diferentes escalas y entre los mismos estados, así como la falta de un enfoque ecosistémico en algunas partes. Para **Europa**, los principales problemas están asociados a las inconsistencias entre las políticas implicadas y la falta de coordinación entre los niveles responsables. MITECO, (2008) también menciona la creciente densidad de población en las costas de Europa, como un problema sobresaliente que se ha intentado contrarrestar con el concepto “retirada controlada”, que ha mostrado como resultados, signos de recuperación en los estados costeros.

Esfuerzos como en España, Barragán & de Andrés, (2016), mencionan que las zonas costeras son parte importante de su economía y concentración demográfica. Pues en el 2010 se cuantificó que casi la mitad de su población se ubica en la costa. Esto se ha traducido en cambios de uso de suelo, contaminación a causa de la actividad agrícola y los vertidos urbanos; y la explotación intensiva de los servicios ecosistémicos. En cambios recientes en su legislación (BOE, 2008, 2011), se menciona que las Comunidades Autónomas como Cataluña y Andalucía, han recibido competencias para gestionar específicamente las concesiones y autorizaciones del dominio público marítimo terrestre. También, en la Ley de Costas más reciente, se implementó que la mayoría de las funciones administrativas se identifiquen con la ribera del mar, que incluyen: terrenos bajos que se inundan por flujos de mareas y oleaje (marismas, albuferas, marjales, esteros, etc.). Así como la implementación de la Gestión Basada en Ecosistemas con el fin de lograr una gestión más integrada.

Ahmed et al., (2010), mencionan que en Turquía el principal problema en la gestión costera, ha sido la deficiente coordinación entre instituciones y organizaciones. Lo cual genera impedimentos y caos en la práctica. Canadá por su parte, reconociendo así, la importancia de las comunidades en la gestión, ha aumentado la participación de la comunidad y disminuido la del Gobierno, en un Programa de Acción Costera (Harvey & Caton, 2009).

En **África**, los conflictos en la costa son a causa del aumento de las presiones humanas (pues más de la mitad de su población vive en la zona costera), la disminución de los recursos naturales a pasos acelerados y la falta de un desarrollo sustentable. Identificando que las comunidades locales han resultado ser las más afectadas. Coccossis, (1998), mencionó en la Conferencia Panafricana sobre Gestión Costera Integrada Sostenible (PACSICOM), como un esfuerzo de África para la colaboración en diferentes escalas y entre regiones. Siendo que esta conferencia busca una gestión costera sostenible que registre los éxitos y fracasos de las iniciativas de los países costeros.

En países como Argelia, el interés por la protección y desarrollo sostenible costero es reciente, por lo que implementaron enfoques actuales de manejo. El principal problema de sus costas son el crecimiento demográfico y la contaminación causada por el vertido de los desechos de las industrias.

De este modo el Ministerio de Medio Ambiente estableció para estas empresas el impuesto “quien contamina, paga”, como acción para contener o reducir dicha contaminación (Satta, 2014).

En las costas de Egipto, las actividades económicas que se desempeñan se han visto afectadas por el cambio climático. Siendo actualmente la prioridad, incorporar medidas contra este problema en sus marcos políticos, con el fin de lograr una adaptación. Algunos temas que han trabajado son: medidas de reducción de los gases invernadero, promoción y sensibilización pública a través de programas, eficiencia energética (reduciendo el consumo de energía en los edificios públicos), importación desde Ucrania de un horno de carbón respetuoso con el medio ambiente, y el desarrollo de herramientas de planeación y zonificación, así como elaboración de mapas con diferentes escenarios (LAW, 2020).

En el caso de Sudáfrica, al igual que países como Canadá, han trabajado en impulsar la participación comunitaria en los temas de gestión, desarrollando recientemente políticas que aumentan sus responsabilidades (Harvey & Caton, 2009).

Como dato sobresaliente de sus costas, **Asia** cuenta con extensas áreas de arrecifes de coral, los manglares más grandes del mundo, una densidad de población muy elevada (77% de su población vive en las zonas costeras) y también la tasa de crecimiento económico más grande del mundo. Los principales problemas que han experimentado sus costas son el uso insostenible de los recursos costeros, contaminación, hábitats destruidos, daños provocados por mala gestión y aumento de la población. En las convenciones realizadas para tratar estos temas, se reconoce la necesidad de fortalecer los sistemas regulatorios y realizar más investigaciones que sirvan como base para la gestión costera en todos los países del sur de Asia (Harvey & Hilton, 2014). Como ejemplo, Japón cuenta con una Ley Costera, sin embargo, su objetivo principal está orientado a la prevención de desastres. Es decir, esta ley no coordina o integra los aspectos relevantes de la costa que son abordados en leyes individuales, siendo necesario mejorarla y crear nuevos órganos administrativos (Nautilus Institute, 2020).

En **Latinoamérica**, Barragán Muñoz, (2020) realizó un estudio, considerando 4 indicadores (Política, Normatividad, Instituciones e Instrumentos) del MIZC para reflejar la capacidad institucional de 26 países. Donde pudo evaluar a 17 países en los niveles más bajos (pre-inicial e inicial), y solo 9 en una mejor situación (transición y desarrollo). Entre los resultados, México, Costa Rica, Colombia, Ecuador y Chile, se encontraron en una situación de transición, mientras Brasil, Belice, Puerto Rico y República Dominicana, se encontraron en una situación de desarrollo.

Short & Klein, (2016), mencionan que en Brasil, los desafíos de la gestión costera incluyen: propiedad de la tierra, regulación del turismo y chiringuitos, proyectos urbanos, garantizar la accesibilidad a las playas para el público, la conservación de la biodiversidad, el mantenimiento cultural y el control de la erosión. Además, hacer énfasis que, dentro de la legislación de este país, las dunas no son consideradas como parte de la playa, lo que ocasiona una gestión fragmentada de los ecosistemas.

Al detectar una situación heterogénea en la mayoría de los países latinoamericanos, Barragán-Muñoz, (2005) sugiere la cooperación con países más avanzados en el MIZC, pues menciona que la gestión costera en Latinoamérica está atrasada y escasa en comparación con otras partes del mundo, debido al nivel de desarrollo social y económico. En los últimos diez años, algunos países avanzan lento, sin embargo, la similitud cultural que presentan, puede ayudar a encontrar un modelo específico de gestión latinoamericano.

En **Oceanía**, la mayoría de sus pobladores viven en la costa, realizando un uso intensivo de los recursos naturales. De esta forma se ha provocado una presión continua por parte de los desarrollos. Harvey & Caton, (2009), mencionan que la elaboración de sus políticas ocurre bajo 4 factores de un

enfoque internacional, que son: el cambio climático, el desarrollo sostenible, la gestión integrada y la participación comunitaria. Agregando la “Iniciativa de Planificación Marina Regional” de Australia, como un plan de manejo basado en ecosistemas (que incluye el uso humano, el ambiente marino y las relaciones con las comunidades costeras). En cuanto a sus estados, Victoria se ha centrado en la coordinación entre agencias y la planificación de tierras públicas. Queensland, en comprender los procesos costeros. Australia Meridional, en la colaboración entre las escalas estatal y local, y Nueva Gales en la planificación. La colaboración entre los estados ha sido alentada recientemente por un Consejo Federal de Administración Costera, pues el Gobierno Federal no ha fomentado trabajar en este tema de gestión general.

Tabla 2 Resumen de los principales instrumentos de gestión de algunos países, sus principales propósitos y la zona restringida.

País	Ley	Año	Principales propósitos	Zona restringida
Francia	Loi Littoral	1986	Planeación, protección y ordenación del litoral. Frenar o contener la urbanización costera. Preservación de los espacios naturales (Mediterranee, 2010).	Artículo L 146-4-III: 100 m. Esta se puede extender por la erosión costera.
Brasil	Lei Nacional de Gerenciamiento Costeiro	1997 (en vigor)	Planificar y gestionar de forma integrada, descentralizada y participativa, las actividades económicas en la zona costera, para garantizar la utilización, control, conservación, protección, preservación y recuperación de los recursos naturales y ecosistemas costeros (Barragán-Muñoz, 2005).	Terrenos marinos: 33 metros a partir de la línea de pleamar. También aplica en los márgenes de ríos y lagos.
Venezuela	Ley de Zonas Costeras	2001 (en vigor)	Conservación y aprovechamiento sustentable. Mejorar el empleo de los recursos. Administración, uso y manejo de las costas y riberas. Regulación de construcciones (Asamblea Nacional, 2001).	Ancho de ochenta (80) metros, medidos en proyección horizontal a partir de la línea de la marea más alta, tanto en el territorio continental como en el territorio insular venezolano
República de Sudáfrica	Integrated Coastal Management Bill	1998	Promover la conservación del medio ambiente costero y mantener los atributos naturales de los paisajes terrestres y marinos costeros, así como asegurar el uso sostenible de los recursos naturales. Controlar la contaminación de la zona costera, el desarrollo y determinar las competencias de los órganos del Estado en relación con las zonas costeras (MEAT, 1998).	100 metros tierra adentro desde la marca de la marea alta en áreas urbanas para fines residenciales, comerciales, industriales o de uso múltiple, y 1 km tierra adentro en áreas rurales. Sin embargo, estos límites se ajustarían dependiendo de la sensibilidad de la línea de costa (DFF&E, 2021).
Indonesia	Law Concerning the Management of Coastal Zones and Small Islands	2007	Buscar la planificación, utilización, seguimiento y control de los recursos costeros e insulares, entre pequeños sectores, regiones, gobierno, ecosistemas marinos y ciencia para mejorar el bienestar público (República de Indonesia, 2007).	Por lo menos 100 metros desde el punto de marea más alta hacia la tierra, dependiendo de la forma y condición de la playa. Considerando el cinturón de manglares: 400 m
Cuba	Decreto-Ley 212 de la Gestión de la Zona Costera	2000 (en vigor)	Propiciar criterios de desarrollo sostenible en las actividades en la zona costera. Ordenamiento territorial y urbanístico y esquemas de desarrollo del turismo (Gobierno de Cuba, 2000).	Terraza baja y costa acantilada: 20 m hacia tierra. Playa: 40 m hacia tierra, medidos a partir del inicio de la franja de vegetación natural consolidada más próxima al mar. Desembocaduras de los ríos: 300 m en línea recta hacia tierra partiendo de la desembocadura siguiendo la sección longitudinal del río y 60 metros tierra a dentro por ambas márgenes, hacia tierra por sus márgenes hasta donde llegue el efecto de las mareas. Estructuras artificiales donde no se distingue lo anterior: 20 m a partir de donde hayan alcanzado las olas de los mayores temporales conocidos o la línea de pleamar máxima equinoccial.
Chile	Decreto Supremo 475, Política	1994 (en vigor)	Integrar los diferentes ámbitos geográficos, desarrollo económico y la conservación del medio ambiente, los diferentes sectores de	Áreas de protección para menesteres de la pesca: son áreas terrestres en una franja de 8 m a partir de la línea de más alta marea. Si limita

País	Ley	Año	Principales propósitos	Zona restringida
	Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República		actividad y las distintas escalas de gestión administrativa (nacional, regional y local) (Barragán-Muñoz, 2005).	con una propiedad fiscal, la franja aumenta en 80 m, alcanzando un borde costero en tierra de hasta 88 m frente a terrenos públicos.
Colombia	Política Nacional Ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y zonas costeras	2000 (en vigor)	Ordenamiento territorial para asignar usos sostenibles al territorio marítimo y costero nacional. Armonizar y articular la planificación del desarrollo costero sectorial, la conservación y restauración de los bienes y servicios que proveen sus ecosistemas.	50 m
Uruguay	Política Nacional del Espacio Costero	Proyecto de Decreto (2002)	Promover el uso sustentable y democrático de los recursos naturales y culturales del espacio costero. Promoción y regulación de actividades y usos en el espacio costero (IMPO, 2013).	250 m
EEUU	Coastal Zone Management	1972	Diseñado para preservar, proteger, desarrollar, mejorar y restaurar los recursos costeros de la nación. Busca equilibrar el desarrollo económico con la protección ambiental y controlar los usos de la tierra y el agua (OCM, 2005, 2021).	La distancia varía en cada estado de acuerdo a sus características costeras, con el fin de controlar las costas del impacto de las aguas y su vulnerabilidad al aumento del nivel del mar. Sin embargo, el Secretario y el Administrador de la Agencia de Protección Ambiental, revisan el límite de cada Estado aprobado de acuerdo a la Ley para realizar las modificaciones necesarias.
España	Ley de Costas	2013 (en vigor)	Determinación, protección, y uso sostenible del litoral. Para las funciones administrativas se incluyen los terrenos bajos que se inundan a causa de la filtración del agua (Barragán & de Andrés, 2016).	100 m, que podrá ampliarse a 200 m por acuerdo de las comunidades autónomas y los municipios interesados.
Algeria	Ley de Costas	2002 (en vigor)	Ley sobre ordenación del territorio, protección, desarrollo sostenible, uso sostenible de los recursos y urbanismo (Satta, 2014).	100 m. El artículo 18 de la Ley de 5 de febrero de 2002, establece que la franja puede ampliarse hasta 300 m.
Croacia	Ley de Planificación Física	2007	Proporcionar los requisitos previos para el desarrollo equilibrado de acuerdo con los factores económicos, sociales y ambientales. Regulación de los permisos de construcción (LexologyPro, 2014).	Área costera protegida (ACP). Los artículos 50 y 51 prohíben las obras de construcción de 70 a 100 m
Israel	Plan Director Nacional de la Costa Mediterránea	1983	Prevenir el desarrollo en la costa y resolver los conflictos de interés entre los usos del suelo que requieren una ubicación costera (Satta, 2014).	100 m, puede ampliarse de acuerdo a las características físicas de la costa.
Marruecos	Ley de protección y desarrollo costero	1981	Regula el mar territorial, la zona contigua y la zona económica exclusiva. Deroga artículos sobre la zona exclusiva de pesca (Barrada-Ferreirós, 2020).	100 m, puede ampliarse debido a la erosión costera.
Turquía	Ley de Costas 3621/3830	Modifica la Ley de Costas N° 3621 de 1990.	Cambia la definición de “Línea Costera” y agrega nuevas cláusulas que regulan las construcciones, caminos, vías peatonales, jardines públicos cercanos a las líneas costeras. Además establece que los planes de construcción cerca de las líneas costeras deben revisarse en el plazo de un año (UNEP, 2021).	100 metros en la que se pueden construir instalaciones destinadas a la protección de la línea de costa o para el interés público, si se autoriza mediante un permiso de ordenamiento territorial.
Egipto	Ley del Medio Ambiente	1994	Regular las construcciones y actividades humanas sobre el medio ambiente (LAW, 2020).	Somete la construcción de cualquier establecimiento dentro de los 200 metros de la línea de costa a la autorización de la autoridad administrativa competente, en coordinación con la Agencia de Asuntos Ambientales.
Italia	Ley n. 431/1985 llamada “Galasso”	1985	Protección del medio ambiente, como valor elemental para el ordenamiento jurídico (Milione-Fugali, 2008).	Presta especial atención a la franja de 300 metros prohibiendo cualquier nueva edificación.

Como zona restringida de uso público, la mayoría de los países (Tabla 2) han tomado 100 m a partir del punto de marea más alta. En México, Rivera-Arriaga et al., (2004), mencionan que se denomina Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) a una franja de 20 m de ancho de tierra transitable, que se encuentra después de la pleamar máxima. Sin embargo, el actual gobierno 2018 - 2024 ha dispuesto modificar los artículos 7 y 199 de la Ley General de Bienes Nacionales (LGBN), disminuyendo dicha franja de la ZOFEMAT de 20 a 10 m, trayendo consigo consecuencias negativas en el medio ambiente y el ámbito socioeconómico (El Universal, 2021).

3.2 Celdas y compartimentos litorales

Actualmente no existe un plan general de gestión que tenga en cuenta esta compartimentación (celdas o compartimentos litorales). Considerando, que las celdas litorales pueden ser empleadas en la toma de decisiones como una guía para el manejo de la erosión y el diseño de obras de regeneración de playas y estructuras costeras. Por lo que identificar las fuentes y sumideros es de suma importancia para comprender la dinámica costera (Anfuso, 2004). Por otra parte, los compartimentos facilitan trabajar varias escalas; principalmente áreas pequeñas con características homogéneas que permiten determinar en conjunto un manejo apropiado.

Viendo la costa desde un enfoque de celdas litorales es posible determinar las diferentes instituciones, grupos de interés, escalas administrativas o sectores que trabajan en la costa. Al tomar en cuenta que si, en una misma celda coinciden varias administraciones, las decisiones que tome alguno sobre su costa, tendrán efectos en la costa de los demás. Estos efectos ocurrirían a diferentes plazos y abarcarían todos los ámbitos (morfológico, hidrodinámico, socioeconómico, etc.).

3.3 Estudios de índices de vulnerabilidad

A través de los años se han realizado muchos estudios para evaluar la vulnerabilidad costera con índices. Gornitz realizó los primeros trabajos construyendo un índice de vulnerabilidad en los años 90, donde utilizó 7 variables para los peligros de erosión e inundación (Gornitz et al., 1994). Después surgieron más estudios que varían el número de variables, a lo que se refiere cada variable, los rangos de los subíndices, los componentes asignados a las variables y la ecuación. Los conceptos “coastal vulnerability index” o “coastal vulnerability” en las bases de datos científicas como Web of Science y Science Direct muestran que las publicaciones relacionadas con estos estudios han aumentado, publicando desde el 2016 al 2019, más de 1000 artículos por año y más de 2000 durante el 2020.

Al considerar los pros y contras de los métodos para evaluar la vulnerabilidad, en este trabajo se utilizaron indicadores o variables en combinación con los SIG, para recopilar y procesar los datos. Como estado del arte se utilizó la Tabla 1 del Anexo 1, donde se resumen “50 estudios de vulnerabilidad científicos”, realizados por distintos autores multidisciplinarios. Esto permite describir una gran variabilidad en las características tales como: la relación escala-número de variables, nombre de las variables a evaluar y su significado, es decir, a lo que hacen referencia, rangos o valores de los subíndices asignados y nombre de los componentes.

En cuanto a las escalas, los estudios ocurrieron a nivel local, regional y/o nacional. En los 50 estudios de 1994 al 2020 se encontraron 11 estudios locales, 27 regionales y 12 que fueron aplicados en varias escalas. El número de indicadores fue muy variable en todas las escalas, es decir, los autores no siguieron un patrón considerando un mayor número para la escala local o uno menor para la regional. Sin embargo, las variables para la escala local requerían mayor precisión en la obtención de datos o caracterización, por ejemplo: Gasto del río (m^3/s), Parámetro de Dean, Permeabilidad del suelo, etc. La mayoría de los estudios (33) hace referencia a resolver los peligros de inundación y erosión, 12 estudios solo se refieren a la erosión y 5 a la inundación.

Con respecto a los nombres asignados a los índices de vulnerabilidad, el más utilizado en 30 estudios es “CVI- Índice de vulnerabilidad costera”. Entre otros nombres se encontraron: CSoVI- Vulnerabilidad social costera, CCVI- Índice de vulnerabilidad costera combinada, PVI - Vulnerabilidad general del lugar, ICVI-Índice integrado de vulnerabilidad costera, TVI - Índice de Vulnerabilidad Total y SEVI-Subíndice de vulnerabilidad socioeconómica normalizado. Sin embargo, es común encontrar que los autores nombren el índice de acuerdo al componente, escala o riesgos que abordan.

El menor número de variables o indicadores considerados para evaluar la vulnerabilidad fueron 3, mientras que el mayor fueron 37 variables. Siendo que la mayoría (15 estudios) utilizaron 6 o 7 variables en su método, coincidiendo en su mayoría con las variables “desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción)”, “Altura de ola” y “tasa de cambio del nivel de mar” (Gornitz et al., 2012; Le Cozannet et al., 2013). Los nombres de los indicadores y a lo que hacen referencia también se encuentran muy variables. Algunos autores combinan en una misma variable lo que otros separan o nombran diferente. Asimismo, varían las unidades de los parámetros con los que trabajan. Algo similar ocurre con los componentes, predominando el Físico, donde engloban la mayoría de las variables. Otros autores además del Físico, nombran otros componentes tales como: Ecológico, Socioeconómico, Hidrodinámico, Natural, Biofísico, Clima marítimo, Geológico, Hidrogeológico, Político administrativo, Características costeras, Forzamiento costero, Factores de forzamiento marino, Variables de riesgo o Variables de riesgo relativo, Parámetros humanos, Físicos de la población o la costa, Exposición ambiental, Capacidad adaptativa, Variables físicas terrestres o marinas, Tierra adentro y Estresores externos.

Al hablar de las recomendaciones de manejo o medidas de actuación, se encontró que no todos los autores abordaron este punto en profundidad. La mayoría tuvo como alcance, solo mencionar de forma general que “los mapas generados en su trabajo, permiten identificar las zonas más susceptibles a los factores de riesgo causados por el aumento del nivel del mar. Además de ser tomados como una herramienta útil para los tomadores de decisiones y para establecer medidas de adaptación”.

3.4 Herramientas de apoyo a la toma de decisiones

Barzehkar et al., (2021), realizaron una revisión de las herramientas que son utilizadas para el apoyo a las decisiones. Donde se distingue la siguiente clasificación:

- DST (Herramientas óptimas de apoyo a las decisiones). Ejemplos: MCDA (Métodos de análisis de decisiones múltiples), Red neural artificial (ANN), SIG (Sistemas de información)

geográfica) para la integración de los datos, AHP (Procesos de jerarquía analítica), WLC (Combinación lineal ponderada).

- DSS (Sistemas de apoyo a las decisiones). Ejemplos: Los mencionados en la Tabla 3, además de otros como Theseus y los descritos como resumen en su primera tabla (Zanuttigh et al., 2014), SIDSS (Sistema inteligente de apoyo a la decisión de riego) (Navarro-Hellín et al., 2016), Marxan (Neri-Suárez, 2013), CATSIM (Simulación de catástrofes) (Ruiz-Ramírez, 2016), entre otros. Muchos de los cuales se componen al menos de un DST.
- DSI (Cálculo de índices de apoyo a la decisión) (Véase el apartado 3.3).

Además de mencionar, que actualmente es común encontrarse con los métodos híbridos o combinados, además de abordar diferentes temas costeros con múltiples funcionalidades. Estos métodos híbridos pueden incluir el uso de sistemas de información geográfica, herramientas multicriterio, modelación numérica, combinación lineal ponderada de indicadores, métodos estadísticos, etc. También se menciona que la integración de DST en un DSS, acompañado de DSI, puede proporcionar la una mejor orientación hacia la integración de los parámetros (cualitativos y cuantitativos) que produzcan resultados de alta calidad, reduzcan la incertidumbre y puedan ser utilizados como consulta para la toma de decisiones.

La importancia de los DSS radica en poder identificar apropiadas zonas de amortiguamiento, áreas con altos grados de vulnerabilidad que requieren protección, zonas con alta resiliencia en donde fuera posible edificar los futuros desarrollos y calcular la inversión económica que conlleva atender dichas prácticas en todas estas zonas. Siendo el objetivo aumentar la seguridad de las personas y los bienes, la planificación de medidas adecuadas, tanto de mitigación como de adaptación y que a largo plazo se mantenga la sostenibilidad del medio ambiente costero (Barzehkar et al., 2021). Zanuttigh et al., (2014), mencionaron algunos desafíos al implementar los DSS:

- La forma independiente de abordar los procesos, cuando en realidad están ligados por naturaleza. Al no considerar la influencia que uno tiene sobre otro, y que esto podría variar los resultados o hacerlos estáticos. Por ejemplo, ante las inundaciones, un DSS obtendría por separado las pérdidas del valor de la tierra, pérdidas de vidas y otros efectos de las inundaciones. O el ejemplo de los depredadores mencionado en la Tabla 3, referente a las limitaciones del DSS Ecopath con Ecosim.
- Es muy difícil incluir análisis de costo – beneficio, pues se menciona que la combinación de las medidas de mitigación es no lineal y es difícil de representar, ya que los beneficios pueden abarcar escalas totalmente diferentes.
- Los usuarios pueden tomar una decisión engañosa, al caer en el error de basarse solo en los resultados para cada escenario calculado. Por lo que se recomienda ejecutar múltiples escenarios, por ejemplo, de tormentas a 10, 50 y 100 años, y multiplicar los mapas por la probabilidad de ocurrencia y después, sumarlos para obtener los mapas de vulnerabilidad promedio.

Finalmente, Arcidiacono et al., (2015), mencionan que aunque muchas veces no se acepte, el grupo principal que utiliza los DSS, no son los tomadores de decisiones o los responsables/administradores costeros. Dado que se ha encontrado que las guías de autor de los modelos, no están dirigidos propiamente a este grupo prioritario, provocando que el grupo principal sea estudiantil. Por otra parte, también hacen alusión al gran detalle y especificación de los datos de entrada que se requieren, lo cual puede conducir al usuario a las suposiciones y en consecuencia a un rango de incertidumbre en los resultados.

Tabla 3 Características principales de algunos DSS (Sistemas de Apoyo a las Decisiones).

DSS	Objetivo	Método	Variables	Unidades de estudio	Limitaciones	Componentes principales
DIVA (Direcciones dentro de los articuladores) (Hinkel et al., 2013)	Evalúa las consecuencias biofísicas y socioeconómicas del aumento del nivel del mar y el desarrollo socioeconómico teniendo en cuenta la erosión costera, las inundaciones costeras, el cambio de humedales y la intrusión de salinidad. Con la incorporación explícita de una variedad de opciones de adaptación, incluida la regeneración de playas como respuesta a la erosión.	DIVA se basa en escenarios climáticos y socioeconómicos, que comprenden el turismo costero, el nivel del mar, el uso del suelo, la población costera y el PIB. Para la erosión, utiliza la regla de Bruun.	Asocia hasta 100 valores de datos con cada segmento, al contar con una base de datos global, y escenarios globales y regionales hasta el 2100.	Divide la costa mundial en 12.148 segmentos costeros de longitud variable, y celdas de 5x5 grados.	DIVA puede considerar la erosión en playas de arena como continua, a pesar de que pudiera estar respaldada por rocas o ser isla de barrera. Los resultados también pueden usarse para comparar entre diferentes regiones y naciones del mundo, pero no para análisis de gestión costera donde se necesitan métodos morfodinámicos más complejos.	Geomorfológico, biofísico y socioeconómico.
ASMITA (Interacción morfológica de escala agregada entre una entrada de marea y la costa adyacente) (Hinkel et al., 2013)	Evalúa la erosión local indirecta de la costa abierta adyacente a las lagunas mareales debido al aumento del nivel del mar.	Simula los cambios de los volúmenes de los tres elementos de estudio, cuando el sistema es perturbado por el aumento relativo del nivel del mar. Y lo relaciona con las condiciones de marea y características morfológicas, considerando que los 3 elementos pueden intercambiar sedimentos entre sí y con las costas adyacentes. Asignando un valor de pérdida de sedimentos a un parámetro del aumento del nivel de mar.	El modelo ASMITA se aplica a un sistema de cuenca de marea individual, que se conceptualiza en tres elementos morfológicos: (1) área de la cuenca de marea, (2) número de canales que conecta la cuenca de marea con el mar y (3) el delta de marea baja asociado.	Sistemas lagunares mareales y costas adyacentes	No considera el transporte de sedimentos a lo largo de las costas adyacentes.	Geomorfológico
MicroLEIS DSS (Sistema de información de valoración del suelo mediterráneo) (De la Rosa et al., 2004)	Se centra en la protección del suelo mediante la mejora del uso agrícola del suelo, pues determina la idoneidad del suelo para diferentes tipos de cultivos en regiones tropicales y subtropicales. Basado en factores geoambientales que automatizan el proceso de evaluación y los resultados en una tabla de atributos.	Su diseño se basa integrando muchas herramientas de software: bases de datos climáticos, del suelo y de los cultivos, estadísticas, herramientas multicriterio, redes neuronales, aplicaciones Web y SIG, y otras tecnologías de la información.	Los atributos de terreno utilizados en MicroLEIS DSS corresponden a los siguientes tres factores principales: suelo/lugar, clima, y cultivo/manejo.	Área de cultivo / escala local	Solo ha sido probada en suelo mediterráneo. Es principalmente utilizado más por estudiantes que por los tomadores de decisiones.	Morfológico y biofísico del suelo.
INVEST (Valoración integrada de los servicios y compensaciones de los ecosistemas) (Arcidiacono et al., 2015)	Permite la contabilidad geográfica, económica y ecológica de los servicios ecosistémicos, de acuerdo con tipos específicos de usos o coberturas de suelo. Para obtener, por ejemplo, la calidad del hábitat y el secuestro de carbono. En otras palabras, determina los cambios potenciales en los servicios de los ecosistemas causados principalmente por cambios en el uso del suelo.	Integra 17 modelos que valoran los servicios ecosistémicos, procesos biofísicos y procesos con valor económico. Donde cada servicio se modela por separado.	Cada modelo que compone INVEST, requiere la entrada de datos de los servicios de ecosistemas y propiedades biofísicas de los tipos de uso de suelo.	Superficie del ecosistema / nivel municipal o local	Al requerir datos muy específicos y detallados, sus suposiciones a menudo se simplifican con un amplio margen de incertidumbre.	Ecológico y socioeconómico.
Ecopath con Ecosim (EwE) (Christensen & Walters, 2004)	Combina software para el análisis del balance de masa trófica del ecosistema (Ecopath), con una capacidad de modelado dinámico (Ecosim) para explorar los impactos pasados y futuros de la pesca y las perturbaciones ambientales, así como para explorar políticas de pesca óptimas.	Ecopath parametriza modelos basados en dos ecuaciones: una para describir el término de producción, otra para el balance de energía para cada grupo. Y Ecosim, expresa la dinámica de la biomasa a través de una serie de ecuaciones diferenciales acopladas.	Tasa de acumulación de biomasa por año, datos de migración estacional de especies, tasas de producción y consumo estacionales.	Ecosistemas / nivel local	En el software no se pueden predecir cambios acumulativos en los procesos de los ecosistemas, entre otros. Por ejemplo, si se reduce la presencia de un depredador, puede aumentar la cantidad de sus presas, pero solo por un determinado tiempo, pues la predicción del comportamiento de otros factores como la presencia o aumento de caza de otros depredadores, no es posible estimarla en la primera concepción.	Ecológico, social y legislativo de la pesca

Capítulo 4. Metodología

4.1 Área estudio

Veracruz es el estado costero con la segunda mayor longitud de costa (720 km) en el océano Atlántico de México (INEGI, 2020a). Se ubica entre las latitudes 22°28' y 18°09', y longitudes 93° 36' y 98° 39'. Ocupa el primer lugar nacional como estado costero con la mayor población total (7,643 194 hab) (INEGI, 2010). En sus 25 municipios costeros se asientan 948 localidades con 1.9 millones de habitantes (Figura 2). Estos municipios costeros ocupan una superficie de 13,565 km², siendo el 19% de la superficie total del estado (71820.4 km²). En el 2020, fue el segundo estado costero en aportar el mayor PIB (4.5%) al país, siendo su principal actividad el comercio (INEGI, 2020b).

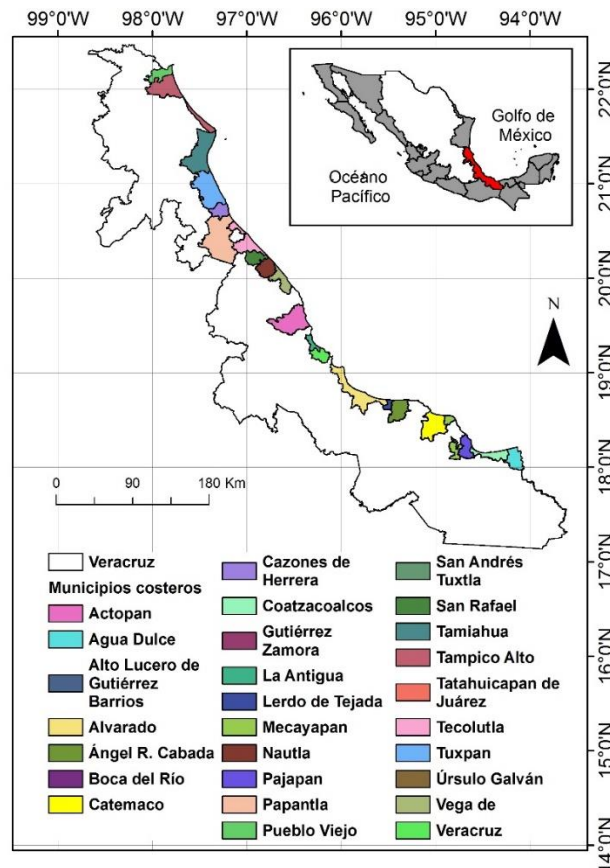


Figura 2 Municipios costeros del Estado de Veracruz, México.

Entre otras características importantes, se encuentran:

- Es un estado que recibe huracanes, tormentas tropicales, frentes fríos o nortes. Sin embargo, los eventos que más se registran son inundaciones en la costa por marea de tormenta; por el desbordamiento de ríos, y; por precipitaciones extremas. Con respecto a la incidencia de huracanes y tormentas tropicales, Silva-Casarín et al., (2018) mencionan que el impacto es moderado, pues en 50 años solo uno de cada 6 ha tocado tierra.

- Veracruz fue el primer estado a nivel nacional en elaborar el Plan estatal ante el Cambio Climático, el cual fue retomado como guía para el resto del país. Estas acciones se llevaron a cabo entre el 2006 y 2009, con la participación de diversas instituciones y centros de investigación (UV, 2019).
- Se ubica en una región que presenta los segundos niveles más altos de antropización en escala nacional, al contar con alta superficie de población en sus costas, ubicada en llanuras bajas; así como áreas agrícolas (Cruz et al., 2019). De acuerdo con datos de INEGI, el 20% de sus localidades costeras se encuentran asentadas en una cota menor a 10 msnm, y su tasa media de crecimiento poblacional anual es de ~ 1% para el período 2000-2020 (INEGI, 2020d).
- Posee puertos industriales, comerciales (con una importante infraestructura son los más grandes del país) y recreacionales, termoeléctrica, nucleoelectrica, grandes zonas industriales, estructuras de protección artificial y gran antropización a la orilla de los ríos (Cruz et al., 2019).
- El Gobierno del Estado de Veracruz, (2012), publicó que en este estado se produce el 17% de la generación de energía total del país, con la operación de 14 centrales.

4.2 Definición de celdas y compartimentos litorales en Veracruz

Los límites entre celdas (Carter et al., 1982), se definen como fijos o libres y naturales o antrópicos. Ambas clasificaciones pueden ser a su vez, parcial o totalmente impermeables al transporte sedimentario, variando su condición de acuerdo a las características hidrodinámicas. Los fijos presentan gran estabilidad temporal y los libres pueden cambiar según las características de aproximación del oleaje. Los naturales son plataformas rocosas presentes en la zona sumergida, intermedia o baja del intermareal y los antrópicos son estructuras artificiales. A largo plazo, los límites pueden cambiar al ocurrir eventos extremos que los alteren (Anfuso, 2013) (Figura 3).

Adicionalmente, con la nomenclatura de May & Tanner (1973) es posible identificar las partes de una celda analizando los desplazamientos de la línea de costa. Estas partes son aquellas zonas, que es muy probable que no sufran cambios (los límites y algunos puntos de tránsito de sedimento) y las zonas que presentan tránsito de sedimentos con acreción (puntos de convergencia) y/o erosión (puntos de divergencia).



Figura 3 Ejemplos de límites artificiales o naturales fijos y de tránsito para las celdas litorales.

Davies (1974) y Eliot et al. (2011) explicaron que las principales características utilizadas para establecer los límites de los compartimentos costeros son: cambios en la geología, estructuras rocosas (topografía), características geomórficas (morfología) y cambios en la apariencia de la costa. En este trabajo se definieron compartimentos costeros según el tipo de costa, diferenciados por las características de su material (arena, grava, acantilado, rocoso, fangoso y protección artificial). Los límites de los compartimentos se tomaron como ríos, bocas de lagunas, estructuras costeras y cambios abruptos en la alineación del litoral. En la Figura 4, se muestran algunos ejemplos de estas delimitaciones.



Figura 4 Ejemplos de diferentes límites de los compartimentos costeros, delimitados por espigones (1 – 2); desembocadura de río (2 - 3); y cambios en el tipo de material (3 – 4).

4.3 Desarrollo de la herramienta de apoyo para la toma de decisiones

Para el desarrollo de la herramienta de gestión se propuso un esquema inicial, compuesto por 5 componentes elementales (ecológico, socioeconómico, geomorfológico, clima marítimo y legislación) en 3 categorías (Figura 5). Donde al pasar de la categoría 1 a la 3, se incluye un mayor número de variables en cada componente, o variables calculadas a partir de las categorías anteriores (llamadas variables dependientes). Las variables del ámbito geológico, fueron abordadas en el geomorfológico, pues diversos autores fusionan estas características. En varios estudios (e.g. Arun

Kumar & Kunte, 2012; Ashraful Islam et al., 2016; V. Gornitz et al., 2012; Kumar et al., 2010; Le Cozannet et al., 2013; Thieler & Hammar-Klose, 2000), también se encontró que fusionan los componentes Socioeconómico, Geomorfológico, Clima marítimo y Ecológico en uno llamado “Físico”. Sin embargo, en este trabajo los componentes se presentaron por separado, para organizar de forma clara las variables consideradas para la toma de decisiones.

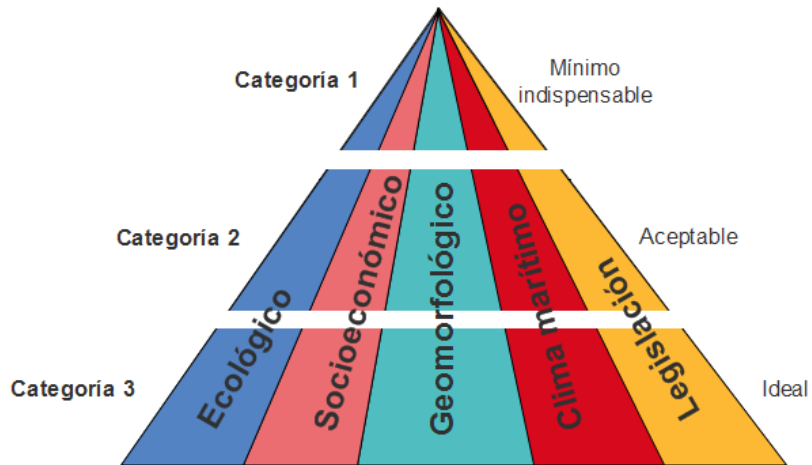


Figura 5 Esquema inicial de categorías y componentes elementales para la toma de decisión.

En la Figura 6, se observa el procedimiento de la herramienta esquemática para la toma de decisiones, que parte del esquema de la Figura 5.

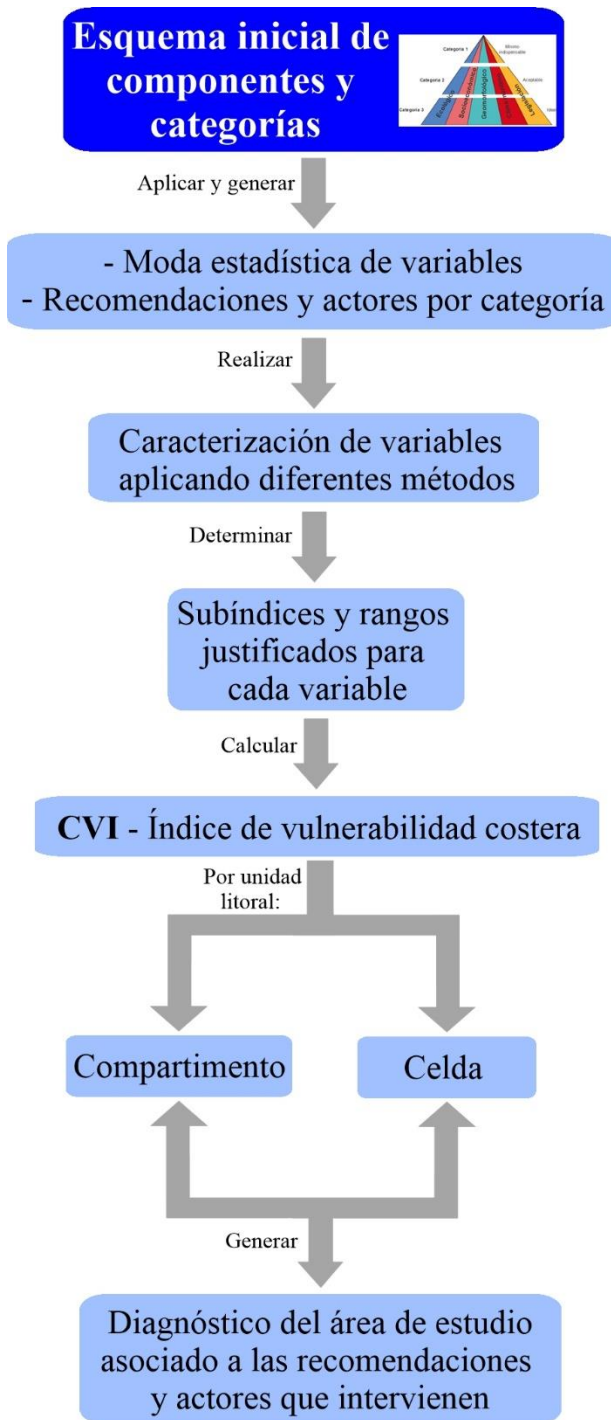


Figura 6 Procedimiento de la herramienta esquemática para la toma de decisiones.

4.3.1 Selección de variables elementales para la toma de decisiones y creación de base de datos

Con base en el resumen de los 50 estudios de vulnerabilidad se construyó una base de datos (Tabla 1-Anexo 1) que resume sus características más importantes: **Escala** (local, regional, nacional, global), **Factores de riesgo** (inundación o erosión), **Nombre de índice**, **Número de variables**, **Nombre de las variables**, **Componentes** (socioeconómico, ecológico, morfológico, etc.) y **Recomendaciones**. Para poder trabajarlos, en la base de datos los 553 indicadores registrados fueron revisados y analizados, renombrando de forma homogénea los que hacían referencia a lo mismo. Para facilitar las consultas y aplicar el método de la moda estadística de variables, los componentes fueron reasignados de acuerdo al esquema de la Figura 6. En el gestor de base de datos Access, se realizaron las consultas con sentencias SQL (Structured Query Language) para obtener el nombre del componente, nombre de la variable y número de repeticiones:

Sentencias SQL de base de datos

```
SELECT Componente, Nom_variable, COUNT(*) AS No_Repeticiones
FROM EstudiosVulnerabilidad
GROUP BY Componente, Nom_variable
HAVING COUNT(*) > 1
ORDER BY Nom_variable
```

En la gráfica de la Figura 7, se muestra en orden descendente el número de repeticiones que obtuvo cada variable al aplicar la moda estadística, de las cuales muchas solo obtuvieron 2 repeticiones.

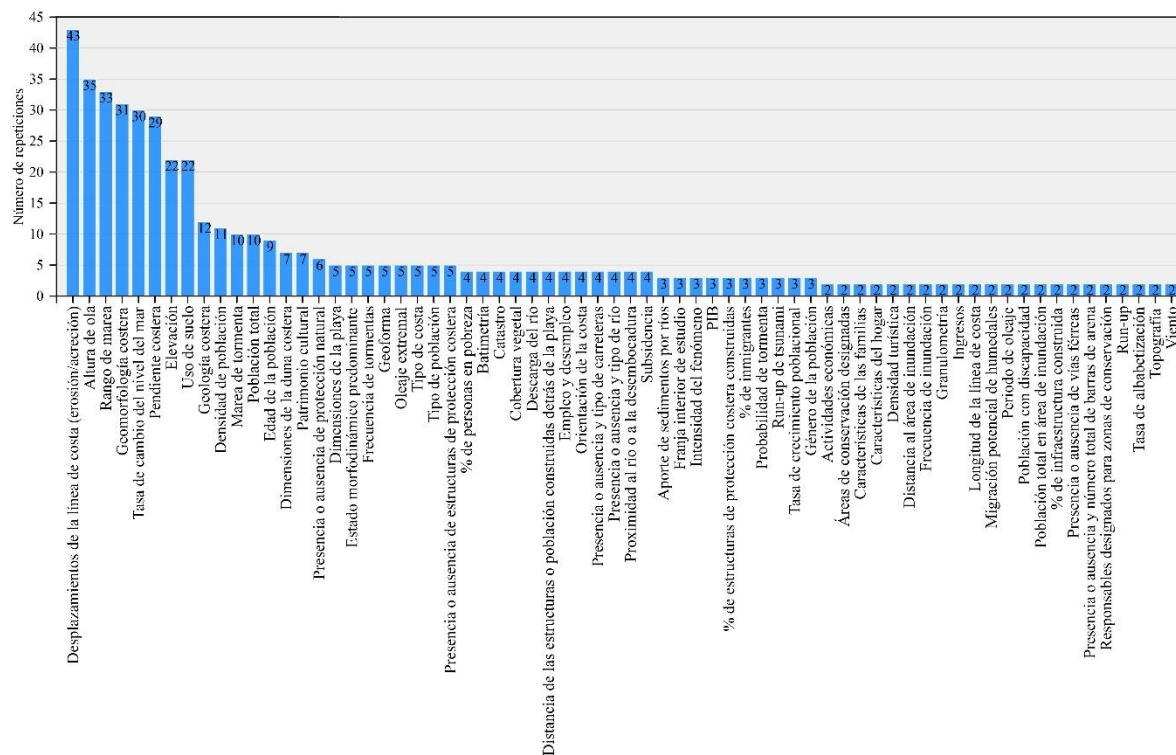


Figura 7 Número de repeticiones que obtuvieron las variables al aplicar la moda estadística.

En la Tabla 4 se construyó la matriz de los indicadores, por componente y categoría. El número de repeticiones que tuvieron se adicionó al costado. En cada componente fue asignado por lo menos un indicador. En la Categoría 1 se asignaron 9 variables, en la 2 se agregaron 18 y en la 3 fueron 8.

Tabla 4 Matriz de variables por componente y categoría.

		Categoría 1		Categoría 2		Categoría 3
Ecológico	6	Tipo de ecosistema	1	Grado de deterioro del ecosistema	2	Migración potencial de ecosistemas
Socioeconómica	22	Uso de suelo	4	Antropización en ríos	1	Grado de antropización
	11	Densidad de población	0	Industria	3	Tasa de crecimiento poblacional
	4	Distancia de la población	0	Infraestructura portuaria	1	IDH
	22	Elevación	5	Estructuras de protección costera	2	Densidad turística
			2	Actividad económica		
		7	Valor histórico o cultural del área			
		4	Carreteras			
		3	PIB			
Clima marítimo	0	Principal modelador de la costa	35	Régimen de oleaje	5	Oleaje extremal
			33	Rango de marea		
			1	Régimen de corrientes		
			2	Régimen de viento		
Geomorfología	36	Geoforma significativa	43	Desplazamientos de la línea de costa	16	Subsidencia o geología del suelo
	5	Tipo de costa	2	Características del sedimento		
			4	Orientación de la costa		
			29	Pendiente costera		
Legislación	2	Área natural protegida	0	Medidas de protección y planeación territorial	0	Normatividad local, estatal y federal de ecosistemas, uso de suelo y actividades específicas

La categorización presentada, permite ir de lo general a lo detallado, al ir incrementando el número de variables para realizar el cálculo de la vulnerabilidad. Definiendo lo siguiente:

- Las variables de la **Categoría 1** son principalmente cualitativas y de fácil caracterización en el tiempo. Estas variables ofrecen por si solas, dentro de su componente, una perspectiva general del nivel de vulnerabilidad que presenta la costa.
- Las variables de la **Categoría 2**, permiten analizar y representar de forma más precisa, el estudio de las condiciones costeras. Estas variables cualitativas y cuantitativas, requieren mayor tiempo de consulta, análisis y caracterización.
- Las variables de la **Categoría 3**, en su mayoría, poseen una dependencia con las que le anteceden, pues son parámetros calculados que requieren de las categorías menores para poder ser obtenidos. Y también requieren un mayor recurso computacional, haciendo mayores sus tiempos de procesamiento y obtención. Ejemplo: “Grado de antropización”.

4.3.2 Justificación y métodos para la caracterización de variables

A continuación, se describe la justificación de las variables seleccionadas, y las fuentes de información y métodos utilizados para su caracterización. También, se incluyen las unidades de cada parámetro según fuera requerido para expresar la variable, las siglas con el prefijo “S” para distinguirlas dentro de la base de datos (ANEXO III), además del período o fecha de caracterización (si se contaba con esta información).

Categoría I

Tipo de ecosistema (SE)

La variable tipo de ecosistema, representa la caracterización de la presencia o ausencia de cuatro ecosistemas costeros (manglares, dunas costeras, arrecifes y pastos marinos y macroalgas), a lo largo de la costa de Veracruz. Estos ecosistemas fueron considerados como aquellos que brindan los servicios de protección costera globalmente más importantes y proporcionan recursos a la población (Martínez et al., 2014b; Wielgus et al., 2010).

Para su caracterización se consideraron los archivos shapes de los ecosistemas: Manglar del 2020 (CONABIO, 2021b), arrecifes de coral (Acosta-González, Arias-González, 2008), Pastos marinos del 2011 y 2012 (Gallegos-Martínez, Hernández-Cárdenas, 2018) y Dunas costeras. Al no existir shape de dunas, se utilizó el libro “Diagnóstico de dunas costeras de México” (Martínez et al., 2014) para identificar su localización. El registro de la presencia o ausencia de los ecosistemas por cada unidad litoral se realizó en QGis, al unir los atributos por localización. Los ecosistemas marinos fueron evaluados como “positivo” si se encontraban frente a las unidades litorales.

Para su clasificación (Tabla 9) como protección natural, se consideró que entre mayor fuera el número de ecosistemas que posee una costa, menor es su vulnerabilidad. Por lo que aquellos tramos donde no existieron ecosistemas, se asignaron con el mayor peso de vulnerabilidad (valor 1).

Uso de suelo (SUS)

Cruz et al. (2019), menciona que la variable uso de suelo rige el cálculo del grado de antropización, ya que por sí misma permite una identificación rápida de las áreas costeras degradadas.

El archivo shape se obtuvo de INEGI, (2017), manipulado en dos franjas de 5 y 10 km tierra adentro. A través del SIG se designó aquella clasificación (población, agricultura, natural) que tuviera mayor presencia en cada unidad litoral. Los rangos de la clasificación representados en porcentajes, se tomaron de los establecidos por Lopez y Royo et al., (2009) (Tabla 9).

Densidad de población (SDP) (hab/km²)

La densidad de población como concentración demográfica, se convierte en uno de los impulsores indirectos más importantes del deterioro que han sufrido los servicios de los ecosistemas costero-marinos (Barragán & de Andrés, 2016a).

Para obtener sus datos, se utilizó el número de habitantes (INEGI, 2010), ubicados dentro de cada unidad litoral (compartimento o celda), dividido por el área calculada de esta unidad.

Cruz-Ramírez et al. (2016), clasificó mayor o igual a 3000 hab/km² como una población concentrada, y menor a este valor, como una población dispersa. Por lo que este valor fue repartido en rangos para la clasificación de esta variable.

Distancia de la población (SDiPo) (km)

La distancia de la población a la línea de costa, es una variable de suma importancia debido a que representa un nivel de exposición frente a los riesgos naturales, tales como la erosión costera y los impactos de los fenómenos naturales (Rizzo et al., 2018). Cuando más cercana se encuentre la población a la costa, más expuesta se encontrará a sufrir daños por los temporales, y viceversa.

Las franjas para distinguir la distancia se obtuvieron en un SIG, en unión con la capa shape de los polígonos de población a nivel localidad. Para cada compartimento y celda, se asignó la primera distancia desde la línea de costa hacia tierra adentro, en donde se ubican dichos polígonos de población.

Para su clasificación, se tomó como base la realizada por Cruz-Ramírez C.J. et al., (2016), a partir de datos históricos.

Elevación media ponderada por unidad litoral (SEMP) (m)

La elevación es importante dado que se ha estudiado que el cambio climático provocará el aumento del nivel del mar, modificando la vulnerabilidad de los asentamientos humanos ubicados en la primera franja costera ante las inundaciones (Silva et al., 2014).

La elevación media ponderada se obtuvo utilizando los archivos LIDAR y CEM disponibles en INEGI, (2020) e INEGI, (2021), respectivamente. Los archivos ráster fueron cortados en dos franjas de 5 y 10 km de ancho y por cada unidad litoral. Cada ráster de compartimento y celda se reclasificaron en 8 o 9 intervalos, y después se obtuvo la altura promedio por rangos. Las reclasificaciones se poligonizaron, obteniendo las áreas cubiertas en cada intervalo. Entonces se aplicó la ecuación (1) para obtener la altitud media ponderada (Béjar, 2004).

$$Hmed = \frac{\sum(hi * Si)}{A} \quad (1)$$

donde, *hi* es la altitud media de cada tramo contenido entre las curvas de nivel, *Si* el área contenida entre las curvas de nivel, y *A* el área total de la unidad litoral.

La clasificación de esta variable fue tomada directamente de Cruz-Ramírez et al., (2016).

Principal modelador de la costa (SPMC)

Short, (2006), menciona la siguiente clasificación de playas: dominadas por el oleaje, marea y corrientes. Esto hace referencia al agente que predomina en su morfodinámica, lo cual no significa que solo exista la presencia de alguno, pues también existen playas mixtas con ambos agentes predominantes. En esta categoría el principal modelador de la costa sustituye las variables cuantitativas del clima marítimo de la segunda categoría. Los agentes modeladores determinan los balances sedimentarios a nivel local, las distribuciones del transporte de sedimentos y mantienen una correlación con la morfología de la costa (Barrio-Parra et al., 2010). Por lo que, en la literatura y la práctica, se describen y desarrollan medidas de actuación ya establecidas para las costas de acuerdo al modelador que la gobierna. Por ejemplo, diseño de estructuras para costas gobernadas por el oleaje o la marea, construcción de infraestructura a determinada distancia si la costa es gobernada por la marea, etc.

La clasificación se realizó considerando a las mareas con una mayor vulnerabilidad, puesto que la costa gobernada por estas, debe mantener sus zonas de amortiguamiento (humedales y áreas naturales) para la construcción de infraestructura. Así como cumplir con determinados lineamientos en el diseño de estructuras de protección costera.

El oleaje se ha asignado con menor vulnerabilidad debido a que al estar formado por el viento puede contribuir a la formación de dunas para la protección de la playa y suministro de sedimentos (Moreno-Casasola & Vázquez, 2006). No obstante, lo anterior se cumple si la infraestructura no ha sido construida sobre las dunas. Adicionalmente, las playas disipativas gobernadas por el oleaje, también permiten la formación de barras de arena, que actúan como reservorios de sedimentos para las playas (Vidal et al., 1995).

Geoforma significativa (SGS)

La geoforma significativa, permite interpretar la evolución del paisaje y su respuesta ante determinadas condiciones hidrodinámicas (Samiei-Fard et al., 2021). Las geoformas varían la vulnerabilidad, con la protección o semiprotección de la costa ante las olas de mar abierto y los fuertes vientos. Su caracterización se realizó de forma visual en google Earth para cada unidad de estudio, asignando la geoforma con mayor presencia.

En la clasificación asignada a esta variable, se consideró a las islas de barrera como los sistemas más vulnerables, debido a que son formas que nunca se consolidan completamente, es decir, son inestables al mantener constantes ritmos de crecimiento y recesión (Rivera-Arriaga et al., 2010). Las demás clasificaciones describen formas consolidadas. Una costa abierta, sin protección natural recibirá de forma directa el embate de sus agentes modeladores. Por otra parte, las bahías, al mantener una concavidad, distribuye la energía del oleaje a través de una hendidura, con fenómenos de difracción. En el caso de las playas de bolsillo con promontorios rocosos ocurre un proceso similar, aumentan su protección si en estas formas encontramos accidentes geográficos enfrente que disipen las diferentes intensidades hidrodinámicas.

Tipo de costa (STC)

El tipo de costa, refiriéndose al material que la compone, permite identificar la resistencia a la erosión que presenta la costa ante la fuerza del oleaje. Nautilus Institute, (2020), menciona esta variable como la base ambiental que debe ser tomada en cuenta por el MIZC para determinar la salud y viabilidad de las zonas costeras. En este trabajo se propone tomar esta base, evaluando las funciones ecológicas, humanas y de prevención de desastres, en combinación con las características de la atmósfera, hidrósfera y litósfera.

Los datos se tomaron de la caracterización publicada por Cruz et al., 2019, así como la clasificación que parte de los datos de daños históricos, donde mencionan los cambios en la vulnerabilidad de acuerdo al siguiente orden (de la más vulnerable al menos vulnerable): costa fangosa, playas de arena, playas de grava, costa rocosa, acantilados. Al encontrarse con el tipo de costa “Protección artificial”, este fue asignado al nivel de vulnerabilidad “Despreciable o no significativo – valor 1” (Tabla 9).

Área natural protegida (SANP)

El Área Natural Protegida, se tomó en cuenta en esta primera categoría, pues conforma una unidad que permite conservar y restaurar los ecosistemas, bajo un régimen Art. 44 de la LGEEPA (CONANP, 2021). Para la presencia o ausencia de ANP, se tomaron en cuenta todos los archivos shapes encontrados a nivel federal y estatal (CONABIO, 2015, 2020; SEMARNAT-CONANP, 2017).

Para asignar su clasificación se tomó en cuenta que un área natural designada como protegida bajo este régimen, será menos vulnerable pues ha sido conservada, puede actuar como zona de amortiguamiento, siendo resilientes y mantendrán su capacidad adaptativa para enfrentar las intensidades del cambio climático (CONANP, 2021). Por lo que estas áreas se consideraron como despreciables o no significativas desde la cobertura legislativa. Y se asignó lo contrario (nivel “Alto” de vulnerabilidad), sino contaban con este nombramiento, debido a que no se garantiza su preservación.

Categoría II

Grado de deterioro del ecosistema (SGDE) (número de direcciones)

Con la intensificación de las presiones ambientales y antropogénicas, el estudio del deterioro de los ecosistemas toma suma importancia al orientar a los tomadores de decisiones a mejorar sus esquemas de manejo (Guimaraes et al., 2021).

Para evaluar el grado de deterioro del ecosistema, solo fue posible considerar a los manglares, pues no se encontró la información disponible de los demás ecosistemas que mostrara en detalle los cambios sufridos. En el archivo shape de los cambios de superficie de los manglares (CONABIO, 2021a), se pudieron consultar las ganancias, pérdidas y aquellas áreas sin cambios pertenecientes al periodo del 2015 al 2020 (Figura 8).

Al caracterizar esta variable, se asignaron como pérdidas, si estas fueron mayores a las ganancias dentro de la unidad litoral, y al revés para las ganancias. Las pérdidas se consideraron con la mayor clasificación de vulnerabilidad, mientras las ganancias con vulnerabilidad despreciable o no significativa (Tabla 10).

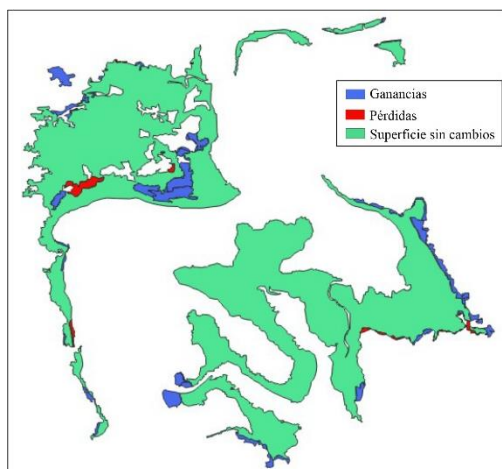


Figura 8 Datos ganancias, pérdidas y superficie sin cambios de los polígonos de manglar (CONABIO, 2021a).

Industria (SI)

La actividad industrial en la costa provoca cambios socioeconómicos a escala local y regional y contaminación atmosférica y del agua, así como otras consecuencias menos notorias (Tuncer et al., 1998). Para esta evaluación, la presencia o ausencia de actividad industrial dentro de las unidades litorales se limitó a los parques industriales.

Antropización en ríos (SAR)

La antropización en los ríos es importante porque provoca contaminación, cambios en el aporte de sedimentos a las playas y disminución de la diversidad del paisaje y de los recursos naturales (Cabezas et al., 2009; Owens et al., 2005). Dado que los efectos de esta presión inducida por el hombre están relacionados principalmente con las áreas ribereñas y el cuerpo de agua, se les asignó un valor moderado.

Infraestructura portuaria (SIP)

Un elemento antropizante que se considera muy relevante, es la actividad portuaria, no solo por la actividad en sí, sino también por la actividad humana que esta produce (densidad de actividades relacionadas), ejerciendo un nivel de presión sobre la costa que depende de su tamaño en infraestructura (Saengsupavanich et al., 2009). Ejemplo: los puertos industriales traen consigo carreteras, fábricas, etc., mientras que los puertos comerciales y recreativos producen menos presión sobre la costa (Tselentis, 2008).

Para identificar el tipo de Infraestructura portuaria, se revisó la información de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que especifica las actividades que desempeña cada puerto (SCT, 2013).

Estructuras de protección costera (SEPC)

Las estructuras artificiales pueden ejercer presión sobre la costa, provocando una influencia negativa sobre el medio ambiente y alterando la distribución y suministro de sedimentos (Bulleri & Chapman, 2010). Las estructuras artificiales que fueron caracterizadas, son principalmente los espigones, colocados perpendiculares a la costa.

La caracterización de las variables: Industria, Antropización en la desembocadura de los ríos, Infraestructura portuaria y Estructuras de protección, se realizó de forma visual a partir de las imágenes de satélite de Google Earth. Las clasificaciones asignadas para estas 4 variables (Tabla 10), se basaron en la propuesta por Lopez y Royo et al., (2009).

Actividad económica (SAE)

La actividad económica determina de forma importante la economía de una población, por lo que su caracterización permite establecer diagnósticos para mejorar la gestión de la productividad, sostenibilidad, calidad de servicios y empleo de los habitantes (Arévalo & Pacheco, 2013). A través de INEGI, (2021b) fue posible descargar la información de las actividades económicas de Veracruz, de las cuales solo se utilizaron las ubicadas dentro de las unidades litorales. Y posteriormente, se asignó a cada compartimento y celda, la que tuviera mayor presencia, definiéndola como la principal actividad en esa área.

Para su clasificación se definieron las actividades económicas terrestres como aquellas que ejercen mayor presión negativa sobre las costas, debido a que están relacionadas con la alta densidad de la población. A las actividades turísticas se les asignó que provocan la mayor vulnerabilidad, pues Perez & Selvaraj, (2019) mencionan, que la alta densidad turística sobre la costa se relaciona con las mayores tasas de erosión. A las actividades terrestres – no turísticas se les clasificó como moderadas y a las marinas con nivel bajo (Tabla 10).

Valor histórico o cultural del área (SVHC)

El valor histórico o cultural del área, incluye que la zona donde se ubica, tenga un valor económico agregado. Que además en ocasiones puede ser difícil de cuantificar al ser insustituibles (McLaughlin et al., 2002).

La localización de los patrimonios culturales se obtuvo de SECTUR, (2021), INAH, (2021a) y INAH, (2021b). La presencia de los patrimonios culturales se consideró que aumenta la vulnerabilidad debido a que atrae el turismo, relacionado con ejercer mayor presión sobre las costas; y además, la pérdida o daños que pudieran sufrir por los desastres naturales, generaría pérdidas económicas y en ocasiones la baja probabilidad de recuperarlos al no poder ser restaurados o sustituidos (Mani Murali et al., 2013). Por esa razón la presencia de esta variable se asignó con el valor más alto de contribución para aumentar la vulnerabilidad y en su ausencia, el valor más bajo (despreciable o no significativa) (Tabla 10).

Vías de comunicación (SVC)

La caracterización de carreteras y terracerías toma importancia debido a la perturbación que provocan a los ecosistemas, como son la fragmentación, cambios en la salinidad del agua y la interrupción del flujo superficial del agua que ocasiona mortalidad y en consecuencia, cambios en la superficie (López-Portillo & Ezcurra, 2002). Asimismo, varían la resiliencia y vulnerabilidad de una zona ante inundaciones, al modificar el nivel de adsorción del suelo y los escurrimientos.

Los archivos shapes de vías pavimentadas y terracerías se descargaron de INEGI, (2018) y GITS, (2021). El valor asignado a cada unidad de estudio, corresponde al tipo de vía que tuviera mayor presencia en el área. Con base en la descripción anterior, se asignó a las carreteras pavimentadas como aquellas que intensifican la vulnerabilidad, mientras a las terracerías se les asignó la clasificación moderada (Tabla 10).

PIB (SPIB) (\$)

El PIB refleja la capacidad económica de una población para generar empleos e inversión. El aporte del PIB a nivel municipal del estado de Veracruz se encontró disponible en DATATUR, (2019) para los años 2018 y 2019. Se realizó la asignación de valores para cada unidad litoral en millones de pesos a precios del 2013. La clasificación de la Tabla 10, se propuso de acuerdo al rango que tomaron los valores del PIB.

Clima Marítimo

Dentro del componente del clima marítimo, conocer los procesos hidrodinámicos estudiando y caracterizando el **oleaje, marea, viento y corrientes** es elemental en la toma de decisiones para optimizar el desarrollo de actividades, infraestructura, diseño de estructuras, evaluar el transporte de sedimentos, entre otros (Rosales et al., 2000).

Los datos de oleaje, viento y oleaje extremal se obtuvieron del reanálisis climático global publicado por el ECMWF (Centro Europeo de Pronósticos Meteorológicos a Plazo Medio), ERA 5 (ECMWF, 2021). Para toda la costa de Veracruz (coordenadas: norte 22.5°, sur 17.0°, este -93.5° y oeste -98.0°), se descargaron las variables de dirección, altura de oleaje significativo y velocidad del viento mensuales en una cuadrícula de 0.5° x 0.5° para el período de 30 años (1990 al 2020), del apartado “ERA5 monthly data on single levels from 1979 to present”. Estos datos fueron analizados con la herramienta “quickplot” del software Delft 3D, que permite obtener una interpolación para poder visualizar y asignar a las unidades litorales cada valor.

Altura de ola significativa (SAOS) (m)

Una vez registrados los datos mensuales de los 30 años para las celdas y compartimentos litorales, se realizó el análisis de altura de ola significativa, que es el parámetro geométrico-estadístico definido a partir de discretización de un registro de oleaje, como la media aritmética del tercio de olas más altas del registro (CFE, 2012) para el frente de agua de cada unidad litoral.

La clasificación de esta variable se tomó de Silva-Casarín et al., (2014), pues los rangos utilizados son aplicables a las costas mexicanas.

Régimen de viento (SRV) (m/s)

Los datos del viento corresponden a 10 msnm y solo se trabajó con la componente resultante de la dirección X y Y. Los datos mensuales asignados a cada unidad litoral fueron promediados para todo el período de análisis y asignados a cada unidad de estudio (Figura 9).

Para la clasificación de esta variable se tomó el umbral máximo establecido por Escribano & Hidalgo, (2001) y Máyer- Suárez et al., (2012) de 5.1 m/s, que diferencia los vientos débiles de los fuertes.

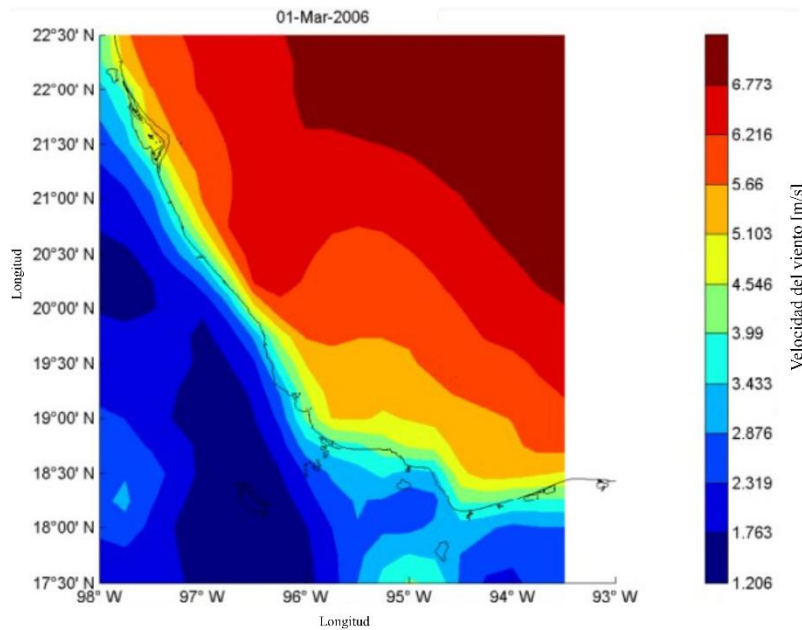


Figura 9 Imagen instantánea de los datos de viento, vista a través de la herramienta “quickplot” del software Delft 3D.

Rango de marea (SRM) (m)

Los datos de la marea se obtuvieron a partir de la interpolación Kriging de los planos de marea registrados de los principales puertos cercanos. Se tomaron en cuenta 6 estaciones mareográficas: Tampico, Tuxpan, Veracruz, Antón Lizardo, Coatzacoalcos y Campeche. El período fue de mayo de 1999 a diciembre de 2020. Estas estaciones se ubicaron de acuerdo a las coordenadas geográficas que se indican en los registros de la Secretaría de Marina (SEMAR, 2021). Entonces se consideró el nivel de referencia como el Nivel de bajamar media inferior y el valor de la Pleamar máxima registrada como límite superior (Tabla 5). Posteriormente para cada unidad litoral se asignó el valor más cercano registrado a su frente costero.

Tabla 5 Planos de mareas referidos al nivel de bajamar media inferior. Datos tomados de SEMAR, (2021).

<u>Pleamar máxima registrada</u>	<u>3.478 pies</u>	<u>1.060 m</u>
<u>Nivel de pleamar media superior</u>	<u>1.397 pies</u>	<u>0.426 m</u>
<u>Nivel de pleamar media</u>	<u>1.163 pies</u>	<u>0.355 m</u>
<u>Nivel medio del mar</u>	<u>0.822 pies</u>	<u>0.251 m</u>
<u>Nivel de bajamar media</u>	<u>0.681 pies</u>	<u>0.208 m</u>
<u>Nivel de bajamar media inferior</u>	<u>0.000 pies</u>	<u>0.000 m</u>
<u>Bajamar mínima registrada</u>	<u>-1.608 pies</u>	<u>-0.490 m</u>

Para la clasificación de mareas en micromareales, mesomareales y macromareales (Tabla 10), se utilizó la propuesta por Hayes, (1979).

Corrientes marinas (SCM) (m/s)

Las corrientes marinas influyen en el transporte de sedimentos, contaminantes del agua y transporte marítimo, así como en el tiempo, clima y transporte global del calor. Su conocimiento alimenta a los programas climáticos para la toma de decisiones ante el calentamiento global. También beneficia a las compañías navieras en costos de envío (consumo de combustible) y rutas para evitar tormentas. El estudio de las corrientes locales generadas por mareas, vientos, tormentas y olas permite resolver problemas como la proliferación de algas nocivas y el transporte de sedimentos. Al influir en varias actividades, los tomadores de decisiones deben estar actualizados en las intensidades y direcciones que presentan (Klemas, 2012).

Los datos de corrientes marinas se tomaron de Zavala-hidalgo et al. (2003), obtenidos del modelo “Navy Coastal Ocean Model (NCOM)”. Las simulaciones se realizaron en escala cuenca, celdas de 6 km y un periodo de simulación de 7 años dirigido en las dos direcciones que se presentan en Veracruz:

- Hacia el sur (Patrón de circulación marina invernal).
- Hacia el norte (Patrón de circulación marina de verano).

Como parte de los resultados obtenidos en estas modelaciones, se menciona que sobre la plataforma occidental del Golfo de México (en una distancia de 100 km de la costa), se presentan velocidades ~0.5 m/s en ambas estaciones.

La clasificación de esta variable se estableció de acuerdo a la curva de Hjulström (Granados Bolaños, 2021), donde se relacionan las velocidades de corriente con los tamaños de grano y los procesos que ocurren. Visualizando que aproximadamente a partir de velocidades de 2.5 m/s, las partículas pueden sufrir erosión abarcando un rango amplio de tamaños (0.001-100 mm).

Desplazamientos de la línea de costa (SDLC) (m/año)

Calcular los desplazamientos de la línea de costa permite identificar las zonas con tendencias de erosión, acreción y equilibrio para el desarrollo de instrumentos de gestión, mitigación y sistemas de

alerta temprana ante las intensidades de los eventos hidrometeorológicos (Valderrama-Landeros et al., 2019).

La mayoría de los desplazamientos de la línea de costa fueron consultados de Valderrama-Landeros et al., 2019. Los tramos sin información, fueron calculados usando la herramienta DSAS (Sistema de Análisis Digital de la Línea de Costa) de ArcMap. Para ello se digitalizaron las líneas de costa de aproximadamente 10 años que se pudieran encontrar en las imágenes de satélite de Google Earth. A partir de la línea más antigua se creó la línea base, que sirvió para determinar los desplazamientos que se presentaron en las líneas de los siguientes años. Adicionalmente, se crearon transectos con separación de 500 m y longitudes de 3 km, para calcular las tasas de desplazamiento y los desplazamientos netos en el periodo.

La clasificación en la Tabla 10 se basó en la propuesta por V. Gornitz et al., (2012).

Características de los sedimentos (SCS) (mm)

Como características del sedimento, diversos autores (e.g. Román-Sierra et al., 2014; Samiei-Fard et al., 2021) mencionan que el tamaño de grano es un indicador importante para comprender las condiciones dominantes en ambientes sedimentarios (deposición, erosión y dirección).

Los datos del D_{50} (teniendo en cuenta su posible variabilidad (Román-Sierra et al., 2013)) fueron consultados de la base de datos del área de sedimentos del Grupo de Costas y Puertos del IINGEN, UNAM. Se consultaron 39 perfiles distribuidos a lo largo de la costa Veracruzana, con aproximadamente 5 puntos de muestreo de las zonas de duna, berma, seca, lavado y rompiente. Estos datos fueron interpolados para asignar valores en los tramos donde no se encontraron registros.

La clasificación de esta variable en la Tabla 10, se propuso con base en la escala granulométrica de Udden- Wentworth (Wentworth, 1922). A los tamaños finos se les asignó la mayor vulnerabilidad, y esta se disminuyó conforme el tamaño de grano incrementó.

Orientación de la costa (SOC)

La orientación de la costa relacionada con la dirección del oleaje incidente (directo o indirecto), determina un grado de exposición ante la erosión (del Río & Gracia, 2007). Esta variable se obtuvo al ubicar dos vértices en los extremos longitudinales de cada unidad litoral sobre la línea de costa. Estos vértices fueron unidos por rectas para calcular su dirección, formando tangentes en el frente costero. Para obtener la dirección de las tangentes, primero se obtuvieron los ángulos con respecto a una horizontal en el sentido del compás tradicional. Después, se renombraron los ángulos de las rectas con los puntos cardinales. Posteriormente, estas fueron relacionadas en un SIG, con las direcciones del oleaje incidente en Veracruz, para poder asignar el valor de orientación “directa” o “indirecta” de la costa.

Pendiente costera (SPC)

La pendiente de una costa hace variar su vulnerabilidad y de los elementos presentes, al entrar en contacto con las intensidades del oleaje, favoreciendo o evitando la intrusión del agua marina. Asimismo, su cálculo apoya para determinar medidas de protección, actividades, etc. (Ojeda et al., 2009).

El modelo digital del terreno se obtuvo de GEBCO, (2021), que permite acceder a una cuadrícula de 15 segundos de arco. Los perfiles se interpolaron basados en el ráster topobatimétrico en un GIS, y al obtener las alturas y posteriormente las tangentes, la clasificación fue asignada para cada unidad litoral con base en Vidal et al., (1995) (Tabla 10).

Peña, (2015), menciona que las playas disipativas se caracterizan por tener pendientes suaves y granos de arena finos. Por el contrario, las playas reflectivas son de pendientes pronunciadas y granos de arena gruesos. Y para las intermedias, Aagaard et al., (2013) señala que estas se relacionan con morfologías no estables y fuertes gradientes de transporte de sedimentos. Por lo que en la Tabla 1 se consideraron a las disipativas con la mayor vulnerabilidad, puesto que, ante las amenazas naturales, la intrusión del agua y la erosión costera se intensifican. Asimismo, las playas reflectivas también están relacionadas con acantilados y protección artificial (malecones, rompeolas, etc.).

Medidas de protección y planeación territorial (SMPyPT)

Como parte de esta variable, se evaluaron 3 indicadores: Presencia de refugios, Programas municipales de protección civil (medidas de protección) y los PMDU (Programas municipales de desarrollo urbano) existentes (Planeación territorial). La presencia de estos indicadores fue asignada para cada unidad litoral.

Los refugios y los programas de protección civil, fueron considerados porque benefician la resiliencia y protección de la población ante un riesgo inminente, emergencia o desastre (DOF, 2013). Todos los estados de México, publican una guía general de operación de refugios temporales para la temporada de lluvias y ciclones tropicales, que actualizan a través de los años. Estas guías contienen los lineamientos para que los municipios establezcan los refugios con los que contará su población (Gobierno del Estado de Veracruz, 2020). Para el caso de los Programas de protección civil, el Órgano del gobierno de Veracruz, publicó en la Gaceta Oficial- Art. 34 (DOF, 2008), que cada municipio debe “elaborar, aprobar, actualizar y evaluar el Programa Municipal de Protección Civil, así como vigilar su cumplimiento”. Por otra parte, con respecto a los PMDU, en el artículo 5 de la Ley de desarrollo urbano, territorio y vivienda, se establece que los municipios deben participar de manera coordinada con el estado en la planeación del desarrollo regional y urbano (DOF, 2011).

La información de los refugios de Veracruz, fue descargada de los datos abiertos del gobierno en México (Gobierno de México, 2015). Los demás indicadores, aunque no se encontraron actualizados todos los documentos, basándose en la ley del estado se dio por hecho que los municipios costeros involucrados, tienen su Programa de protección civil y su PMDU.

Para evaluar la presencia de refugios suficientes o insuficientes, se cruzó su información de localización y número de habitantes por unidad litoral (Figura 10). Esto para poder analizar en un SIG las unidades que no contaban con refugios y tenían habitantes, se les asignaba “insuficientes”. Para asignar “suficientes” se consideró contar con la existencia de habitantes y refugios, analizando que los polígonos de las poblaciones contaran con algún refugio cercano y realizando la operación de

cuántas personas quedarían asignadas en cada refugio. Estableciendo el umbral de 2000 personas/refugio al considerar los siguientes puntos:

- La OMS (Organización Mundial de la Salud) establece que en los refugios, la superficie mínima de piso por persona es 3.5 m² (Gobierno del Estado de Veracruz, 2020).
- Para establecer el umbral se consideraron otros registros publicados, tales como Tamaulipas con 194 personas/refugio, Tlaxcala con 691 y el área de Laguna Verde, Veracruz con 258 personas/refugio (CGPCT, 2020; DOF, 2019b; Gobierno del Estado de Tlaxcala, 2013).
- La capacidad de los refugios está sujeta a su superficie, sin embargo, se revisaron algunas unidades litorales que, de acuerdo a los cálculos, asignaban más de 10,000 personas/refugio en escuelas, sobrepasando el umbral. Por lo que estos casos fueron considerados como “insuficientes”.

En la Figura 10, se muestra un ejemplo de una celda litoral asignada con refugios insuficientes, de acuerdo a la distancia y cálculo realizado.

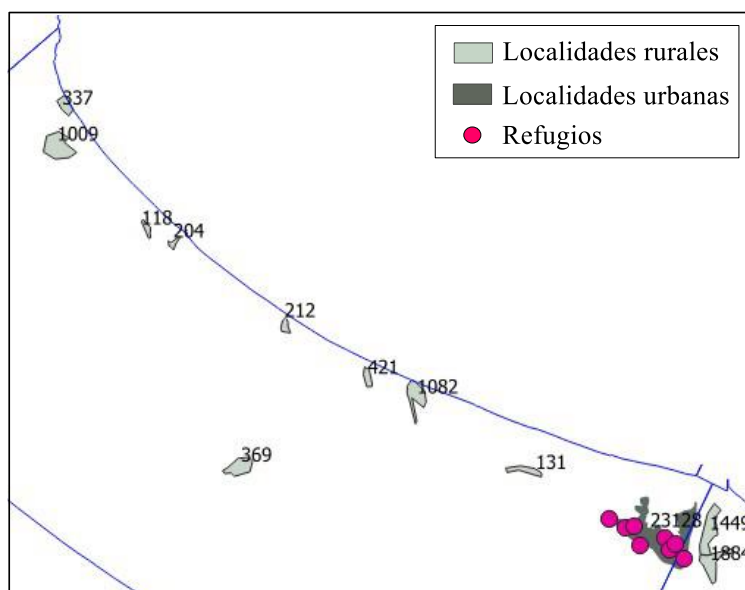


Figura 10 Análisis de refugios en una celda litoral. Los números indicaron la cantidad de población por localidad.

Categoría III

Migración potencial del ecosistema (SMPE)

De acuerdo con Locatelli & Imbach, (2010), los estudios de vulnerabilidad deben estar asociados al análisis de la migración potencial de los ecosistemas, que ocurre en respuesta a los impactos del cambio climático. Su capacidad de migración dependerá de las condiciones de fragmentación que presenten los paisajes aledaños y de las características de las especies que conforman el ecosistema.

La migración potencial del ecosistema solo fue evaluada para los manglares al contar con la información de superficie, las ganancias y pérdidas que han presentado. Para evaluar las dunas se recomiendan datos adicionales a los cambios de superficie, tales como: clasificación de las dunas,

dirección y velocidad del viento, altura y registros de la velocidad de migración, etc. (Tripaldi, 2001). En el caso de los arrecifes de coral se necesitarían datos de la variación interanual de la temperatura del agua y sus tasas de mortalidad (Takao et al., 2015). Para los pastos marinos la turbidez del agua, entre otros, para identificar los cambios en su distribución (Barillé et al., 2010).

El análisis se realizó evaluando de forma visual 4 grados de libertad en las direcciones: norte, sur, este y oeste, superponiendo las capas de la Categoría II: Uso de suelo, los polígonos del área cubierta por las localidades y los cambios en la superficie de manglar. Si el manglar presentaba presiones antrópicas en alguna dirección, se iba restando un grado de libertad (Figura 11). En la Tabla 11, se asignó la vulnerabilidad más alta, cuando dicho ecosistema no contara con ningún grado de libertad, y la vulnerabilidad se disminuyó conforme fueran creciendo estas posibles direcciones de migración.

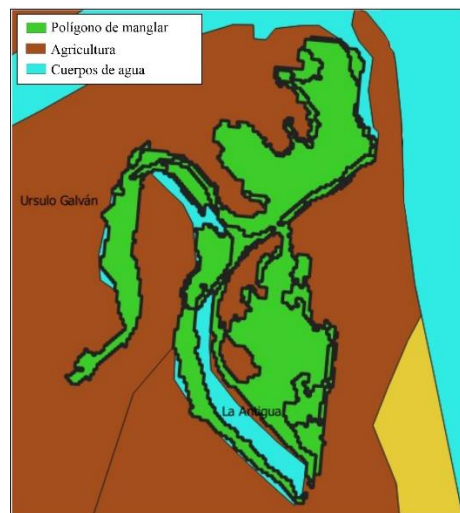


Figura 11 Ejemplo de un polígono de manglar asignado sin posibilidad de migración en cualquiera de las direcciones evaluadas, al encontrarse rodeado de campos agrícolas.

Grado de antropización (SGA)

El grado de antropización de las costas asociado al crecimiento demográfico, muchas veces descontrolado, refleja la posible pérdida de su conectividad física y ecológica. Lo que provoca, pérdida de hábitats costeros y mayor susceptibilidad a los daños causados por los peligros naturales. El cálculo de esta variable permite hacer un diagnóstico actual de los tramos de costa, con el fin de identificar las mayores presiones antrópicas para buscar soluciones de recuperación de su funcionamiento natural (Cruz et al., 2019).

Se aplicó la metodología de Lopez y Royo et al., (2009) con el uso de algunas variables del componente económico de la Categoría II. Estas variables se interpretaron como tipos de presión inducida por el hombre: uso de suelo, antropización en las riberas de los ríos, industria, puertos y estructuras artificiales costeras. El grado de antropización se obtuvo evaluando el porcentaje y la presencia de presión en cada unidad litoral. Para asignar los valores “alto, moderado, bajo o nulo”, se tomó el valor más alto de presión en la unidad litoral (Tabla 11).

Tasa de crecimiento poblacional (STCP) (hab/año)

Las variables demográficas como la tasa de crecimiento poblacional, tienen aporte en el manejo costero integrado, en los temas del ordenamiento territorial y los planes de desarrollo en diferentes escalas. Esto para establecer políticas, planes, programas y estrategias que contribuyan en beneficio de la población. Así también, predicen el nivel de presión antrópica que afecta a los servicios ambientales, permiten identificar los patrones de desarrollo urbano y los servicios públicos necesarios (Azuz-Adeath & Rivera-Arriaga, 2007).

Las tasas de crecimiento poblacional no se encuentran disponible a nivel localidad, por lo que fue calculado al consultar el total de población por localidad de los años 2000 y 2010, y aplicando la ecuación (2) (CONAPO, 2018).

$$r = \left[\left(\frac{P^{t+a}}{P^t} \right)^{1/a} - 1 \right] * 100 \quad (2)$$

donde, r es la tasa de crecimiento de la población (%), P^{t+a} la población, P^t la población inicial y a el tiempo entre censos. Los resultados fueron verificados con algunos datos publicados y promediados para asignar un valor a cada unidad litoral.

La clasificación de esta variable tomó las tasas de algunos lugares tales como Cancún, Los Cabos, etc., que en México representan los valores más altos de crecimiento poblacional debido a la actividad turística que desempeñan.

Densidad turística (SDT) (items/km²)

Esta variable está relacionada con el nivel económico de una región. Autores como Ruiz-Ramírez, (2016) se refieren al turismo como un factor de impacto sobre la costa, pues la falta de una gestión adecuada sobre esta actividad provoca problemas ambientales, deterioro del entorno y en consecuencia, la disminución de ingresos.

Algunos gobiernos locales registran el número de turistas que reciben, permitiendo tener el valor de la densidad en un área determinada. Sin embargo, al no contar con estos datos a nivel municipal, en este trabajo se utilizaron indicadores relacionados con el turismo publicados por SECTUR, (2020): Número de hoteles, airbnb, restaurantes, centros nocturnos, bares, agencias de viajes y servicios de reservaciones, parques acuáticos, alquiler de autos, campos de golf, centros de convenciones que prestan servicios turísticos, módulos de guía y auxilio para turistas, transporte turístico y tiendas de artesanías. Con el número de unidades, se obtuvo la densidad por km² para poder ser empleada en el área de las unidades litorales.

Es necesario resaltar que, al no tener la ubicación geoespacial, ni polígonos de estas unidades turísticas, el cálculo sirvió solo como referencia, pues no fue posible observar la concentración y características espaciales de estas unidades relacionadas con el turismo.

En la Tabla 11, los rangos fueron propuestos, partiendo de los valores más altos de la densidad turística, que presentaron las unidades litorales más urbanizadas de Veracruz.

IDH (SIDH)

El Índice de Desarrollo Humano (IDH), es un indicador socioeconómico, compuesto por la educación, salud e ingresos, y elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (UNEP/RSP, 2006). Este indicador permite la comparación entre regiones para identificar un nivel de resiliencia y actuación ante desastres naturales (Silva et al., 2014a).

En el Sistema Nacional de Información Municipal (INAFED, 2000) fueron consultados los Índices de Desarrollo Humano a nivel municipal y asignados a las unidades litorales.

La clasificación de esta variable se propuso en la Tabla 11, considerando como máxima vulnerabilidad los valores > 0.9 IDH, con base en la clasificación propuesta en el trabajo de Silva-Casarín et al., 2014.

Oleaje extremal (SOE) (m)

Las intensidades de la marea de tormenta y oleaje extremal, provocan daños y presiones en la infraestructura ubicada sobre la costa y en los ecosistemas costeros. Siendo una variable muy importante en la toma de decisiones para establecer medidas que permitan mitigar los daños, basadas en las intensidades registradas (Leo-Romero & Jimenez, 2011).

Para obtener este parámetro se consultaron en la NOAA (NOAA, 2021), los huracanes con Categorías H2 al H5, de acuerdo a la escala de Saffir-Simpson. Se registraron la fecha y localización del punto más cercano a la costa en la trayectoria de cada huracán. En ERA 5, se descargaron los datos de altura de ola correspondiente a las fechas registradas en las coordenadas mencionadas en el apartado de Clima marítimo de la Categoría II. Los huracanes que se consideraron se muestran en Figura 12 y Tabla 6:

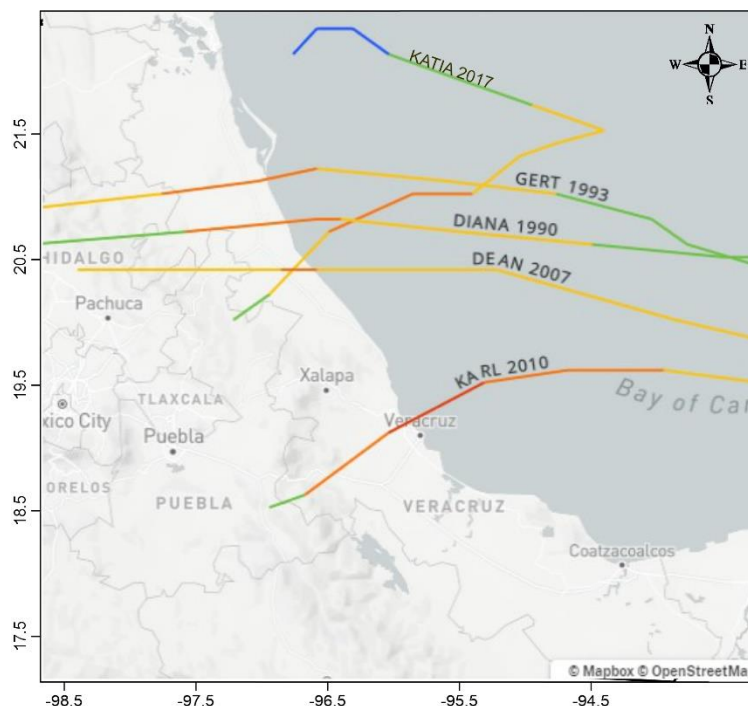


Figura 12 Trayectoria histórica de los huracanes considerados para este estudio (NOAA, 2021).

Tabla 6 Huracanes considerados para la variable de oleaje extremal.

CATEGORÍA	HURACÁN	FECHA	HORA	PRESIÓN	
				(mb)	COORDENADAS
H2	KATIA	09/09/2017	3:00	988	20.6671 -97.0891
H3	KARL	09/17/2010	16:00	976	19.2995 -96.1969
H2	DEAN	08/22/2007	16:00	974	20.4989 -96.9937
H2	GERT	09/20/1993	18:00	970	21.3027 -96.9919
H2	DIANA	07/08/1990	19:00	980	20.8994 -96.9759

La interpolación también se realizó en “quickplot” de Delft 3D con los polígonos de las unidades litorales para ir asignando los valores de altura de ola correspondientes a cada frente de agua (Figura 13). La clasificación de las intensidades para la Tabla 11 se basó en la propuesta por Hoque et al., (2019).

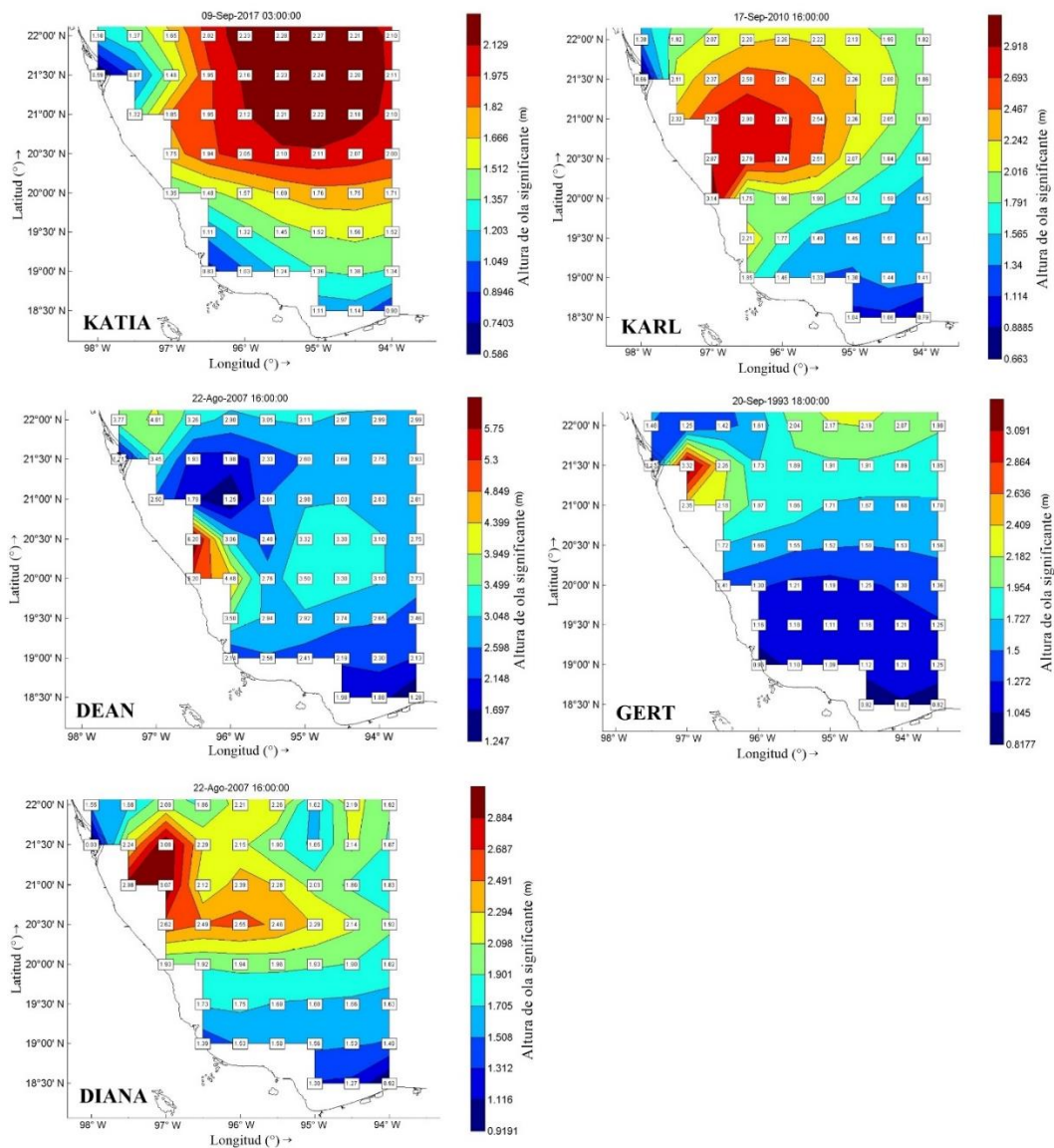


Figura 13 Imagen instantánea de los huracanes considerados para el estudio del oleaje extremal.

Subsidencia / geología del suelo (SGS)

Estudiar la geología, permite identificar la resistencia del suelo costero a la erosión e inundación (Izaguirre-Liviac, 2019). Feijoo-Calle & Padrón-Suarez, (2020), mencionan que la mineralogía, humedad, porosidad, textura, forma y distribución de una roca o de los sedimentos, influye en su resistencia a la erosión. Las rocas ígneas y metamórficas comúnmente tienen valores altos de resistividad, mientras las sedimentarias tienen resistividad baja, ya que tienen un alto contenido de agua y son más porosas.

La geología del suelo en Veracruz, se asignó utilizando la Carta Geológica del Instituto de Geología, UNAM (IGL, 2007), donde se encontraron la clasificación y subclasificación: Sedimentarias (Continental, Mixtas y Marinas), Ígneas (Extrusivas e Intrusivas -Volcánicas o Marinas) y Metamórficas (Regionales).

Los rangos de esta variable en la Tabla 11, fueron establecidos de acuerdo a los autores McLaughlin et al., (2002) y Silva-Casarín et al., (2014).

Normatividad local (municipios), estatal y federal de ecosistemas, uso de suelo y actividades económicas específicas (SNLEF)

Esta variable fue evaluada para 10 indicadores, en las tres escalas. Para cada una, se buscó la existencia de los instrumentos como esfuerzos para su gestión.

1. Para los Ecosistemas: OET, Ley de protección ambiental, Estrategia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad, algún reglamento ecológico, de protección al medio ambiente o conservación ecológica.
2. Para el uso de suelo: Normas oficiales en materia de suelos, PDU, Ley de desarrollo urbano, ordenamiento territorial y vivienda, Reglamento o Plan de desarrollo urbano o Programas especiales de ordenamiento territorial.
3. Y para las actividades económicas: Ley para el establecimiento y desarrollo de zonas económicas especiales, Plan de desarrollo turístico y Reglamentos de comercio, industria y prestadores de servicio.

Con esta investigación se construyó una matriz de 0 y 1. Donde 1 indica la existencia de algún instrumento y 0 su ausencia. Asimismo, se incluyó un atributo a evaluar: “Zona de dominio público”, tomando el valor 1 si es ≥ 100 m y 0, sino cumple esta sentencia. La suma de la matriz (Tabla 7) fue calculada para cada unidad litoral para establecer los rangos de la variable (Tabla 11).

Tabla 7 Ejemplo del proceso de evaluación de los instrumentos de gestión.

No. Unidad litoral	Federal			Estatal			Local			Zona restringida	No. de Instrumentos
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8
2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8

4.3.3 Propuestas de manejo.

La clasificación de las propuestas de manejo, dadas por los diferentes autores de los estudios de vulnerabilidad, se asignó para cada categoría de acuerdo al conjunto de variables consideradas (Tabla 8). En la Figura 14 es posible observar el procedimiento. Por ejemplo, las recomendaciones del estudio 9 fueron asignadas en su mayoría a la Categoría 3, pues utilizaron variables de condiciones extremas. Para la Categoría 2, se asignaron las recomendaciones dadas por estudios tales como el 37, donde se involucraron las variables de esta categoría. Finalmente, para la Categoría 1 se asignaron recomendaciones que hicieran referencia también solo a sus variables.

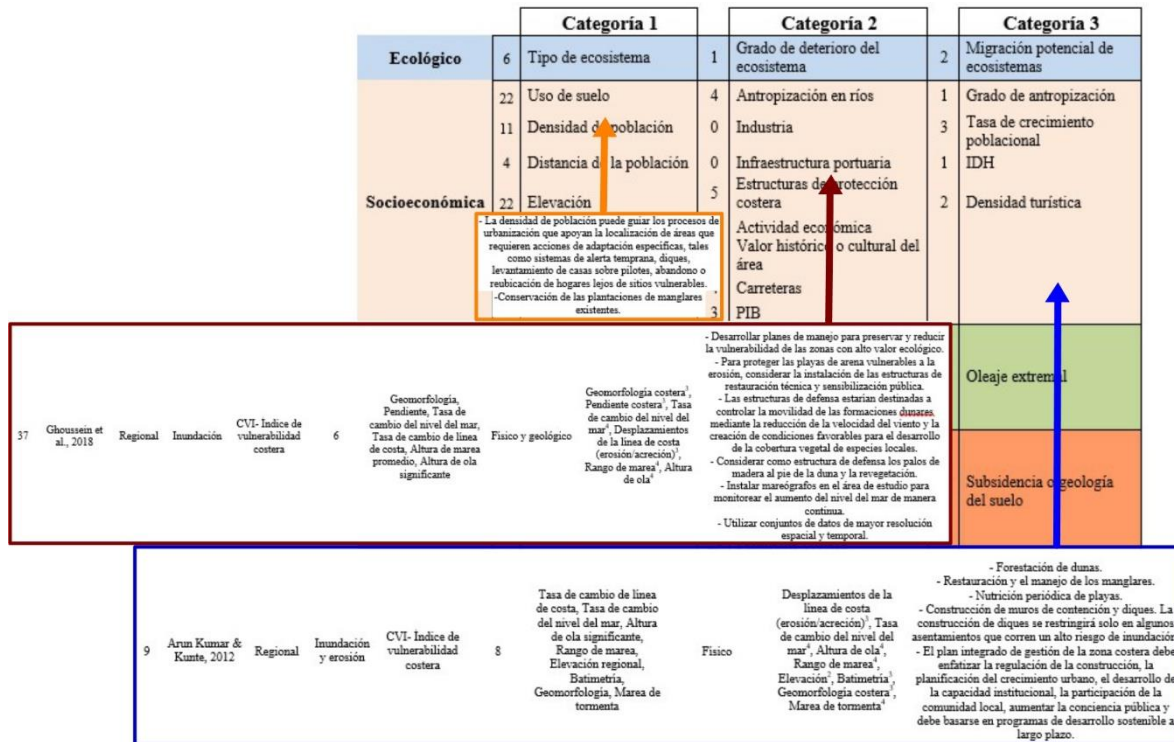


Figura 14 Clasificación de propuestas de acuerdo al conjunto de variables a las que hacen referencia.

Tabla 8 Clasificación por categorías de las recomendaciones de manejo dadas por los estudios de vulnerabilidad.

Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3
Legislativo -Establecer estrategias de adaptación, particularmente en áreas bajas. -La densidad de población puede guiar los procesos de urbanización que apoyan la localización de áreas que requieren acciones de adaptación específicas, tales como sistemas de alerta temprana, diques, levantamiento de casas sobre pilotes, abandono o reubicación de hogares lejos de sitios vulnerables. -Desarrollar planes de manejo para preservar y reducir la vulnerabilidad de las zonas con alto valor ecológico.	Legislativo -Constatar que las regulaciones actuales y los planes de prevención de riesgos costeros eviten la urbanización ilimitada del paseo marítimo. -Revisar y rediseñar el plan urbano. -El plan integrado de gestión de la zona costera debe enfatizar la regulación de la construcción, la planificación del crecimiento urbano, el desarrollo de la capacidad institucional, la participación de la comunidad local, aumentar la conciencia pública y debe basarse en programas de desarrollo sostenible a largo plazo. -Establecer políticas de regulación para el desarrollo de la costa que permitan conservar los	Legislativo -Armonizar la estrategia con la política nacional para obtener beneficios de las medidas recomendadas. -Garantizar la asignación de dinero al gobierno local para gastar en defensas costeras. -Establecer estrategias para la reducción del riesgo, especialmente en las barras de arena y alrededor de estuarios, con la limitación de nuevos asentamientos periurbanos y la infraestructura turística en estas áreas. -Trabajar la gestión de los recursos costeros, y desarrollar estrategias de gestión para mejorar la resiliencia costera en diversos escenarios del aumento del nivel del mar y cambio climático. -Formular políticas y medidas efectivas y eficientes relacionadas con la adaptación al cambio climático.

Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3
<p>-Continuamente revisar, reevaluar y experimentar con una variedad de herramientas y metodologías desarrolladas en la zona de estudio y otras zonas del mundo.</p> <p>Socioeconómico</p> <p>-Realizar un análisis de los efectos de las actividades antropogénicas en la línea costera, en forma de datos de uso suelo.</p> <p>-Crear conciencia entre las comunidades locales a través de actividades como charlas, exhibiciones de concienciación, plantación de árboles, distribución de folletos y kits sobre la importancia de los manglares y otros ecosistemas a lo largo de la costa.</p> <p>Ecológico</p> <p>-Conservación de las plantaciones de manglares existentes.</p> <p>-Se recomienda la conservación del bosque para proteger la costa.</p> <p>-Preservación de dunas y humedales</p> <p>-Construir barreras naturales en los parques naturales, como sustitutos de barreras artificiales de concreto.</p> <p>- Manejo adaptativo de las ANP, ante las condiciones del cambio climático.</p>	<p>sistemas de playa y proteger los bienes e infraestructura en el largo plazo.</p> <p>-Considerar que las acciones de manejo pueden alterar la morfología de la playa, su extensión, pendiente y características granulométricas del sedimento, y por tanto, los patrones hidrodinámicos locales.</p> <p>-Formular alternativas de mitigación que se adapten a la situación local (ubicaciones específicas) y que sean flexibles para ajustarse a la variabilidad de los parámetros físicos y las características sociales.</p> <p>-Provocar cambios en las presiones antrópicas, colaborando indirectamente con las políticas de mitigación.</p> <p>-Prohibir desarrollos costeros mal planeados.</p> <p>-Las acciones de adaptación incluyen la creación de nuevos espacios verdes abiertos, la mejora de la gestión de residuos (con la participación ciudadana) y el mantenimiento y mejora de la infraestructura (incluyendo el agua y alcantarillado).</p> <p>-Es necesaria la mitigación total o parcial de las causas del desequilibrio o la adaptación a las nuevas condiciones para reducir la vulnerabilidad del sistema.</p> <p>-Planificación y medidas de protección urgentes para evitar la pérdida de tierras costeras.</p> <p>-Desarrollar una metodología a escala regional que se adapte mejor a las necesidades locales, en lugar de simplemente adoptar una existente.</p> <p>-Identificar las zonas más vulnerables que requieren una evaluación detallada de riesgos y consecuencias a microescala.</p> <p>-Formular lineamientos, políticas, planes o proyectos que centren sus esfuerzos en los sitios más vulnerables (identificación de sectores vulnerables), y utilizar esto como una base sólida para establecer acciones de adaptación en el área.</p> <p>-Utilizar los mapas de vulnerabilidad como herramienta para el desarrollo sostenible de nuevos establecimientos, en la planificación del uso de suelo, gestión de los recursos costeros y las ordenanzas de zonificación para proteger los recursos de la comunidad, así como para orientar el nuevo desarrollo mediante la formulación de regulaciones y códigos de construcción específicos del área.</p> <p>-Los mapas también pueden ser altamente informativos para los administradores costeros y pueden servir para la conciencia pública.</p> <p>-Evaluar los estudios de evolución de línea de costa, para sustentar el ajuste de las franjas del dominio público de la zona costera.</p> <p>-Actualizar y fomentar que los PDU existentes contemplen los aspectos ambientales y promover que las 3 escalas de gobierno y sobretodo los municipios costeros, elaboren su PDU como un requisito indispensable.</p> <p>-Selección de sitios prioritarios para acciones de manejo, a partir de la determinación de características granulométricas y formas topográficas en los procesos de alimentación de playa.</p> <p>Socioeconómico</p>	<p>-Considerar varias escalas para comprender y gestionar las complejidades del área de estudio.</p> <p>-Mitigar las pérdidas debido a los peligros.</p> <p>-Utilizar el índice para planificar las defensas contra el efecto invernadero y sus implicaciones.</p> <p>-Utilizar los resultados del índice para entender los efectos biofísicos y socioeconómicos del cambio climático y evaluar los costos y beneficios de las alternativas para mejorar la planificación de la zona costera.</p> <p>-Utilizar conjuntos de datos de mayor resolución espacial y temporal.</p> <p>-La base de datos creada y los mapas de riesgo, proporcionan una guía útil para un primer enfoque de las políticas de gestión costera para contrarrestar los efectos del aumento del nivel del mar. Así como identificar las áreas más vulnerables, con valor económico, cultural y ecológico, y posibles zonas adecuadas para adaptar a las comunidades a futuros cambios, el desarrollo a gran escala y/o la reubicación de infraestructura.</p> <p>-En otras palabras, los mapas se pueden usar para la planificación costera y para ayudar a los tomadores de decisiones a promulgar medidas de adaptación apropiadas para el cambio debido al aumento del nivel del mar.</p> <p>-Desarrollar planes de manejo de emergencias para desastres naturales.</p> <p>- Utilizar información histórica y reciente para implementar estrategias de respuesta apropiadas a la amenaza del aumento del nivel del mar.</p> <p>-Verificar la confiabilidad de los resultados, comparando los datos de los métodos estadísticos con las mediciones de campo.</p> <p>-Desarrollar planes de acción para hacer frente a las inundaciones, en escalas pequeñas para mejorar los procesos de toma de decisiones locales.</p> <p>-Los tomadores de decisiones deben priorizar ciertos proyectos de protección contra inundaciones en áreas locales y regionales.</p> <p>-Establecer políticas de regularización para el desarrollo de la costa que permita conservar los sistemas de playa y proteger la infraestructura y bienes a largo plazo.</p> <p>-El personal de planificación local debe identificar los problemas costeros y las estrategias de mitigación desde una perspectiva regional a largo plazo.</p> <p>-Utilizar los resultados a escala de condados y distritos costeros para ayudar a los tomadores de decisiones locales en el manejo costero y la adaptación al cambio climático.</p> <p>-Promover e incitar que se cuente con los OET en todas las escalas, principalmente en los niveles más bajos, así como su revisión constante con base en los principales indicadores.</p> <p>Socioeconómico</p> <p>-Reubicación o acomodación de infraestructura que no es compatible con los procesos naturales y de comunidades establecidas en áreas de alto riesgo.</p> <p>-Evaluar los costos potenciales de proteger o reubicar a las comunidades, de la erosión, inundaciones y tormentas relacionadas con el aumento del nivel del mar.</p> <p>-Construcción de protección costera contra inundaciones (diques). La construcción de diques se restringirá solo en algunos asentamientos que corren un alto riesgo de inundación.</p> <p>-Como protección a las costas, considerar los sacos de arena, construir rompeolas y revestimientos de roca a lo largo de la costa. La construcción de revestimientos debe limitarse solo a ciertos asentamientos y puertos que están expuestos a un alto riesgo de inundación.</p>

Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3
	<p>-Aumentar la cantidad de refugios con base en la densidad de población para aumentar la capacidad de recuperación de la ciudad.</p> <p>-Buscar una solución a las estructuras de protección artificial que han afectado negativamente la costa.</p> <p>-Mejorar las condiciones sociales (viviendas) para reducir la vulnerabilidad.</p> <p>-Diseño y la construcción de infraestructuras adecuadas para proteger a los ciudadanos y permitir en caso necesario una evacuación masiva.</p> <p>-La reubicación es probablemente la solución más adecuada para las carreteras litorales.</p> <p>-El abandono podría ser una solución para las casas de verano amenazadas por procesos erosivos en las desembocaduras.</p> <p>-Regular el desarrollo futuro restringiendo ciertas actividades en zonas de erosión específicas, así como para proteger otras áreas costeras vulnerables que, en un futuro cercano, probablemente experimentarán una erosión severa.</p> <p>-Priorizar y dirigir la financiación a las secciones más vulnerables de la costa.</p> <p>-Restricción de la intervención humana en las regiones de baja vulnerabilidad, puede ser una buena medida de mitigación.</p> <p>-Desplazamiento de personas que en su mayoría viven en chozas.</p> <p>-Medidas de protección para evitar la pérdida de tierras costeras invaluable.</p> <p>-Mantenimiento de los espigones existentes a lo largo de la playa.</p> <p>-Construcción de sistemas bypass de arena en los puertos más importantes.</p> <p>-Priorizar las áreas de evacuación durante los desastres.</p> <p>-Instalación y mantenimiento de mejores sistemas de alerta temprana y predicción meteorológica (de ciclones tropicales y El Niño), para evitar áreas de alto impacto y preparar mejor los suministros de emergencia, así como ayudar a los residentes a prepararse para el cambio climático.</p> <p>- Contar con programas de monitoreo que alerten sobre tendencias dramáticas en playas vulnerables que pongan en riesgo a la población costera.</p> <p>Clima marítimo</p> <p>-Instalar mareógrafos en el área de estudio para monitorear el aumento del nivel del mar de manera continua.</p> <p>-Establecer programas de monitoreo para las olas, las mareas, los parámetros de la atmósfera, la posición de la costa y la cubierta vegetal.</p> <p>Geomorfología</p> <p>-Distinguir y priorizar las áreas más vulnerables a la erosión inducida por el oleaje.</p> <p>-Utilizar técnicas de estabilización de la costa, como cercadores captadores de arena y la plantación de manglares para reducir la erosión costera excesiva.</p> <p>-Utilizar bolsas geotextiles llenas de arena como una medida de protección rentable en contra la erosión y el oleaje.</p>	<p>-Construir un revestimiento de roca a lo largo de la orilla de la desembocadura del río.</p> <p>-Terraplenes, junto con otras medidas menores de control de inundaciones.</p> <p>-La construcción de puertos proporcionaría una base real para una gestión coordinada y rentable de las zonas costeras en cuanto a la regulación de sedimentos.</p> <p>-Establecer zonas de retroceso o amortiguamiento con la construcción de diques, puede ser muy eficaz para minimizar los impactos de la marea de tormenta, tasas de erosión, variabilidad climática y en general, obtener protección contra los peligros costeros.</p> <p>-Además, la construcción de más terrenos ganados al mar (que resisten la intrusión de agua salina), terraplenes y presas transversales en los estuarios, con el mantenimiento necesario, podría ser una medida eficaz para proteger las viviendas, infraestructura, y tierras agrícolas y urbanas adyacentes a la costa.</p> <p>-Gestionar correctamente la migración humana ocasionada por el aumento del nivel del mar, considerando los costos de reubicar a la población o protegerla con las barreras artificiales propuestas.</p> <p>-Proteger el delta de la intrusión de agua salada con barreras submarinas.</p> <p>-Mejorar el capital social, aumentando la educación, habilidades técnicas y los niveles de ingresos. Mejorar la distribución pública de alimentos y los sistemas de atención de la salud.</p> <p>Clima marítimo</p> <p>-Utilizar los datos altimétricos con los registros del mareógrafo para obtener más información sobre la variabilidad del nivel del mar.</p> <p>-Planificación con escenarios de cambio climático a mediano plazo en un contexto de sostenibilidad.</p> <p>-Estudiar el aumento del uso de agua subterránea que también agrava la vulnerabilidad y complica la toma de decisiones, agregando variables como frecuencia de inundaciones y sequías.</p> <p>Geomorfología</p> <p>-Identificar las áreas que se están elevando o disminuyendo más rápido o más lento que el promedio regional.</p> <p>-Acciones de manejo con alimentación artificial, estructuras de protección o retiro de estas, construcción de infraestructura verde y estabilización de la línea de costa, que se superpone a los procesos naturales del sistema.</p> <p>-Tomar en cuenta también los procesos geológicos y de erosión para planificar la alimentación de playas arenosas, construcción de malecones, espigones y muelles.</p> <p>-Obras periódicas de alimentación de playas (que pueden ser a gran escala) para el control de la erosión de corta duración y restauración de dunas para mejorar la resiliencia costera, recuperando las condiciones en que se encontraba la playa antes de erosionarse.</p> <p>-Dependiendo la zona preferir la alimentación de playas, en lugar de la ingeniería dura.</p> <p>-Las autoridades deben apoyar los proyectos de alimentación de playas y considerar una política de "managed retreat" (reinstalación de los humedales detrás de las viejas defensas), en respuesta al aumento del nivel del mar y las tormentas asociadas.</p> <p>-Construcción de dunas artificiales.</p> <p>-Enfocarse en la posible alteración del flujo de sedimentos aguas arriba.</p>

Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3
	<p>-Para proteger las playas de arena vulnerables a la erosión, considerar la instalación de las estructuras de restauración técnica y sensibilización pública.</p> <p>-Concentrarse en la erosión inducida por la mala gestión relacionada con la extracción de arena para la construcción y las edificaciones de la zona.</p> <p>-Tomar en cuenta la geomorfología, modelos de perfiles en equilibrio, características granulométricas, formas topográficas, indicadores morfodinámicos que surgen a través de la determinación de características de cobertura costera y condiciones de oleaje para las decisiones de alimentación de playa.</p> <p>Ecológico</p> <p>-Restauración de dunas mediante diferentes actividades de manejo tales como: aumento de la cobertura de vegetación natural (forestación) y la instalación de caminos y cercas para favorecer la ampliación del área de playa seca, mejorando la capacidad de carga, el uso turístico y las instalaciones, así como su valor paisajístico.</p> <p>-Considerar como estructura de defensa los palos de madera al pie de la duna.</p> <p>-Restauración, replantar, conservar y trabajar en el manejo adecuado de los manglares.</p> <p>-Conservación de los manglares para evitar problemas de erosión.</p> <p>-Ubicar las zonas vulnerables debido a su dependencia en mayor medida con los arrecifes y humedales.</p> <p>-Reforestación de cuencas hidrográficas.</p> <p>-Considerar que las estructuras de defensa estarían destinadas a controlar la movilidad de las formaciones dunares, mediante la reducción de la velocidad del viento y la creación de condiciones favorables para el desarrollo de la cobertura vegetal de especies locales.</p>	<p>-Centrar la atención en segmentos de playa con mayor erosión, menor ancho de playa y mayor antropización.</p> <p>-Análisis más detallados de las características físicas de segmentos específicos de la costa.</p> <p>-Realizar levantamientos de información altimétrica de mejor resolución en toda la línea de costa, con el fin de estudiar los próximos cambios del nivel del mar e identificar las áreas más propensas a las inundaciones. En caso de poder realizar este ejercicio para toda la línea de costa, al menos concentrarse en las áreas con mayores registros de inundación.</p> <p>-Identificar la elevación del nivel del suelo (acumulación de sedimentos).</p> <p>Ecológico</p> <p>-En ocasiones considerar no abordar ninguna acción y dejar que la naturaleza obre.</p> <p>-La contaminación ambiental y la intervención humana deben controlarse para facilitar el proceso de recuperación natural.</p> <p>-Buscar la preservación de una franja amplia de playa que esté protegida por una duna frontal que reciba las olas de tormenta.</p> <p>- Definición de acciones apropiadas para reducir los riesgos de inundaciones, para evitar la pérdida potencial de valiosos humedales y vegetación.</p> <p>-Protección y restauración de los ecosistemas naturales para minimizar la energía de las olas de tormentas y amortiguar a la costa de los impactos.</p>

4.3.4 Índice de vulnerabilidad por categoría

Los subíndices por Categorías, se muestran en las Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11. El valor que tomaron (1, 2, 3 y 4) representa el nivel de vulnerabilidad, y se guardó en la base de datos para poder ser utilizado en la ecuación (3).

Categoría 1

Tabla 9 Subíndices de variables para el cálculo de la vulnerabilidad en la Categoría 1.

Variable	Nivel de vulnerabilidad			
	Alto (4)	Moderado (3)	Bajo (2)	Despreciable o no significativa (1)
Tipos de ecosistema	Ningún ecosistema	1 ecosistema	2 ecosistemas	3 o 4 ecosistemas
Uso de suelo	Población: > 90%	Natural: < 50% Población + agricultura: > 50%	Población + agricultura: < 50% Solo agricultura: < 90%	Natural: > 90%
Densidad de población	> 3000 hab/km ²	> 1500 y ≤ 3000 hab/km ²	> 750 y ≤ 1500 hab/km ²	≤ 750 hab/km ²
Distancia de la infraestructura	≤ 500 m	> 500 m y ≤ a 1km	> 1km y ≤ 5 km	> 5 km
Elevación	≤ 1 m	> 1m y ≤ 5m	> 5 m y ≤ 10 m	> 10 m
Principal modelador de la costa	-	Mareas	Oleaje	-
Geoforma significativa	Isla de barrera	Costa abierta sin protección natural	Bahía con o sin protección	Playas de bolsillo o playas encajadas con promontorios rocosos de protección
Tipo de costa	Fango	Arena	Grava	Acantilado o rocoso
ANP	No	-	-	Si

Categoría 2

Tabla 10 Subíndices de variables para el cálculo de la vulnerabilidad en la Categoría 2.

Variable	Nivel de vulnerabilidad			
	Alto (4)	Moderado (3)	Bajo (2)	Despreciable o no significativa (1)
Grado de deterioro del ecosistema	Pérdida de superficie del ecosistema	-	-	Ecosistema sin cambios o con ganancia de superficie
Antropización en la orilla de los ríos	n/a	Si	n/a	No
Industria	n/a	Si	n/a	No
Tipo de puerto	Industrial	Comercial	Recreacional	Ninguno
Estructuras artificiales	n/a	Si	n/a	No
Actividad económica	Actividades turísticas	Actividades terrestres no turísticas	Actividades marinas	Sin actividad
Valor histórico o cultural del área	Sí	-	-	No
Carreteras	Pavimentadas	Terracerías	-	-
PIB	≤ 100,000,000	> 100,000,000 y ≤ 50,000,000,000	> 50,000,000,000 y ≤ 100,000,000,000	> 100,000,000,000
Altura de ola significativa	> 2 m	> 1.5 y ≤ 2.0 m	> 1.0 y ≤ 1.5 m	≤ 1.0 m
Rango de marea	Macromareal bajo y alto > 3.5 m	Mesomareal alto: 2 – 3.5 m	Mesomareal bajo: 1 – 2 m	Micromareal: 0 - 1 m

Variable	Nivel de vulnerabilidad			
	Alto (4)	Moderado (3)	Bajo (2)	Despreciable o no significativa (1)
Corrientes	> 2.5 m/s	-	≤ 2.5 m/s	-
Régimen de viento	-	> 5.1 m/s	≤ 5.1 m/s	-
Desplazamientos de la línea de costa	≤ -2 m	>-2 y ≤ -1 m	> -1 y ≤ 1 m	> 1 m
Características de los sedimentos	Fino (≤ 0.25 mm)	Medio (> 0.25 y ≤ 2 mm)	Grueso (> 2 y ≤ 16 mm)	Muy grueso (>16 y ≤ 256 mm)
Orientación de la costa	Directa	-	Indirecta	-
Pendiente costera	Disipativas (β = 0.02)	Intermedias (β = 0.03 - 0.06)	Reflejantes (β = 0.10)	-
Medidas de protección y planeación territorial	Ningún indicador	2 o 1 indicadores	Refugios insuficientes + PMPC + PMDU	Refugios suficientes + PMPC + PMDU

Categoría 3

Tabla 11 Subíndices de variables para el cálculo de la vulnerabilidad en la Categoría 3.

Variable	Nivel de vulnerabilidad			
	Alto (4)	Moderado (3)	Bajo (2)	Despreciable o no significativa (1)
Migración potencial del ecosistema	0 direcciones	1 o 2 direcciones	3 direcciones	4 direcciones
Grado de antropización	Alto	Moderado	Bajo	Ninguno
Tasa de crecimiento poblacional	> 4 %	> 2 y ≤ 4 %	> 0 y ≤ 2 %	≤ 0 %
Densidad turística	> 70 items/km ²	> 35 y ≤ 70 items/km ²	> 5 y ≤ 35 items/km ²	≤ 5 items/km ²
IDH	≤ 0.3	> 0.3 y ≤ 0.6	> 0.6 y ≤ 0.9	> 0.9
Oleaje extremal	> 9 m	> 6 y ≤ 9 m	> 3 y ≤ 6 m	≤ 3 m
Subsistencia o geología del suelo	Sedimento fino no consolidado (arcillas, limos, arenas)	Rocas sedimentarias	Metamórficas de bajo grado (areniscas y conglomerados)	Ígneas y metamórficas de grado medio-alto (volcánicas)
Normatividad local, estatal y federal de ecosistemas, uso de suelo y actividades económicas específicas	≤ 3 instrumentos	> 3 y ≤ 6 instrumentos	> 6 y ≤ 9 instrumentos	10 instrumentos

La ecuación (3) se utilizó para obtener el Índice de Vulnerabilidad Costera para cada unidad litoral y el conjunto de variables pertenecientes a cada Categoría.

$$IVC_{C_{1,2,3}} = \sqrt{\frac{S_1 * S_2 * \dots * S_n}{n}} \quad (3)$$

donde $C_{1,2,3}$ son las categorías, $S_{1,2...n}$, los subíndices y n , el número de variables por categoría.

No se asignaron pesos para las variables o los componentes, pues buscando un Manejo Costero Integrado, se propone que todas las variables tengan la misma importancia en la toma de decisiones.

Capítulo 5. Análisis de resultados

5.1 Unidades de estudio – celdas litorales

Las unidades litorales obtenidas para la costa del estado, se muestran en la Figura 15. En estas se identificaron los límites encontrados.

Se registraron 137 compartimentos litorales con longitudes de hasta 61 km, en una franja de 5 km tierra adentro. Los compartimentos con mayores longitudes presentaron características continuas que permitieron distinguir sus límites en largas distancias. En la costa de Veracruz, el 46% de los límites identificados entre compartimentos se debió a la desembocadura de ríos o lagunas, seguido por la presencia de estructuras de protección artificial y finalmente cambios en el material que compone la línea de costa. También se definieron 5 compartimentos compuestos por baterías de espigones (Figura 15a).

Para las celdas litorales se definieron 34 en una franja de 10 km tierra adentro, con longitudes de hasta 95 km. A lo largo de la costa, los principales límites que se presentaron fueron naturales fijos de tránsito, seguidos por los artificiales fijos de tránsito, que de acuerdo a la temporalidad, permiten el paso de sedimentos (Figura 15b), y los naturales fijos.

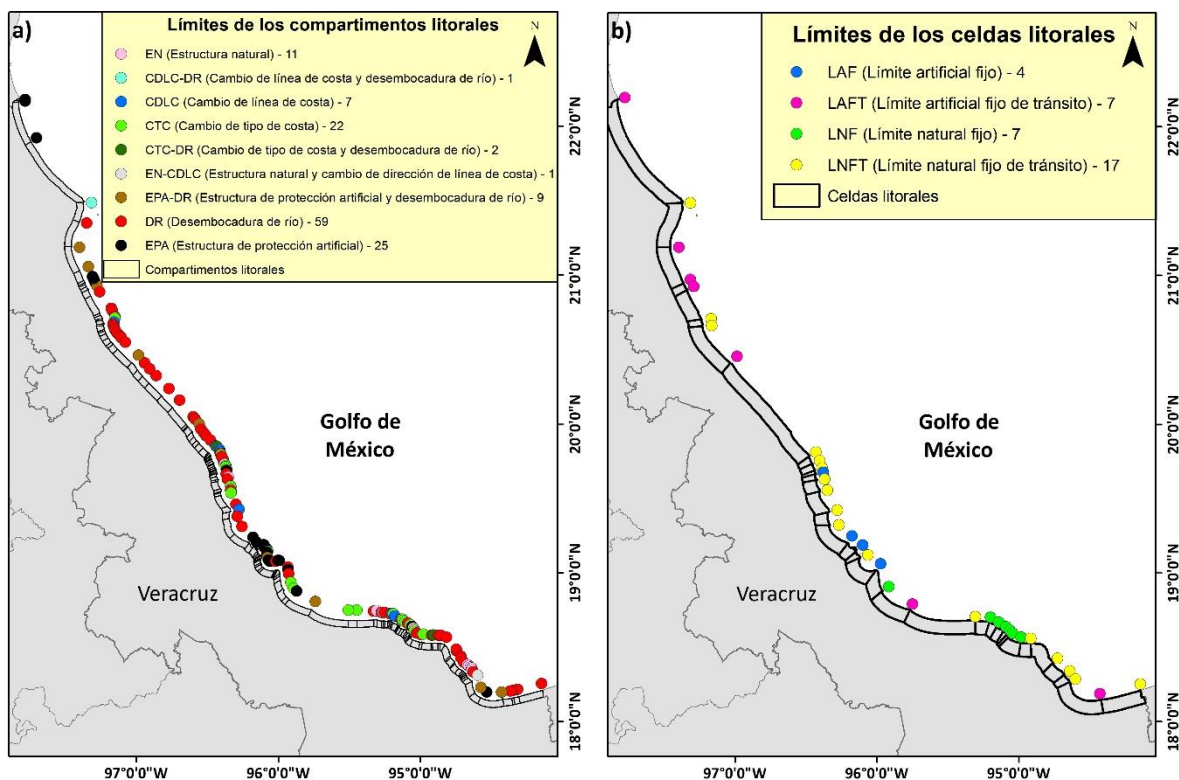


Figura 15 Unidades litorales definidas para la costa de Veracruz. a) Compartimentos, b) Celdas.

5.2 Mapas de la caracterización

A continuación, se describen los resultados obtenidos de los cálculos de cada variable, mostrados por unidad litoral en las dos escalas que se manejaron (compartimento y celda litoral).

Categoría I

Ecológico

En el ámbito ecológico, se observa en primer lugar que la mayoría de la costa de Veracruz presenta al menos dos ecosistemas costeros, seguido por unidades litorales que registraron hasta 3 o 4 ecosistemas. Solo 5 celdas que coinciden con áreas de acantilados y playas encajadas con cambios bruscos en la línea de costa, no registraron ningún ecosistema (Figura 1a-Anexo II).

En los compartimentos ocurrió el mismo comportamiento, pues a pesar de la variación de escalas, la caracterización de estos ecosistemas corresponde a la primera franja costera en todas las unidades costeras. Sin embargo, fue posible identificar más compartimentos con ningún ecosistema (Figura 1b-Anexo II).

Socioeconómico

En cuanto al uso de suelo, tanto en las celdas como compartimentos, no se encontró alguno libre de presiones antrópicas. El principal uso de suelo presente en las costas de Veracruz, fue de un nivel moderado, que refleja unidades con un mayor porcentaje de tierras agrícolas (> 50%) y poblaciones (Figura 2-Anexo II). De acuerdo a la finura de los compartimentos, se identificaron 4 con el nivel más alto de uso de suelo, es decir, donde su población es mayor al 90% de su área (Figura 2b-Anexo II).

Con respecto a la densidad de población, el más alto nivel de las celdas se observa en la zona Puerto de Veracruz – Boca del río, mientras las demás celdas reflejan una densidad despreciable. Para los compartimentos, además de mostrar altos niveles en la misma zona que las celdas, también se identificó un nivel moderado en Coatzacoalcos y debajo de Boca del río (Figura 3-Anexo II).

Evaluando la distancia de la población (Figura 4-Anexo II), se observa que el 67% de las celdas tiene población a una distancia menor a 500 m. A nivel compartimentos, este porcentaje de niveles altos de vulnerabilidad, baja al 7%, mientras otro 8% de los compartimentos se vuelve un nivel moderado. En sentido contrario, se observó que solo el 6% de las celdas (2 unidades) mostraron un nivel despreciable y en los compartimentos fue el 58% (79 unidades).

Para la elevación del terreno, la celda 4 fue la única con niveles altos de vulnerabilidad (≤ 1 m), mientras la mayoría de las celdas (79% = 26 unidades) mostraron una vulnerabilidad despreciable (> 10 m) (Figura 5a-Anexo II). 11 compartimentos distribuidos a lo largo de la costa de Veracruz mostraron vulnerabilidad alta, seguidos por 14 con niveles moderados. Sin embargo, al igual que las celdas la mayoría de estos compartimentos tuvo una vulnerabilidad despreciable de elevación del terreno (Figura 5b-Anexo II).

Clima marítimo

De acuerdo con Davis & Hayes, (1984), la relación de los valores de altura de ola y rango de marea, determinan que las costas de Veracruz corresponden a ser dominadas por el oleaje (Figura 6-Anexo II).

Geomorfología

De acuerdo con la Figura 7-Anexo II, fue posible identificar que las costas abiertas sin alguna protección natural, son la principal geoforma que caracteriza a este estado. Tanto para las celdas como los compartimentos, se identificaron en el sur, en la zona rocosa (Bernabeu-Tello et al., 2002) y de acantilados, algunas unidades con playas encajadas, mientras en la zona del puerto de Veracruz, “bahía con protección”, debido a que frente a estas unidades existen islotes y atolones de arrecifes de coral que brindan protección a sus costas.

En la caracterización del tipo de costa, se encontró que para las celdas (26) y compartimentos (109) el 79% presenta playas de arena, seguidos por algunas unidades al sur con acantilados o rocas. Finalmente, solo una unidad de celdas y una de compartimentos, fueron identificadas con protección artificial, correspondientes al puerto de Veracruz (Figura 8-Anexo II).

Legislación

Al verificar la presencia de ANPs, se encontró que para las celdas litorales el 76% (25 unidades) tiene registrado en su superficie al menos un ANP, mientras el resto (24% - 8 unidades) se caracterizó con ausencia. Para los compartimentos fue un 64% con la presencia de estas áreas y un 36% sin ANP registradas (Figura 9-Anexo II). Los ANPs estatales y federales, incluyeron ciénegas, reservas ecológicas, los sistemas arrecifales, humedales y lagunares, siendo la Biósfera de los Tuxtlas, de las áreas con mayor superficie.

Categoría II

Ecológico

Para la evaluación del grado de deterioro del ecosistema de manglar, se encontró que las celdas mostraron un 9% (3) de vulnerabilidad alta, es decir, pérdida en la superficie durante el período de estudio. El porcentaje complementario fue vulnerabilidad despreciable, pues tuvieron ganancia del ecosistema o no mostraron cambios. En los compartimentos, la vulnerabilidad alta ocurrió en el 11% o 15 unidades (Figura 10-Anexo II). Las pérdidas registradas fueron de 0.1 a 15 ha y de 0.3 a 13 ha, en las celdas (pérdida máxima en celda 4) y compartimentos (pérdida máxima en compartimento 11), respectivamente.

Socioeconómico

La antropización en la desembocadura de los ríos principalmente de comunidades, se encontró en el 40% - 13 de las celdas, y en el 22% (30 unidades) de los compartimentos. Sin embargo, el 100% de los ríos analizados mostró antropización en su desembocadura (Figura 11-Anexo II).

La industria en la costa se presentó en el 24% de las celdas, que fueron 8, y en el 5% - 7 de los compartimentos. Para esta variable se caracterizó principalmente la infraestructura industrial asociada a los puertos, complejos petroquímicos y la central nucleoelectrica (Figura 12-Anexo II).

La caracterización del tipo de puerto, reflejó para las celdas un 24% (8) con la presencia de puertos industriales, mientras para los compartimentos fue un 6% (9). Siendo Veracruz, el estado con más administraciones portuarias a nivel federal (SCT, 2013) (Figura 13-Anexo II).

La presencia de estructuras de protección costera fue encontrada en el 42% de las celdas (14) y en el 28% de los compartimentos (39). Estos se identificaron principalmente en las costas con mayor población y que sufren erosión, así como en los puertos (Figura 14-Anexo II). Se encontraron los rompeolas de los puertos, espigones en las desembocaduras de ríos, el malecón en la ciudad de Veracruz y Boca del río y baterías de espigones o espolones en diversas playas para contrarrestar la erosión.

Como actividades económicas, las actividades turísticas fueron del 6% (2) y 4% (6), en las celdas y compartimentos, respectivamente. Las actividades terrestres no turísticas, tales como comercio interior, construcción, empresas y negocios, de los cuales fueron de 48% (16) para las celdas y 31% (43) para los compartimentos. Para las actividades marinas, catalogadas con un impacto bajo, se encontraron el 36% (12) de las celdas y el 24% (33) de los compartimentos (Figura 15-Anexo II).

Los valores históricos o culturales solo se encontraron en 6 (18%) celdas y 6 (4%) compartimentos. Estos pertenecen principalmente a sitios arqueológicos con pirámides, el fuerte de San Juan de Ulúa y museos (Figura 16-Anexo II).

Las celdas litorales tuvieron en su mayoría vías de comunicación pavimentadas en el 58% (19 unidades), mientras que en los compartimentos fueron el 50% (69). Las zonas de acantilados al sur y las grandes extensiones de dunas al norte con humedales, mostraron principalmente caminos de terracería (Figura 17-Anexo II).

En cuanto al PIB, el 91% (33) de las celdas mostró un nivel de vulnerabilidad moderado, el 6% (2) bajo, mientras el 3% (1) despreciable. Por el lado de los compartimentos, las 3 unidades con alta vulnerabilidad se ubican en el sur (3%), donde solo una de estas posee una localidad con 250 habitantes. El nivel moderado también se mostró en el 91% (125 compartimentos), el nivel bajo en el 5% (7 unidades) y el despreciable en dos (1%). Tanto para celdas como compartimentos, el nivel despreciable corresponde a la ubicación del Puerto y ciudad de Veracruz (Figura 18-Anexo II).

Clima marítimo

El oleaje, proveniente del segundo y tercer cuadrante, se mantuvo para las celdas debajo del grado bajo de vulnerabilidad, siendo el 73% (24) con valores que fueron en el rango de 1 a 1.5 m, mientras el resto (27% - 9) toma valores menores a 1 m. Sólo se encontró un compartimento (1%) en el nivel moderado de 1.5 a 2 m, 94 (69%) de estas unidades en el nivel bajo y 42 (30%) con valores despreciables (Figura 19-Anexo II).

El rango de marea en las celdas y compartimentos fue de 1 a 1.3 m (Figura 20-Anexo II), asignando para todas las unidades el nivel de vulnerabilidad bajo, que corresponde al mesomareal bajo: 1 - 2 m (Tabla 10).

Para el régimen de viento se encontró que el 48% de las celdas (16 unidades) obtuvo valores moderados mayores a 5.1 m/s, mientras el resto fueron menor o igual a este valor con una vulnerabilidad baja. Asimismo, por el lado de los compartimentos fue el 47% (65) con un nivel moderado de vulnerabilidad (Figura 21-Anexo II).

Geomorfología

Los desplazamientos de la línea de costa no mostraron vulnerabilidad alta en las celdas litorales. El 6% (2) mostró un nivel moderado, el 58% (19) un nivel bajo y el 36% (12) un nivel despreciable. En la escala de los compartimentos, el 1% (2) mostró vulnerabilidad alta, el 18% (25) nivel moderado, el 44% (61) baja y el resto, un nivel despreciable (Figura 22-Anexo II).

En la caracterización del tamaño de los sedimentos a nivel de celdas, se observó que el 70% tuvo una vulnerabilidad alta con tamaños de grano finos ≤ 0.25 mm, mientras lo demás fue categorizado como nivel moderado con granos medios en el rango de tamaños de 0.25 y ≤ 2 mm. En los compartimentos, el 65% (89) tiene una vulnerabilidad alta y el 35% (48) vulnerabilidad moderada (Figura 23-Anexo II). Al relacionar las velocidades de 0.5 m/s con los valores del tamaño de partícula de acuerdo a la curva de Hjulström (mencionada con el apartado de corrientes de la metodología), se puede determinar que los diferentes tamaños que fueron caracterizados para la costa de Veracruz (de 0.147 a 1.94 mm), sufrirían erosión a esa velocidad de corriente. El transporte se llevaría a cabo con velocidades entre 0.1 y 0.2 m/s y la depositación estaría en el rango de 0.01 y menor a 0.1 m/s.

Para la orientación de la costa, se obtuvo el 73% (24) de las celdas con una orientación directa y para los compartimentos el 61% (84); mientras que el resto para ambos, sufre un impacto indirecto con un nivel de vulnerabilidad bajo (Figura 24b-c-Anexo II).

En las celdas caracterizadas bajo la variable pendiente, el 33% (11) mostró una vulnerabilidad alta, siendo playas disipativas, el 30% (10 unidades) un nivel moderado, siendo pendientes intermedias y el resto con nivel bajo, fueron reflejantes. Para los compartimentos, ocurrió que el 22% (30) tuvieron un nivel alto de vulnerabilidad, el 41% (57) moderada y los demás baja (Figura 25-Anexo II).

Legislación

La caracterización de la variable "Medidas de protección y planeación territorial" ha permitido identificar en las celdas litorales el 48% (16 unidades) con un nivel de vulnerabilidad bajo, que corresponde a haber identificado refugios insuficientes + PMPC + PMDU. Y el 52% mostró una vulnerabilidad despreciable al contar con los refugios suficientes. En el caso de los compartimentos, el 57% obtuvo el nivel bajo y el porcentaje restante fue nivel despreciable (Figura 26-Anexo II).

Categoría III

Ecológico

La migración potencial del ecosistema de manglar evaluada por celdas, reflejó el 61% (20) con vulnerabilidad alta, es decir, las superficies de manglar no tuvieron ninguna oportunidad de migración en cualquier dirección. El 36% (12) se caracterizó con un nivel moderado (1 o 2 direcciones), y solo el 3% (1) fue despreciable (celda 9), con las 4 direcciones de migración disponibles. Por el lado de los compartimentos, el 65% (89) fue vulnerabilidad alta, el 31% (42) moderado y el 4% (6) bajo. La vulnerabilidad alta en las unidades se debió a la presencia de población y tierras agrícolas, que se corrobora con el uso de suelo en Veracruz (Figura 27-Anexo II).

Socioeconómico

El grado de antropización alto solo se presentó en dos celdas (6%) y corresponden al puerto y ciudad de Veracruz, con más expansión de población e infraestructura. Complementariamente, el 94% (31) fueron moderadas. En los compartimentos, la vulnerabilidad alta fue del 11% (15 unidades), nivel moderado el 57% (78), nivel bajo 20% (28) y nivel despreciable 12% (16) (Figura 28-Anexo II).

La tasa de crecimiento poblacional se mantuvo debajo del 2% en las celdas litorales, pues el 67% (22) resultó con nivel de vulnerabilidad bajo y el 33% (11) nivel despreciable. Para los compartimentos se identificó el 3% (4) con vulnerabilidad moderada (> 2 y $\leq 4\%$). Esto también corresponde a las áreas más urbanizadas de la costa. El 19% (26) fueron nivel bajo y el 78% (107) nivel despreciable (Figura 29-Anexo II).

La densidad turística alta, moderada y baja, presentaron una celda en cada nivel. Donde estas celdas también coinciden con la alta urbanización y principales zonas turísticas de Veracruz. Mientras el 91% (30) se evaluó con vulnerabilidad despreciable con ≤ 5 items/km. Con los compartimentos, el 4% (5) fueron nivel alto, el 3% (4) nivel moderado, el 9% (12) nivel bajo y lo demás, nivel despreciable (Figura 30-Anexo II).

Al caracterizar el IDH en las celdas y compartimentos, se obtuvo el mismo porcentaje en los niveles de vulnerabilidad, siendo 12% el nivel moderado y 88% el nivel bajo. El IDH moderado (> 0.3 y ≤ 0.6) se ubicó en la zona montañosa y costa de acantilados, con localidades rurales, al sur de Veracruz (Figura 31-Anexo II).

Clima marítimo

Para el oleaje extremal, en las celdas se obtuvo el 21% (7) con nivel bajo y el complemento, con nivel despreciable. Y para los compartimentos, el nivel bajo en el rango de > 3 y ≤ 6 m, fue del 24% (33 unidades) (Figura 32-Anexo II).

Geomorfología

En el caso de la variable donde se evaluó la geología costera, resultó que para las celdas el 51% (17 unidades) fueron rocas sedimentarias (nivel moderado) y el 49% (16) rocas ígneas y metamórficas

(nivel bajo). Y este nivel moderado caracterizado en los compartimentos fue del 70% (96) (Figura 33-Anexo II).

Legislación

La Normatividad local, estatal y federal de los ecosistemas, uso de suelo y actividades económicas específicas, evaluada en la Tabla 1 y 2 del Anexo II, muestran que el número de los instrumentos en las unidades litorales varió de 7 a 9, tomando una vulnerabilidad baja (Tabla 11). Sin embargo, se observa que los OET, no fueron encontrados para todos los municipios costeros de Veracruz, pues Rivera-Arriaga et al., (2004) mencionan que en México existen pocas áreas que cuenten con OET en las diferentes escalas. Asegurando también que el estado de Quintana Roo es el más avanzado en materia, seguido por Baja California. Los mismos autores, también mencionan la falta de PDUs en numerosos municipios costeros del país, de los cuales son pocos los que contemplan los aspectos ambientales. Con excepción de Los Cabos, BCS que ha considerado estos criterios en la elaboración de su PDU. La “Zona de dominio público” evaluada, en este caso la ZOFEMAT en México, tomó el valor 0 en todas las unidades litorales al ser menor a 100 m.

5.3 Comparativa de los índices de vulnerabilidad por categoría

Realizando el análisis de los índices de vulnerabilidad para las celdas litorales, en las gráficas circulares de la Figura 16, se puede observar que el porcentaje de vulnerabilidad alta y moderada, disminuyó en las categorías II y III. En la Categoría 2, que consideró un número mayor de variables, se elevó el porcentaje de vulnerabilidad despreciable, así como los valores resultantes del índice. La Categoría II y III identificaron como vulnerabilidad alta, celdas que mantuvieron este grado en la Categoría I. Sin embargo, en la Categoría III, con respecto a la II, ocurrió una variación en el grado de vulnerabilidad que mostró cada celda, aumentando y disminuyendo su valor, sin ninguna tendencia identificada.

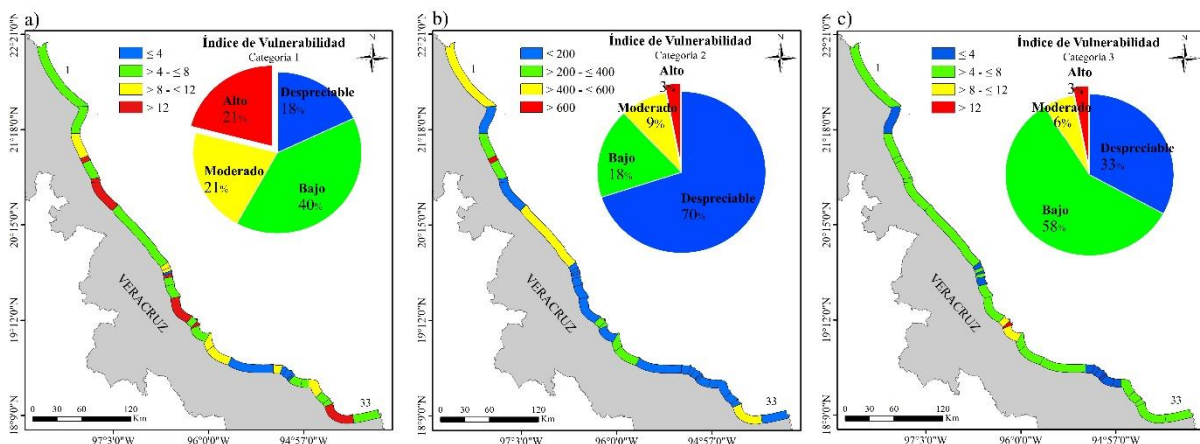


Figura 16 Índices de vulnerabilidad para las tres categorías a nivel celda litoral. a) Categoría I, b) Categoría II y c) Categoría III.

En la escala de los compartimentos, la vulnerabilidad alta fue disminuyendo conforme se avanzó en las categorías. Al comparar con la primera categoría, la segunda incrementa en gran medida el porcentaje de vulnerabilidad despreciable al igual que en la tercera.

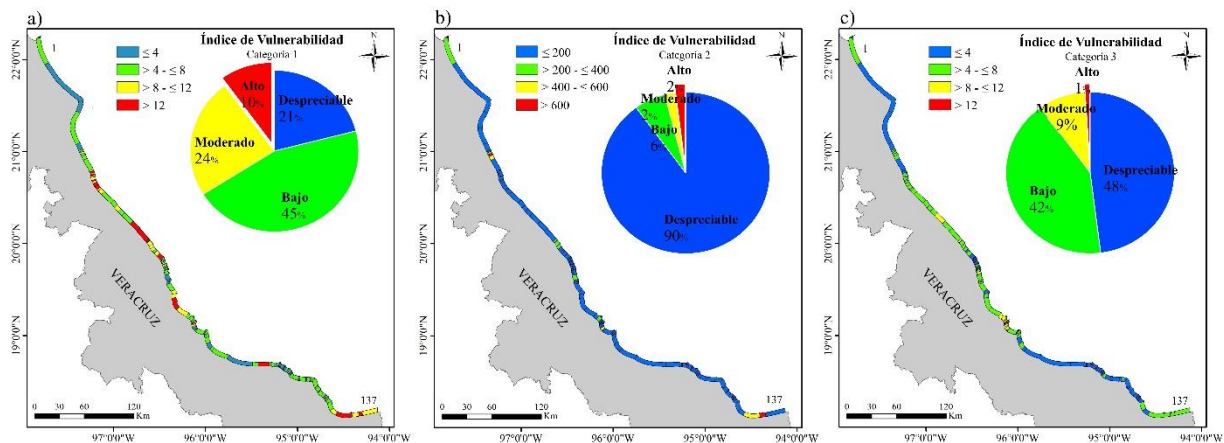


Figura 17 Índices de vulnerabilidad para las tres categorías a nivel compartimento litoral. a) Categoría I, b) Categoría II y c) Categoría III.

La segunda y tercera categorías afinan el grado de vulnerabilidad al disminuirlo en las unidades litorales de estudio. Pues la segunda categoría genera mayor detalle de caracterización al contemplar un mayor número de variables y la tercera categoría utiliza variables más específicas que requieren un mayor tiempo de caracterización (Figura 17).

Con la Figura 18a, se puede observar y determinar que el 70% (23) de las celdas obtuvo un grado menor de vulnerabilidad en las categorías II y III, con respecto a la categoría I. Por ejemplo, la celda 32, pasó de ser vulnerabilidad alta en la categoría I, a moderada en la II y baja en la III. Las demás celdas (30% o 10 celdas) mostraron una categoría diferente a la primera, con el valor más alto de vulnerabilidad. Por ejemplo, en la celda 16, el grado de vulnerabilidad fue mayor en la categoría III, siendo moderada, y en la categoría I y II fue baja.

En los compartimentos, la transición del índice en las categorías también reflejó en su mayoría un comportamiento descendente (70% o 96 compartimentos) (Figura 18b). Mientras en el 28% (39 unidades) el índice de otra categoría encabezó el mayor o igual grado de vulnerabilidad que la categoría I. Por ejemplo, el compartimento 12 pasó de tener vulnerabilidad alta en la categoría II, a baja en las categorías I y III. Y el compartimento 30, el mismo valor del índice de vulnerabilidad en las categorías I y III (grado bajo), y en la categoría II pasó a nivel despreciable. Finalmente, solo el compartimento 78 mostró un valor del índice mayor en las categorías II y III con un grado moderado, y en la categoría I, un valor del índice despreciable.

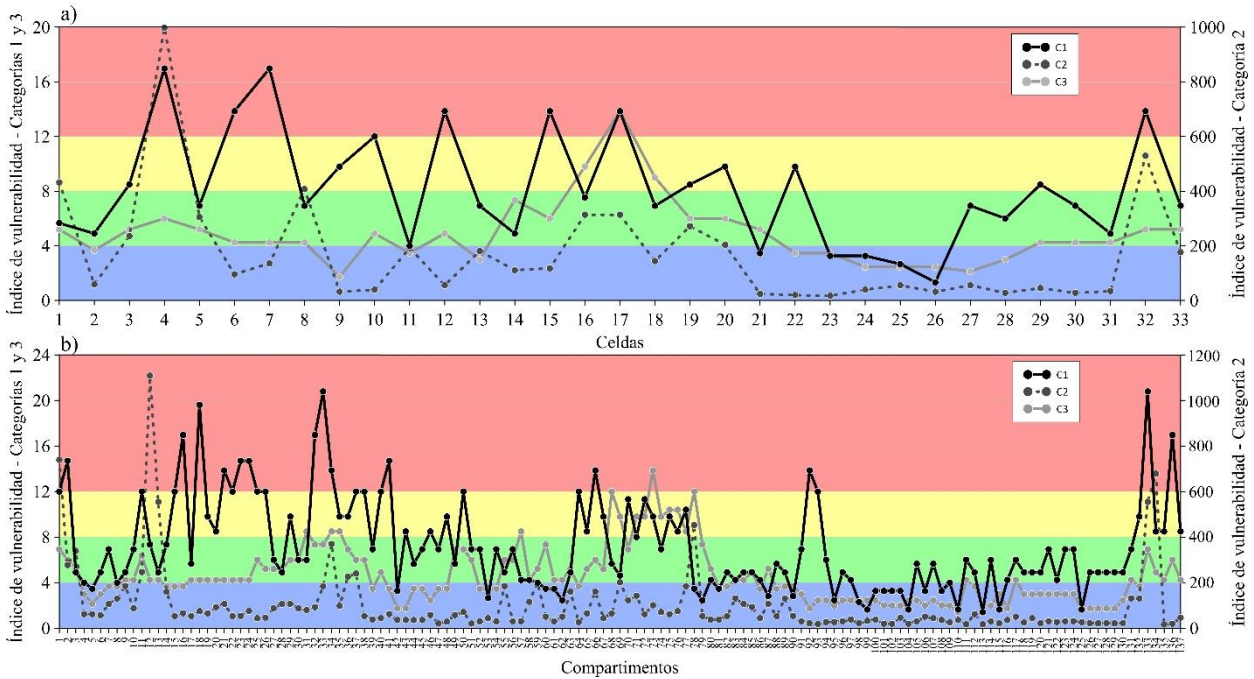


Figura 18 Comportamiento del índice en las categorías y en las unidades litorales. a)Celdas y b)Compartimentos.

5.4 Diagnóstico del área de estudio

El diagnóstico del área de estudio se realizó por categorías y escalas, identificando las variables que tuvieron mayor participación en aumentar o disminuir el grado de vulnerabilidad. Los datos completos pueden ser consultados en las tablas del Anexo III. También se incluyeron las recomendaciones de manejo basadas en la clasificación de la Tabla 8.

Categoría I

Celdas

Se identificó que las celdas con vulnerabilidad alta (4, 6, 7, 12, 15, 17 y 32) en esta categoría, estuvieron dominadas por la variable “distancia de la infraestructura”, pues todas mostraron tener población ≤ 500 m y corresponder a las áreas con mayor urbanización. Seguido de esto, el “uso de suelo” mostró para todas las celdas un valor moderado, habiendo una superficie de población + agricultura mayor al 50% de la superficie de la celda. Asimismo, la mayoría de estas celdas no presentó ANP, con excepción de la 4 y 17. En la densidad de población, solo la celda 17 fue alto y las demás despreciables. La variable “tipos de ecosistemas” para la celda 17 fue de 3 o 4 ecosistemas, la 6, 12, 15 y 32 tuvieron dos ecosistemas y las celdas 4 y 7, solo un ecosistema. La elevación varió siendo baja y despreciable, y solo para la celda 4 (celda con mayor IVC calculado) se estimó una

elevación ≤ 1 m. Las demás variables “modelador de la costa” (oleaje), “geoforma” (costa abierta) y “tipo de costa” (arena), fueron igual para todo este conjunto de celdas.

Para la vulnerabilidad moderada en las celdas (3, 9, 10, 19, 20, 22, 29) sobresalió que la “densidad de población” fue despreciable para todas las celdas, el “uso de suelo” fue moderado, excepto para la celda 20 que fue bajo (población + agricultura $< 50\%$). En cuestión de los ecosistemas, solo la celda 22 se caracterizó sin ningún ecosistema, el 19 y 23 mostraron 1 ecosistema y los demás 2 ecosistemas. La elevación fue mayor a 10 m para la mayoría de las celdas, solo para la 3 fue bajo y para la 20 moderado. La “distancia” fue alta para las celdas 19, 20, 22 y 29, moderada para la 3 y la 10 y baja para la 9. Con respecto a las “ANP”, la mayoría de estas celdas presentaron un área protegida, menos la 9 y 10. Este conjunto mostró los mismos valores para las variables “modelador de la costa” (oleaje), “geoforma” (costa abierta) y “tipo de costa” (arena).

La baja vulnerabilidad mostrada en las celdas 1, 2, 5, 8, 13, 14, 16, 18, 27, 28, 30, 31 y 33, permitió caracterizar que todas contaron con un área protegida. Y todas, exceptuando la 16 con nivel alto, mostraron una “densidad de población” despreciable que ≤ 750 hab/km². Para las variables “geoforma” y “tipo de costa”, solo la celda 16 fue bahía de protección y protección artificial; mientras las demás fueron costa abierta y arena, respectivamente. El “uso de suelo” tomó en su mayoría valores moderados, solo las celdas 1 y 2, fueron nivel bajo y la 16 alto. La “distancia de población” mantuvo valores principalmente altos, seguidos de los bajos (2, 14, 28 y 30) y la celda 31 despreciable. La “elevación” varió de valores despreciables a moderados, teniendo mayor presencia los valores despreciables. Finalmente, la variable de los “ecosistemas”, abarcó del nivel despreciable al alto, que este último lo presentó solo la celda 30.

La vulnerabilidad despreciable del conjunto de las celdas 11, 21 y del 23 al 26, tuvo como característica que las variables “densidad de población”, “elevación” y “tipo de costa” fueron valores despreciables. Para las “ANP” ocurrió lo mismo, excepto en la celda 11. El “uso de suelo” fue moderado para la mayoría y bajo para la 25 y 26. Lo mismo ocurrió para la “geoforma”, siendo la mayoría nivel despreciable, con playas encajadas y las celdas 11 y 21 costa abierta. La “distancia de la población” fue alta para las celdas 23, 24 y 25 con ningún ecosistema, mientras para las demás fue distancia moderada (21), baja (26) y despreciable (11) con la presencia de 2 ecosistemas. Y recordar que la variable “principal modelador de la costa” fue valor bajo (oleaje) en todas las escalas caracterizadas.

Compartimentos

Para la vulnerabilidad alta, variables tales como el “uso de suelo”, el “tipo de costa” y la “geoforma” fueron moderados para el conjunto formado por los compartimentos 2, 16, 18, 21, 23, 24, 32 a la 34, 41, 66, 92, 133 y 136. El compartimento 2, fue la única que contó con un “ANP” de este conjunto. La “densidad de población” fue moderada para los compartimentos 2 y 133, bajo para el compartimento 34 y despreciable o ≤ 750 hab/km². La “distancia de la población” solo fue alto para el compartimento 133 (≤ 500 m) y para las demás unidades varió entre moderado y bajo. Caracterizando la “presencia de los ecosistemas”, este conjunto de compartimentos mostró desde el nivel bajo al alto; y para la “elevación” desde el nivel despreciable hasta el moderado.

La vulnerabilidad moderada se presentó en los compartimentos 1, 22, 15, 19, 20, 22, 25, 26, 29, 35 al 38, 40, 43, 46, 48, 50, 67, 70, 72, 73, 75 al 77, 93, 132, 134, 135 y 137. Para todo el conjunto las variables “tipo de costa” y “geoforma” fueron moderados, siendo costas abiertas de arena. El “uso de

suelo” para la mayoría de los compartimentos fue moderado, exceptuando el 70 y 72 con valores altos y la 11 y 67 con valores bajos. Refiriéndose a la “densidad de población” la mayor cantidad de estas unidades fue despreciable, menos la 70, 72, 73 y 75 al ser altos con valores de > 3000 hab/km², y la 76 y la 77 fueron moderados (> 1500 y ≤ 3000 hab/km²). Solo los compartimentos 1, 11, 70, 72, 73, 75, 76 y 77 presentaron ANP, mientras el resto, que fue la mayoría no contó con estas áreas. La “elevación”, mantuvo una variación que fue del nivel bajo al nivel moderado para este conjunto, pero solo el nivel moderado de la elevación (> 1 y ≤ 5 m) se identificó en los compartimentos 1, 11 y 77. La “distancia de la población” varió en todos los niveles, siendo alto (≤ 500 m) solo para las celdas 1 y 11. Por último, para la variable que representa a los “ecosistemas”, fueron en proporciones iguales con los valores bajo y moderado.

Los compartimentos 3, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 27, 28, 30, 31, 39, 44, 45, 47, 49, 51, 52, 54 al 58, 63, 68, 69, 71, 74, 80, 82 al 86, 88, 89, 91, 94, 96, 97, 105, 107, 111, 112, 114, 116 al 124 y 126 al 131 mostraron vulnerabilidad baja. La mayor parte de los compartimentos de este conjunto en la variable “geoforma” tomó valores de costa abierta, y solo el compartimento 68 fue bahía sin protección (nivel bajo), y el 105 y 107 fueron playas encajadas (nivel despreciable). La “densidad de población” fue alto para los compartimentos 68, 69, 71 y 74, bajo para el número 82 y despreciable para los demás. Para el “tipo de costa” el principal material fue arena (moderado), solo para los compartimentos 69, 71 y 74 fueron protección artificial y para el 17, 44, 49, 55 y 86 fueron caracterizados como acantilado o rocoso. El “uso de suelo” fue moderado para la mayoría del conjunto, mientras para los compartimentos 69 y 71 fueron altos, para el 10, 13, 52, 54, 88 y 89 fueron bajos y para el 9 despreciable. No se encontraron “ANP” en la mayoría de los compartimentos, con excepción del 17, 39, 44, 45, 47, 49, 51, 52, 54 al 56 y 131. Y los valores de la “distancia de la población” y “elevación” variaron en proporciones iguales desde el nivel despreciable al alto.

La vulnerabilidad despreciable se encontró en los compartimentos 4, 5, 8, 42, 53, 59 al 62, 78, 79, 81, 87, 90, 95, 98 al 104, 106, 108 al 110, 113, 115 y 125. Con excepción del compartimento 81 que fue bajo, los demás fueron densidad de población “despreciable”. Para las ANP, los compartimentos 42 y 53 fueron los únicos que no tuvieron. El “uso de suelo” fue en su mayoría moderado, solo para el 4, 53, 59 y 90 fueron bajos y para el 8 despreciable. El “tipo de costa” fue tanto de arena como acantilados o rocosos y las “geoformas” fueron playas encajadas y costas abiertas. Los valores de “distancia de la población” y la “presencia de los ecosistemas” variaron en todos los niveles, y para la “elevación” fueron despreciables, bajos y altos.

Recomendaciones de manejo

En esta categoría, fue posible distinguir que las variables uso de suelo, geoforma y tipo de costa con valores moderados, contribuyeron para obtener un grado de vulnerabilidad alto en ambas escalas, seguido de que estas unidades no presentaron áreas protegidas. Conforme fue disminuyendo la vulnerabilidad para cada conjunto se observó que, aunque las variables geoforma y tipo de costa se mantenían con los valores moderados, existía presencia de ANP tanto en los compartimentos como en las celdas, y las demás variables también comenzaban a disminuir sus valores. Los conjuntos con grados despreciables o no significativos de vulnerabilidad, mostraron en su mayoría unidades con la presencia de ANP, donde la geoforma y el tipo de costa cambiaron sus valores a despreciables. Por ejemplo, pasaban de costa abierta a playas encajadas y de arena a acantilados o rocosos, respectivamente. La densidad de población se mantuvo en su mayoría con valores despreciables desde los conjuntos de vulnerabilidad alta hasta la despreciable. A lo que se recomienda, utilizar esta

variable para guiar los procesos de urbanización que apoyan la localización de áreas que requieren acciones de adaptación específicas, tales como sistemas de alerta temprana, diques, levantamiento de casas sobre pilotes, abandono o reubicación de hogares lejos de sitios vulnerables (Tabla 8).

Al identificar que la principal presión antrópica en las costas de Veracruz es el uso de suelo de áreas agrícolas (no tanto la densidad de población), se recomienda incorporar más métodos de producción sostenible y usar el suelo como sumideros agrícolas de carbono (FAO, 2021). Puesto que estas áreas son fuente principal de contaminación del agua, gases de efecto invernadero, degradación de la tierra, fragmentación de ecosistemas y pérdida de la biodiversidad. La geoforma y tipo de costa son principalmente indicativos para centrar los focos en estas áreas, si presentan altos grados de vulnerabilidad, sufren erosión y se requiere la protección de bienes. Para las áreas naturales presentes en la costa Veracruzana, se recomienda el monitoreo constante de las actividades que desempeñan, ajuste de sus medidas de gestión en caso de ser necesario y un manejo adaptativo ante las condiciones del cambio climático (BIOMAR, 2021) (Tabla 8).

Además, a pesar de no haber identificado a la elevación como variable determinante de la vulnerabilidad, es necesario considerarla para futuros desarrollos costeros, pues en la costa Veracruzana fueron caracterizadas algunas áreas bajas. Recomendando como opción el poder utilizarlas como zonas de amortiguamiento y establecer estrategias de adaptación en aquellas en las que existen bienes.

Categoría II

Celdas

La celda 4 fue la única con vulnerabilidad alta, pues las variables “grado de deterioro del ecosistema”, “carreteras”, “características de sedimentos”, “orientación de la costa” y “pendiente” tuvieron valores altos. Los valores moderados fueron para la “antropización de ríos”, “tipo de puerto”, “estructuras de protección”, “actividades económicas” al hacer comercio interior, “PIB”, “régimen del viento” e “industria”. El “régimen de oleaje, marea y corrientes” fueron nivel bajo, mientras el resto (“desplazamientos de la línea de costa y legislación”) de las variables fueron despreciables.

La vulnerabilidad moderada solo se presentó en las celdas 1, 8 y 32, mostrando una “orientación de la costa” directa (nivel alto). Seguido de valores moderados en las variables “antropización de ríos”, “actividad económica” definidos como comercio interior, “PIB” y “régimen de viento”. Los niveles bajos se presentaron en las variables “régimen de marea y corrientes” y “desplazamientos de la costa”. Para el nivel despreciable solo la variable “grado de deterioro del ecosistema” mostró valores despreciables para todo el conjunto. El “tipo de puerto” y las “estructuras de protección” fueron despreciables para la celda 8 y para las demás fueron moderados. Como “valor histórico” y “pendiente”, solo la celda 8 fue alto en ambas variables y las demás caracterizaron pendientes intermedias, siendo un nivel moderado. En las “carreteras”, la celda 1 fue terracería y las demás pavimentadas. La altura de ola fue despreciable (≤ 1 m) para la celda 32 y el resto bajo (> 1 y ≤ 1.5 m). Al hablar de las características de los sedimentos, la celda 1 obtuvo valores altos y la 8 y 32, valores moderados. Y en la variable de la legislación, la celda 1 fue despreciable y el resto bajas, al contar con PMPC, PMDU con refugios insuficientes.

El conjunto de las celdas con baja vulnerabilidad (3, 5, 16, 17, 19 y 20) mostró para este conjunto, desplazamientos de la costa con un nivel bajo (> -1 y ≤ 1 m) y rangos de marea en el nivel bajo (1 – 2 m). Seguidos por valores altos en las “características de los sedimentos” y solo la celda 20 con un valor moderado. Para la “orientación de la costa” y el “grado de deterioro del ecosistema”, la celda 19 obtuvo un nivel bajo y alto, respectivamente. La celda 5 no mostró presencia de estructuras de protección artificial (nivel despreciable) y en la variable de “legislación” fue despreciable al contar con los refugios suficientes, más PMPC y PMDU. Para estas mismas variables las demás celdas tuvieron estructuras de protección y en la legislación mostraron refugios insuficientes, siendo un nivel bajo. Las celdas 16 y 17 contaron con algún área de valor histórico o cultural, sin industrias y con un régimen de viento bajo (≤ 5.1 m/s). Estas variables para el resto de las celdas del conjunto, tomaron valores contrarios a las 16 y 17. Solo las celdas 5 y 20 mostraron antropización en la desembocadura de los ríos. Las vías de terracería se visualizaron en las celdas 3 y 5. La celda 16 mostró un PIB despreciable y la 17 bajo, mientras las demás fueron moderados. Las celdas 3, 19 y 20, no presentaron puertos y su actividad económica principal fue la pesca, siendo un nivel bajo. En las demás celdas existieron puertos industriales, y con las actividades económicas, las celdas 5 y 16 fueron nivel moderado, mientras la celda 17 nivel alto. La altura de ola tuvo valores despreciables en las celdas 17, 19 y 20; y en el resto valores bajos. Por el lado de la pendiente, las celdas 3, 16 y 19 fueron disipativas, la 5 y 17 intermedias y la 20 reflectiva. Las corrientes mostraron valores bajos para todo el conjunto.

Todo el conjunto de celdas con vulnerabilidad despreciable (2, 6, 7, 9 al 15, 18, 21 al 31 y 33) mostró marea en el nivel bajo (1 – 2 m). En cuanto al grado de deterioro del ecosistema, la mayoría sufrió ganancia o no presentó ecosistema, y solo la celda 13 presentó pérdida de la superficie. Para el “PIB” con excepción de la celda 18 que fue bajo, las demás celdas fueron valores moderados. En el “grado de deterioro del ecosistema” solo la celda 13 registró pérdidas, y para el remanente ganancias y no presencia de ecosistemas. La presencia de la “industria” solo se visualizó en la celda 11, y la presencia de puertos industriales, solo fueron caracterizados en las celdas 18 y 33. Asimismo, las áreas con valor cultural, solo fueron localizadas en la 13, 14 y 15. Variables tales como la “antropización en los ríos”, la presencia de “estructuras artificiales” y de “carreteras”, la “orientación de la costa” y la “legislación”, tuvieron aproximadamente porcentajes iguales de caracterización en las dos opciones que presentan en la Tabla 10, por ejemplo, la mitad del conjunto tuvo vías pavimentadas y la otra mitad de terracería. Las “actividades económicas” cubrieron todos los niveles, habiendo pesca, comercio interior y transporte marítimo. El “oleaje” tomó valores despreciables y bajos, mientras el “viento”, bajos y moderados. Los “desplazamientos de la costa” fueron desde despreciables hasta moderados, siendo las celdas 13 y 28, las que mostraron valores moderados (> -1 y ≤ 1 m). Las pendientes en este conjunto fueron disipativas, intermedias y reflectivas. Y las corrientes fueron nivel bajo (≤ 2.5 m/s) para todo el conjunto.

Compartimentos

Se obtuvo la vulnerabilidad alta en los compartimentos 1, 12 y 134. El “tipo de puerto” fue la variable con los valores más altos para este conjunto, al ser puertos industriales. Existió “antropización en la desembocadura de los ríos” y “estructuras de protección”, siendo niveles moderados al igual que el “PIB” y “régimen de viento” (> 5.1 m/s). Las “corrientes” y “mareas”, fueron niveles bajos, siendo < 2.5 m/s y de 1 a 2 m, respectivamente. No se encontraron áreas con “valor cultural o histórico”. El “grado de deterioro del ecosistema” fue alto para los compartimentos 12 y 134, mientras en el 1 no se encontró presencia. También el 12 y 134 presentaron “vías” pavimentadas mientras en el 1 fueron

terracerías. Los compartimentos 1 y 12 mostraron valores altos en las “características de los sedimentos” (< 0.25 m) y en la “orientación de la costa” (directa) y nivel bajo en la altura de ola (> 1 y ≤ 1.5 m), y el 134 fue moderado con tamaños de grano > 0.25 y ≤ 2 mm, orientación indirecta de la costa y nivel despreciable ≤ 1 m. El 12 y 134 mostraron niveles moderados en las “actividades económicas” y en la “pendiente” al ser principal el comercio interior y las pendientes intermedias. La “industria” solo se encontró en celda 12, y en cuanto a la legislación fue nivel despreciable con refugios suficientes. Para las celdas 1 y 134 se encontraron refugios insuficientes obteniendo un nivel bajo. Los desplazamientos de la línea de costa fueron despreciables para el compartimento 12, bajo para el 1 y moderado para el 134.

La vulnerabilidad moderada ocurrió en los compartimentos 13, 78 y 133, detectando “puertos” industriales en todos (nivel alto). En todo el conjunto existió antropización en la desembocadura de los ríos sin áreas con valor histórico, con estructuras de protección artificial y actividades económicas terrestres tales como: construcción y comercio interior (nivel moderado). Estos valores corresponden al nivel moderado, al igual que el “PIB” que fue > 100 millones y ≤ 50 mil millones de pesos, para los 3 compartimentos. El rango de marea (1 – 2 m) y corrientes (< 2.5 m/s) fueron nivel bajo para todos. La “pendiente” fue disipativa para los compartimentos 13 y 133, con “vientos” moderados > 5.1 m/s y ganancias en la superficie del ecosistema, siendo un nivel despreciable. Para estas mismas variables, en el compartimento 78 se determinó una pendiente intermedia, con vientos bajos ≤ 5.1 m/s y con pérdidas en el manglar. Las principales “vías de comunicación” encontradas en los compartimentos 78 y 133, fueron pavimentadas (nivel alto), con “características de sedimentos” medios (> 0.25 y ≤ 2 mm), “legislación” moderada con refugios insuficientes y “alturas de ola” ≤ 1 m (nivel despreciable). Mientras el compartimento 13 mostró vías de terracería, sedimentos finos ≤ 0.25 mm, legislación despreciable con refugios suficientes y alturas de ola de > 1 y ≤ 1.5 m (nivel bajo). Los compartimentos 13 y 78 tuvieron una orientación directa sin industrias, y el 133, orientación indirecta con industria. Refiriéndose a los desplazamientos de la línea de la costa, el compartimento 13 fue moderado, el 133 bajo y el 78 despreciable.

Los compartimentos con vulnerabilidad baja fueron el 2, 3, 11, 34, 36 y 37. Estos se caracterizaron con “orientación de la costa” directa, un “PIB” y “régimen de viento” (> 5.1 m/s) moderados, “legislación” con nivel bajo al tener refugios suficientes, además de PMPC y PMDU; “rango de mareas” (1 y 2 m), “altura de ola” (> 1 y ≤ 1.5 m) y “corrientes” con nivel bajo, y sin ningún “tipo de puerto”. Los compartimentos de este conjunto, con excepción del 11, se visualizaron con “antropización en la desembocadura de los ríos”, “actividades económicas” con nivel moderado al ser comercio interior y ganancias en la superficie del manglar (nivel despreciable). El compartimento 11 por su parte, no presentó “actividad económica” (nivel despreciable) y tuvo pérdidas en el “ecosistema”. Las áreas con “valor histórico” solo se encontraron en el compartimento 34, y la “industria” solo en el 37. Para los “desplazamientos de la costa”, la mayoría mantiene un nivel bajo (> -1 y < 1 m), mientras la 3 fue nivel moderado (> -2 y < -1 m) y la 36 alto (≤ -2 m). Asimismo, la mayoría tiene “vías” de terracería, y solo el 11 y 34 pavimentadas. La mitad del conjunto (compartimentos 2, 3 y 11) contó con “estructuras artificiales de protección”. El 11, 34 y 36 fueron “pendientes” disipativas, y el resto moderadas. Las “características de los sedimentos” fueron nivel alto (≤ 0.25 mm) para los compartimentos 2, 3 y 11 y para el resto fueron nivel moderado (> 0.25 y ≤ 2 mm).

La vulnerabilidad despreciable se presentó en los compartimentos 4 al 10, 14 al 33, 35, 38 al 77, 79 al 132 y 135 al 137. La marea se caracterizó en el rango mesomareal bajo: 1 – 2 m para todo el conjunto (nivel bajo). Los puertos industriales solo se encontraron en las unidades 68, 69 y 77, la

industria en el 9, 14, 55 y 87, las áreas con valor histórico en el 58, 66, 69 al 71, las estructuras de protección artificial en el 4, 6 al 10, 55, 56, 68 al 77, 79, 80 al 85, 88 al 90, 107, 131 y 132, y la antropización en la desembocadura de los ríos en el 16, 17, 19, 20, 27, 28, 31 al 33, 35, 65, 66, 77, 89, 90, 112, 131, 132 y 137. Las pérdidas en el ecosistema de manglar se detectaron en los compartimentos 5, 9, 21, 29, 30, 46, 49, 50, 53, 58, 69 y 76. Las actividades económicas fueron desde el nivel despreciable hasta el alto, encontrando actividades tales como: comercio interior, empresas y negocios, pesca, transporte marítimo y hoteles. Aproximadamente en partes iguales, la mitad de los compartimentos presentó vías pavimentadas y la otra terracería. Lo mismo ocurrió con la altura de ola y la variable de la “legislación” al variar entre el nivel bajo y despreciable; y con el régimen de viento que se mantuvo en los niveles bajo y moderado. El “PIB” estuvo en su mayoría en el rango >100 millones y ≤ 50 mil millones de pesos (nivel moderado), mientras los compartimentos 116, 117 y 118 fueron nivel alto, el 67, 70 al 75 que corresponden a Boca del río fueron nivel bajo y el 68 y 69 (Ciudad y puerto de Veracruz) fueron un nivel despreciable. Los desplazamientos de la costa fueron desde el nivel despreciable al alto, siendo la unidad 59, localizado en Actopan, el único con el valor más alto. Las características de los sedimentos fueron en mayor cantidad tamaños finos (≤ 0.25 mm) (nivel alto), seguidos de tamaños medios (> 0.25 y ≤ 2 mm) (nivel moderado). Las pendientes fueron disipativas, intermedias e intermedias. Y la orientación fue principalmente directa para este conjunto.

Recomendaciones de manejo

Para esta categoría, la combinación de los valores altos en el grado de deterioro del ecosistema, las carreteras, el tipo de puerto, las características de los sedimentos y la orientación; con los valores moderados en la antropización de los ríos, las estructuras de protección artificial, el PIB y el régimen de viento, reflejaron una vulnerabilidad alta en ambas escalas. Conforme fue disminuyendo la vulnerabilidad en los conjuntos, se observó que estas variables, pasaban de valores altos y moderados, a bajos y despreciables. O en otro caso, se caracterizaron los mismos valores, pero con menos unidades siendo altas y moderadas. Por ejemplo, en la vulnerabilidad baja algunas celdas de ese conjunto no tuvieron estructuras costeras y carreteras pavimentadas.

Con base en lo encontrado, se recomienda identificar y trabajar en las causas que han ocasionado la pérdida del ecosistema de manglar. De acuerdo a la Tabla 8, una opción sería restaurar, replantar, conservar y trabajar en el manejo adecuado de los manglares para contrarrestar los problemas de las pérdidas. Al hablar de la presencia de antropización en los ríos, también se recomienda considerar el abandono de la infraestructura, como una solución a los problemas erosivos en las desembocaduras. Las carreteras litorales, al ser una presión antrópica importante que aumenta la vulnerabilidad, los autores recomendaron considerar la reubicación de algunas como una solución adecuada. Con respecto a los puertos, la construcción de los sistemas bypass de arena, al menos en los más importantes, y el mantenimiento de sus obras. Así como buscar una solución a las estructuras de protección artificial que han afectado negativamente la costa.

En el clima marítimo, el rango de mareas y oleaje se mantuvieron con valores bajos para todos los conjuntos y en todos los grados de vulnerabilidad. Sin embargo, se recomendó establecer programas de monitoreo para el oleaje y los parámetros de la atmósfera, así como la instalación de mareógrafos en el área de estudio para dar seguimiento al aumento del nivel del mar de forma continua. En este estudio se consideraron 6 estaciones mareográficas, por lo que se sugiere el continuo mantenimiento y verificación de la correcta medición que deben realizar.

A pesar de encontrar características de los sedimentos con valores que contribuyeron para aumentar el grado de vulnerabilidad, no se encontraron desplazamientos relevantes de la línea de costa en las mismas unidades. No obstante, se necesita considerar estos datos para futuros desarrollos, así como la orientación, la pendiente y las características del oleaje (altura y dirección), que permiten identificar la cantidad de energía que llega a la costa. Utilizando también estos datos para la identificación de sitios prioritarios en los procesos de alimentación de playas. Además, tomar en cuenta que los estudios de evolución costera, también pueden sustentar el ajuste de las franjas del dominio público.

En cuanto a la legislación, la cantidad de refugios suficientes e insuficientes en las unidades litorales fue el parámetro que distinguió a esta variable. Por lo Balica et al., (2012) recomendó que el aumento de los refugios debe basarse en la densidad de población, con el objetivo de aumentar la capacidad de recuperación de las poblaciones. Para los Programas municipales de protección civil y los PMDU (Programas municipales de desarrollo urbano) es necesario verificar por parte de los responsables, que estos estén actualizados, rediseñados en los casos necesarios, y que contemplen los aspectos ambientales. Para los programas de protección civil se recomienda priorizar y actualizar las áreas de evacuación para los desastres. La instalación y mantenimiento de mejores sistemas de alerta temprana y predicción meteorológica (de ciclones tropicales y El Niño), para evitar áreas de alto impacto y preparar mejor los suministros de emergencia, así como ayudar a los residentes a prepararse para el cambio climático. Y contar con programas de monitoreo que alerten sobre las tendencias dramáticas en playas vulnerables que pongan en riesgo a la población costera. Y a su vez, promover que las 3 escalas de gobierno y sobretodo los municipios costeros, elaboren sus programas como un requisito indispensable (Tabla 8).

Categoría III

Celdas

La vulnerabilidad alta se presentó en la celda 17, con niveles altos en 3 variables “Migración potencial del ecosistema”: 0 direcciones, “Grado de antropización”: alta y “Densidad turística”: >70 items/km². Nivel moderado solo en la variable “Geología”, siendo rocas sedimentarias. Y en el resto de las variables nivel bajo, con excepción del oleaje extremal que fue despreciable (≤ 3 m).

La vulnerabilidad moderada se visualizó en las celdas 16 y 18. La celda 16 no tuvo ninguna oportunidad de migración para su ecosistema de manglar, pues mostró el valor más alto en la antropización, habiendo población mayor al 90% de su superficie. La celda 18, fue moderado en la migración del manglar (1 o 2 direcciones) y en la antropización (agricultura mayor al 50%). Para ambas celdas, la “Geología” fue nivel moderado, mientras la “tasa de crecimiento”, el “IDH” y la variable de la “Legislación”, fueron nivel bajo. La “densidad turística” fue moderada para la celda 18 y baja para la celda 16. Finalmente, el “oleaje extremal” fue de nivel despreciable para las dos celdas al caracterizar valores ≤ 3 m en su frente costero.

Las celdas 1, 3 al 8, 10, 12, 14, 15, 19 al 21 y 29 al 33 mostraron vulnerabilidad baja, identificando para todo el conjunto, un nivel moderado en el “grado de antropización” y un nivel bajo en la “densidad turística”. Seguido por un nivel bajo para la variable de la normatividad local, estatal y federal, siendo > 6 y ≤ 9 instrumentos de gestión. La “tasa de crecimiento poblacional” fue bajo para la mayoría, exceptuando las celdas 6 y 7 que mostraron un valor despreciable. El “IDH” fue alto para las celdas 29, 30 y 31 (> 0.3 y ≤ 0.6) y bajos para las demás celdas (> 0.6 y ≤ 0.9). Para el “oleaje extremal” las celdas 8, 10, 12 y 14 tuvieron valores bajos, que van de > 3 y ≤ 6 m, y el resto del

conjunto fueron despreciables ≤ 3 m. La variable “Geología” fue identificada para las celdas 8, 10, 12 y del 29 al 31, como Igneas-extrusivas-volcanicas-continentales (nivel despreciable) y para las demás del conjunto fueron Sedimentarias-marinas (nivel bajo). En cuanto a la “migración del manglar” aproximadamente la mitad del conjunto fue alto y la otra moderado.

El grado de vulnerabilidad despreciable, se dio en las celdas 2, 9, 11, 13 y del 22 al 28. Resaltando que para todo el conjunto las variables del “Grado de antropización”, “densidad turística” y “Normatividad” fueron nivel moderado, nivel despreciable (≤ 5 items/km²) y bajo (> 6 y ≤ 9 instrumentos), respectivamente. Para el IDH, solo la celda 28 fue moderado, mientras las demás fueron nivel bajo. El origen sedimentario- marino (nivel moderado) solo se identificó en la celda 2, y para las demás unidades fueron Igneas-extrusivas-volcanicas-continentales con un nivel despreciable. La “tasa de crecimiento poblacional” fue bajo para las celdas 22 y 23 (> 0 y ≤ 2 %), y las otras del conjunto fueron nivel despreciable. Con respecto al oleaje extremal, las celdas 9, 11 y 13 se caracterizaron con nivel bajo (> 3 y ≤ 6 m) y las complementarias del conjunto fueron nivel despreciable. Para la migración del ecosistema, el número de celdas con nivel alto (cero direcciones), fue similar a las que tuvieron un nivel moderado (1 o 2 direcciones).

Compartimentos

La vulnerabilidad alta solo se identificó en el compartimento 73, con características tales como: ninguna dirección de migración para el ecosistema, grado de antropización alto, densidad turística alta, geología moderada (rocas sedimentarias de origen marino), tasa de crecimiento poblacional, IDH y normatividad con niveles bajos y oleaje extremal despreciable al medirse ≤ 3 m.

Los compartimentos con vulnerabilidad moderada (31, 34, 35, 57, 68, 69, 71, 72, 74 al 78) se caracterizaron por tener una geología sedimentaria-marina (nivel moderado), un IDH y normatividad bajos al estar dentro de los rangos $> 0.6 - \leq 0.9$ IDH y $> 6 - \leq 9$ instrumentos, respectivamente. En su mayoría, para este conjunto, el oleaje extremal fue despreciable ≤ 3 m, la tasa de crecimiento baja, seguida de valores despreciables (71, 72, 74 y 77) y un compartimento moderado (68), y la migración potencial del ecosistema fue nivel alto, con excepción del 31 y 75 que fueron moderados. Los grados de antropización fueron desde el nivel bajo hasta el alto, y la densidad turística tomó por partes iguales todos los niveles de su clasificación (desde el despreciable hasta el alto).

Para el conjunto que obtuvo vulnerabilidad baja (1 al 3, 9 al 13, 17 al 30, 32, 33, 36 al 38, 40, 49 al 51, 55, 56, 58 al 63, 65 al 67, 70, 79, 80, 83 al 85, 87, 111, 117, 131, 133 al 137) el IDH y la normatividad fueron bajos. Mientras en la geología fueron en su mayoría sedimentarias-marinas (nivel moderado), menos el compartimento 40 que fue ígneas -extrusivas-volcánicas-sedimentarias. Lo mismo ocurrió con otras variables, en su mayoría el grado de antropización tomó valores moderados, el ecosistema evaluado no mostró oportunidad de migración, la tasa de crecimiento poblacional, la densidad turística y el oleaje extremal en mayor cantidad fueron niveles despreciables.

Finalmente, la vulnerabilidad despreciable se obtuvo para los compartimentos del 4 al 8, 14 al 16, 39, 41 al 48, 52 al 54, 64, 81, 82, 86, 88 al 110, 112 al 116, 118 al 130 y 132. La normatividad fue nivel bajo, al estar en el rango de > 6 y ≤ 9 instrumentos, y la tasa de crecimiento fue nivel despreciable. Los valores de las siguientes variables son aquellos que tuvieron mayor presencia en el conjunto. El grado de antropización fue principalmente moderado, el IDH nivel bajo, y la densidad turística y el oleaje extremal fueron niveles despreciables. La variable migración del ecosistema mostró valores

tanto altos como moderados y la geología la mitad moderados (sedimentarias-marinas) y los otros despreciables (Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales).

Recomendaciones de manejo

Para esta categoría, las variables de migración potencial del ecosistema, grado de antropización y densidad turística con valores altos, así como la geología con valores moderados, permitieron obtener el grado de vulnerabilidad alta. Contrariamente, el oleaje extremal fue despreciable en su mayoría para todos los grados de vulnerabilidad. Lo mismo ocurrió con la tasa de crecimiento poblacional y el IDH, mostrando valores bajos en la mayoría de los conjuntos. La normatividad en su totalidad fue también baja, es decir, carente en todas las escalas y en todos los grados. Esto debido a que se consideró que la ZOFEMAT no cumplió con una distancia apropiada para el resguardo de la infraestructura de acuerdo a lo investigado. Asimismo, no se encontraron todos los indicadores de gestión en las unidades litorales, pues incluso algunos municipios recientemente contaron por primera vez con estos instrumentos.

Para el lado ecológico, se recomienda controlar la intervención humana y la contaminación ambiental para facilitar el proceso de recuperación natural. Igualmente, buscar la preservación de franjas amplias de los ecosistemas, que se protejan y restauren para mantener sus servicios ecosistémicos, como son la protección de la costa ante los impactos naturales. Y en ocasiones, considerar no abordar ninguna acción y dejar que la naturaleza encuentre su equilibrio dinámico.

En cuanto al grado de antropización, diversos autores (Ng et al., 2019; Silva et al., 2014a; Torresan et al., 2008 y WWF, 2009) sugieren la reubicación o acomodación de infraestructura y comunidades que no son compatibles con los procesos naturales, y que están asentados en áreas de alto riesgo. Y evaluar los costos potenciales de proteger o reubicar los bienes en riesgo, apoyados del estudio de las intensidades extremas de los fenómenos naturales. Pues en caso de optar por la construcción de diques, esto deberá restringirse solo a los asentamientos que presentan un alto riesgo de inundación o erosión. Habiendo también otras propuestas tales como los terrenos ganados al mar, terraplenes y presas transversales en los estuarios. Sin embargo, estas soluciones rígidas deben estar acompañadas con la preservación de zonas naturales de amortiguamiento (por ejemplo, los humedales). Con respecto a la tasa de crecimiento, se recomienda gestionar y monitorear continuamente la migración humana y sus causas. Y para el IDH, se señala mejorar el capital social, aumentando la educación, habilidades técnicas y los niveles de ingresos, así como mejorar la distribución pública de alimentos y los sistemas de atención de la salud.

En la geología, el estudio del origen del suelo sirve para apoyar a la alimentación de playas y acciones de estabilización, además del comportamiento y resistencia del suelo ante futuros desarrollos de infraestructura. Los autores mencionan que, de acuerdo a las características del lugar, se sugiere preferir la alimentación de playas, en lugar de la ingeniería dura. Además, a pesar de tener valores despreciables o no significativos del oleaje extremal, se recomienda que la planificación costera se realice con escenarios de cambio climático a mediano plazo en un contexto de sostenibilidad (Tabla 8).

De acuerdo con las Figura 16 y Figura 17, se observa que la mayoría de las unidades en ambas escalas de la costa de Veracruz, se encuentran entre los grados de vulnerabilidad bajos y despreciables para todas las categorías. Siendo pocas las unidades que se encontraron con vulnerabilidad moderada y menor cantidad con vulnerabilidad alta. Y son estas unidades donde se deben centrar los focos de

atención, principalmente en las variables que contribuyeron a obtener esos valores, como se realizó en las recomendaciones de manejo por categorías. Donde futuros desarrollos en las costas de Veracruz deben visualizar la experiencia de estas unidades y la variación del índice con respecto a las variables, para evitar cometer los mismos errores. Por lo que los autores también recomiendan de forma temprana, considerar ciertas restricciones de la intervención humana en las regiones de baja vulnerabilidad como una buena medida de mitigación.

De forma general se agrega, que el plan integrado de gestión de la zona costera debe enfatizar la regulación de la construcción, la planificación del crecimiento urbano, el desarrollo de la capacidad institucional, la participación de la comunidad local, aumentar la conciencia pública y debe basarse en programas de desarrollo sostenible a largo plazo. Y los mayores esfuerzos en la formulación de lineamientos, políticas, planes o proyectos deben centrarse en los sitios más vulnerables, y utilizar esto como una base sólida para establecer acciones de adaptación en el área relacionadas con el cambio climático. Pues conforme a la magnitud de cada proyecto, se debe considerar la escala con la cual se trabajará y una mayor resolución de los datos en las áreas de interés.

Por el lado de los mapas obtenidos, estos son una herramienta informativa para los administradores costeros y la conciencia pública. Que además de distinguir las áreas más vulnerables, permiten identificar aquellas con valor económico, cultural y ecológico. Incluso, las zonas adecuadas para adaptar a las comunidades a futuros cambios, el desarrollo a gran escala y/o la reubicación de infraestructura. Así como apoyo en la planificación del uso de suelo, la gestión de los recursos costeros, y el desarrollo sostenible de nuevos establecimientos mediante la formulación de regulaciones y códigos de construcción específicos del área.

Para complementar las recomendaciones dadas por los actores dedicados a la ciencia (Tabla 8), se realizaron 6 entrevistas semiestructuradas a académicos, funcionarios y exfuncionarios públicos. El objetivo fue obtener las opiniones, percepción, conocimiento y recomendaciones de la participación y experiencia que han tenido en los temas de la gestión costera. Por lo que a continuación se listaron las frases más relevantes dadas por los entrevistados.

- Dra. Ana Macías Bedoya. Coordinadora del Máster GIAL en UCA, España.

“Lo que puede transmitir España es experiencia. Tiene una normativa detallada, abundante y frecuente.”

- Dr. Juan Manuel Barragán Muñoz. Catedrático GIAL en UCA, España.

“La toma de decisiones se debe visualizar desde el punto de vista político”

- M.GIAL. José Luis Reyes. Jefe de Servicio de Costas de la Comunidad de Andalucía en Cádiz, España.

“Impulso político claro y sostenido en el tiempo, para que los instrumentos de planificación se concluyan y se implementen”

- Juan Manuel Abarca. Ex-Jefe de Sección del DPMT de la Demarcación de Costas Andalucía-Atlántico, España.

“España ha tenido legislación costera desde el siglo XIX, esta reconoce los derechos de particulares, y la Ley de 1988 no reconoce estos derechos”.

- M. Patricio Poulet Brea. Jefe de la Demarcación de Costas de Andalucía Atlántico (Cádiz), España.

“Mayor planificación, provocará menos inversiones económicas en medidas de emergencia.”

- Jorge Iván Cáceres Puig. Ex-Delegado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en Baja California Sur y Director General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros, México.

“Las tres administraciones deben trabajar en conjunto para encontrar soluciones.”

Capítulo 6. Discusión, Conclusiones y futuras líneas de investigación

Discusión

El manejo integrado de las zonas costeras es un proceso geopolítico que implica una serie de actores clave y grupos de interés, además de las instituciones gubernamentales (Beatley et al., 2002). Y está orientado a la toma de decisiones en beneficio de las costas que enfrentan grandes y constantes desafíos a nivel mundial. Por lo que Barzehkar et al., (2021), mencionan que para mejorar la solidez y flexibilidad de la toma de decisiones, es necesaria la elección de las herramientas óptimas e integradas que permitan evaluar de forma eficiente la vulnerabilidad, y que produzcan resultados de alta calidad para los administradores.

Uno de los obstáculos en México para enfrentar el manejo de su litoral son la coordinación institucional y la falta de organización de sus instrumentos. Debido a esto, en este trabajo se propusieron unidades de manejo en diferentes escalas, que permiten visualizar los problemas desde el dinamismo real integrado que sufren las costas, desconociendo inicialmente los límites administrativos que se manejan en la gobernanza y a los que están sujetas las instituciones. Para que, partiendo de esta base, estas administraciones e instituciones puedan identificar la dinámica costera en la que participan.

La propuesta de esta herramienta puede servir de apoyo para generar instrumentos como estrategias de manejo vinculadas al conocimiento científico. Y se recomienda a los gobiernos de las diferentes escalas, tener un repositorio actualizado, de fácil acceso y consulta, que permita conocer los esfuerzos realizados hasta ahora en el manejo del litoral mexicano, ya que autores como Barragán Muñoz, (2020), mencionan que medir el progreso del manejo costero de Latinoamérica, presenta esta dificultad de disposición. Pues a pesar de las iniciativas de manejo por parte del gobierno, se necesitan desarrollar más instrumentos como son: programas, planes o proyectos y estrategias para mejorar la colaboración en las diferentes escalas, con especial atención en la escala local. Y vigilar que todas estas escalas cuenten por lo menos con su Programa de desarrollo urbano y Ordenamiento ecológico del territorio. Donde también se debe cuidar que los planes de gestión de la erosión e inundación no se hagan posterior al desastre, cuando regularmente se recurre a medidas emergentes como la instalación de estructuras duras que alteran la dinámica natural de las costas (Barzehkar et al., 2021).

Desde lo técnico, esta herramienta integra una serie de variables que representan los componentes esenciales que se deben considerar en la toma de decisiones, pues generalmente estos no son abordados en todos los proyectos costeros. En muchos casos, los estudios de vulnerabilidad solo se enfocan en un ámbito o se limitan al análisis de pocas variables. Y esto es aplicado tanto por científicos como por los formuladores de políticas y jefes de proyectos. Por lo que las evaluaciones y ejecuciones se quedan incompletas y los planes de mitigación se vuelven insostenibles en muchas zonas (Boruff et al., 2005).

Lo mismo se encontró en la revisión de los DSS, pues ofrecen opciones de resultados referentes a uno o algunos componentes, con el fin de que los tomadores de decisiones utilicen estos resultados posteriormente de acuerdo a sus normas y legislación. En otras palabras, la mayoría de los DSS encontrados normalmente no tiene integrada la legislación y se enfocan en un sector costero como el

impacto de la pesca, toma de decisiones en la agricultura, etc. Sin embargo, se considera necesario integrar este componente legislativo para medir los esfuerzos y la efectividad del manejo en el área, así como afirmar el aprendizaje continuo de los éxitos y fracasos en los diferentes temas.

El método de la moda estadística empleado, ha permitido identificar aquellas variables recurrentes que utilizan los autores multidisciplinarios para evaluar la vulnerabilidad. Sustituyendo métodos tales como la jerarquía analítica (AHP), que es un análisis multicriterio para la toma de decisiones basado en opiniones de expertos multidisciplinarios relacionados con los temas costeros de interés (Le Cozannet et al., 2013). Sin embargo, se debe considerar que la selección de variables a través de la moda estadística no es determinista, por lo que su organización por categorías también tomó como criterios el identificar cuáles variables son de fácil caracterización, obtención de datos y su dependencia. Es decir, las variables con mayor recurrencia en los estudios no necesariamente se propusieron desde la primera categoría. Entonces, se considera que las variables de la Categoría II son independientes, al no necesitar el conjunto de la Categoría I para poder ser obtenidas y ofrecer sus recomendaciones. Mientras algunas variables de la Categoría III fueron dependientes al utilizar variables de las categorías anteriores para ser calculadas (por ejemplo, el grado de antropización). Dando como resultado un IVC que funciona como herramienta de monitoreo que puede ser utilizado en cualquier escala y es fácil de utilizar. Pues desde la primera categoría permite obtener un panorama integrado que respalda la toma de decisiones. Distinguiendo que la categoría I serviría propiamente como un análisis preliminar para orientar la toma de decisiones de forma rápida, más no para decisiones acerca del diseño de proyectos, que podrían partir desde la categoría II.

Con el fin de analizar las implicaciones de la escala espacial para el cálculo de la vulnerabilidad, se trabajó un índice multiescala: celdas y compartimentos. Donde las celdas que cubren más extensión superficial, abordaron las áreas llamadas “de influencia costera”, es decir, donde se refleja con mayor relevancia el nivel de intervenciones humanas, en lugar del grado de amenaza que pueda presentar el área, lo cual se visualiza más en áreas locales, tales como los compartimentos. El comportamiento resultante que mostró la mayoría de los índices, fue disminuir su grado de vulnerabilidad a medida que la resolución espacial del área de estudio aumentó en el nivel local (al pasar de celdas a compartimentos). Por lo que las escalas pueden determinar el resultado, siendo que en una escala un área puede ser vulnerable, y al cambiar de resolución ya no presentar ese grado de vulnerabilidad al distinguir menores áreas con grados variables (McLaughlin et al., 2010). La falta de datos es un desafío, pero es necesario que, en las escalas locales, se busque contar con una caracterización más fina. Pues algunas variables con caracterización más detallada, mostraron tener mayor protagonismo al influir en la variación del grado de vulnerabilidad entre las escalas, puesto que, a lo largo de un tramo corto de la costa, pudieron variar significativamente. Algunos ejemplos fueron el tipo de costa, el grado de deterioro del ecosistema, las actividades económicas, los desplazamientos de la línea de costa, etc. McLaughlin et al., (2010), mencionan que también existen algunas variables que se vuelven obsoletas al tener una resolución insuficiente, cuando al trabajar con escalas más detalladas se requiere diferenciar la variabilidad real (ejemplo: la marea).

En Veracruz, se encontró que las tierras agrícolas en el uso de suelo, son su principal presión antrópica. Pues no se identificaron tendencias de crecimiento poblacional desmedido y las unidades con alto grado de vulnerabilidad fueron mínimas para todas las categorías. De forma general, estas unidades altas no contaban con ANP, presentaron altos grados de deterioro en el ecosistema evaluado y sin posibilidad de migración. Con características tales como la presencia de baterías de espigones, carreteras pavimentadas, playas de arena abiertas y sin ninguna protección natural. Las intensidades del clima marítimo no se consideraron un peligro atenuante directo para las costas de Veracruz en

cuanto a las inundaciones, pues Garnica-Peña & Alcántara-Ayala, (2004) mencionan que su gran recurrencia en el estado, se registra por el desbordamiento de ríos en las zonas que se encuentran bajo la influencia de estos, donde su elevación generalmente es baja. Y con respecto a la erosión, en el estudio solo se encontraron dos compartimentos con alto grado de desplazamientos negativos, en donde uno presentó antropización en la desembocadura del río y la otra unidad, pérdida en su ecosistema.

Conclusiones

En conclusión, éste trabajo se presenta documentación a nivel de detalle de una herramienta esquemática que se puede seguir alimentando o sustentando en sus bases con la información adecuada para que exista el respaldo de decisiones sólidas, sea robusta, confiable y óptima para los tomadores de decisiones. Y a futuro llegar a desarrollarse para el cálculo de los escenarios de vulnerabilidad costera integrada.

Buscar las variables más recurrentes para la toma de decisiones, se realizó con el objetivo de organizar y simplificar los datos de entrada de esta herramienta. Contrario a la cantidad de datos que la mayoría de los DSS existentes normalmente requieren. Con lo cual es posible disminuir la incertidumbre que se puede crear por parte del usuario, al tener que suponer algunos parámetros. También se relacionaron las recomendaciones de manejo de acuerdo con los conjuntos de variables por categorías; y esto permitió reconocer la deficiencia legislativa y las carencias en la escala municipal, celdas y compartimentos litorales de un estado, en este caso de Veracruz. Lo cual sirve para centrar la atención y destinar los recursos al nivel municipal, siendo significativo al encontrarse en la primera línea de la dinámica litoral, y por donde se pueden fomentar las buenas prácticas en todos los ámbitos.

A partir del IVC calculado, se construyó un diagnóstico que permitió identificar pocas unidades con un grado alto de vulnerabilidad en todas las categorías para la costa Veracruzana. Y distinguir las variables que influenciaron más el estatus del grado de vulnerabilidad alto, moderado, bajo y despreciable.

Posteriormente al construir los mapas de vulnerabilidad, estos proporcionarán información valiosa a los administradores costeros para la planificación del uso de suelo, gestión sustentable de los recursos costeros y nuevos desarrollos costeros regidos por las regulaciones. Además de servir para fomentar la conciencia pública haciendo partícipe a la población del cuidado de las zonas costeras.

Futuras líneas de investigación

Los ámbitos de la herramienta abordados en este estudio englobaron por lo menos una variable. No obstante, se recomienda lo siguiente para las futuras líneas de investigación:

- Para la **categoría II**, investigar e incluir métodos que permitan evaluar de una forma fácil el grado de deterioro de las dunas, los pastos marinos y arrecifes de coral. Por ejemplo, Guimaraes et al., (2021) aplicó caracterizar y medir las superficies de las dunas a partir de imágenes satelitales y comparar dos períodos para obtener las pérdidas y ganancias.
- Respecto a las corrientes generadas por el oleaje, se recomienda realizar sus modelaciones numéricas. Y con mayor razón en caso de requerir una escala local o con mayor resolución a las planteadas en este trabajo.
- Así también obtener datos más abundantes de las características de los sedimentos y con menor distancia de muestreo. Lo mismo para calcular la pendiente de acuerdo a la escala manejada.
- Se recomienda en la **Categoría III**, también investigar los métodos accesibles para agregar la posible migración de los otros ecosistemas no evaluados en este trabajo.
- Para la densidad turística, de preferencia utilizar datos de la cantidad de personas por área que visitan la costa. O en caso de no contar con esta información, investigar la distribución y catastro de las unidades relacionadas con el turismo. Sugiriendo así, que los municipios comiencen a mantener un registro, por lo menos de las temporadas altas.
- En el ámbito del clima marítimo, realizar análisis de modelación numérica de inundaciones, obteniendo la topobatimetría para simular escenarios basados en el aumento del nivel de mar, tomar en cuenta períodos de retorno de eventos extremos, y evaluar la subsidencia y el transporte de sedimentos en el componente geomorfológico.

El grado de vulnerabilidad obtenido a través de los índices, como el IVC, puede variar en el tiempo. Donde Szlafsztein and Sterr, (2007), mencionan que el ámbito social cambia más rápido que el ambiental. Por lo tanto, recomiendan la actualización periódica del análisis (por ejemplo, cada 10 años), con el fin de utilizar información histórica y reciente para implementar estrategias de respuesta apropiadas a la amenaza del aumento del nivel del mar. Asimismo, se recomienda poder recrear escenarios a partir del uso de métodos estadísticos numéricos o de simulación de probabilidad múltiple, como una opción matemática para estimar las posibles afectaciones de un evento.

Finalmente, se recomienda buscar la forma de dirigir el uso de estas herramientas a los responsables o administradores costeros como grupo prioritario. Pues Arcidiacono et al., (2015) mencionan que tan solo las guías de autores de los modelos, están orientadas para quienes no son tomadores de decisiones, siendo un problema que no se reconoce desde el punto de vista científico.

Referencias

1. Aagaard, T., Greenwood, B., & Huges, M. (2013). Sediment transport on dissipative, intermediate and reflective beaches. *Earth-Science Reviews*, 124, 32–50. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.05.002>
2. Acosta-González, G., Arias-González, J. E. (2008). *Sitios de muestreo de 4 arrecifes del Parque Marino Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, México*. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
3. Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
4. Aguilar-Villanueva. (2006). *Gobernanza y gestión pública* (FCE (ed.)).
5. Ahmed, I., Nawaz, M. M., Iqbal, N., Ali, I., Shaukat, Z., & Usman, A. (2010). Effect of motivational factors on employees job satisfaction a case study of University of the Punjab, Pakistan. *International Journal of Business and Management*, 5(3), 70–80. <http://www.aytochampiona.es/playas/docblogs/Anexo IX-EEF. Sub. def. 25-04-2013.pdf>
6. Álvarez-Ledezma, M. I. (2008). *Conceptos jurídicos fundamentales* (MC GRAW HILL INTERAMERICANA (ed.)).
7. Anderson, J. E. (2003). The study of public policy. In *Public policymaking: An introduction* (5th Eds, pp. 1–34).
8. Anfuso, G. (2004). CARACTERIZACIÓN DE CELDAS LITORALES EN UN TRAMO COSTERO APARENTEMENTE HOMOGÉNEO DELLITORAL DE CÁDIZ (SO DE ESPAÑA). *Cuaternario y Geomorfología*, 18(1–2), 25–36.
9. Anfuso, G. (2013). Morphological cells in the Ragusa littoral (Sicily, Italy). *Journal of Coastal Conservation*, 17(3), 369–377. <https://doi.org/10.1007/s11852-013-0233-8>
10. Antinori, E. (2006). *Conceptos Básicos del Derecho* (U. de Aconcagua (ed.)).
11. Arcidiacono, A., Ronchi, S., & Salata, S. (2015). Ecosystem services assessment using InVEST as a tool to support decision making process: critical issues and opportunities. In *International Conference on Computational Science and Its Applications*. Springer, Cham., 35–49. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-21410-8>
12. Arévalo, J. G., & Pacheco, M. (2013). Caracterización de la actividad económica empresarial de la ciudad de Ocaña. *I+ D Revista de Investigaciones*, 2(2), 6–19.
13. Arun Kumar, A., & Kunte, P. D. (2012). Coastal vulnerability assessment for Chennai, east coast of India using geospatial techniques. *Natural Hazards*, 64(1), 853–872. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0276-4>
14. Asamblea Nacional. (2001). *Decreto-no-20220309123243 Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela* (p. 10). <http://www.asambleanacional.gob.ve/index.php/leyes/sancionadas/decreto-no-1468-con-fuerza-de-ley-de-zonas-costeras#:~:text=Este Decreto Ley tiene por,integrante del espacio geográfico venezolano.>

15. Ashraful Islam, M., Mitra, D., Dewan, A., & Akhter, S. H. (2016). Coastal multi-hazard vulnerability assessment along the Ganges deltaic coast of Bangladesh-A geospatial approach. *Ocean and Coastal Management*, *127*, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.03.012>
16. Azuz-Adeath, I., & Rivera-Arriaga, E. (2007). Estimación del crecimiento poblacional para los estados costeros de México. *Papeles de Población*, *13*(51), 187–211. <http://www.scielo.org.mx/pdf/pp/v13n51/v13n51a7.pdf>
17. Azuz, I., Rivera-Arriaga, E., Muñoz, P., & Ortega-Rubio, A. (2011). Política nacional para el desarrollo sustentable de océanos y costas en México: génesis y gestión. *Region y Región*, *23*(50), 279–289.
18. Balica, S. F., Wright, N. G., & van der Meulen, F. (2012). A flood vulnerability index for coastal cities and its use in assessing climate change impacts. *Natural Hazards*, *64*(1), 73–105. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0234-1>
19. Barillé, L., Robin, M., Harin, N., Bargain, A., & Launeau, P. (2010). Increase in seagrass distribution at Bourgneuf Bay (France) detected by spatial remote sensing. *Aquatic Botany*, *92*(3), 185–194. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2009.11.006>
20. Barrada-Ferreirós, A. (2020). Las nuevas leyes de Marruecos sobre espacios marítimos. *Revista General de Marina*, *1*, 95–113. <https://armada.defensa.gob.es/archivo/rgm/2020/07/rgmjul20cap09.pdf>
21. Barragán-Muñoz, J. M. (2005). *La gestión de áreas litorales en España y Latinoamérica* (Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz (ed.)).
22. Barragán, J. M. (2014). Política, gestión y litoral. Una nueva visión de la gestión integrada de áreas litorales. *Journal of Materials Processing Technology*, *1*(1), 1–8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055><https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.12.7252><http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001>
23. Barragán, J. M., & de Andrés, M. (2016a). *Aspectos básicos para una gestión integrada de las áreas litorales de España: conceptos, terminología, contexto y criterios de delimitación **. *16*(2), 171–183. <https://doi.org/10.5894/rgci638>
24. Barragán, J. M., & de Andrés, M. (2016b). Expansión urbana en las áreas litorales de América Latina y Caribe. *Revista de Geografía Norte Grande*, *64*, 129–149. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022016000200009>
25. Barragán, J. M., & De Andrés, M. (2016). Aspectos básicos para una gestión integrada de las áreas litorales de España: conceptos, terminología, contexto y criterios de delimitación. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, *16*(2), 171–183. <https://doi.org/10.5894/rgci638>
26. Barragán Muñoz, J. M. (2020). Progress of coastal management in Latin America and the Caribbean. *Ocean and Coastal Management*, *184*(July), 105009. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.105009>
27. Barrio-Parra, F., Rodríguez-Santalla, I., Taaborca, R., & Ribeiro, M. (2010). *Modelado costero: el papel del viento en la evolución de la línea de costa del hemidelta norte del Delta del Ebro*. <https://costasypuertos.com/articulos/2015/868102.pdf>

28. Barzehkar, M., Parnell, K. E., Soomere, T., Dragovich, D., & Engstr, J. (2021). Decision support tools, systems and indices for sustainable coastal planning and management : A review. *Ocean and Coastal Management*, 212. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105813>
29. Beatley, T., Brower, D., & Schwab, A. K. (2002). *An introduction to coastal zone management* (I. Press (ed.); Second).
30. Béjar, M. V. (2004). *Hidrología*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
31. Bernabeu-Tello, A. M., Muñoz-Pérez, J. J., & Medina-Santamaria, R. (2002). Influence of a rocky platform in the profile morphology: Victoria Beach, Cadiz (Spain). *Ciencias Marinas*, 28(2), 181–192.
32. BIOMAR. (2021). *Gestión de Áreas Naturales Protegidas*. <http://www.biomar.org/site/gestion-anp/>
33. BOE. (2008). *Real Decreto 1387/2008, de 1 de agosto, sobre ampliación de funciones y servicios traspasados a la Generalitat de Cataluña por Real Decreto 1404/2007, de 29 de octubre, en materia de ordenación y gestión del litoral*. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2008/08/01/1387>
34. BOE. (2011). *Real Decreto 62/2011, de 21 de enero, sobre traspaso de funciones y servicios de la Administración del Estado a la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de ordenación y gestión del litoral*. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2011/01/21/62>
35. Boruff, B. J., Emrich, C., & Cutter, S. L. (2005). Erosion Hazard Vulnerability of US Coastal Counties. *Journal of Coastal Research*, 21(5), 932–942. <https://doi.org/10.2112/04-0172.1>
36. Brock, J. C., & Purkis, S. J. (2009). The emerging role of lidar remote sensing in coastal research and resource management. *Journal of Coastal Research*, 10053, 1–5. <https://doi.org/10.2112/SI53-001.1>
37. Bryson, J. M. (1988). A strategic planning process for public and non-profit organizations. *Long Range Planning*, 21(1), 73–81. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(88\)90061-1](https://doi.org/10.1016/0024-6301(88)90061-1)
38. Bulleri, F., & Chapman, M. G. (2010). The introduction of coastal infrastructure as a driver of change in marine environments. *Journal of Applied Ecology*, 47(1), 26–35. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01751.x>
39. Cabezas, A., Comín, F. A., Beguéra, S., & Trabucchi, M. (2009). Hydrologic and landscape changes in the Middle Ebro River (NE Spain): Implications for restoration and management. *Hydrology and Earth System Sciences*, 13(2), 273–284. <https://doi.org/10.5194/hess-13-273-2009>
40. Carter, R. W. G. (1988). Coastal environments. In A. Press (Ed.), *Quality Progress* (Vol. 35, Issue 8, p. 617). <https://doi.org/10.7312/zhao12754-003>
41. Carter, R. W. G., Lowry, P., & Stone, G. W. (1982). Sub-tidal ebb-shoal control of shoreline erosion via wave refraction, Magilligan foreland, Northern Ireland. *Marine Geology*, 48(1–2), 17–25. [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(82\)90126-8](https://doi.org/10.1016/0025-3227(82)90126-8)
42. CBD. (2004). Integrated Marine and Coastal Area Management (IMCAM) approaches for implementing the convention on biological diversity. In *Canada: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (CBD) Technical Series n° 14*.
43. CEPAL. (2012). *Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe. Vulnerabilidad y exposición*.

44. CFE. (2012). Hidráulica marítima. In *Manual de diseño de obras marítimas* (pp. 1–134).
45. CGPCT. (2020). *Guía Operativa para Refugios Temporales*. <https://www.tamaulipas.gob.mx/proteccioncivil/wp-content/uploads/sites/36/2020/11/guia-operativa-refugios-temporales.pdf>
46. Chauhan, O. S. (1995). Monsoon-induced temporal changes in beach morphology and associated sediment dynamics, central east coast of Africa. *Journal of Coastal Research*, 11(3), 776–787.
47. Christensen, V., & Walters, C. J. (2004). Ecopath with Ecosim: methods , capabilities and limitations. *Ecological Modelling*, 172(2–4), 109–139. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.09.003>
48. CityPopulation. (2020). *Coastlines lengths. The length of the coast for the countries of the world*. <https://www.citypopulation.de/en/world/bymap/coastlines/>
49. Clark, J. R. (1992). Integrated management of coastal zones. In FAO (Ed.), *FAO Fisheries Technical Paper* (Vol. 327). [https://doi.org/10.1016/0964-5691\(93\)90021-P](https://doi.org/10.1016/0964-5691(93)90021-P)
50. Coccossis, H. (1998). *Assessment of Integrated Coastal Management in Africa* (P. Government of Finland, UNEP (ed.); Issue October).
51. CONABIO. (2015). *Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y Privadas de México 2015*. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
52. CONABIO. (2020). *Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales, Comunitarias y Privadas de México 2020*. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
53. CONABIO. (2021a). *Distribución de manglar perturbado de México en 2020*. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
54. CONABIO. (2021b). *Portal de geoinformación 2022*. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
55. CONANP. (2021). *Áreas Naturales Protegidas*. <https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-278226>
56. CONAPO. (2018). *Glosario del Consejo Nacional de Población*. http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Glosario_CONAPO
57. Cruz-Ramírez, C. J., E, M., & R, S. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad de las costas mexicanas*. 122.
58. Cruz, C. J., Mendoza, E., Silva, R., & Chávez, V. (2019). Assessing Degrees of Anthropization on the Coast of Mexico from Ecosystem Conservation and Population Growth Data. *Journal of Coastal Research*, 92(sp1), 136. <https://doi.org/10.2112/si92-016.1>
59. DATATUR. (2019). *El PIB turístico estatal y municipal 2018-2019 en México*. <https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/PibTuristicoEstatalMunicipal.aspx>
60. Davis, R. A., & Hayes, M. O. (1984). What is a wave-dominated coast? *Marine Geology*, 60(1–4), 313–329. [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(84\)90155-5](https://doi.org/10.1016/0025-3227(84)90155-5)

61. De la Rosa, D., Mayol, F., Diaz-Pereira, E., Fernandez, M., & de la Rosa Jr., D. (2004). A land evaluation decision support system (MicroLEIS DSS) for agricultural soil protection With special reference to the Mediterranean region. *Environmental Modelling & Software*, 19, 929–942. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2003.10.006>
62. del Río, L., & Gracia, F. J. (2007). Análisis de la vulnerabilidad de los acantilados atlánticos de la Provincia de Cádiz ante la erosión costera. *Cuaternario y Geomorfología*, 21(1), 87–101.
63. DFF&E. (2021). *Working for the Coast project*. Department of Forestry, Fisheries and the Environment. Republic of South Africa. [https://www.dffe.gov.za/projectsprogrammes/workingfor_thecoast#:~:text=The coastal protection zone consists,be undertaken without an authorization.](https://www.dffe.gov.za/projectsprogrammes/workingfor_thecoast#:~:text=The%20coastal%20protection%20zone%20consists,be%20undertaken%20without%20an%20authorization.)
64. Dias, J. A., Cearreta, A., Isla, F. I., & de Mahiques, M. M. (2013). Anthropogenic impacts on Iberoamerican coastal areas: Historical processes, present challenges, and consequences for coastal zone management. *Ocean and Coastal Management*, 77, 80–88. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.07.025>
65. DOF. (2008). *Gaceta Oficial. Órgano del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave*.
66. DOF. (2011). *Ley No. 241 de Desarrollo Urbano, Ordenamiento Territorial y Vivienda para el Estado de Veracruz*. <http://www.veracruz.gob.mx/desarrollosocial/direcciones/direccion-general-de-desarrollo-urbano-y-ordenamiento-territorial/leyes-y-reglamentos-estatales/>
67. DOF. (2013). *Gaceta oficial. Órgano del gobierno del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave*. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/centro-nacional-de-prevencion-de-desastres/resource/72269a81-9475-4465-bc50-ce017556f72e>
68. DOF. (2019a). *ACUERDO por el que se da a conocer la Estrategia Nacional de Mejora Regulatoria*. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5570896&fecha=30/08/2019#gsc.tab=0
69. DOF. (2019b). *Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024*. <http://www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/wp-content/uploads/sites/5/2019/06/Plan-Veracruzano-Desarrollo-2019-2024.pdf>
70. Dube, K., Nhamo, G., & Chikodzi, D. (2021). Rising sea level and its implications on coastal tourism development in Cape Town, South Africa. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 33(November 2020), 100346. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2020.100346>
71. ECMWF. (2021). *ERA5 monthly averaged data on single levels from 1979 to present*. <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-single-levels-monthly-means?tab=overview>
72. El Universal. (2021). *Va Morena por disminución de 10 metros a zona federal marítimo terrestre*. https://www.eluniversal.com.mx/estados/va-morena-por-disminucion-de-10-metros-zona-federal-maritimo-terrestre?fbclid=IwAR08L7F3A6uUZRXJkc9vxOxf_gTHI9UKfdPgGKfJ6uVqO-_KwVM-AXsRuAw
73. Eliot, I., Nutt, C., Gozzard, B., Higgins, M., Buckley, E., & Bowyer, J. (2011). Coastline Lengths. The length of the coast for the countries of the world. *Department of Environment and Conservation, Geological Survey of W Australia, August*, 86.

74. Escribano, R., & Hidalgo, P. (2001). Circulación inducida por el viento en Bahía de Antofagasta, norte de Chile (23° S). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 36(1), 43–60. <https://doi.org/10.4067/s0718-19572001000100005>
75. FAO. (2021). *Perspectivas para el medio ambiente. Agricultura y medio ambiente*. <https://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm>
76. Feijoo-Calle, E. P., & Padrón-Suarez, J. C. (2020). La resistividad de rocas y su relación con la resistencia a compresión simple en mina. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 24(9), 61–67. <file:///C:/Users/CESIA/OneDrive/Documentos/Tesis PhD/Citas agregadas/Metodologia/296-Artículo-881-1-10-20200418.pdf>
77. Gallegos-Martínez, M., G. Hernández-Cárdenas, I. P.-E. (2018). *Pastos marinos del estado de Veracruz, México*. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
78. Garnica-Peña, R. J., & Alcántara-Ayala, I. (2004). Riesgos por inundación asociados a eventos de precipitación extraordinaria en el curso bajo del río Tecolutla, Veracruz. *Investigaciones Geográficas*, 55, 23–45. <https://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n55/n55a3.pdf>
79. GEBCO. (2021). *Gridded Bathymetry Data*. https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/
80. GITS. (2021). *Terracerías y caminos no pavimentados*. <https://www.gits.igg.unam.mx/portal/>
81. Gobierno de Cuba. (2000). *Decreto-Ley 212 de la Gestión de la Zona Costera*. <https://www.micons.gob.cu/sites/default/files/MICONS/Marco Normativo/DECRETO-LEY No.212.pdf>
82. Gobierno de México. (2015). *Refugios temporales de Veracruz*. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/centro-nacional-de-prevencion-de-desastres/resource/72269a81-9475-4465-bc50-ce017556f72e>
83. Gobierno del Estado de Tlaxcala. (2013). *Sección de: Refugios Temporales*.
84. Gobierno del Estado de Veracruz. (2012). *Veracruz y la energía*. <http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/2012/01/tf07-pvd08-10-ver-energia.pdf>
85. Gobierno del Estado de Veracruz. (2020). *Guía General de Operación de Refugios Temporales durante la epidemia de enfermedad generada por el virus SARS-CoV2 (COVID-19). Temporada de lluvias y ciclones tropicales 2020*. <http://www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/wp-content/uploads/sites/5/2020/06/7.-Guía-General-de-Operación-de-Refugios-Temporales-durante-la-epidemia-SARS-Cov2-COVID-19.pdf#page=11&zoom=100,109,134>
86. Gornitz, V., Beaty, T., & Daniels, R. C. (2012). *A coastal hazards data base for the U.S. West Coast*. <https://doi.org/10.3334/CDIAC/ssr.ndp043c>
87. Gornitz, V. M., Daniels, R. C., White, T. W., Birdwell, K. R., Gornitzf, V. M., Danielst, R. C., & Birdwelllll, K. R. (1994). The Development of a Coastal Risk Assessment Database: Vulnerability to Sea-Level Rise in the U.S. Southeast. *Source Journal of Coastal Research*, 12, 327–338. <https://doi.org/10.2307/25735608>
88. Gracia, A., Rangel-Buitrago, N., Oakley, J. A., & Williams, A. T. (2018). Use of ecosystems in coastal erosion management. *Ocean and Coastal Management*, 156, 277–289. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.07.009>

89. Granados Bolaños, S. (2021). *Análisis de los procesos morfodinámicos fluviales utilizando técnicas fotogramétricas de alta resolución en la Cuenca del Río San Lorencito, reserva biológica Alberto Manuel Brenes, 2017-2018*. Universidad de Costa Rica.
90. Guimarães, M., Zúñiga-Ríos, A., Cruz-Ramírez, C. J., Chávez, V., Odériz, I., van Tussenbroek, B. I., & Silva, R. (2021). The conservational state of coastal ecosystems on the Mexican Caribbean coast: environmental guidelines for their management. *Sustainability*, 13(5), 2738. <https://doi.org/10.3390/su13052738>
91. Harvey, N., & Caton, B. (2009). Coastal Management in Australia. In *Coastal Management*. The University of Adelaide. <https://www.adelaide.edu.au/press/ua/media/518/uap-coastal-ebook.pdf>
92. Harvey, Nick, & Hilton, M. (2014). Coastal Management in The Asia-Pacific Region. In *Global Change and Integrated Coastal Management*. Springer, Dordrecht., 39–66. <https://doi.org/10.1007/1-4020-3628-0>
93. Hayes, M. (1979). Barrier island morphology as a function of tidal and wave regime. In *Barrier Islands* (Vol. 1, Issue 27). Academic Press.
94. Hinkel, J., Nicholls, R. J., Tol, R. S. J., Wang, Z. B., Hamilton, J. M., Boot, G., Vafeidis, A. T., McFadden, L., Ganopolski, A., & Klein, R. J. T. (2013). A global analysis of erosion of sandy beaches and sea-level rise: An application of DIVA. *Global and Planetary Change*, 111, 150–158. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2013.09.002>
95. Hoque, M. A., Ahmed, N., Pradhan, B., & Roy, S. (2019). Assessment of coastal vulnerability to multi-hazardous events using geospatial techniques along the eastern coast of Bangladesh. *Ocean and Coastal Management*, 199(181), 104898. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105408>
96. Humphrey, S., Burbridge, P., & Blatch, C. (2000). US lessons for coastal management in the European union. *Marine Policy*, 24(4), 275–286. [https://doi.org/10.1016/S0308-597X\(00\)00003-8](https://doi.org/10.1016/S0308-597X(00)00003-8)
97. IGL. (2007). *Carta Geológica de la República Mexicana*. <https://www.geologia.unam.mx:8080/igl/index.php/212-nuestro-sitio/igl/informacion/difusion-y-divulgacion/carta-geologica-de-la-republica-mexicana>
98. IMPO. (2013). *Normativa y avisos legales del Uruguay*. <http://www.impo.com.uy/bases/leyes/19772-2019>
99. INAFED. (2000). *Sistema Nacional de Información Municipal*. <http://www.snim.rami.gob.mx/>
100. INAH. (2021a). *Red de museos INAH*. <https://lugares.inah.gob.mx/es/museos-inah.html?pag=a>
101. INAH. (2021b). *Red de zonas arqueológicas del INAH*. <https://lugares.inah.gob.mx/es/zonas-arqueologicas.html>
102. INEGI. (2010). *Localidades de la República Mexicana, 2010*. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
103. INEGI. (2017). *Uso de suelo y vegetación*. <https://www.inegi.org.mx/temas/usuarios/#Mapa>
104. INEGI. (2018). *Red Vial. Red Nacional de Caminos (RNC) INEGI. 2018*.

105. INEGI. (2020a). *Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2020*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197513.pdf
106. INEGI. (2020b). *Aportación al Producto Interno Bruto (PIB) nacional*. <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mex/economia/pib.aspx?tema=me&e=15>
107. INEGI. (2020c). *Modelos Digitales de Elevación de Alta Resolución LiDAR*. <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/>
108. INEGI. (2020d). *Tasa de crecimiento media anual de la población por entidad federativa, años censales de 2000, 2010 y 2020*. https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Poblacion_Poblacion_03_13b8bdfc-8744-4623-a652-03cb6901fd47
109. INEGI. (2021a). *Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM)*. <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/?tg=1015>
110. INEGI. (2021b). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)*. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
111. Izaguirre-Liviach, M. (2019). Análisis de la vulnerabilidad costera a partir de un Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC): sector costero de la provincia de Huaura. *XI Coloquio Internacional de Estudiantes de Geografía y Medio Ambiente*, 1–13. [https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/182537/Análisis de la vulnerabilidad costera a partir de un Índice 4.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/182537/Análisis%20de%20la%20vulnerabilidad%20costera%20a%20partir%20de%20un%20Índice%204.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
112. Janssen, M. A., & Ostrom, E. (2006). Resilience, vulnerability, and adaptation: A cross-cutting theme of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. *Global Environmental Change*, 16(3), 237–239. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.003>
113. Klemas, V. (2012). Remote Sensing of Coastal and Ocean Currents : An Overview. *Journal of Coastal Research*, 28(3), 576–586. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-11-00197.1>
114. Kumar, T. S., Mahendra, R. S., Nayak, S., Radhakrishnan, K., & Sahu, K. C. (2010). Coastal Vulnerability Assessment for Orissa State, East Coast of India. *Journal of Coastal Research*, 26(3), 523–534. <https://doi.org/10.2112/09-1186.1>
115. Kunte, P. D. (1994). Potential usage of remote sensing data in studying the behaviour of shore drift along Kerala coast, India. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 38(6), 613–624. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/ecss.1994.1042>
116. LAW. (2020). *Política Ambiental en Egipto*. <https://paises.leyderecho.org/politica-ambiental-en-egipto/>
117. Le Cozannet, G., Garcin, M., Bulteau, T., Mirgon, C., Yates, M. L., Méndez, M., Baills, A., Idier, D., & Oliveros, C. (2013). An AHP-derived method for mapping the physical vulnerability of coastal areas at regional scales. *Natural Hazards and Earth System Science*, 13(5), 1209–1227. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-1209-2013>
118. Leo-Romero, A., & Jimenez, Q. (2011). *Evaluación de la vulnerabilidad de las playas de Mallorca al impacto de tormentas*.

119. LexologyPro. (2014). *Basic facts about the new Croatian Construction Law*. <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=443fcd8f-7544-44e5-8abe-0c2616c0cd5f>
120. Locatelli, B., & Imbach, P. (2010). Migración de ecosistemas bajo escenarios de cambio climático: el rol de los corredores biológicos en Costa Rica. *Adaptación Al Cambio Climático y Servicios Ecosistémicos En América Latina*, 99, 44–53. http://agents.cirad.fr/pjjimg/bruno.locatelli@cirad.fr/Martinez_2010_Adaptation_servicios_ecosistemicos.pdf
121. López-Portillo, J., & Ezcurra, E. (2002). Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques*, 8(Es1), 27–51. <https://www.redalyc.org/pdf/617/61709802.pdf>
122. Lopez y Royo, C., Silvestri, C., Pergent, G., & Casazza, G. (2009). Assessing human-induced pressures on coastal areas with publicly available data. *Journal of Environmental Management*, 90(3), 1494–1501. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.10.007>
123. Mani Murali, R., Ankita, M., Amrita, S., & Vethamony, P. (2013). Coastal vulnerability assessment of Puducherry coast, India, using the analytical hierarchical process. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(12), 3291–3311. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-3291-2013>
124. Martínez, M. L., Intralawan, A., Vázquez, G., Pérez-Maqueo, O., Sutton, P., & Landgrave, R. (2007). The coasts of our world: Ecological, economic and social importance. *Ecological Economics*, 63(2–3), 254–272. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.10.022>
125. Martínez, M. L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jimenez-Orocio, O., Mata, I., & Rodríguez, N. (2014). *Diagnóstico de las dunas costeras de México*.
126. May, J. P., & Tanner, W. F. (1973). The Littoral Power Gradient and Shoreline Changes. In *Coastal Geomorphology* (pp. 43–61). <https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.4324/9781003022077/coastal-geomorphology-donald-coates?refId=68d02f46-569b-4c7b-af38-edb827ed67ac>
127. Máyer- Suárez, P., Pérez-Chacón-Espino, E., Cruz-Avero, N., & Hernández-Calvento, L. (2012). Características del viento en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, islas canarias, España). *Nimbus: Revista de Climatología, Meteorología y Paisaje*, 29, 381–397. <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/2962/Dialnet- CaracteristicasDelVientoEnElCampoDeDunasDeMaspalom-4376861.pdf?sequence=1>
128. McLaughlin, S., Andrew, J., & Cooper, G. (2010). A multi-scale coastal vulnerability index: A tool for coastal managers? *Environmental Hazards*, 9(3), 233–248. <https://doi.org/10.3763/ehaz.2010.0052>
129. McLaughlin, S., McKenna, J., & Cooper, J. A. G. (2002). Socio-economic data in coastal vulnerability indices: Constraints and opportunities. *Journal of Coastal Research*, 36(36), 487–497. <https://doi.org/10.2112/1551-5036-36.sp1.487>
130. MEAT. (1998). National Environmental Management: Integrated Coastal Management Bill. In *South African Government Gazette* (Issue 401(19519)). https://www.environment.gov.za/sites/default/files/legislations/nema_amendment_act107.pdf
131. Medianero, D. (2003). *Guía metodológica para el diseño de Planes Estratégicos en el sector público* (P. Facultad de Ciencias Económicas de la UNMSM (ed.)).
132. Mediterranee. (2010). *De la loi Littoral à la Gestion Intégrée des Zones Côtières*. <https://journals.openedition.org/mediterranee/5122>

133. Milione-Fugali, C. (2008). El medio ambiente como valor jurídico en el marco de la Constitución italiana. *Nuevas Políticas Públicas. Anuario Multidisciplinar Para La Modernización de Las Administraciones Públicas*, 233–249. http://www.juntadeandalucia.es/institutodeadministracionpublica/anuario/articulos/descargas/04_NOT_03_MILLIONE.pdf
134. MITECO. (2008). *Evolución de las zonas costeras en Europa*. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/Evolucion_tcm30-185629.pdf
135. Moreno-casasola, P., Peresbarbosa, E., & Travieso, C. (2006). *Estrategia para el manejo costero integral: el enfoque municipal* (M. : I. de E. Xalapa, Veracruz (ed.)).
136. Moreno-Casasola, P., & Vázquez, G. (2006). *Entornos Veracruzanos*. Instituto de Ecología, A. C.
137. Mullick, M. R. A., Tanim, A. H., & Islam, S. M. S. (2019). Coastal vulnerability analysis of Bangladesh coast using fuzzy logic based geospatial techniques. *Ocean and Coastal Management*, 174(April), 154–169. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.03.010>
138. Nautilus Institute. (2020). *Toward Integrated Coastal Management in Japan*. <https://nautilus.org/esena/toward-integrated-coastal-management-in-japan/>
139. Navarro-Hellín, H., Martínez-del-rincon, J., Domingo-Miguel, R., Soto-Valles, F., & Torres-Sánchez, R. (2016). Original papers A decision support system for managing irrigation in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 124, 121–131. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.04.003>
140. Neri-Suárez, N. (2013). *El sistema de áreas naturales protegidas del estado de Puebla: representatividad ecológica e identificación de áreas prioritarias para la conservación* [Colegio de Postgraduados]. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/2207>
141. Ng, K., Borges, P., Phillips, M. R., Medeiros, A., & Calado, H. (2019). An integrated coastal vulnerability approach to small islands: The Azores case. *Science of the Total Environment*, 690, 1218–1227. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.013>
142. Nguyen, T. T. X., Bonetti, J., Rogers, K., & Woodroffe, C. D. (2016). Indicator-based assessment of climate-change impacts on coasts: A review of concepts, methodological approaches and vulnerability indices. *Ocean and Coastal Management*, 123, 18–43. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.11.022>
143. NOAA. (2021). *National Hurricane Center and Central Pacific Hurricane Center*. <https://www.nhc.noaa.gov/>
144. OCM. (2005). *The Coastal Zone Enhancement Program. Coastal Zone Management Act of 1972*. Office for Coastal Management. <https://coast.noaa.gov/czm/act/sections/>
145. OCM. (2021). *Coastal Zone Management Programs*. Office for Coastal Management. <https://coast.noaa.gov/czm/mystate/>
146. Ojeda, J., Álvarez, J., Cajaraville, D., & Fraile, P. (2009). El uso de las TIG para el cálculo del índice de vulnerabilidad costera (CVI) ante una potencial subida del nivel del mar en la costa andaluza (España). *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de La Información Geográfica*, 9, 83–100. http://geofocus.rediris.es/2009/Articulo4_2009.pdf

147. ONU. (2017). *No Title*. [https://www.onu.org.mx/las-personas-y-los-oceanos/#:~:text=Más de 600 millones de,60 millas\) de la costa](https://www.onu.org.mx/las-personas-y-los-oceanos/#:~:text=Más de 600 millones de,60 millas) de la costa).
148. Ordaz, M., Torres, M. A., & Mora-Dominguez, R. (2013). *Mario Ordaz, Marco Antonio Torres y Ramón*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3180.3769>
149. Owens, P. N., Batalla, R. J., Collins, A. J., Gomez, B., Hicks, D. M., Horowitz, A. J., Kondolf, G. M., Marden, M., Page, M. J., Peacock, D. H., Petticrew, E. L., Salomons, W., & Trustrum, N. A. (2005). Fine-grained sediment in river systems: Environmental significance and management issues. *River Research and Applications*, 21(7), 693–717. <https://doi.org/10.1002/rra.878>
150. Peña, C. (2015). *Diseño y aplicación de indicadores de vulnerabilidad y calidad para playas y dunas de canarias: una propuesta metodológica*. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.
151. Pérez-Cayeyro, M. L., Chica-Ruiz, J. A., Arcila Garrido, M., & López Sánchez, J. A. (2016). Análisis de la evolución de las metodologías de gestión integrada de áreas litorales en los periodos comprendidos entre 1990-1999 y 2000-2012. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 16(2), 207–222. <https://doi.org/10.5894/rgci615>
152. Perez, B. E. G., & Selvaraj, J. J. (2019). Evaluation of coastal vulnerability for the District of Buenaventura, Colombia: A geospatial approach. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 16, 100263.
153. Ponce-Talancón, H. (2006). La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales. *Contribuciones a La Economía*, 1–16.
154. Preston, B. L., Yuen, E. J., & Westaway, R. M. (2011). Putting vulnerability to climate change on the map: A review of approaches, benefits, and risks. *Sustainability Science*, 6(2), 177–202. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0129-1>
155. República de Indonesia. (2007). *INDONESIA: NATIONAL ACT 27/2007 COASTAL ZONE AND SMALL ISLANDS MANAGEMENT (CSIM)*. <https://seaknowledgebank.net/e-library/indonesia-national-act-272007-coastal-zone-and-small-islands-management-csim>
156. Rivera-Arriaga, E., Azuz-Adeath, I., Alpuche-Gual, L., & Villalobos-Zapata, G. J. (2010). *Cambio climático en México: un enfoque costero y marino*.
157. Rivera-Arriaga, E., Villalobos-Zapata, G. J., Azuz-Adeath, I., & Rosado-May, F. (2004). *El Manejo Costero en México* (Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, & Universidad de Quintana Roo (eds.)).
158. Rizzo, A., Aucelli, P. P. C., Gracia, F. J., & Anfuso, G. (2018). A novelty coastal susceptibility assessment method: application to Valdelagrana area (SW Spain). *Journal of Coastal Conservation*, 22(5), 973–987. <https://doi.org/10.1007/s11852-017-0552-2>
159. Román-Sierra, J., Muñoz-Perez, J. J., & Navarro-Pons, M. (2014). Beach nourishment effects on sand porosity variability. *Coastal Engineering*, 83, 221–232.
160. Román-Sierra, J., Muñoz-perez, J. J., & Navarro-Pons, M. (2013). Influence of sieving time on the efficiency and accuracy of grain-size analysis of beach and dune sands. *Sedimentology*, 60(6), 1484–1497.

161. Rosales, V., Silva, R., & García, C. (2000). Comparación de características del clima marítimo para datos teóricos y medidos en Tuxpan, Veracruz. *VIèmes Journées Nationales Génie Cotier-Génie Civil Caen*, 101.
162. Ruiz-Ramírez, J. D. (2016). Herramientas actuales de análisis para la vulnerabilidad costera ante el aumento del nivel del mar: revisión para el caribe mexicano. *Caos Conciencia*, 10(1), 29–46. [http://dci.uqroo.mx/RevistaCaos/2016_v1/4-Articulo_Vulnerabilidad_de_Sistemas_Costeros - Caos Conciencia-VF_29-46.pdf](http://dci.uqroo.mx/RevistaCaos/2016_v1/4-Articulo_Vulnerabilidad_de_Sistemas_Costeros_-_Caos_Conciencia-VF_29-46.pdf)
163. Saengsupavanich, C., Coowanitwong, N., Gallardo, W. G., & Lertsuchatavanich, C. (2009). Environmental performance evaluation of an industrial port and estate: ISO14001, port state control-derived indicators. *Journal of Cleaner Production*, 17(2), 154–161. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.001>
164. Samiei-Fard, R., Heidari, A., Konyushkova, M., & Mahmoodi, S. (2021). Application of particle size distribution throughout the soil profile as a criterion for recognition of newly developed geofoms in the Southeastern Caspian coast. *Catena*, 203(April), 105362. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105362>
165. Satta, A. (2014). *An Index-based method to assess vulnerabilities and risks of Mediterranean coastal zones to multiple hazards* [Università Ca' Foscari Venezia]. <http://dspace.unive.it/bitstream/handle/10579/5594/955878-1162873.pdf?sequence=2>
166. SCT. (2013). *Puertos de México*. <http://www.sct.gob.mx/puertos-y-marina/puertos-de-mexico/>
167. SECTUR. (2020). *Turismo. Veracruz*. https://datatur.sectur.gob.mx/ITxEF/ITxEF_VER.aspx
168. SECTUR. (2021). *Llegadas a Museos y Zonas Arqueológicas*. <https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/ActividadesCulturales.aspx>
169. SEMAR. (2021). *Red Mareográfica Nacional de la Secretaría de Marina*. <https://oceanografia.semar.gob.mx/estaciones.html>
170. SEMARNAT-CONANP. (2017). *Áreas Naturales Protegidas Federales de México. Noviembre 2017*. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/anpnov17gw.html>
171. SEMARNAT. (2021). *SEMARNAT. Misión y visión*. <https://www.gob.mx/semarnat/que-hacemos>
172. Short, A. (2006). *Australian Beach Systems — Nature and Distribution*. 22(1), 11–27. <https://doi.org/10.2112/05A-0002.1>
173. Short, A. D., & Klein, A. H. (2016). Brazilian beach systems: Review and overview. In *Coastal Research Library* (Vol. 17). https://doi.org/10.1007/978-3-319-30394-9_20
174. Silva-Casarín, R., Martínez, M. L., Moreno-casasola, P., Mendoza Baldwin, E., López-portillo, J., Lithgow, D., Martínez Martínez, R. E., Monroy Ibarra, R., Cáceres Puig, J. I., Ramírez Hernández, A., & Boy Tamborrell, M. (2017). Aspectos generales de la zona costera. In *Inecol* (Vol. 1, Issue January).
175. Silva-Casarín, R., Moreno-Casasola, P., Martínez, M. L., Mendoza-Baldwin, E. G., López-Portillo, J., Lithgow, D., Vázquez, G., Martínez Martínez, R. E., Monroy Ibarra, R., Cáceres-Puig, J. I., Ramírez-Hernández, A., & Boy-Tamborrell, M. (2018). La zona costera del Estado de Veracruz. Clima marítimo, medio físico y medio biótico. In *México diplomático* (Issue Junio). <http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/2012/01/tf07-pvd08-10-ver-energia.pdf>

176. Silva-Casarín, R., Villatoro, M., Ramos, M., Pedroza, D., Ortiz, M., Delgadillo, M., Escudero, M., Félix, A., & Cid, A. (2014). *Caracterización de la zona costera y planteamiento de elementos técnicos para la elaboración de criterios de regulación y manejo sustentable*.
177. Silva, R., Martínez, M., Hesp, P., Catalan, P., Osorio, A., Martell, R., Fossati, M., Miot da Silva, G., Mariño-Tapia, I., Pereira, P., Cienguegos, R., Klein, A., & Govaere, G. (2014a). Present and Future Challenges of Coastal Erosion in Latin America. *Journal of Coastal Research*, *71*, 1–16. <https://doi.org/10.2112/SI71-001.1>
178. Silva, R., Martínez, M. L., Hesp, P. A., Catalan, P., Osorio, A. F., Martell, R., Fossati, M., Miot da Silva, G., Mariño-Tapia, I., Pereira, P., Cienguegos, R., Klein, A., & Govaere, G. (2014b). Present and Future Challenges of Coastal Erosion in Latin America. *Journal of Coastal Research*, *71*, 1–16. <https://doi.org/10.2112/SI71-001.1>
179. Subirats, J., Knoepfel, P., Larrue, C., & Varone, F. (2012). *Análisis y gestión de políticas públicas, Barcelona* (Ariel (ed.)).
180. Szlafsztein, C., & Sterr, H. (2007). A GIS-based vulnerability assessment of coastal natural hazards, state of Pará, Brazil. *Journal of Coastal Conservation*, *11*(1), 53–66. <https://doi.org/10.1007/s11852-007-0003-6>
181. Takao, S., Yamano, H., Sugihara, K., Kumagai, N. H., Fujii, M., & Yamanaka, Y. (2015). An improved estimation of the poleward expansion of coral habitats based on the inter-annual variation of sea surface temperatures. *Coral Reefs*, *34*(4), 1125–1137. <https://doi.org/10.1007/s00338-015-1347-2>
182. Thieler, E. R., & Hammar-Klose, S. (2000). *National assessment of coastal vulnerability to Sea-Level Rise : Preliminary results for the U . S . Pacific coast*. *78*(37), 1997.
183. Torresan, S., Critto, A., Dalla Valle, M., Harvey, N., & Marcomini, A. (2008). Assessing coastal vulnerability to climate change: Comparing segmentation at global and regional scales. *Sustainability Science*, *3*(1), 45–65. <https://doi.org/10.1007/s11625-008-0045-1>
184. Tripaldi, A. (2001). *Análisis sedimentológico de depósitos eólicos de valles intermontanos : su aplicación al estudio de secuencias terciarias del noroeste argentino* [Universidad de Buenos Aires]. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/greenstone3/exa/collection/tesis/document/tesis_n3428_Tripaldi
185. Tselentis, V. S. (2008). Marina Environmental Review System: A methodology to assess environmental management in recreational ports. *European Research Studies Journal*, *11*(1–2), 47–56.
186. Tuncer, G., Karakas, T., Balkas, T. I., Gökçay, C. F., Aygnn, S., Yurteri, C., & Tuncel, G. (1998). Land-based sources of pollution along the Black Sea coast of Turkey: Concentrations and annual loads to the Black Sea. *Marine Pollution Bulletin*, *36*(6), 409–423. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(97\)00205-1](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(97)00205-1)
187. UNEP/RSP. (2006). *Accounting for Economic Activities in Large Marine Ecosystems and Regional Seas*. <https://stgwedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11814/rsrs181.pdf?sequence=1>
188. UNEP. (2011). Taking Steps toward Marine and Coastal Ecosystem-Based Management. In *UNEP Regional Seas Report and Studies* (Vol. 189).

189. UNEP. (2021). *Law No. 3830 amending the Coastal Law No. 3621 of 1990*. <https://leap.unep.org/countries/tr/national-legislation/law-no-3830-amending-coastal-law-no-3621-1990>
190. UV. (2019). *Veracruz ante el cambio climático: acciones mínimas 2019-2024*. <https://www.uv.mx/noticias/files/2019/03/VERACRUZ-ANTE-EL-CC-PROPUESTAS-MINIMAS-2019-2024.pdf>
191. Valderrama-Landeros, L. H., Martell-Dubois, R., Ressler, R., Silva-Casarín, R., Cruz-Ramírez, C. J., & Muñoz-Pérez, J. J. (2019). Dynamics of coastline changes in Mexico. *Journal of Geographical Sciences*, 29(10). <https://doi.org/10.1007/s11442-019-1679-x>
192. Vidal, C., Losada, M. A., Medina, R., & Losada, I. (1995). Modelos de morfodinámica de playas. *Ingeniería Del Agua*, 2(1), 55–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.4995/ia.1995.2665>
193. Wentworth, C. (1922). A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *The Journal of Geology*, 30(5), 377–392. <https://doi.org/10.1086/622910>
194. Williams, A., Rangel-buitrago, N. G., Pranzini, E., & Anfuso, G. (2017). The management of coastal erosion. *Ocean and Coastal Management*, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.03.022>
195. WWF. (2009). *Mega-Stress for Mega-Cities*. 40.
196. Zanuttigh, B., Simcic, D., Bagli, S., Bozzeda, F., Pietrantoni, L., Zagonari, F., Hoggart, S., & Nicholls, R. J. (2014). THESEUS decision support system for coastal risk management. *Coastal Engineering*, 87, 218–239. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2013.11.013>
197. Zavala-hidalgo, J., Morey, S. L., & O'Brien, J. O. (2003). *Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of Mexico using a high-resolution numerical model*. 108(C12), 1–19. <https://doi.org/10.1029/2003JC001879>

Anexo I. Revisión de los estudios de vulnerabilidad costera

Tabla 1 Resumen de los 50 estudios de vulnerabilidad costera.

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
No.	Referencia	Escala	Factores de riesgo	Nombre del índice	No. de variables	Variables de los autores	Componentes de los autores	Variables renombradas	Recomendaciones
1	Gornitz et al., 2012	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	7	Elevación, Tendencias del nivel del mar, Geología, Geomorfología, Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción), Altura de ola máxima, Rango de marea	Físico	Elevación ² , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Geología costera ³ , Geomorfología costera ³ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Altura de ola ⁴ , Rango de marea ⁴	- Identificar las áreas que se están elevando o disminuyendo más rápido o más lento que el promedio regional.
2	Balica et al., 2012	Local	Inundación	CSoVI- Vulnerabilidad social costera	11	Aumento del nivel del mar ¹ , Marea de tormenta ¹ , Número de ciclones en los últimos 10 años ¹ , Descarga del río en los últimos 10 años ¹ , Pendiente ¹ , Subsistencia ¹ , Longitud de la línea de costa ¹ , Población cercana a la costa ² , Patrimonio cultural ² , Crecimiento de la población costera ² , Zona de planificación no controlada ³	¹ Hidrológico, ² Socioeconómico, ³ Político administrativo	Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Marea de tormenta ⁴ , Número de ciclones en un periodo de tiempo ⁴ , Descarga del río en un periodo de tiempo ³ , Pendiente costera ³ , Subsistencia ³ , Longitud de la línea de costa ³ , Población total ² , Patrimonio cultural ² , Tasa de crecimiento poblacional ² , Franja interior de estudio con planificación no controlada ⁵	- Aumentar la cantidad de refugios con base en la densidad de población para aumentar la capacidad de recuperación de la ciudad. - Aumentar la protección contra inundaciones (diques).

3	McLaughlin & Cooper, 2010	Nacional, regional y local	Erosión	Vulnerabilidad nacional, regional y local	22	<p>Tipo de costa¹, Ríos¹, Geología del suelo¹, Geología superficial¹, Elevación¹, Orientación de la costa¹, Franja interior de estudio¹, Altura de ola significativa², Rango de marea², Oleaje modal², Oleaje de tormenta², Frecuencia de tormentas que tocan tierra², Asentamiento³, Patrimonio cultural³, Carreteras³, Vías férreas³, Uso de suelo³, Designaciones de zonas de conservación³, Población³, Geoforma¹, Probabilidad de tormenta (basado en la orientación de la costa)², Estado morfodinámico (parámetro de Dean)²</p>	<p>¹Características costeras, ²Forzamiento costero, ³Socioeconómico</p>	<p>Tipo de costa³, Presencia o ausencia y tipo de río², Geología costera³, Elevación², Orientación de la costa³, Franja interior de estudio², Altura de ola⁴, Rango de marea⁴, Oleaje regular⁴, Oleaje extremal⁴, Frecuencia de tormentas⁴, Tipo de población², Patrimonio cultural², Presencia o ausencia y tipo de carreteras², Presencia o ausencia de vías férreas², Uso de suelo², Responsables designados para zonas de conservación⁵, Población total², Geoforma³, Probabilidad de tormenta⁴, Estado morfodinámico predominante³, Presencia o ausencia de población²</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Distinguir las áreas más vulnerables a la erosión inducida por el oleaje. - Introducir restricciones en la planificación costera o la asignación de dinero al gobierno local para gastar en defensas costeras.
4*	Rizzo et al., 2018	Local	Inundación y erosión	CFSI- Índice de susceptibilidad a la inundación costera y CESI- Índice de susceptibilidad a la erosión costera	18	<p>Estado morfodinámico predominante¹, Ancho de la playa seca¹, Exposición a la erosión¹, Barras de arena¹, Altura de duna¹, Ancho de duna¹, Sucesión de vegetación dunar¹, Evolución a corto plazo¹, Evolución a medio plazo¹, Evolución a largo plazo¹, Run-up¹, Discontinuidad de las dunas², Área de la cuenca², Principal descarga del río², Distancia de la desembocadura del río², Marea de tormenta evaluada sobre el ancho de la playa², Marea de tormenta evaluada sobre la altura de la playa², Elevación²</p>	<p>¹Índice de susceptibilidad a la erosión costera, ²Índice de susceptibilidad a la inundación costera</p>	<p>Estado morfodinámico predominante³, Dimensiones de la playa³, Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción)³, Presencia o ausencia y número total de barras de arena³, Dimensiones de la duna costera¹, Sucesión de vegetación dunar¹, Run-up⁴, Discontinuidad de las dunas¹, Área de la cuenca², Descarga del río en un periodo de tiempo³, Proximidad al río o a la desembocadura², Marea de tormenta⁴, Elevación²</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Obras periódicas de alimentación de playas y restauración de dunas para mejorar la resiliencia costera. - Restauración de dunas mediante diferentes actividades de manejo tales como: aumento de la cobertura de vegetación natural y la instalación de caminos y cercas para favorecer la ampliación del área de playa seca, mejorando la capacidad de carga, el uso turístico y las instalaciones, así como su valor paisajístico. - Defensa local para disminuir la exposición de entornos y asentamientos humanos.

5*	Le Cozannet et al., 2013	Regional	Inundación y erosión	Método de mapeo de decisiones multicriterio	10	Geomorfología costera ¹ , Tendencias de erosión ¹ , Geología ¹ , Modelo digital de elevación ¹ , Uso de suelo ¹ , Red hidrográfica ¹ , Frecuencia de tormentas ² , Altura de ola ² , Rango de marea ² , Tasa de cambio del nivel del mar ²	¹ Físico, ² Factores de forzamiento marino	Geomorfología costera ³ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Geología costera ³ , Topografía ³ , Uso de suelo ² , Aporte de sedimentos por ríos ³ , Frecuencia de tormentas ⁴ , Altura de ola ⁴ , Rango de marea ⁴ , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴	<ul style="list-style-type: none"> - Constatar que las regulaciones actuales y los planes de prevención de riesgos costeros eviten la urbanización ilimitada del paseo marítimo. - Establecer estrategias de adaptación, particularmente en áreas bajas. - Establecer estrategias para la reducción del riesgo, especialmente en las barras de arena y alrededor de estuarios, con la limitación de nuevos asentamientos periurbanos y la infraestructura turística en estas áreas.
6	Kantamaneni et al., 2018	Global, regional y local	Erosión	CCVI- Índice de vulnerabilidad costera combinada.	14	Ancho de la playa ¹ , Ancho de duna ¹ , Pendiente costera ¹ , Distancia de vegetación detrás de la playa ¹ , Distancia de las estructuras construidas detrás de la playa ¹ , Extensión de vegetación ¹ , Parámetro de afloramiento rocoso ¹ , Defensas costeras ¹ , Propiedades comerciales ² , Propiedades residenciales ² , Valor económico del sitio ² , Población ² , Erosión costera ² , Inundación ²	¹ Índice de vulnerabilidad costera física ² Índice de vulnerabilidad costera fiscal	Dimensiones de la playa ³ , Dimensiones de la duna costera ¹ , Pendiente costera ³ , Distancia de la vegetación detrás de la playa ¹ , Distancia de las estructuras o población construidas detrás de la playa ² , Cobertura vegetal ¹ , Porcentaje de afloramiento rocoso ³ , Porcentaje de estructuras de protección costera construidas ² , Catastro ² , Valor económico del sitio ² , Población total ² , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Frecuencia de inundaciones ²	<ul style="list-style-type: none"> - Restringir el desarrollo de infraestructura costera. - Construcción de protección costera. - Construcción de dunas artificiales. - Desarrollar estrategias de gestión para mejorar la resiliencia costera en diversos escenarios de aumento del nivel del mar y cambio climático.

7	Torresan et al., 2008	Global y regional	Inundación y erosión	Índice global y regional	11	<p>Área total correspondiente a determinada elevación en cada segmento costero¹, Pendiente¹, Características geomorfológicas^{1, 3}, Datos de humedales¹, Migración potencial de humedales^{1, 3}, Población costera total en una franja de 2.5 km¹, Densidad de población costera promedio¹, Tasa de cambio de línea de costa¹, Cobertura vegetal¹, Unidades administrativas², Ubicación de ríos primarios³</p>	<p>¹Factores para DIVA (evaluación de vulnerabilidad dinámica interactiva), ²Socioeconómico, ³Físico</p>	<p>Área total con determinada elevación², Pendiente costera³, Geomorfología costera³, Tipo de humedal¹, Migración potencial de humedales¹, Población total², Densidad de población², Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción)³, Cobertura vegetal¹, Unidades administrativas², Presencia o ausencia y tipo de río²</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Considerar varias escalas para comprender y gestionar las complejidades del área de estudio. - Mejorar la gestión de los recursos costeros al considerar los impactos potenciales del cambio climático. - Definición de acciones apropiadas para reducir los riesgos de inundaciones, para evitar la pérdida potencial de valiosos humedales y vegetación. - Planificar la alimentación de las playas arenosas sujetas a procesos de erosión. - Planificación con escenarios de cambio climático a mediano plazo en un contexto de sostenibilidad. - La densidad de población puede guiar los procesos de urbanización que apoyan la localización de áreas que requieren acciones de adaptación específicas, tales como sistemas de alerta temprana, diques, levantamiento de casas sobre pilotes, abandono o reubicación de hogares lejos de sitios vulnerables.
8	Ashrafal Islam et al., 2016	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	7	<p>Geomorfología, Pendiente, Tasa de cambio de línea de costa, Tasa de cambio del nivel del mar, Rango de marea, Batimetría, Marea de tormenta</p>	<p>Físico</p>	<p>Geomorfología costera³, Pendiente costera³, Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción)³, Tasa de cambio del nivel del mar⁴, Rango de marea⁴, Batimetría³, Marea de tormenta⁴</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento eficiente de los terrenos ganados al mar, para proteger a las personas y las propiedades de los eventos extremos causados por la variabilidad climática. - Enfocarse en la alteración del flujo de sedimentos aguas arriba. - Construir políticas de adaptación para la variabilidad climática.
9	Arun Kumar & Kunte, 2012	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	8	<p>Tasa de cambio de línea de costa, Tasa de cambio del nivel del mar, Altura de ola significante, Rango de marea, Elevación regional, Batimetría, Geomorfología, Marea de tormenta</p>	<p>Físico</p>	<p>Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción)³, Tasa de cambio del nivel del mar⁴, Altura de ola⁴, Rango de marea⁴, Elevación², Batimetría³, Geomorfología costera³, Marea de tormenta⁴</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Forestación de dunas. - Restauración y el manejo de los manglares. - Nutrición periódica de playas. - Construcción de muros de contención y diques. La construcción de diques se restringirá solo en algunos asentamientos que corren un alto riesgo de inundación. - El plan integrado de gestión de la zona costera debe enfatizar la regulación de la construcción, la planificación del crecimiento urbano, el desarrollo de la capacidad institucional, la participación de la comunidad local, aumentar la conciencia pública y debe basarse en programas de desarrollo sostenible a largo plazo.

10	Kumar et al., 2010	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	8	Tasa de cambio de línea de costa, Tasa de cambio del nivel del mar, Pendiente, Altura de ola significativa, Rango de marea, Elevación regional, Geomorfología, Run-up de tsunami	Físico	Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Pendiente costera ³ , Altura de ola ⁴ , Rango de marea ⁴ , Elevación ² , Geomorfología costera ³ , Run-up de tsunami ⁴	<ul style="list-style-type: none"> - Mitigar las pérdidas debido a los peligros. - Priorizar las áreas de evacuación durante los desastres.
11*	Mani Murali et al., 2013	Regional	Inundación y erosión	Índice de vulnerabilidad costera utilizando ponderaciones derivadas de AHP	11	Número de habitantes ¹ , Uso de suelo ¹ , Distancia de la red carretera ¹ , Patrimonio cultural (áreas turísticas) ¹ , Pendiente costera ² , Geomorfología ² , Elevación regional ² , Tasa de cambio de línea de costa ² , Tasa de cambio del nivel del mar ² , Altura de ola significativa ² , Rango de marea ²	¹ Vulnerabilidad social, ² Vulnerabilidad física	Población total ² , Uso de suelo ² , Distancia de la red carretera a la costa ² , Patrimonio cultural ² , Pendiente costera ³ , Geomorfología costera ³ , Elevación ² , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Altura de ola ⁴ , Rango de marea ⁴	<ul style="list-style-type: none"> - Considerar los mapas para el desarrollo de nuevos establecimientos.
12	Pendleton et al., 2010	Regional	Inundación	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	6	Geomorfología ¹ , Tasa de cambio de línea de costa ¹ , Pendiente ¹ , Tasa de cambio relativo del nivel del mar ² , Altura de ola significativa ² , Rango de marea ²	¹ Geológico, ² Físico	Geomorfología costera ³ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Pendiente costera ³ , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Altura de ola ⁴ , Rango de marea ⁴	<ul style="list-style-type: none"> - Buscar una solución a las estructuras de protección artificial que han afectado negativamente la costa. - Considerar los mapas para el desarrollo de nuevos establecimientos.
13	Thieler & Hammar-Klose, 2000	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	6	Geomorfología, Pendiente, Tasa de cambio relativo del nivel del mar, Tasa de cambio de línea de costa, Rango de marea, Altura de ola significativa	Físico	Geomorfología costera ³ , Pendiente costera ³ , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Rango de marea ⁴ , Altura de ola ⁴	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar los costos potenciales de proteger o reubicar, de la erosión, inundaciones y tormentas relacionadas con el aumento del nivel del mar a las comunidades. - Tomar en cuenta los procesos geológicos para la alimentación de playas, construcción de malecones, espigones y muelles.
14	Sankari et al., 2015	Local	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	6	Geomorfología, Uso de suelo, Pendiente, Batimetría, Tasa de cambio de línea de costa, Rango de marea	VARIABLES DE RIESGO	Geomorfología costera ³ , Uso de suelo ² , Pendiente costera ³ , Batimetría ³ , Desplazamientos de la línea de costa	<ul style="list-style-type: none"> - Enfocarse en la gestión de desastres costeros para el desarrollo futuro.

								(erosión/acreción) ³ , Rango de marea ⁴	
15	Chandrabose, 2014	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	9	Tasa de cambio de línea de costa, Tasa de cambio del nivel del mar, Altura de ola significativa, Rango de marea, Pendiente, Elevación regional, Geomorfología, Run-up de tsunamis, Marea de tormenta	Variables de riesgo relativo	Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Altura de ola ⁴ , Rango de marea ⁴ , Pendiente costera ³ , Elevación ² , Geomorfología costera ³ , Run-up de tsunamis ⁴ , Marea de tormenta ⁴	<ul style="list-style-type: none"> - Incluir parámetros socioeconómicos, principalmente en las zonas de alto riesgo. - El mapa se puede utilizar como una herramienta de planificación para gestionar y proteger los recursos costeros.
16	Cuevas, 2014	Local	Erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	16	Geomorfología, Tipo de costa, Perfiles topobatemétricos, Granulometría, Altura de ola significativa, Periodo de oleaje, Corrientes, Viento, Parámetro de Dean, Parámetro adimensional de velocidad de asentamiento (Ω), Presencia de vegetación en la duna, Ancho de la playa, Antropización, Tasa de cambio de línea de costa, Orientación de la costa, Estructuras de protección costera	Físico	Geomorfología costera ³ , Tipo de costa ³ , Perfil topobatemétrico ³ , Granulometría ³ , Altura de ola ⁴ , Periodo de oleaje ⁴ , Corrientes ⁴ , Viento ⁴ , Estado morfodinámico predominante ³ , Parámetro adimensional de velocidad de asentamiento (Ω) ³ , Presencia o ausencia de vegetación en la duna ¹ , Dimensiones de la playa ³ , Grado de antropización ² , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Orientación de la costa ³ , Presencia o ausencia de estructuras de protección costera ²	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar acciones soportadas por estudios de largo plazo. - Selección de sitios prioritarios para acciones de manejo, a partir de la determinación de características granulométricas y formas topográficas en los procesos de alimentación de playa. - Establecer políticas en regulación para el desarrollo de la costa que permitan conservar los sistemas de playa y proteger los bienes e infraestructura en el largo plazo. - Centrar la atención en segmentos de playa con mayor cambio de erosión, menor ancho de playa y con mayor antropización. - Acciones de manejo con alimentación artificial, estructuras de protección o retiro de estas, colocación de estructuras blandas como geotubos y estabilización de la línea de costa, que se superpone a los procesos naturales del sistema. - Considerar que las acciones de manejo pueden alterar la morfología de la playa, su extensión, pendiente y características granulométricas del sedimento, y por tanto, los patrones hidrodinámicos locales. - Tomar en cuenta la geomorfología, modelos de perfiles en equilibrio, características granulométricas, formas topográficas, indicadores morfodinámicos que surgen a través de la determinación de características de cobertura costera y condiciones de oleaje para las decisiones de alimentación de playa. - Establecer políticas en regulación del desarrollo de la costa que permitan conservar los sistemas de playa y proteger los bienes e infraestructura en el largo plazo.

									- Contar con programas de monitoreo que alerten sobre tendencias dramáticas en playas vulnerables que pongan en riesgo a la población costera.
17	Hegde & Reju, 2007	Regional	Erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	4	Geomorfología, Pendiente, Tasa de cambio de línea de costa, Número de habitantes	Físico	Geomorfología costera ³ , Pendiente costera ³ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Población total ²	- Desarrollar políticas sólidas de gestión costera. - A partir de los valores numéricos, orientar a los tomadores de decisiones para decidir si deben construir estructuras protectoras.
18	Boruff et al., 2005	Regional	Erosión	PVI - vulnerabilidad general del lugar	17	Pobreza ¹ , Edad ¹ , Densidad de desarrollo ¹ , Asiáticos e Inmigrantes ¹ , Dicotomía rural / urbana ¹ , Raza ¹ , Género ¹ , Disminución de la población ¹ , Etnia y agricultura ¹ , Dependencia del empleo en infraestructura ¹ , Ingresos ¹ , Rango de mareas ² , Pendiente ² , Tasa de cambio del nivel del mar ² , Tasa de cambio de línea de costa ² , Altura de ola significativa ² , Geomorfología ²	¹ Índice de vulnerabilidad social costera, ² Índice de vulnerabilidad física costera	Porcentaje de personas en pobreza ² , Vulnerabilidad de la población de acuerdo a la edad ² , Densidad de desarrollo comercial ² , Porcentaje de inmigrantes ² , Tipo de población ² , Vulnerabilidad de la población de acuerdo a la raza ² , Vulnerabilidad de la población de acuerdo al género ² , Tasa de crecimiento poblacional ² , Porcentaje de población dedicada a la agricultura ² , Empleo y desempleo ² , Ingresos ² , Rango de marea ⁴ , Pendiente costera ³ , Tasa de cambio del nivel del mar ¹ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Altura de ola ⁴ , Geomorfología costera ³	- Formular alternativas de mitigación que se adapten a la situación local (ubicaciones específicas) y que sean flexibles para ajustarse a la variabilidad de los parámetros físicos y las características sociales. - Mejorar las condiciones sociales (viviendas) para reducir la vulnerabilidad. - Control de la erosión de corta duración mediante la alimentación de las playas o estructuras duras, como los malecones. - Análisis más detallados de las características físicas de segmentos específicos de la costa.

19	Silva et al., 2014	Regional y local	Erosión	Vulnerabilidad física y socioeconómica	23	<p>Elevación media¹, Geología: litología y tipo de sedimento¹, Geomorfología¹, Desplazamiento vertical: subsidencia geológica o tectónica y la antropogénica¹, Incremento del nivel del mar¹, Desplazamiento horizontal de la línea de costa¹, Altura de ola significativa¹, Rango de marea¹, Nivel de protección natural: dunas y manglares¹, Peligro por oleaje extremo¹, Peligro por marea de tormenta², Población total², Densidad de población², PIB per cápita², Tasa de participación económica², Índice de desarrollo humano: salud, educación e ingresos², Índice de marginación², Pobreza², Unidades económicas (sector turismo)², Producción bruta total², Valor agregado bruto (turismo)², Sectores productivos², Áreas naturales protegidas²</p>	¹ Físico, ² Socioeconómico	<p>Elevación², Geología costera³, Geomorfología costera³, Subsidencia³, Tasa de cambio del nivel del mar⁴, Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción)³, Altura de ola⁴, Rango de marea⁴, Presencia o ausencia de protección natural¹, Oleaje extremo⁴, Marea de tormenta⁴, Población total², Densidad de población², PIB (Producto Interno Bruto)², Tasa de participación económica², Índice de desarrollo humano², Índice de marginación², Porcentaje de personas en pobreza², Cantidad de infraestructura destinada al turismo², Producción bruta total², Valor agregado bruto (turismo)², Actividades económicas², Áreas de conservación designadas⁵</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Reubicación o acomodación de infraestructura que no es compatible con los procesos naturales. -Eliminar o corregir las causas que generan la erosión con el fin de frenarla. -Detener la regresión de la línea de costa mediante la construcción de obras de defensa. <ul style="list-style-type: none"> -Recuperar con trabajos de alimentación, las condiciones en que se encontraba la playa antes de erosionarse. -No abordar ninguna acción y dejar que la naturaleza obre. -Buscar la preservación de una franja amplia de playa que esté protegida por una duna frontal que reciba las olas de tormenta. -Conservación de las dunas y manglares para evitar problemas de erosión. -Prohibir desarrollos costeros mal planeados. -Establecer programas de monitoreo para las olas, las mareas, los parámetros de la atmósfera, la posición de la costa y la cubierta vegetal.
20	Balica et al., 2009	Regional y local	Inundación	Índice de vulnerabilidad ante inundaciones	31	<p>Densidad de población¹, Población en área de inundación¹, Cercanía al área de inundación^{1,2}, Población cercana a la costa¹, Población en situación de pobreza¹, Porcentaje de área urbanizada^{1,2}, Población rural¹, Catastro^{1,2}, Patrimonio cultural¹, Porcentajes de discapacitados¹, Uso de suelo^{2,3}, Proximidad al río², Reserva natural³,</p>	¹ Social, ² Económico, ³ Ecológico, ⁴ Físico	<p>Densidad de población², Población total en área de inundación², Distancia al área de inundación², Población total², Porcentaje de personas en pobreza², Uso de suelo², Tipo de población², Catastro², Patrimonio cultural², Población con discapacidad², Proximidad al río o a la desembocadura², Áreas de conservación designadas⁵, Área</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar planes de acción para hacer frente a las inundaciones, en escalas pequeñas para mejorar los procesos de toma de decisiones locales. - Los tomadores de decisiones deben priorizar ciertos proyectos de protección contra inundaciones en áreas locales y regionales.

						<p>Área sobreutilizada³, Área degradada³, Área despoblada³, Tipos de vegetación³, Tasa de cambio forestal³, Pendiente⁴, Frecuencia de ocurrencia de tormentas⁴, Duración de la inundación⁴, Periodos de retorno⁴, Humedad del suelo⁴, Tasa de evaporación⁴, Descarga del río⁴, Velocidad de flujo⁴, Marea de tormenta⁴, Precipitaciones⁴, Tirante de inundación⁴, Sedimentación⁴, Volumen anual de sedimentos⁴</p>		<p>sobreutilizada², Área degradada², Área despoblada², Tipos de vegetación¹, Tasa de cambio forestal², Pendiente costera³, Frecuencia de tormentas⁴, Duración de la inundación², Periodos de retorno², Humedad del suelo², Tasa de evaporación², Descarga del río en un periodo de tiempo³, Velocidad de flujo², Marea de tormenta⁴, Precipitaciones², Tirante de inundación², Carga de sedimentación³, Aporte de sedimentos por ríos³</p>
21	Abuodha & Woodroffe, 2006	Nacional, regional y local	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	7	<p>Elevación, Tipo de roca, Geoforma, Tasa de cambio del nivel del mar, Tasa de cambio de línea de costa, Rango de mareas, Altura de ola máxima anual</p>	Físico	<p>Elevación², Geología costera³, Geoforma³, Tasa de cambio del nivel del mar⁴, Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción)³, Rango de marea⁴, Altura de ola⁴</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ubicar las zonas vulnerables debido a su dependencia en mayor medida con los arrecifes y humedales. - Trabajar con topografía de mejor resolución para identificar las áreas más propensas a las inundaciones. <ul style="list-style-type: none"> - Incluir las variables socioeconómicas en las evaluaciones de vulnerabilidad. - Continuamente revisar, reevaluar y experimentar con una variedad de herramientas y metodologías desarrolladas en la zona de estudio y otras zonas del mundo.

22	Özyurt & Ergin, 2010	Regional y local	Inundación y erosión	Vulnerabilidad relativa de los diferentes entornos costeros al aumento del nivel del mar	19	Reducción de sedimentos ¹ , Regulación del flujo del río ¹ , Porcentaje del frente construido ¹ , Consumo de agua subterránea ¹ , Uso de suelo ¹ , Degradación de la protección natural ¹ , Estructuras de protección costera ¹ , Tasa de cambio del nivel del mar ² , Geomorfología ² , Pendiente ² , Altura de ola significativa ² , Porcentaje de línea de costa en erosión o acreción ² , Rango de mareas ² , Proximidad a la costa ² , Tipo de acuífero ² , Conductividad hidráulica ² , Profundidad del agua subterránea ² , Descarga del río ² , Profundidad del agua corriente abajo ²	¹ Humano, ² Físico	Aporte de sedimentos por ríos ³ , Grado de intervención en el flujo del río ² , Porcentaje de infraestructura construida ² , Porcentaje del consumo de agua subterránea ² , Uso de suelo ² , Degradación de la protección natural ¹ , Porcentaje de estructuras de protección costera construidas ² , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Geomorfología costera ³ , Pendiente costera ³ , Altura de ola ⁴ , Porcentaje de línea de costa en erosión o acreción ³ , Rango de marea ⁴ , Distancia de las estructuras o población construidas detrás de la playa ² , Tipo de acuífero ² , Conductividad hidráulica ² , Profundidad del agua subterránea ² , Descarga del río en un periodo de tiempo ³ , Profundidad del agua corriente abajo ²	- Utilizar el índice como una guía para las estrategias de adaptación, debido a que este se integra fácilmente en las prácticas actuales de manejo de la zona costera.
23	Cruz, et al. 2016	Nacional, regional y local	Fenómenos hidrometeorológicos	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	12	Densidad ¹ , Tipo de Infraestructura ¹ , Material de vivienda ¹ , Tipo de Costa ² , Cota de elevación ² , Distancia ² , Protección artificial ² , Presencia o ausencia de dunas costeras ² , Presencia o ausencia de manglar ² , Presencia o ausencia de arrecifes de coral ² , Altura de duna ² , Vegetación ²	¹ Físicos de la población, ² Físicos de la costa	Densidad de población ² , Tipo de población ² , Material de vivienda ² , Tipo de costa ³ , Elevación ² , Distancia de las estructuras o población construidas detrás de la playa ² , Presencia o ausencia de estructuras de protección costera ² , Presencia o ausencia de protección natural ¹ , Dimensiones de la duna costera ¹	- Establecer políticas de regularización para el desarrollo de la costa que permita conservar los sistemas de playa y proteger la infraestructura y bienes a largo plazo.

24	Koroglu et al., 2019	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	7	Pendiente ¹ , Geomorfología ¹ , Geología ¹ , Tasa de cambio del nivel del mar ² , Tasa de cambio de línea de costa ² , Altura de ola significante ² , Rango de marea ²	¹ Geológico, ² Físico	Pendiente costera ³ , Geomorfología costera ³ , Geología costera ³ , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Altura de ola ⁴ , Rango de marea ⁴	-Utilizar el CVI para crear estrategias de gestión costera, especialmente en vista de la adaptación. -Antes de usar el CVI como herramienta para ayudar en la gestión del riesgo costero, realizar un análisis de sensibilidad y seleccionar un sistema de clasificación que refleje adecuadamente las condiciones locales.
25	Mavromatidi et al., 2018	Regional y local	Inundación y erosión	Índice de vulnerabilidad social	16	Geomorfología ¹ , Pendiente ¹ , Tasa de cambio del nivel del mar ¹ , Tasa de cambio de línea de costa ¹ , Rango de mareas ¹ , Altura de ola significante ¹ , Población < 14 años ² , Población > 75 años ² , Mujeres ² , Familias monoparentales ² , Familias con más de dos hijos ² , Inquilinos ² , Densidad media ² , Población desempleada ² , Población sin educación ² , Extranjeros ²	¹ Físico, ² Social	Geomorfología costera ³ , Pendiente costera ³ , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Rango de marea ⁴ , Altura de ola ⁴ , Vulnerabilidad de la población de acuerdo a la edad ² , Vulnerabilidad de la población de acuerdo al género ² , Características de las familias ² , Porcentaje de inquilinos ² , Densidad de población ² , Empleo y desempleo ² , Porcentaje de población sin educación ² , Porcentaje de inmigrantes ²	- Utilizando los resultados a escala de condados y distritos costeros para ayudar a los tomadores de decisiones locales en el manejo costero y la adaptación al cambio climático. - Priorizar las zonas con mayor erosión costera y más vulnerables.
26	WWF, 2009	Local	Inundación y erosión	Vulnerabilidad climática general	9	Amenaza de tormenta ¹ , Tasa de cambio del nivel del mar ¹ , Subsistencia ¹ , Inundación ¹ , Sequía ¹ , Población total ² , PIB (Producto Interno Bruto) ² , Contribución nacional (PIB) ² , Ejemplos existentes ³ ,	¹ Exposición ambiental, ² Sensibilidad socioeconómica, ³ Capacidad adaptativa	Oleaje extremal ⁴ , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Subsistencia ³ , Frecuencia de inundaciones ² , Frecuencia de sequías ² , Población total ² , PIB (Producto Interno Bruto) ² , Contribución nacional al PIB ² , Capacidad de adaptación ²	-Estudiar el aumento del uso de agua subterránea que también agrava la vulnerabilidad y complica la toma de decisiones. -Replicar la gestión integrada del agua monitoreada y la diversificación de cultivos en camas flotantes. -Medidas de mitigación para contribuir a la reducción de las emisiones globales de gases de efecto invernadero. -Las acciones de adaptación incluyen la creación de nuevos espacios verdes abiertos, la mejora de la gestión de residuos (con la participación ciudadana) y el mantenimiento y mejora de la infraestructura (incluyendo el agua y alcantarillado). -Mejorar el capital social, aumentando la educación, habilidades técnicas y los niveles de ingresos. Mejorar la distribución pública de alimentos y los sistemas de

									<p>atención de la salud.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Mejores sistemas de alerta temprana de El Niño para ayudar a los residentes a prepararse para el cambio climático. -Incluir sistemas de alerta temprana de ciclones tropicales, evitando áreas de alto impacto y preparando mejor los suministros de emergencia. -Diseño y la construcción de infraestructuras adecuadas para proteger a los ciudadanos y permitir en caso necesario una evacuación masiva. -Instalación y mantenimiento de sistemas de predicción meteorológica. -Protección y restauración de los ecosistemas naturales para minimizar la energía de las olas de tormentas y amortiguar a la costa de los impactos. -Revisar y rediseñar el plan urbano. -Reubicación de comunidades establecidas en áreas de alto riesgo. -Reforestación de cuencas hidrográficas.
27	Anfuso & Martínez Del Pozo, 2009	Regional	Erosión	Vulnerabilidad costera	3	<p>Altura de ola significativa¹, Tasa de cambio de línea de costa², Uso de suelo²</p>	<p>¹Clima marítimo, ²Físico</p>	<p>Altura de ola⁴, Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción)³, Uso de suelo²</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El personal de planificación local debe identificar los problemas costeros y las estrategias de mitigación desde una perspectiva regional a largo plazo. - La construcción de puertos proporcionaría una base real para una gestión coordinada y rentable de las zonas costeras en cuanto a la regulación de sedimentos. - Las autoridades deben apoyar los proyectos de nutrición de playas y considerar una política de "managed retreat" (reinstalación de los humedales detrás de las viejas defensas), en respuesta al aumento del nivel del mar y las tormentas asociadas. - La reubicación es probablemente la solución más adecuada para las carreteras litorales. - El abandono podría ser una solución para las casas de verano amenazadas por procesos erosivos en las desembocaduras. - Regular el desarrollo futuro restringiendo ciertas actividades en zonas de erosión específicas, así como para proteger otras áreas costeras vulnerables que, en un futuro cercano, probablemente experimentarán una erosión severa. - Dependiendo la zona preferir la alimentación de playas, en lugar de la ingeniería dura. -Construcción de sistemas Bypass de arena en los puertos más importantes.

28*	Bagdanavičiute et al., 2015	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera combinado con el enfoque basado en el resultado analítico (AHP)	6	Tasa de cambio de línea de costa ¹ , Ancho y largo de la playa ¹ , Pendiente ¹ , Barras de arena ¹ , Tamaño de sedimentos ¹ , Altura de ola significativa ²	¹ Geológico, ² Físico	Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Dimensiones de la playa ³ , Pendiente costera ³ , Presencia o ausencia y número total de barras de arena ³ , Tipo de sedimento ³ , Altura de ola ⁴	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación y medidas de protección urgentes para evitar la pérdida de tierras costeras. - Utilizar los mapas como herramienta de planificación, para proteger los recursos en el área de estudio y para identificar áreas donde es más probable que ocurran cambios físicos a medida que aumenta el nivel del mar.
29	Kunte et al., 2014	Regional y local	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	11	Tasa de cambio de línea de costa ¹ , Pendiente ¹ , Elevación regional ¹ , Geomorfología ¹ , Tasa de cambio del nivel del mar ² , Rango de mareas ² , Altura de ola significativa ² , Marea de tormenta ² , Run-up de tsunami ² , Densidad de población ³ , Densidad turística ³	¹ Geológico, ² Físico, ³ Socioeconómico	Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Pendiente costera ³ , Elevación ² , Geomorfología costera ³ , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Rango de marea ⁴ , Altura de ola ⁴ , Marea de tormenta ⁴ , Run-up de tsunami ⁴ , Densidad de población ² , Densidad turística ²	<ul style="list-style-type: none"> -Incorporar indicadores socioeconómicos en la evaluación de la vulnerabilidad costera. Ejemplo: la densidad de población como factor de riesgo. -Utilizar el mapa de vulnerabilidad en la planificación del uso de suelo y las ordenanzas de zonificación para proteger los recursos de la comunidad, así como para orientar el nuevo desarrollo mediante la formulación de regulaciones y códigos de construcción específicos del área. -Desarrollar planes de manejo de emergencias para desastres naturales. -Priorizar y dirigir la financiación a las secciones más vulnerables de la costa.
30*	Yin et al., 2012	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	8	Tasa de cambio del nivel del mar, Geomorfología, Elevación, Pendiente, Tasa de cambio de línea de costa, Uso de suelo, Rango de marea, Altura de ola significativa	Físico	Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Geomorfología costera ³ , Elevación ² , Pendiente costera ³ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Uso de suelo ² , Rango de marea ⁴ , Altura de ola ⁴	<ul style="list-style-type: none"> - Generar datos de terreno de alta resolución, al menos para áreas de zonas de alta profundidad de inundación. - Considerar las protecciones artificiales contra las inundaciones debido al aumento del nivel del mar.
31*	Ahmed et al., 2021	Regional y local	Erosión	Vulnerabilidad general	13	Elevación ¹ , Pendiente ¹ , Geomorfología ¹ , Textura del suelo ¹ , Proximidad a la línea de costa ¹ , Vegetación ¹ , Tasa de cambio de línea de costa ¹ , Densidad de población ² , Uso de suelo ² , Población dependiente (edad < 14 años y > 65 años) ² , Puntos turísticos ² , Carreteras ² , Tasa de alfabetización ²	¹ Físico, ² Socioeconómico	Elevación ² , Pendiente costera ³ , Geomorfología costera ³ , Geología costera ³ , Distancia de las estructuras o población construidas detrás de la playa ² , Cobertura vegetal ¹ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Densidad de población ² , Uso de suelo ² , Vulnerabilidad de la	<ul style="list-style-type: none"> -Establecer zonas de retroceso mediante el establecimiento de diques para minimizar la tasa de erosión. -Utilizar técnicas de estabilización de la costa, como la plantación de manglares. -Considerar la opción de diseñar y construir presas transversales. -Desarrollo de pólders adicionales a lo largo de las costas con el monitoreo necesario puede ser una medida técnica rentable para conservar las tierras agrícolas y la infraestructura adyacente a la costa. -Instalación de bolsas de geotextil llenas de arena en varias áreas afectadas por la erosión. -Conservación de las plantaciones de manglares

								población de acuerdo a la edad ² , Densidad turística ² , Distancia de las carreteras ² , Tasa de alfabetización ²	existentes. -Restricción de la intervención humana en las regiones de baja vulnerabilidad, puede ser una buena medida de mitigación.
32*	Rao et al., 2009	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	5	Geomorfología, Pendiente, Tasa de cambio de línea de costa, Rango de marea en primavera, Altura de ola significativa	Físico	Geomorfología costera ³ , Pendiente costera ³ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Rango de marea ⁴ , Altura de ola ⁴	- Terraplenes, junto con otras medidas menores de control de inundaciones. - Desplazamiento de personas que en su mayoría viven en chozas. - Medidas de protección para evitar la pérdida de tierras costeras invaluable.
33	Hoque et al., 2019	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	8	Elevación, Pendiente, Geomorfología, Tasa de cambio de línea de costa, Tasa de cambio del nivel del mar, Rango de marea, Batimetría, Altura de ola de tormenta	Físico	Elevación ² , Pendiente costera ³ , Geomorfología costera ³ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Rango de marea ⁴ , Batimetría ³ , Oleaje extremal ⁴	-Establecer zonas de retroceso puede ser muy eficaz para minimizar los impactos de la marea de tormenta. -Utilizar técnicas de estabilización de la costa, como cercados captores de arena y plantación de manglares pueden reducir la erosión costera excesiva. -En casos necesarios planificar y construir presas transversales. -La construcción de más terrenos ganados al mar (resisten la intrusión de agua salina) con el mantenimiento necesario, podría ser una medida eficaz para proteger viviendas y las tierras agrícolas en estas áreas. -Creación de zonas de amortiguamiento con la construcción de diques. -Utilizar bolsas geotextiles llenas de arena como una medida de protección rentable en contra del oleaje.
34	McLaughlin et al., 2002	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	7	Tasa de cambio del nivel del mar ¹ , Altura de ola significativa ¹ , Asentamientos ² , Patrimonio cultural ² , Carreteras ² , Uso de suelo ² , Áreas de conservación designadas ²	¹ Forzamiento costero y características costeras, ² Subíndice socioeconómico	Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Altura de ola ⁴ , Tipo de población ² , Patrimonio cultural ² , Presencia o ausencia y tipo de carreteras ² , Uso de suelo ² , Áreas de conservación designadas ²	- Incorporar variables socioeconómicas en los índices de vulnerabilidad costera para influir fuertemente en las decisiones de gestión.

35*	Gornitz et al., 1994	Regional	Erosión	Índice de vulnerabilidad combinado	14	Elevación, Geología, Geoforma, Subsistencia local, Tasa de cambio de línea de costa, Rango de marea, Altura de ola significativa, Probabilidad anual de tormenta tropical, Probabilidad anual de huracán, Frecuencia de huracán, Índice de intensidad, Velocidad del ciclón tropical, Número medio anual de ciclones extratropicales, Marea de tormenta provocada por huracanes	VARIABLES FÍSICAS TERRESTRES, MARINAS Y CLIMATOLÓGICAS	Elevación ² , Geología costera ³ , Geoforma ³ , Subsistencia ³ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Rango de marea ⁴ , Altura de ola ⁴ , Probabilidad de tormenta ⁴ , Probabilidad de huracán ⁴ , Frecuencia de tormentas ⁴ , Intensidad del fenómeno ⁴ , Velocidad del viento ⁴ , Número de ciclones extratropicales ⁴ , Marea de tormenta ⁴	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar información histórica y reciente para implementar estrategias de respuesta apropiadas a la amenaza del aumento del nivel del mar. - Incluir factores demográficos y económicos en la evaluación del riesgo, pues estos determinarán qué esfuerzos se harán para proteger un área determinada (por ejemplo, a través de programas de nutrición de playas). - Realizar un análisis de los efectos de las actividades antropogénicas en la línea costera, en forma de datos de uso suelo.
36	Sousa et al., 2013	Local	Erosión	Índice de vulnerabilidad a la erosión costera	10	Morfología de la playa ¹ , Posición de la línea de costa ¹ , Configuración del campo de duna ¹ , Exposición al oleaje ¹ , Presencia de ríos y/o desembocaduras ¹ , Elevación ² , Vegetación ² , Estructuras de ingeniería costera ² , Percentil de ocupación ² , Permeabilidad del suelo ²	¹ VARIABLES COSTERAS, ² VARIABLES TIERRA ADENTRO	Geomorfología costera ³ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Presencia o ausencia de protección natural ¹ , Presencia o ausencia y número total de barras de arena ¹ , Proximidad al río o a la desembocadura ² , Elevación ² , Cobertura vegetal ¹ , Presencia o ausencia y tipo de estructuras de protección costera ² , Uso de suelo ² , Permeabilidad del suelo ³	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar la confiabilidad de los resultados, comparando los datos de los métodos estadísticos con las mediciones de campo.

37	Ghoussein et al., 2018	Regional	Inundación	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	6	Geomorfología, Pendiente, Tasa de cambio del nivel del mar, Tasa de cambio de línea de costa, Altura de marea promedio, Altura de ola significativa	Físico y geológico	Geomorfología costera ³ , Pendiente costera ³ , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Rango de marea ⁴ , Altura de ola ⁴	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar planes de manejo para preservar y reducir la vulnerabilidad de las zonas con alto valor ecológico. - Para proteger las playas de arena vulnerables a la erosión, considerar la instalación de las estructuras de restauración técnica y sensibilización pública. - Las estructuras de defensa estarían destinadas a controlar la movilidad de las formaciones dunares mediante la reducción de la velocidad del viento y la creación de condiciones favorables para el desarrollo de la cobertura vegetal de especies locales. - Considerar como estructura de defensa los palos de madera al pie de la duna y la revegetación. - Instalar mareógrafos en el área de estudio para monitorear el aumento del nivel del mar de manera continua. - Utilizar conjuntos de datos de mayor resolución espacial y temporal.
38	Diez et al., 2007	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	6	Elevación, Geología, Geomorfología, Tasa de cambio de línea de costa, Rango de marea, Altura de ola significativa	Físico	Elevación ² , Geología costera ³ , Geomorfología costera ³ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Rango de marea ⁴ , Altura de ola ⁴	<ul style="list-style-type: none"> -Concentrarse en la erosión inducida por la mala gestión relacionada con la extracción de arena para la construcción y las edificaciones de la zona. -La base de datos creada y los mapas de riesgo, proporcionan una guía útil para un primer enfoque de las políticas de gestión costera para contrarrestar los efectos del aumento del nivel del mar.
39*	Sekovski et al., 2020	Local	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	5	Elevación, Cobertura de duna, Costa cubierta por estructuras de protección artificial, Tasa de cambio de línea de costa, Uso de suelo	Físico	Elevación ² , Porcentaje de cobertura de dunas ¹ , Porcentaje de cobertura de estructuras de protección artificial ² , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Uso de suelo ²	<ul style="list-style-type: none"> -Los mapas pueden ser altamente informativos para los administradores costeros y también pueden servir para la conciencia pública. -La identificación de los sectores vulnerables puede ser una base sólida para establecer acciones de adaptación en el área.

40	Ng et al., 2019	Regional	Inundación y erosión	ICVI-índice integrado de vulnerabilidad costera.	7	Tipo de acantilado ¹ , Tipo de playa ¹ , Porcentajes de defensas costeras ² , Exposición al oleaje normal ² , Exposición al oleaje extremal ² , Porcentaje de afloramientos rocosos inundados ² , Uso de suelo ³	¹ Biofísico, ² Estresores externos, ³ Socioeconómico	Tipo de acantilado ³ , Tipo de costa ³ , Porcentaje de estructuras de protección costera construidas ² , Oleaje regular ⁴ , Oleaje extremal ⁴ , Porcentaje de afloramientos rocosos inundados ³ , Uso de suelo ²	<ul style="list-style-type: none"> -Los mapas de vulnerabilidad deben servir para la planificación y el desarrollo sostenible. -Los mapas ayudarán a identificar áreas actuales de alto riesgo y valor económico, cultural y ecológico, así como para identificar posibles zonas adecuadas para el desarrollo a gran escala y/o la reubicación de infraestructura. -Identificar las zonas más vulnerables que requieren una evaluación detallada de riesgos y consecuencias a microescala.
41*	Szlafsztein & Sterr, 2007	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	15	Longitud de la línea de costa ¹ , Continentalidad ¹ , Complejidad costera ¹ , Geoforma ¹ , Medidas de protección costera ¹ , Ayuda de emergencia - casos históricos ¹ , Drenaje fluvial ¹ , Áreas de inundación ¹ , Demográfica ² , Densidad de población ² , Población de niños (0-4 años) ² , Población mayor (población > 70 años) ² , Población foránea o personas nacidas en un lugar diferente al que viven ahora ² , Pobreza ² , Riqueza municipal ²	¹ Natural, ² Socioeconómico	Longitud de la línea de costa ³ , Área municipal total ² , Sinuosidad y circularidad ³ , Geoforma ³ , Presencia o ausencia de estructuras de protección costera ² , Casos históricos, presentes e indicaciones futuras ⁵ , Longitud total del drenaje fluvial ² , Área total de inundación ² , Población total en área de inundación ² , Densidad de población ² , Vulnerabilidad de la población de acuerdo a la edad ² , Porcentaje de inmigrantes ² , Porcentaje de personas en pobreza ² , Porcentaje de infraestructura construida ²	<ul style="list-style-type: none"> -Es necesaria la mitigación total o parcial de las causas del desequilibrio o la adaptación a las nuevas condiciones para reducir la vulnerabilidad del sistema. -Provocar cambios en las presiones, colaborando indirectamente con las políticas de mitigación. -Desarrollar una metodología a escala regional que se adapte mejor a las necesidades locales, en lugar de simplemente adoptar una existente.
42	Gallego Perez & Selvaraj, 2019	Local	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	9	Tasa de cambio del nivel del mar ¹ , Rango de marea ¹ , Altura de ola significativa ¹ , Tasa de cambio de línea de costa ² , Geomorfología ² , Pendiente regional ² , Uso de suelo ³ , Densidad de población ³ , Actividades económicas ³	¹ Físico/hidrodinámico, ² Geológico/Geomorfológico, ³ Socioeconómico	Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Rango de marea ⁴ , Altura de ola ⁴ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Geomorfología costera ³ , Pendiente costera ³ , Uso de suelo ² , Densidad de población ² , Actividades económicas ²	<ul style="list-style-type: none"> -Utilizar los mapas para ubicar los sitios más vulnerables, reduciendo los riesgos y adaptando a las comunidades costeras a futuros cambios. -Formular lineamientos, políticas, planes o proyectos que centren sus esfuerzos en los sitios más vulnerables. -Instalar y monitorear continuamente mareógrafos en las zonas costeras. -Realizar levantamientos de información altimétrica de mejor resolución en toda la línea de costa, con el fin de estudiar los próximos cambios en el nivel mar.

43	Reyes & Blanco, 2012	Local	Inundación y erosión	TVI-Índice de Vulnerabilidad Total	11	Población total ¹ , Tasa de crecimiento poblacional ¹ , Edad ¹ , Género ¹ , Empleo ¹ , Fuente de ingresos ¹ , Tamaño del hogar ¹ , Tasa de cambio del nivel del mar ² , Altura de ola significativa ² , Topografía ² , Características geológicas ²	¹ Índice de Vulnerabilidad Socioeconómica, ² Índice de Vulnerabilidad Costera	Población total ² , Tasa de crecimiento poblacional ² , Vulnerabilidad de la población de acuerdo a la edad ² , Vulnerabilidad de la población de acuerdo al género ² , Empleo y desempleo ² , Ingresos ² , Características del hogar ² , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Altura de ola ⁴ , Topografía ³ , Geología costera ³	<ul style="list-style-type: none"> -Utilizar los datos altimétricos con los registros del mareógrafo para obtener más información sobre la variabilidad del nivel del mar. -Formular políticas y medidas efectivas y eficientes relacionadas con la adaptación al cambio climático.
44	E. Doukakis., 2005	Regional y local	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	6	Pendiente , Geomorfología, Altura de ola significativa, Rango de marea, Tasa de cambio del nivel del mar, Tasa de cambio de línea de costa	Físico	Pendiente costera ³ , Geomorfología costera ³ , Altura de ola ⁴ , Rango de marea ⁴ , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³	<ul style="list-style-type: none"> -Utilizar el índice para planificar las defensas contra el efecto invernadero y sus implicaciones. -Utilizar los resultados del índice para entender los efectos biofísicos y socioeconómicos del cambio climático y evaluar los costos y beneficios de las alternativas para mejorar la planificación de la zona costera.
45	Pendleton et al., 2004	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	6	Geomorfología ¹ , Tasa de cambio de línea de costa ¹ , Pendiente ¹ , Tasa de cambio del nivel del mar ² , Altura de ola significativa ² , Rango de marea ²	¹ Geológico, ² Físico	Geomorfología costera ³ , Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) ³ , Pendiente costera ³ , Tasa de cambio del nivel del mar ⁴ , Altura de ola ⁴ , Rango de marea ⁴	<ul style="list-style-type: none"> -Considerar alternativas como la alimentación a gran escala de la playa y dunas. -Los mapas y datos deben ser vistos como una herramienta de planificación.

46*	Mullick et al., 2019	Regional	Inundación y erosión	CVI-Índice de vulnerabilidad compuesto	16	<p>Pendiente¹, Elevación¹, Tasa de cambio de línea de costa¹, Tasa de cambio del nivel del mar², Altura de ola significativa², Trayectoria del ciclón², Intensidad del ciclón², Rango de marea², Uso de suelo³, Densidad de población³, Porcentaje de personas con empleo³, Capital por hogar³, Tasa de alfabetización³, Tasa de adultos³, Tasa de niños³, Tasa de personas discapacitadas³</p>	<p>¹Subíndice de vulnerabilidad de características costeras normalizadas, ²Subíndice normalizado de vulnerabilidad al forzamiento costero, ³Subíndice de vulnerabilidad socioeconómica normalizado</p>	<p>Pendiente costera³, Elevación², Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción)³, Tasa de cambio del nivel del mar⁴, Altura de ola⁴, Trayectoria de los ciclones tropicales⁴, Intensidad del fenómeno⁴, Rango de marea⁴, Uso de suelo², Densidad de población², Empleo y desempleo², Características del hogar², Tasa de alfabetización², Vulnerabilidad de la población de acuerdo a la edad², Población con discapacidad²</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Emplear técnicas para estabilizar la costa tales como: Aumentar la elevación frontal de dunas, cercas de arena y/o vegetación para estabilizar. -La contaminación ambiental y la intervención humana deben controlarse para facilitar el proceso de recuperación natural. -Se recomienda la conservación del bosque para proteger la costa. -Adoptar el relleno y la alimentación de playa para el problema de la erosión de la costa. -Optar por terraplenes de tierra, pólder y presas transversales como medios de protección costera recomendados para salvaguardar la tierra agrícola y urbana. -Dar el mantenimiento requerido a los pólders. -De acuerdo con la necesidad del sitio, considerar la implementación de presas transversales en los estuarios. -Establecer zonas de amortiguamiento como protección contra peligros costeros. -Colocar bolsas geotextiles llenas de arena en los lugares de erosión. -Armonizar la estrategia con la política nacional para obtener beneficios de las medidas recomendadas.
47	Sancho et al., 2012	Local	Erosión	Índice de vulnerabilidad de dunas costeras	10	<p>Altura de duna¹, Volumen de la duna después del impacto de tormenta-erosión¹, Ancho de playa¹, Ancho de duna¹, Run-up para diferentes periodos de retorno¹, Tasa de cambio de línea de costa², Rango de mareas², Periodo², Pendiente², Tamaño de sedimentos²</p>	<p>¹Índice de vulnerabilidad al lavado excesivo, ²Índice de vulnerabilidad a la erosión por tormentas</p>	<p>Dimensiones de la duna costera¹, Volumen de la duna después del impacto de tormenta¹, Dimensiones de la playa³, Run-up⁴, Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción)³, Rango de marea⁴, Periodo de oleaje⁴, Pendiente costera³, Granulometría³</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Rehabilitación de dunas.
48*	Mohamed, 2020	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	9	<p>Tipo de cobertura del suelo y de la playa, Elevación, Composición de la costa y suelo marino, Tipo de playa, Tasa de cambio del nivel del mar, Tasa de cambio de línea de costa, Rango de marea, Altura de ola significativa,</p>	<p>Físico</p>	<p>Uso de suelo², Elevación², Geología costera³, Tipo de costa³, Tasa de cambio del nivel del mar⁴, Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción)³, Rango de marea⁴, Altura</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Mitigar con medidas de protección artificial. -Los mapas se pueden usar para la planificación costera y para ayudar a los tomadores de decisiones a promulgar medidas de adaptación apropiadas para el cambio debido al aumento del nivel del mar.

					Estructuras de protección costera		de ola ⁴ , Presencia o ausencia y tipo de estructuras de protección costera ²	
49	Mohd et al., 2019	Regional	Inundación y erosión	CVI- Índice de vulnerabilidad costera	6	Geomorfología ¹ , Pendiente costera ¹ , Tasa de cambio de línea de costa ¹ , Tasa de cambio del nivel del mar ² , Altura de ola significativa ² , Rango de marea ²	¹ Geológico, ² Físico	<p>Geomorfología costera³, Pendiente costera³, Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción)³, Tasa de cambio del nivel del mar⁴, Altura de ola⁴, Rango de marea⁴</p> <p>-Mantenimiento de los espigones existentes a lo largo de la playa. -Alimentación de playas. -Como protección a las costas, considerar los sacos de arena, construir rompeolas y revestimientos de roca a lo largo de la costa. La construcción de revestimientos debe limitarse solo a ciertos asentamientos y puertos que están expuestos a un alto riesgo de inundación. -Replantar, restaurar y conservar los árboles de manglar. -Construir un revestimiento de roca a lo largo de la orilla de la desembocadura del río. -Crear conciencia entre las comunidades locales a través de actividades como charlas, exhibiciones de concienciación, plantación de árboles, distribución de folletos y kits sobre la importancia de los manglares y otros ecosistemas a lo largo de la costa.</p>
50	Fatorić & Chelleri, 2012	Local	Inundación y erosión	Vulnerabilidad a los efectos del cambio climático	8	Tasa de sedimentación, Subsistencia, Tasa de cambio del nivel del mar, Altura de ola significativa, Rango de marea, Tasa de cambio de línea de costa, Frecuencia e intensidad de tormentas, Intensidad de tormentas	Físicas y socioeconómicas	<p>Tasa de sedimentación en el delta³, Subsistencia³, Tasa de cambio del nivel del mar⁴, Altura de ola⁴, Rango de marea⁴, Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción)³, Frecuencia de tormentas⁴, Intensidad del fenómeno⁴</p> <p>- Construir barreras artificiales - Proteger el delta de la intrusión de agua salada con barreras submarinas - Elevación del nivel del suelo (acumulación de sedimentos) - Preservación de dunas y humedales - Construir barreras naturales y no implementar barreras artificiales de hormigón en los parque natural - Gestionar correctamente la migración humana ocasionada el aumento del nivel del mar, considerando los costos de reubicar a la población o protegerla con barreras artificiales propuestas.</p>

Nota: a) Número de estudio, * Representa los estudios que asignaron pesos a sus variables.

Los subíndices que aparecen en las variables de la columna **i) Variables renombradas**, corresponden a los componentes propuestos para este trabajo:

- ¹Ecológico
- ²Socioeconómico
- ³Geomorfológico/Geológico
- ⁴Clima marítimo
- ⁵Legislación

Referencias del Anexo 1

1. Abuodha, P. A., & Woodroffe, C. D. (2006). International assessments of the vulnerability of the coastal zone to climate change, including an Australian perspective. September, 69.
2. Ahmed, N., Howlader, N., Hoque, M. A., & Pradhan, B. (2021). Coastal erosion vulnerability assessment along the eastern coast of Bangladesh using geospatial techniques. *Ocean and Coastal Management*, 199(August 2020), 105408. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105408>
3. Anfuso, G., & Martínez Del Pozo, J. Á. (2009). Assessment of coastal vulnerability through the use of GIS tools in south sicily (Italy). *Environmental Management*, 43(3), 533–545. <https://doi.org/10.1007/s00267-008-9238-8>
4. Arun Kumar, A., & Kunte, P. D. (2012). Coastal vulnerability assessment for Chennai, east coast of India using geospatial techniques. *Natural Hazards*, 64(1), 853–872. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0276-4>
5. Ashraful Islam, M., Mitra, D., Dewan, A., & Akhter, S. H. (2016). Coastal multi-hazard vulnerability assessment along the Ganges deltaic coast of Bangladesh-A geospatial approach. *Ocean and Coastal Management*, 127, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.03.012>
6. Bagdavičiute, I., Kelpšaitė, L., & Soomere, T. (2015). Multi-criteria evaluation approach to coastal vulnerability index development in micro-tidal low-lying areas. *Ocean and Coastal Management*, 104, 124–135. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.12.011>
7. Balica, S. F., Douben, N., & Wright, N. G. (2009). Flood vulnerability indices at varying spatial scales. *Water Science and Technology*, 60(10), 2571–2580. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.183>
8. Balica, S. F., Wright, N. G., & van der Meulen, F. (2012). A flood vulnerability index for coastal cities and its use in assessing climate change impacts. *Natural Hazards*, 64(1), 73–105. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0234-1>
9. Boruff, B. J., Emrich, C., & Cutter, S. L. (2005). Erosion Hazard Vulnerability of US Coastal Counties. *Journal of Coastal Research*, 21(5), 932–942. <https://doi.org/10.2112/04-0172.1>
10. Chandrabose, P. (2014). Coastal Vulnerability Assessment for Northern Tamil Nadu Coast using open source numerical software -DELFT 3D Coastal Vulnerability Assessment for Northern Tamil Nadu Coast using open source numerical software - DELFT 3D. *International Journal of Earth Sciences and Engineering*, 7(5), 1135–1145.
11. Cuevas, A. (2014). Morfodinámica de playas carbonatadas en islas de barrera: vulnerabilidad a la erosión e indicadores para el manejo. [UNAM]. In Tesis de doctorado. <https://doi.org/10.1007/s11069-010-9666-7>
12. Cruz-Ramírez, C. J., E, M., & R, S. (2016). Evaluación de la vulnerabilidad de las costas mexicanas. 122.
13. Diez, P. G., Perillo, G. M. E., & Piccolo, M. C. (2007). Vulnerability to Sea-Level Rise on the Coast of the Buenos Aires Province. *Journal of Coastal Research*, 231(January), 119–126. <https://doi.org/10.2112/04-0205.1>
14. Doukakis E. (2005). Coastal Vulnerability and Risk Parameters. *Water*, 3–7.
15. Fatorić, S., & Chelleri, L. (2012). Vulnerability to the effects of climate change and adaptation: The case of the Spanish Ebro Delta. *Ocean & Coastal Management*, 60, 1–10. <https://doi.org/10.1016/J.OCECOAMAN.2011.12.015>
16. Gallego Perez, B. E., & Selvaraj, J. J. (2019). Evaluation of coastal vulnerability for the District of Buenaventura, Colombia: A geospatial approach. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 16(April), 100263. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.100263>

17. Ghousein, Y., Mhawej, M., Jaffal, A., Fadel, A., El Hourany, R., & Faour, G. (2018). Vulnerability assessment of the South-Lebanese coast: A GIS-based approach. *Ocean and Coastal Management*, 158(March), 56–63. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.03.028>
18. Gornitz, V., Beaty, T., & Daniels, R. C. (2012). A coastal hazards data base for the U.S. West Coast. <https://doi.org/10.3334/CDIAC/ssr.ndp043c>
19. Gornitz, V. M., Daniels, R. C., White, T. W., Birdwell, K. R., Gornitzf, V. M., Danielst, R. C., & Birdwellll, K. R. (1994). The Development of a Coastal Risk Assessment Database: Vulnerability to Sea-Level Rise in the U.S. Southeast. *Source Journal of Coastal Research*, 12, 327–338. <https://doi.org/10.2307/25735608>
20. Hegde, A. V., & Reju, V. R. (2007). Development of coastal vulnerability index for Mangalore coast, India. *Journal of Coastal Research*, 23(5), 1106–1111. <https://doi.org/10.2112/04-0259.1>
21. Hoque, M. A., Ahmed, N., Pradhan, B., & Roy, S. (2019). Assessment of coastal vulnerability to multi-hazardous events using geospatial techniques along the eastern coast of Bangladesh. *Ocean and Coastal Management*, 199(181), 104898. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105408>
22. Kantamaneni, K., Phillips, M., Thomas, T., & Jenkins, R. (2018). Assessing coastal vulnerability: Development of a combined physical and economic index. *Ocean and Coastal Management*, 158(April 2017), 164–175. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.03.039>
23. Koroglu, A., Ranasinghe, R., Jiménez, J. A., & Dastgheib, A. (2019). Comparison of Coastal Vulnerability Index applications for Barcelona Province. *Ocean and Coastal Management*, 178(November 2018), 104799. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.05.001>
24. Kumar, T. S., Mahendra, R. S., Nayak, S., Radhakrishnan, K., & Sahu, K. C. (2010). Coastal Vulnerability Assessment for Orissa State, East Coast of India. *Journal of Coastal Research*, 26(3), 523–534. <https://doi.org/10.2112/09-1186.1>
25. Kunte, P. D., Jauhari, N., Mehrotra, U., Kotha, M., Hursthouse, A. S., & Gagnon, A. S. (2014). Multi-hazards coastal vulnerability assessment of Goa, India, using geospatial techniques. *Ocean and Coastal Management*, 95, 264–281. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.04.024>
26. Le Cozannet, G., Garcin, M., Bulteau, T., Mirgon, C., Yates, M. L., Méndez, M., Baills, A., Idier, D., & Oliveros, C. (2013). An AHP-derived method for mapping the physical vulnerability of coastal areas at regional scales. *Natural Hazards and Earth System Science*, 13(5), 1209–1227. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-1209-2013>
27. Mani Murali, R., Ankita, M., Amrita, S., & Vethamony, P. (2013). Coastal vulnerability assessment of Puducherry coast, India, using the analytical hierarchical process. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(12), 3291–3311. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-3291-2013>
28. Mavromatidi, A., Briche, E., & Claeys, C. (2018). Mapping and analyzing socio-environmental vulnerability to coastal hazards induced by climate change: An application to coastal Mediterranean cities in France. *Cities*, 72(September 2017), 189–200. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.08.007>
29. McLaughlin S. A. & Cooper, G. (2010). A multi-scale coastal vulnerability index: A tool for coastal managers? *Environmental Hazards*, 9(3), 233–248. <https://doi.org/10.3763/ehaz.2010.0052>
30. McLaughlin, S., McKenna, J., & Cooper, J. A. G. (2002). Socio-economic data in coastal vulnerability indices: Constraints and opportunities. *Journal of Coastal Research*, 36(36), 487–497. <https://doi.org/10.2112/1551-5036-36.sp1.487>
31. Mohamed, S. A. (2020). Coastal vulnerability assessment using GIS-Based multicriteria analysis of Alexandria-northwestern Nile Delta, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 163(November 2019), 103751. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2020.103751>

32. Mohd, F. A., Abdul Maulud, K. N., Karim, O. A., Begum, R. A., Awang, N. A., Ahmad, A., Wan Mohamed Azhary, W. A. H., Kamarudin, M. K. A., Jaafar, M., & Wan Mohtar, W. H. M. (2019). Comprehensive coastal vulnerability assessment and adaptation for Cherating-Pekan coast, Pahang, Malaysia. *Ocean and Coastal Management*, 182(August). <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104948>
33. Mullick, M. R. A., Tanim, A. H., & Islam, S. M. S. (2019). Coastal vulnerability analysis of Bangladesh coast using fuzzy logic based geospatial techniques. *Ocean and Coastal Management*, 174(April), 154–169. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.03.010>
34. Ng, K., Borges, P., Phillips, M. R., Medeiros, A., & Calado, H. (2019). An integrated coastal vulnerability approach to small islands: The Azores case. *Science of the Total Environment*, 690, 1218–1227. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.013>
35. Özyurt, G., & Ergin, A. (2010). Improving coastal vulnerability assessments to sea-level rise: A new indicator-based methodology for decision makers. *Journal of Coastal Research*, 26(2), 265–273. <https://doi.org/10.2112/08-1055.1>
36. Pendleton, E. A., Barras, J. A., Barras, J. A., & Twichell, D. C. (2010). Coastal Vulnerability Assessment of the Northern Gulf of Mexico to Sea-Level Rise and Coastal Change: Vol. OFR 2010-1 (Issue July 2010). <http://pubs.usgs.gov/of/2010/1146/>
37. Pendleton, E. A., Theiler, E. R., & Williams, S. J. (2004). Coastal vulnerability assessment of Cape Hatteras National Seashore (CAHA) to sea-level rise. Open-File Report.U.S.Geological Survey 2004 - 1064, 1064. <https://doi.org/http://pubs.usgs.gov/of/2004/1064/images/pdf/caha.pdf>
38. Rao, K. N., Subraelu, P., Rao, T. V., Malini, B. H., Ratheesh, R., Bhattacharya, S., Rajawat, A. S., & Ajai. (2009). Sea-level rise and coastal vulnerability: An assessment of Andhra Pradesh coast, India through remote sensing and GIS. *Journal of Coastal Conservation*, 12(4), 195–207. <https://doi.org/10.1007/s11852-009-0042-2>
39. Reyes, S. R. C., & Blanco, A. C. (2012). Assessment of Coastal Vulnerability To Sea Level Rise of Bolinao, Pangasinan Using Remote Sensing and Geographic Information Systems. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXIX-B6(September), 167–172. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-xxxix-b6-167-2012>
40. Rizzo, A., Aucelli, P. P. C., Gracia, F. J., & Anfuso, G. (2018). A novelty coastal susceptibility assessment method: application to Valdelagrana area (SW Spain). *Journal of Coastal Conservation*, 22(5), 973–987. <https://doi.org/10.1007/s11852-017-0552-2>
41. Sancho, F., Oliveira, F., & Freire, P. (2012). Coastal dunes vulnerability indexes: a new proposal and application to ria formosa coast (Portugal). *Coastal Engineering*, 1–12.
42. Sankari, T. S., Chandramouli, A. R., Gokul, K., Surya, S. S. M., & Saravanavel, J. (2015). Coastal Vulnerability Mapping Using Geospatial Technologies in Cuddalore-Pichavaram Coastal Tract, Tamil Nadu, India. *Aquatic Procedia*, 4, 412–418. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.055>
43. Sekovski, I., Del Río, L., & Armaroli, C. (2020). Development of a coastal vulnerability index using analytical hierarchy process and application to Ravenna province (Italy). *Ocean and Coastal Management*, 183(April 2019). <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104982>
44. Silva-Casarián, R., Villatoro, M., Ramos, M., Pedroza, D., Ortiz, M., Delgadillo, M., Escudero, M., Félix, A., & Cid, A. (2014). Caracterización de la zona costera y planteamiento de elementos técnicos para la elaboración de criterios de regulación y manejo sustentable.
45. Sousa, P. H. G. O., Siegle, E., & Tessler, M. G. (2013). Vulnerability assessment of Massaguaçu Beach (SE Brazil). *Ocean and Coastal Management*, 77, 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.03.003>
46. Szlafsztein, C., & Sterr, H. (2007). A GIS-based vulnerability assessment of coastal natural hazards, state of Pará, Brazil. *Journal of Coastal Conservation*, 11(1), 53–66. <https://doi.org/10.1007/s11852-007-0003-6>

47. Thieler, E. R., & Hammar-Klose, S. (2000). National assessment of coastal vulnerability to Sea-Level Rise : Preliminary results for the U . S . Pacific coast. *78(37)*, 1997.
48. Torresan, S., Critto, A., Dalla Valle, M., Harvey, N., & Marcomini, A. (2008). Assessing coastal vulnerability to climate change: Comparing segmentation at global and regional scales. *Sustainability Science*, *3(1)*, 45–65. <https://doi.org/10.1007/s11625-008-0045-1>
49. WWF. (2009). *Mega-Stress for Mega-Cities*. 40.
50. Yin, J., Yin, Z., Wang, J., & Xu, S. (2012). National assessment of coastal vulnerability to sea-level rise for the Chinese coast. *Journal of Coastal Conservation*, *16(1)*, 123–133. <https://doi.org/10.1007/s11852-012-0180-9>

ANEXO II. Resultados de variables

Para todas las figuras de mapas, el nivel de vulnerabilidad alto se representó con el color rojo, el moderado – amarillo, el bajo – verde y el despreciable o no significativo – azul.

Categoría I

Ecológico

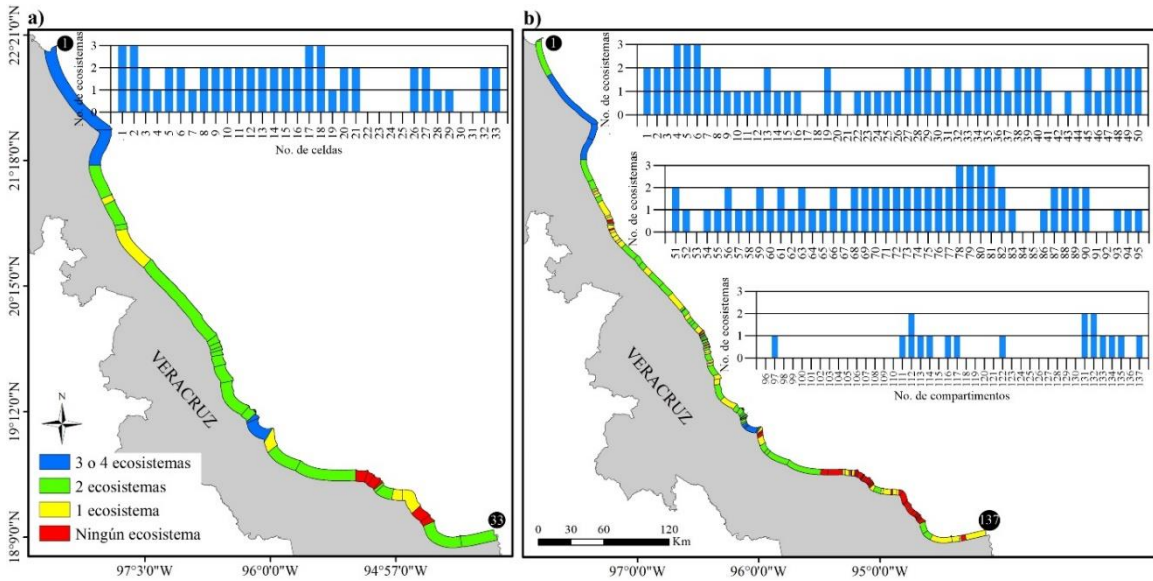


Figura 1 Clasificación de la presencia de ecosistemas (manglares, dunas costeras, arrecifes y pastos marinos y macroalgas) en las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

Socioeconómico

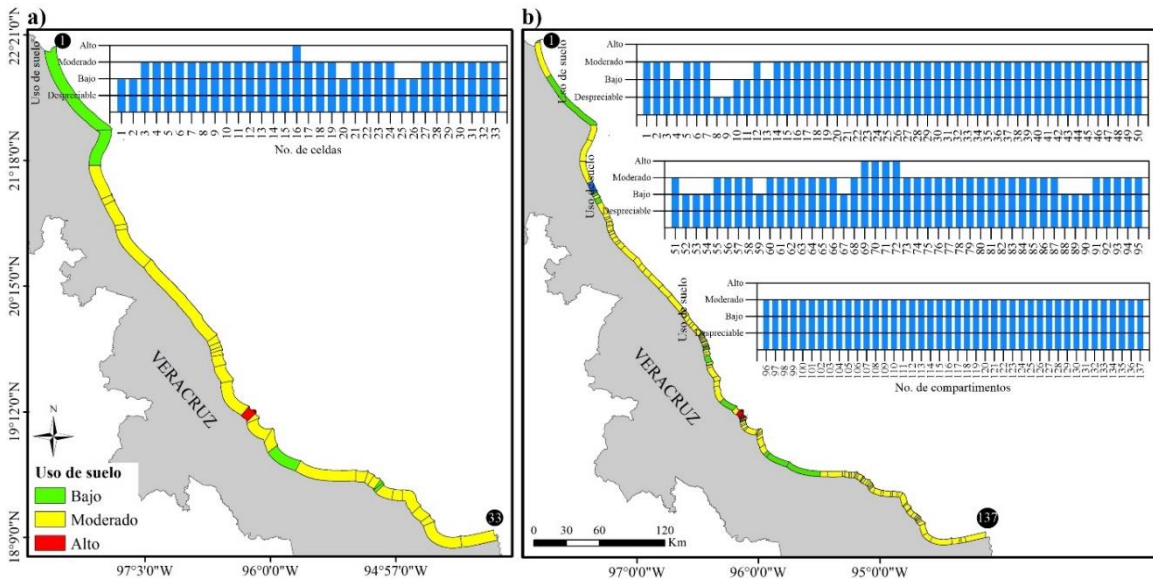


Figura 2 Uso de suelo para las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

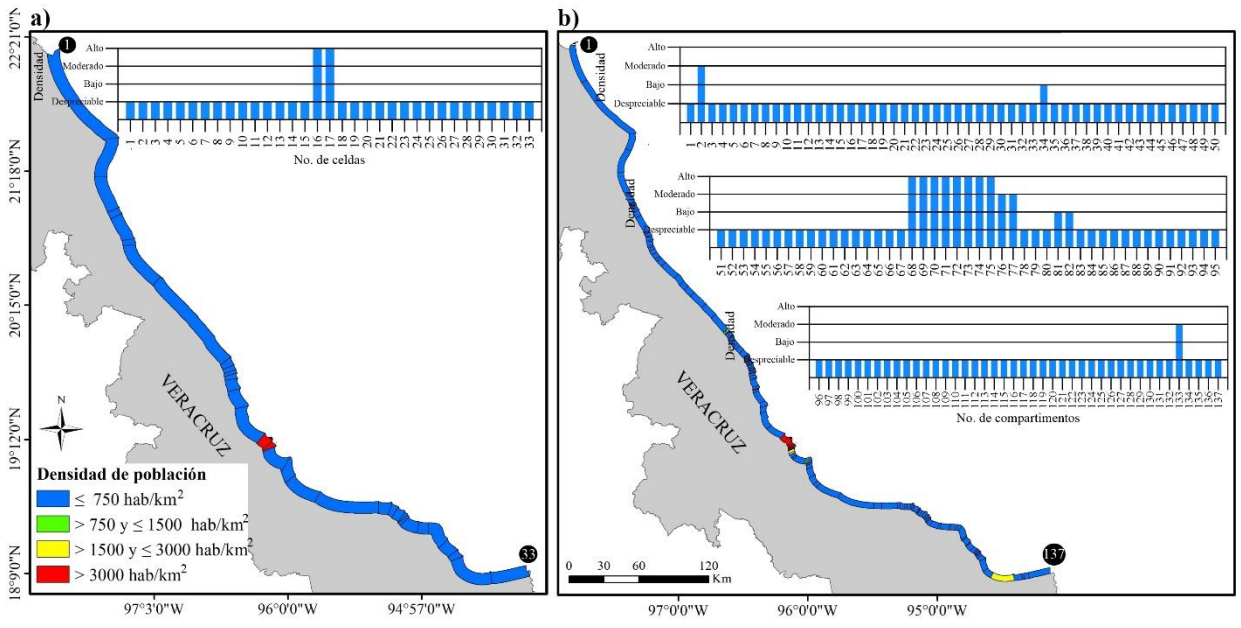


Figura 3 Densidad de población para las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

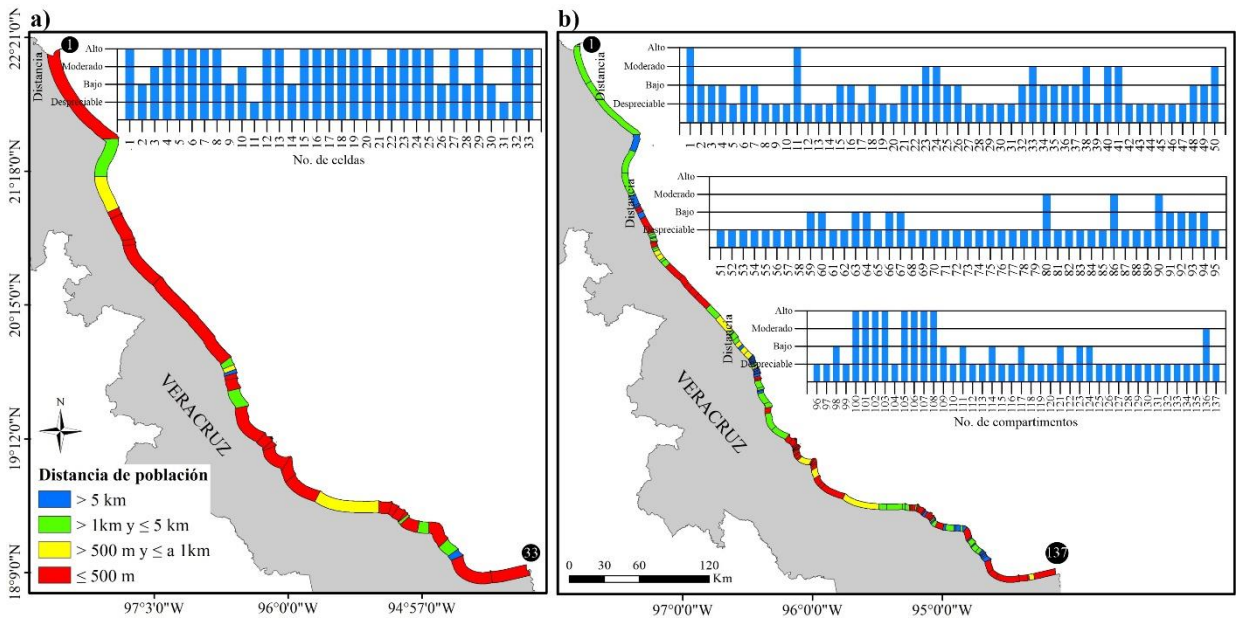


Figura 4 Distancia de la población a la costa, caracterizado en las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

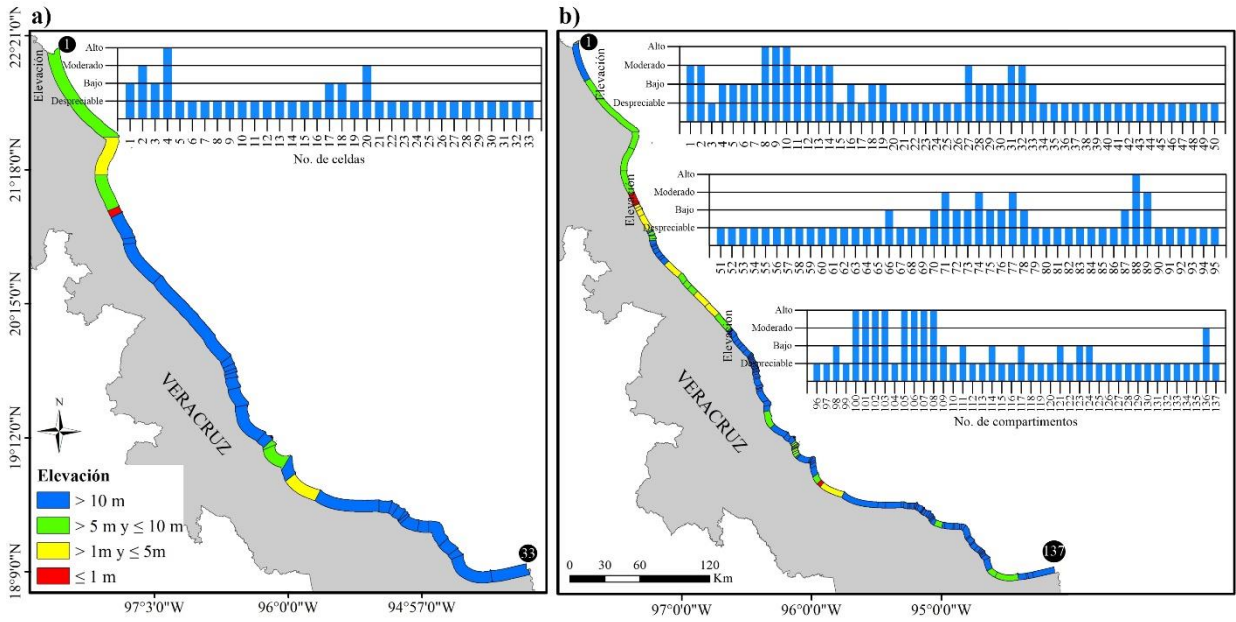


Figura 5 Elevación media ponderada del terreno de las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

Clima marítimo

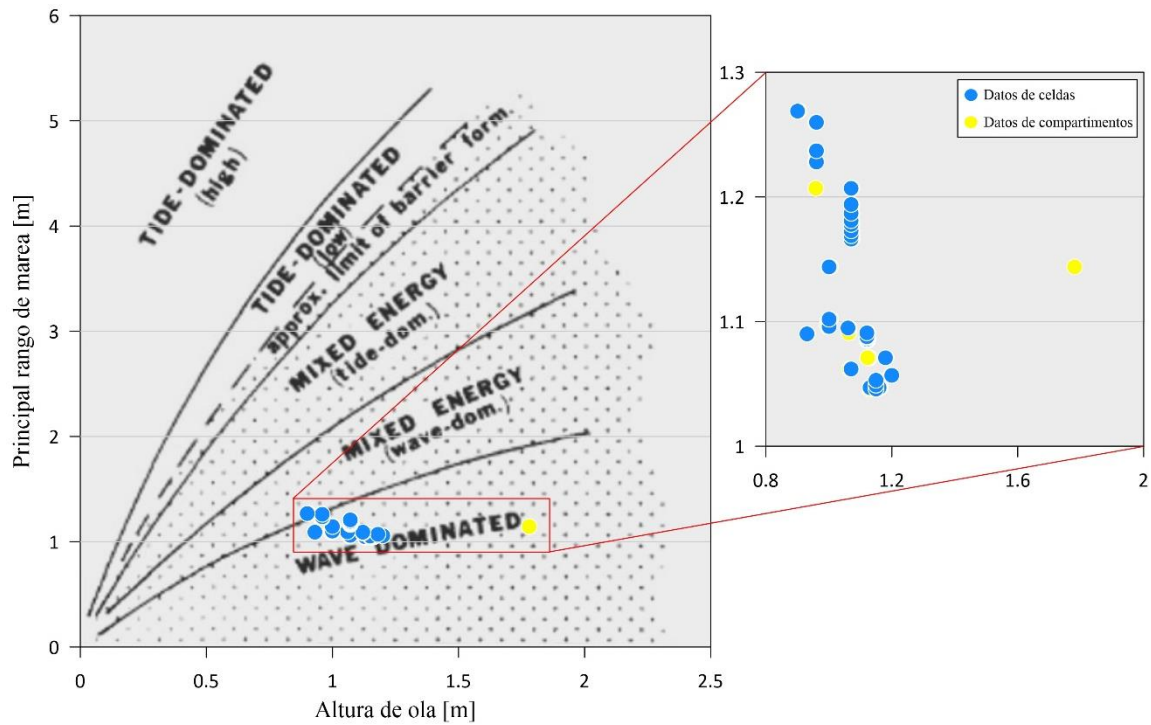
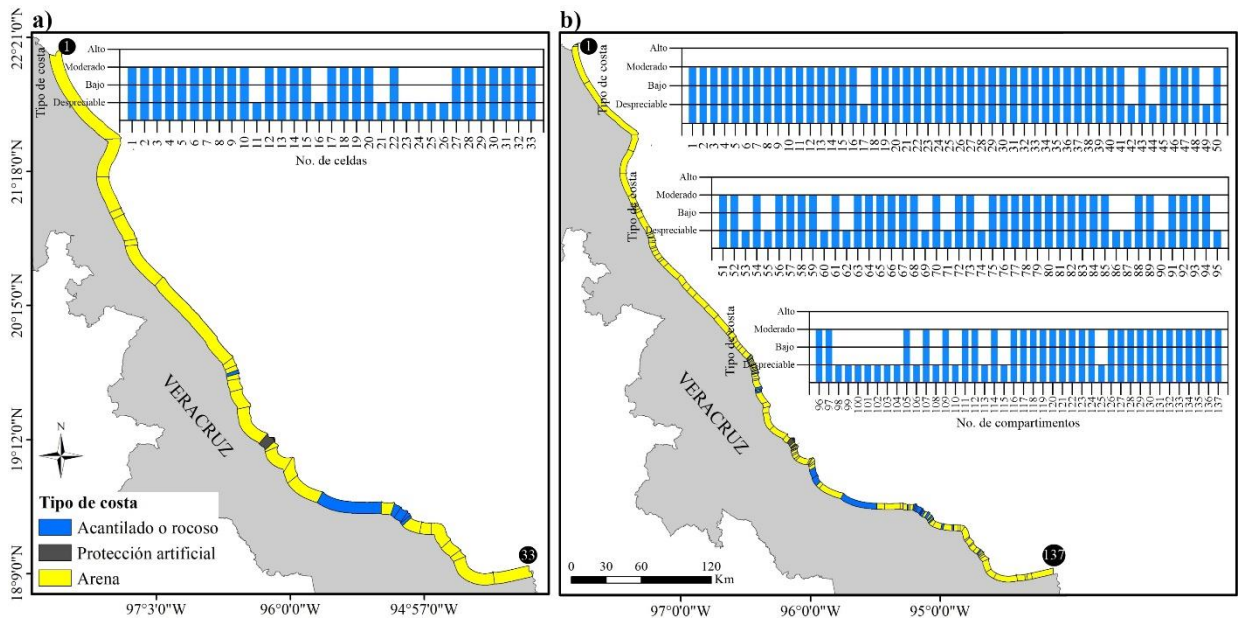
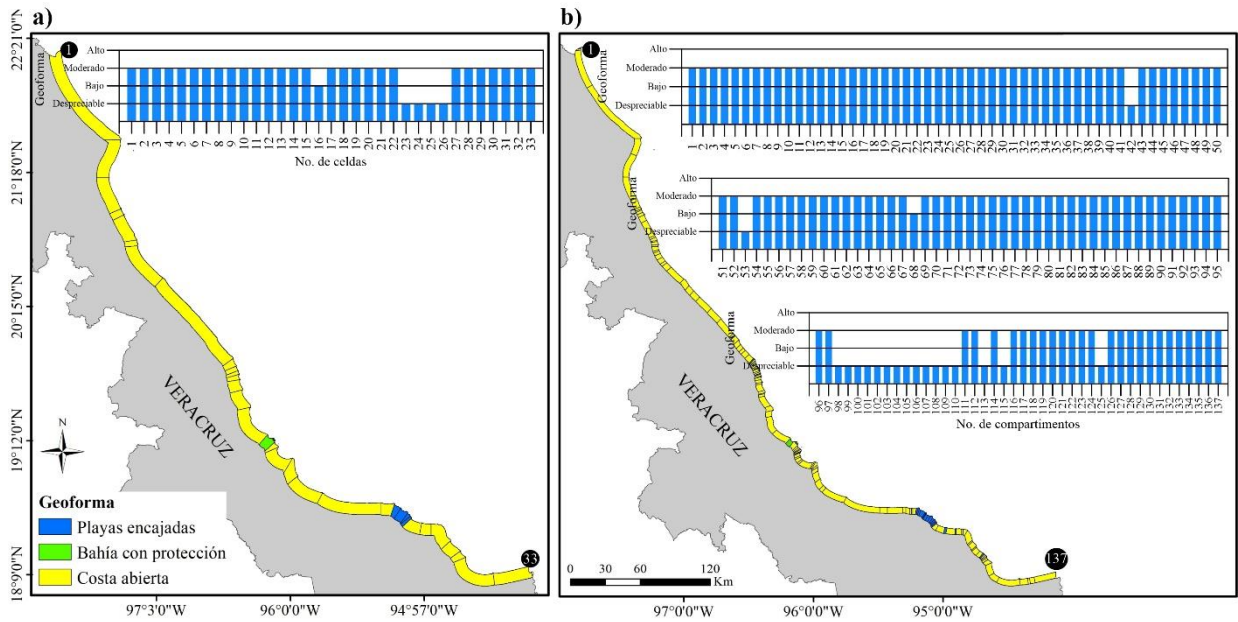


Figura 6 Relación entre el rango de marea, altura de ola y la morfología costera, para el estado de Veracruz. Modificado de (Davis & Hayes, 1984).

Geomorfología



Legislación

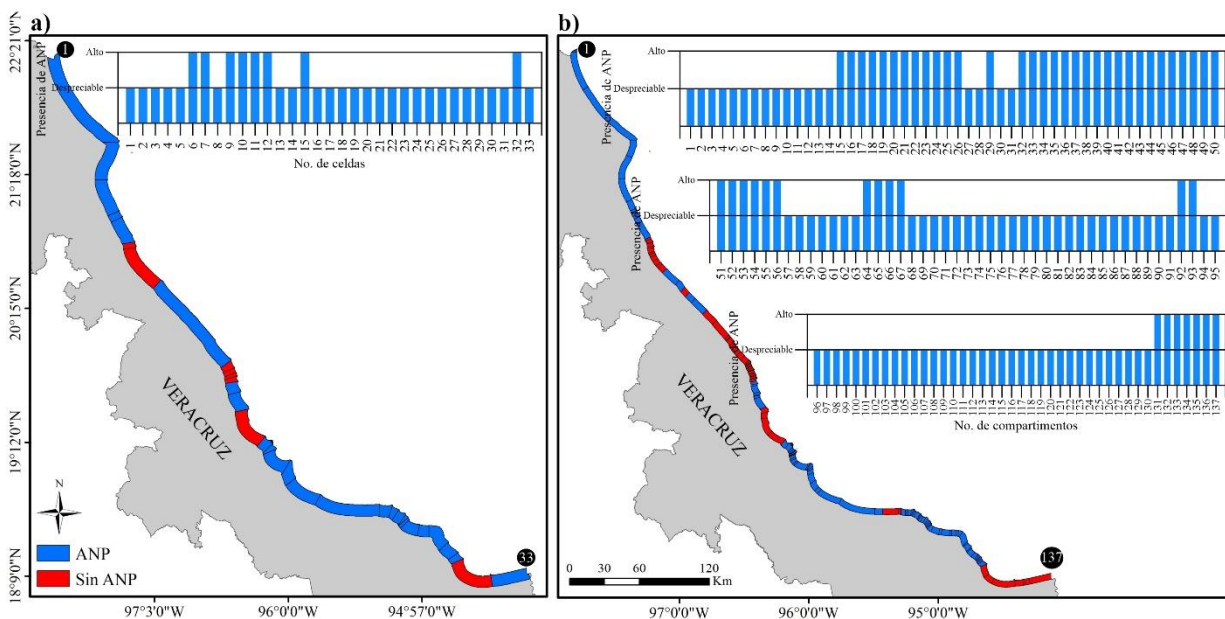


Figura 9 Caracterización de unidades litorales con presencia de ANP. a) celdas, b) compartimentos.

Categoría II

Ecológico

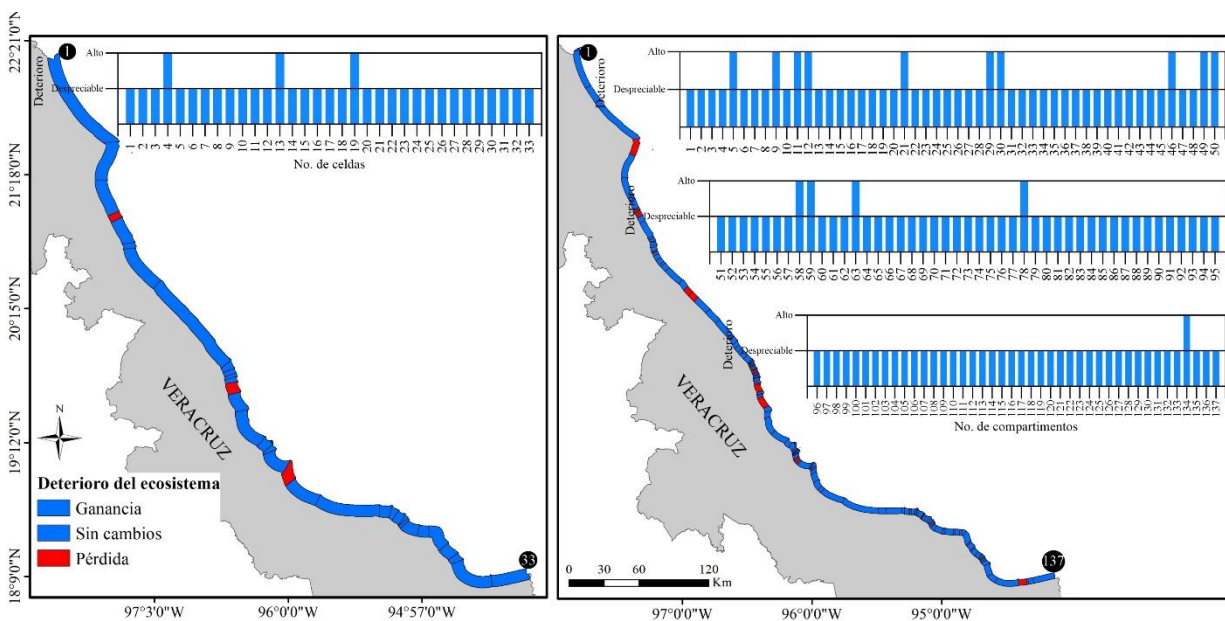


Figura 10 Grado de deterioro del ecosistema de manglar en las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

Socioeconómico

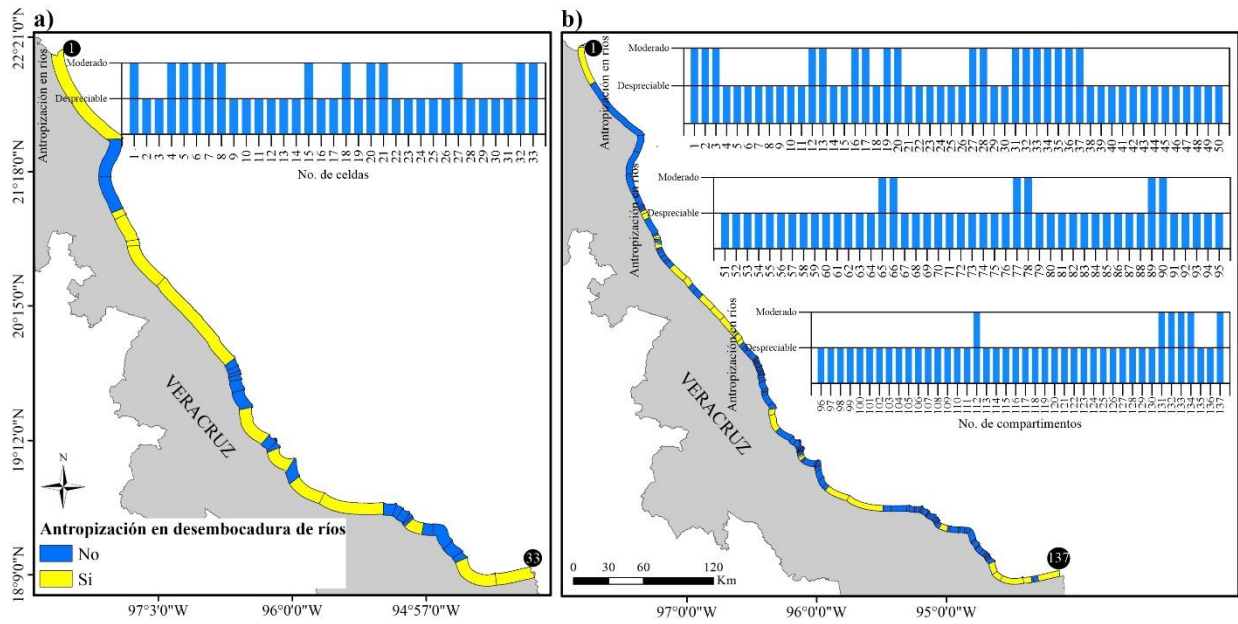


Figura 11 Presencia de antropización en la desembocadura de los ríos, caracterizado en las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

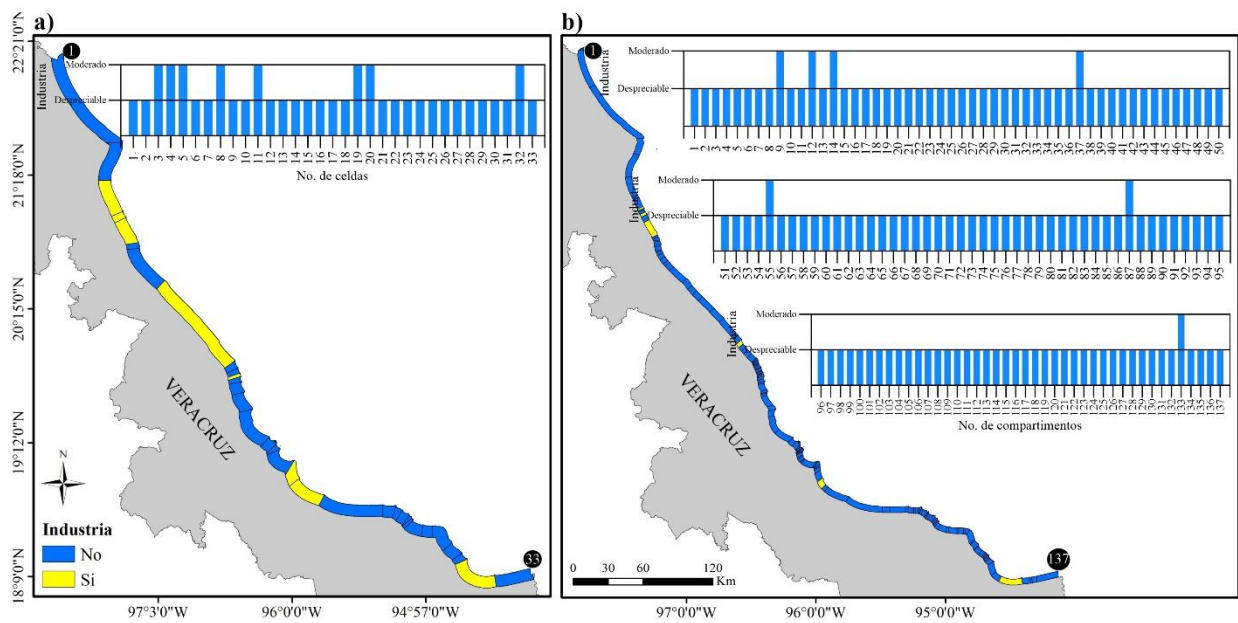


Figura 12 Presencia de parques industriales en las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

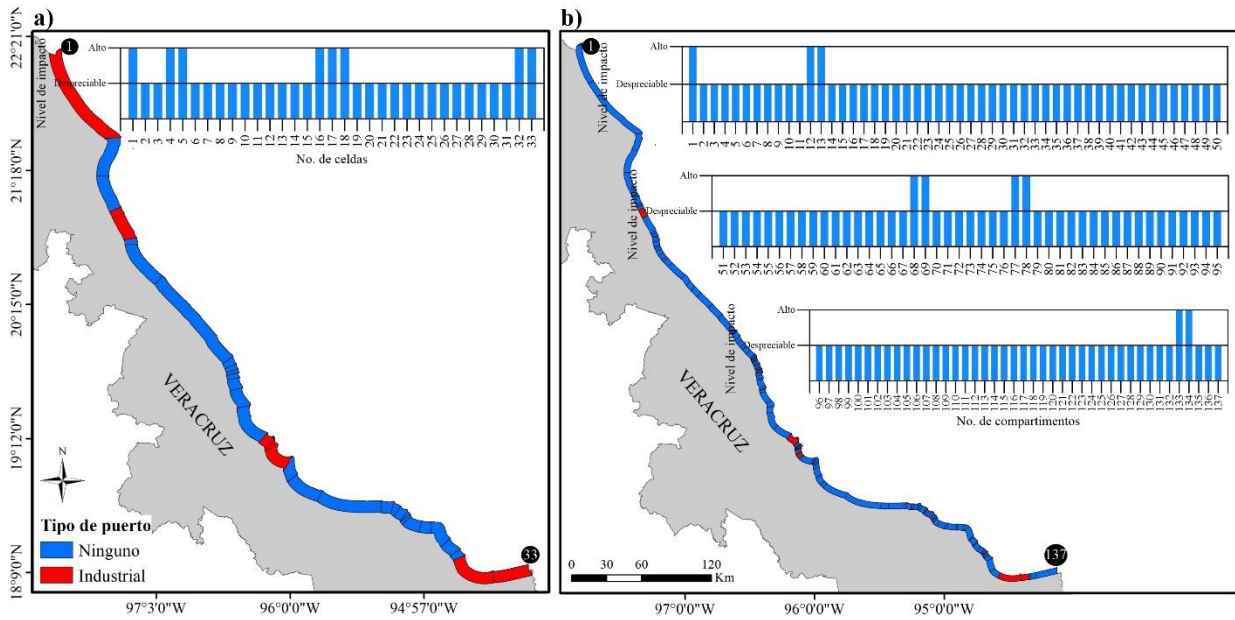


Figura 13 Caracterización del tipo de puerto presente en las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

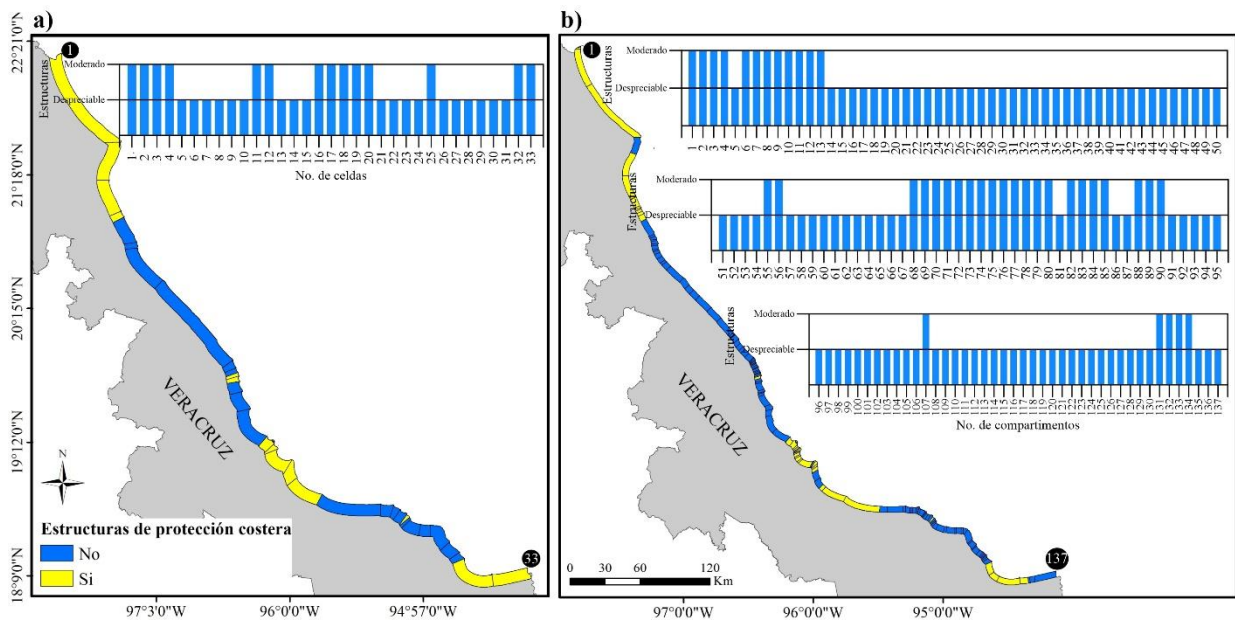


Figura 14 Presencia de estructuras de protección costera en las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

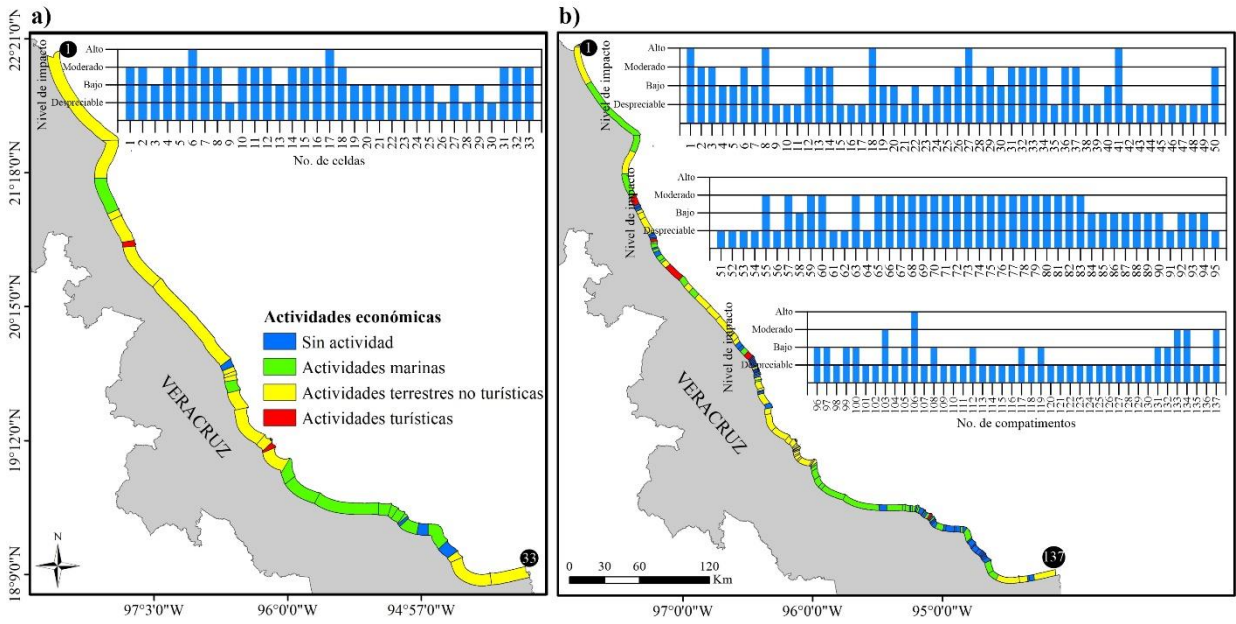


Figura 15 Principal actividad económica presente en las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

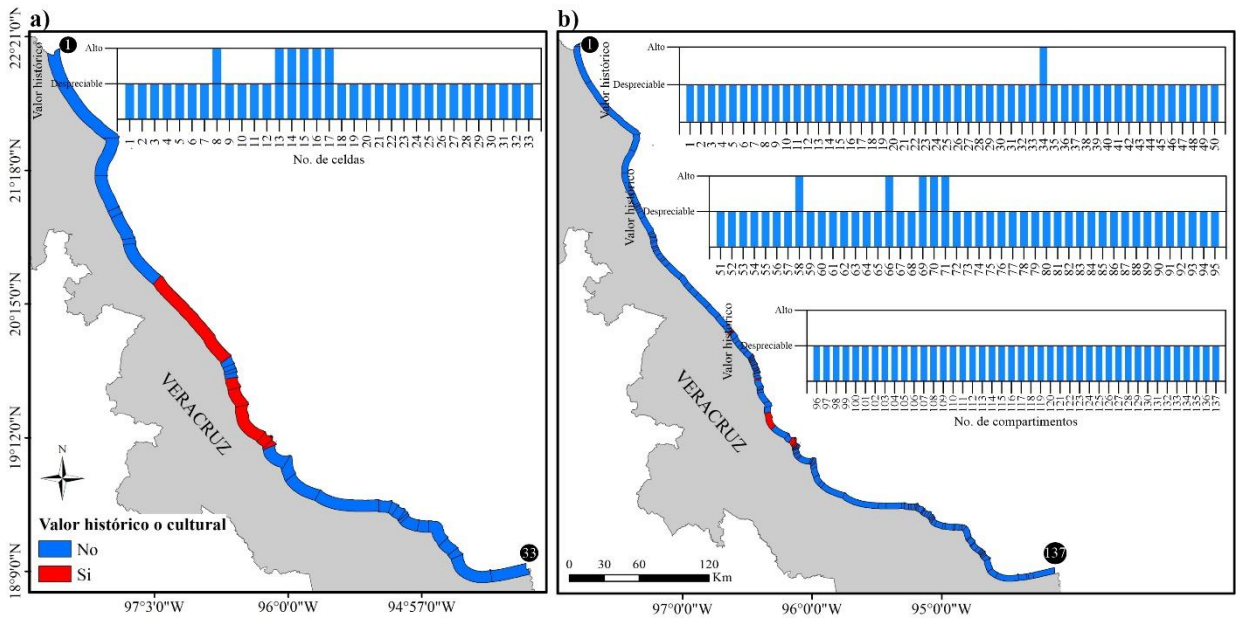


Figura 16 Presencia de valores históricos o culturales en las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

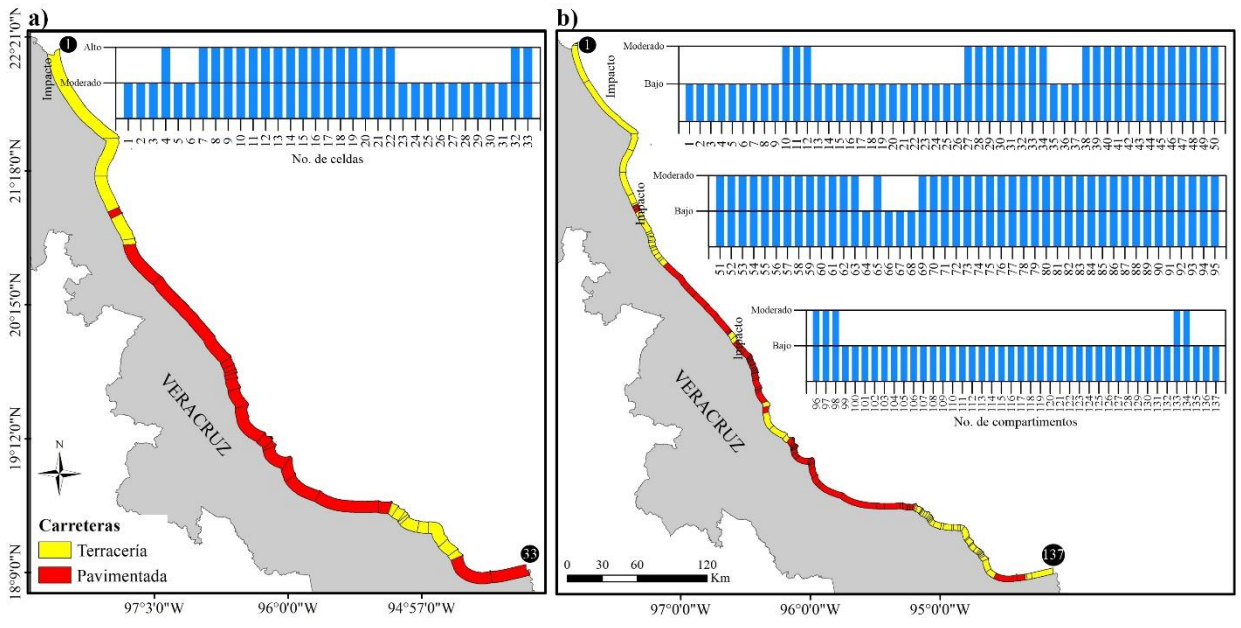


Figura 17 Caracterización del principal tipo de vías de comunicación presente en las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

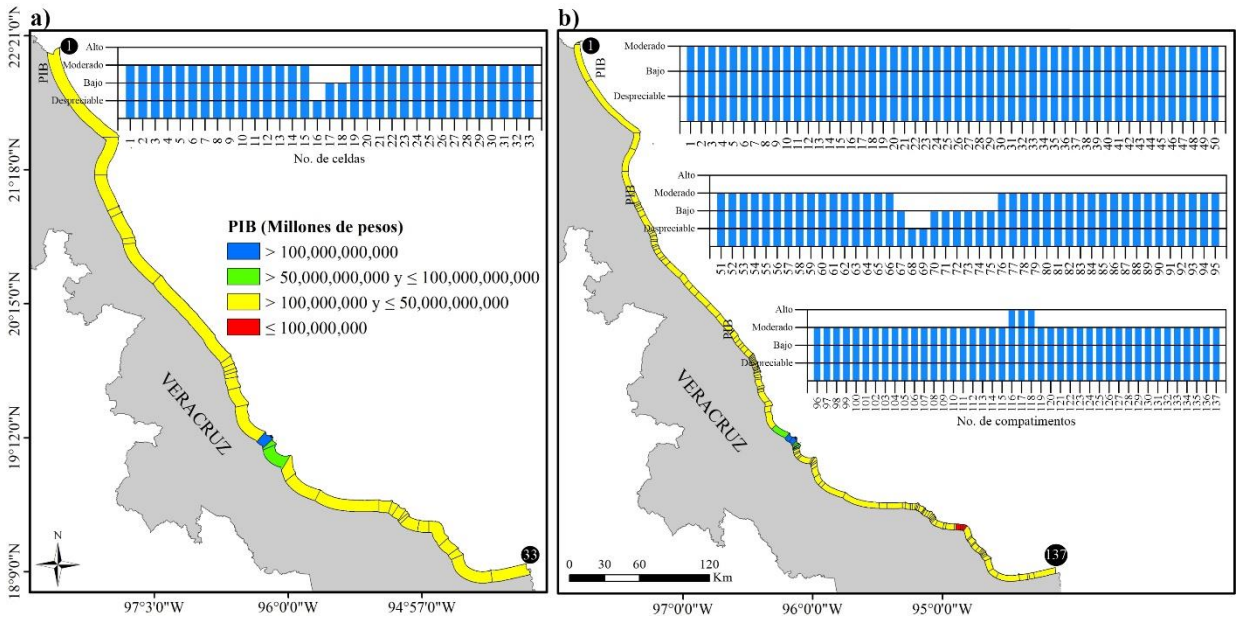


Figura 18 Caracterización del PIB en las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

Clima marítimo

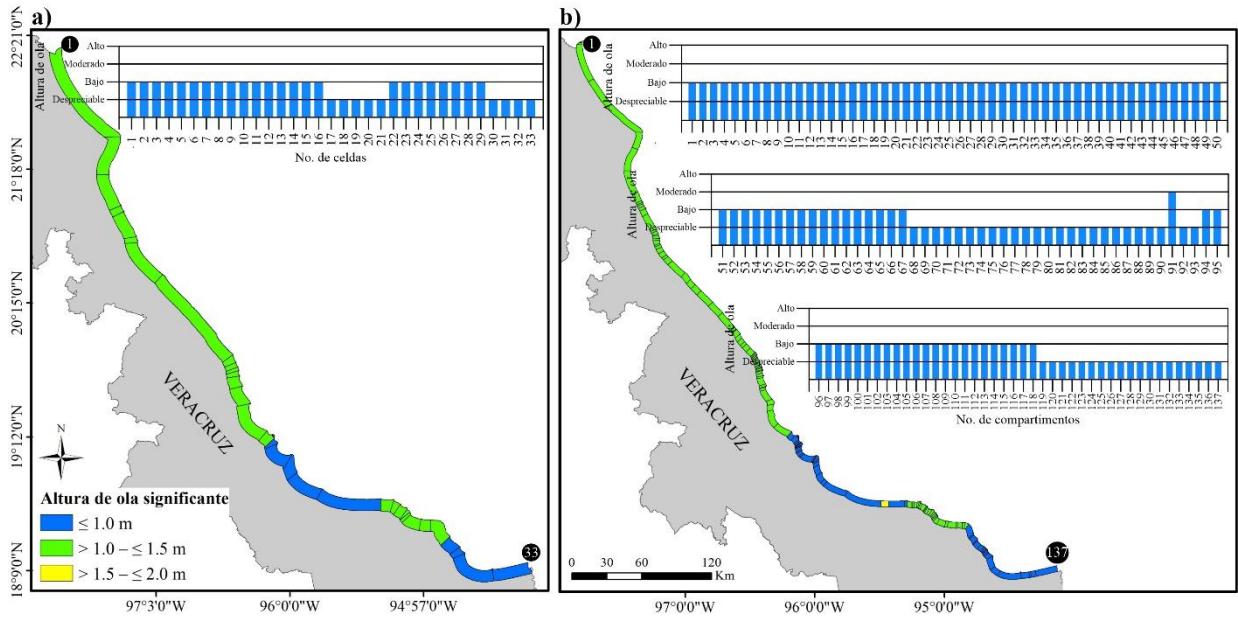


Figura 19 Altura de ola significativa caracterizada en el frente costero de las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

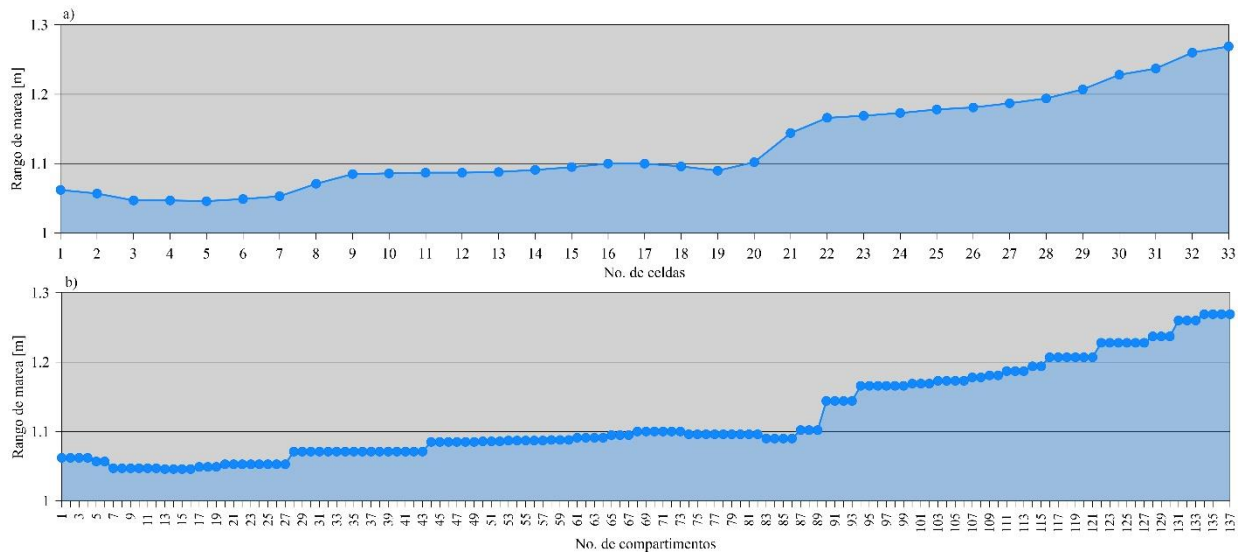


Figura 20 Representación de los valores de marea caracterizados en la costa Veracruzana.

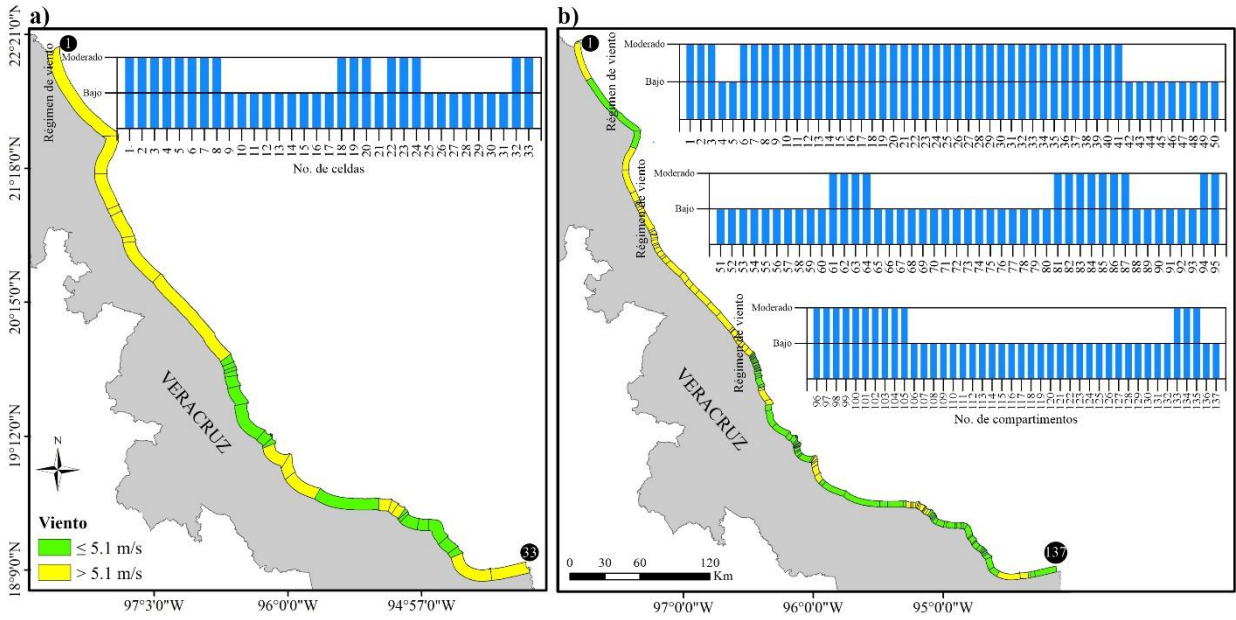


Figura 21 Régimen de viento caracterizado en las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

Geomorfología

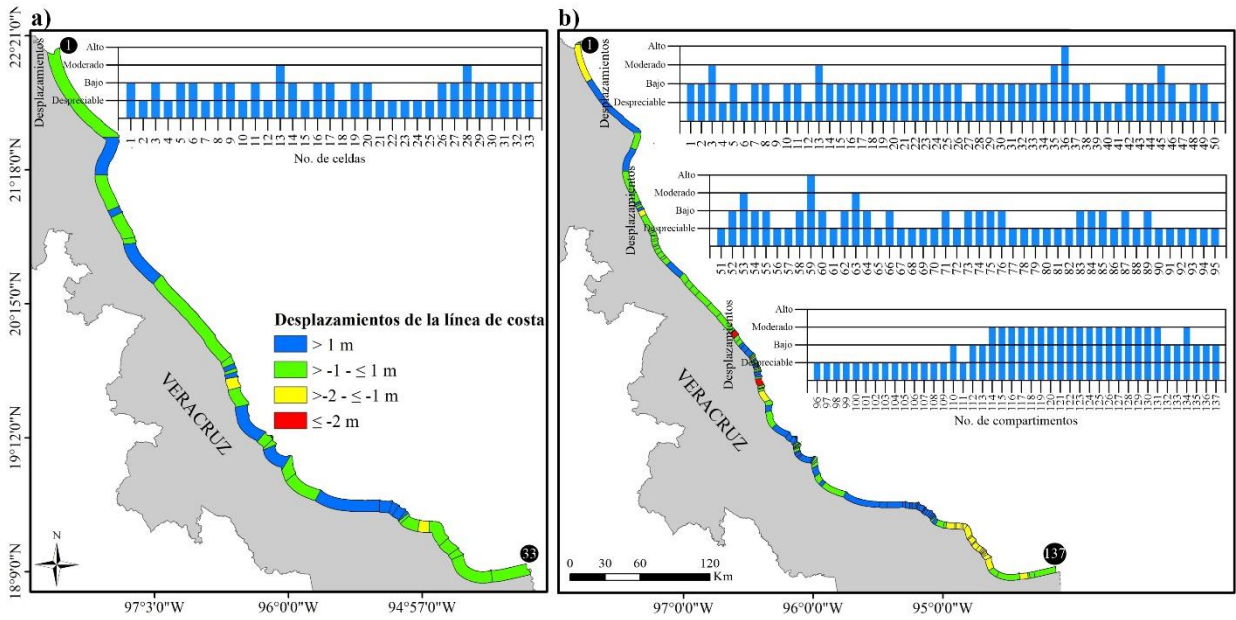


Figura 22 Desplazamientos de la línea de costa (erosión/acreción) presentados por unidad litoral: a) celdas, b) compartimentos.

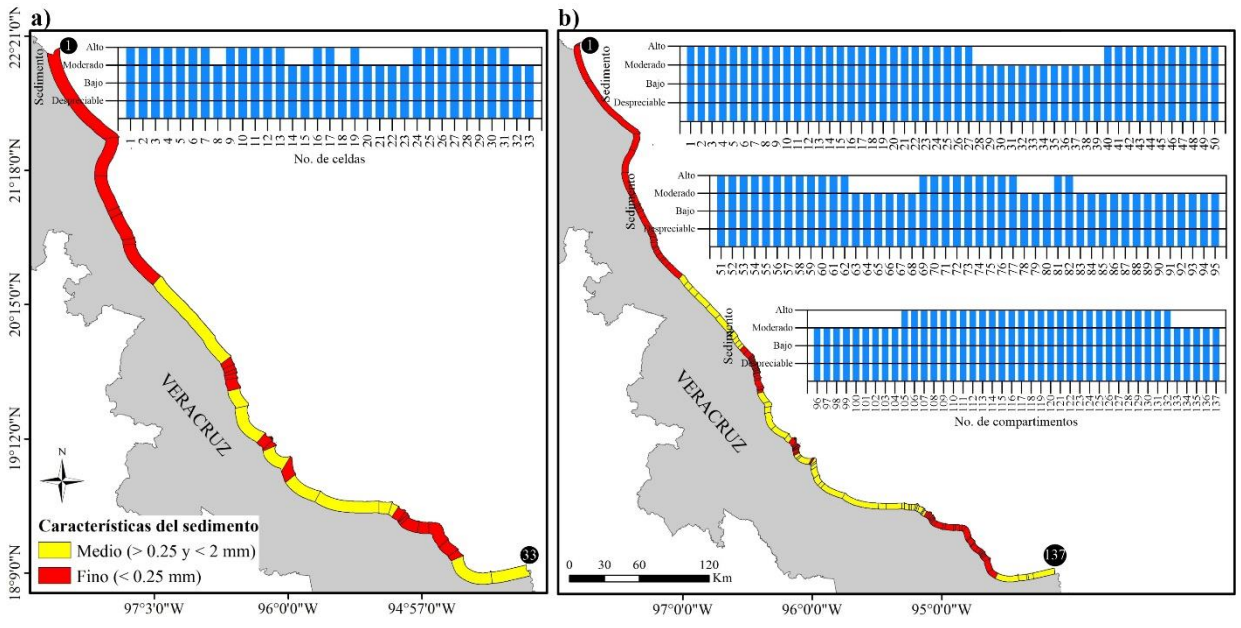


Figura 23 Principal tamaño de grano de los sedimentos, caracterizado en las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

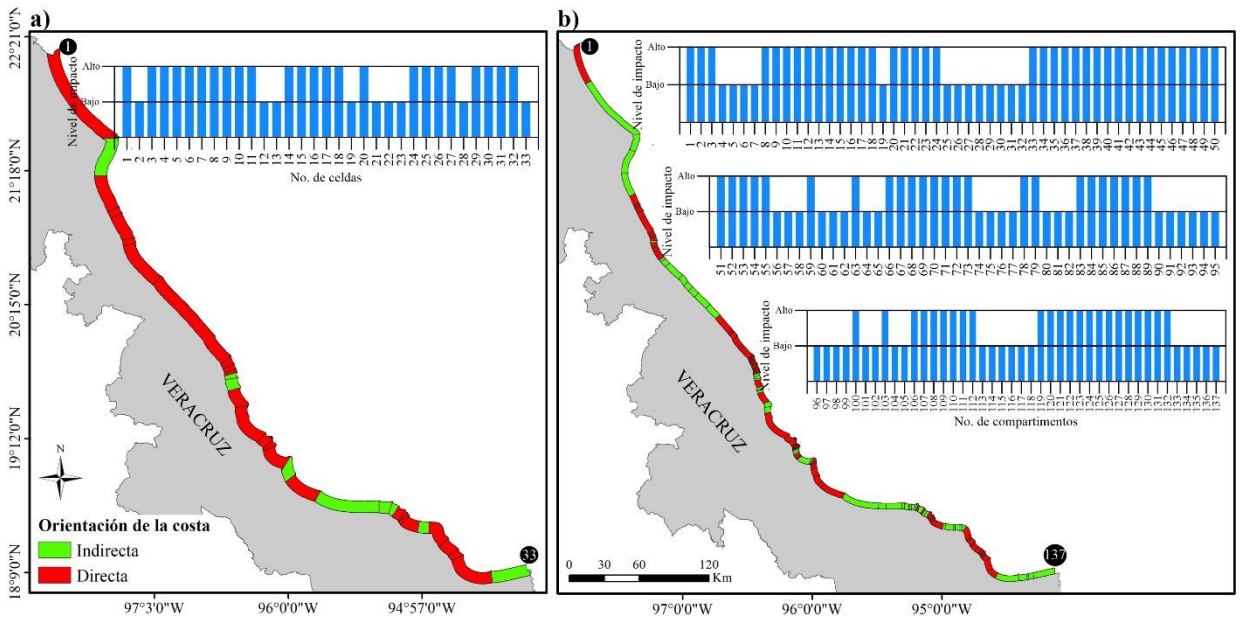


Figura 24 Principal orientación de la costa, caracterizado por unidad litoral: a) celdas, b) compartimentos.

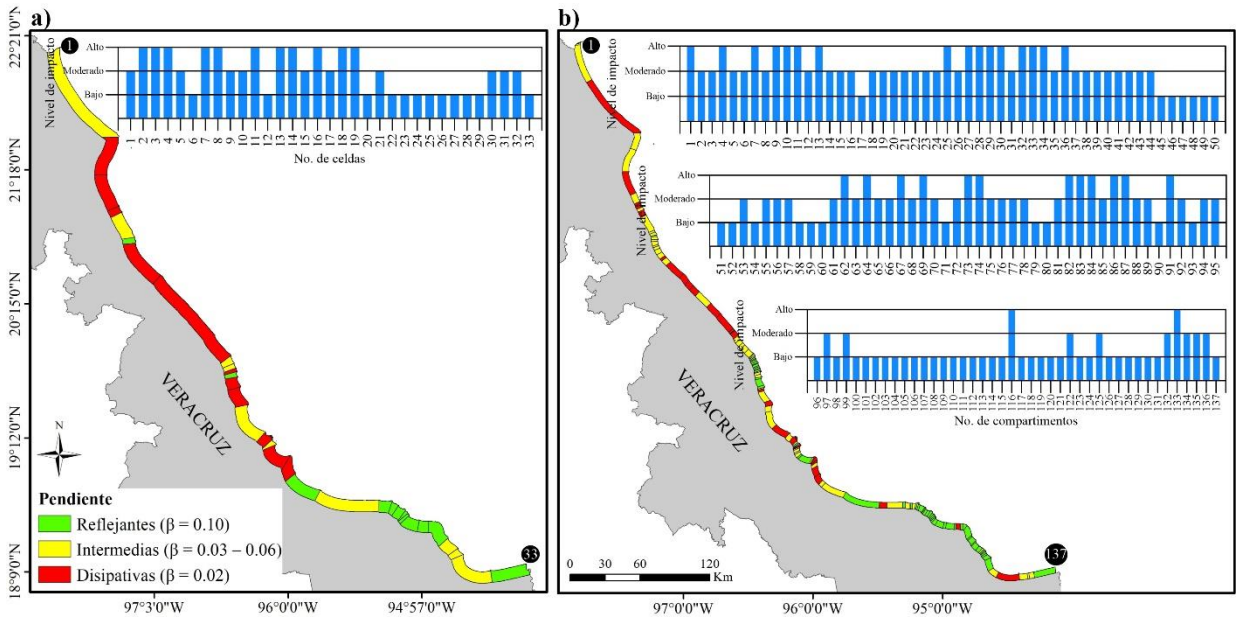


Figura 25 Pendiente promedio del frente costero, caracterizado por unidad litoral: a) celdas, b) compartimentos.

Legislación

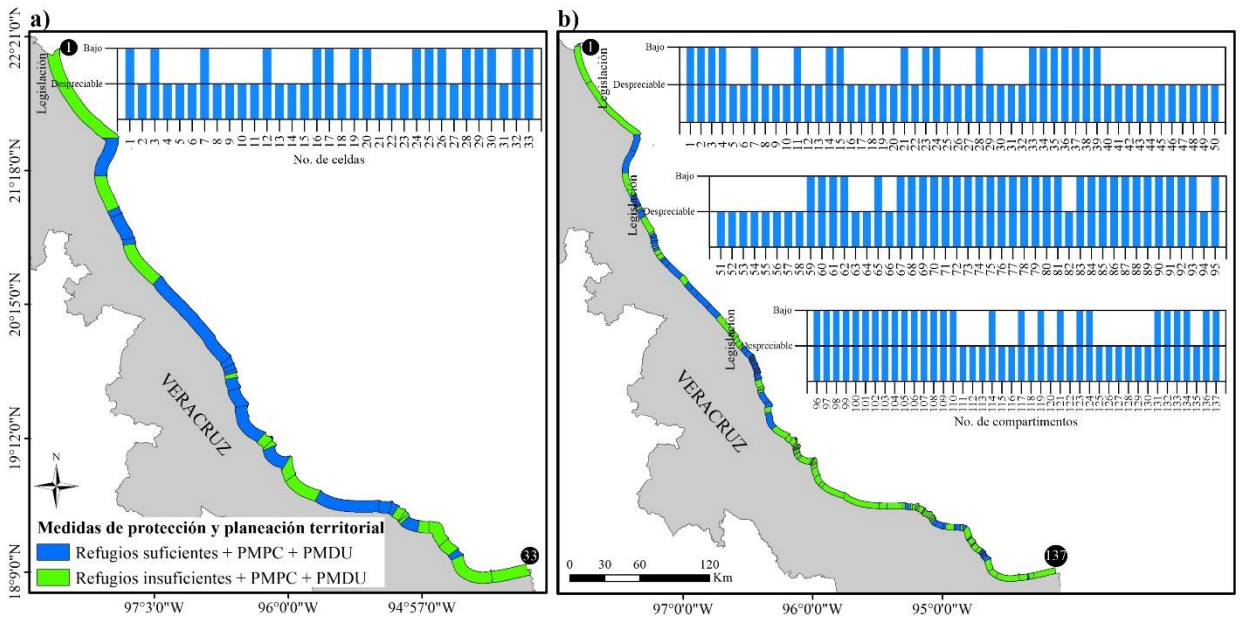


Figura 26 Medidas de protección y planeación territorial, caracterizados por unidad litoral: a) celdas, b) compartimentos.

Categoría III

Ecológico

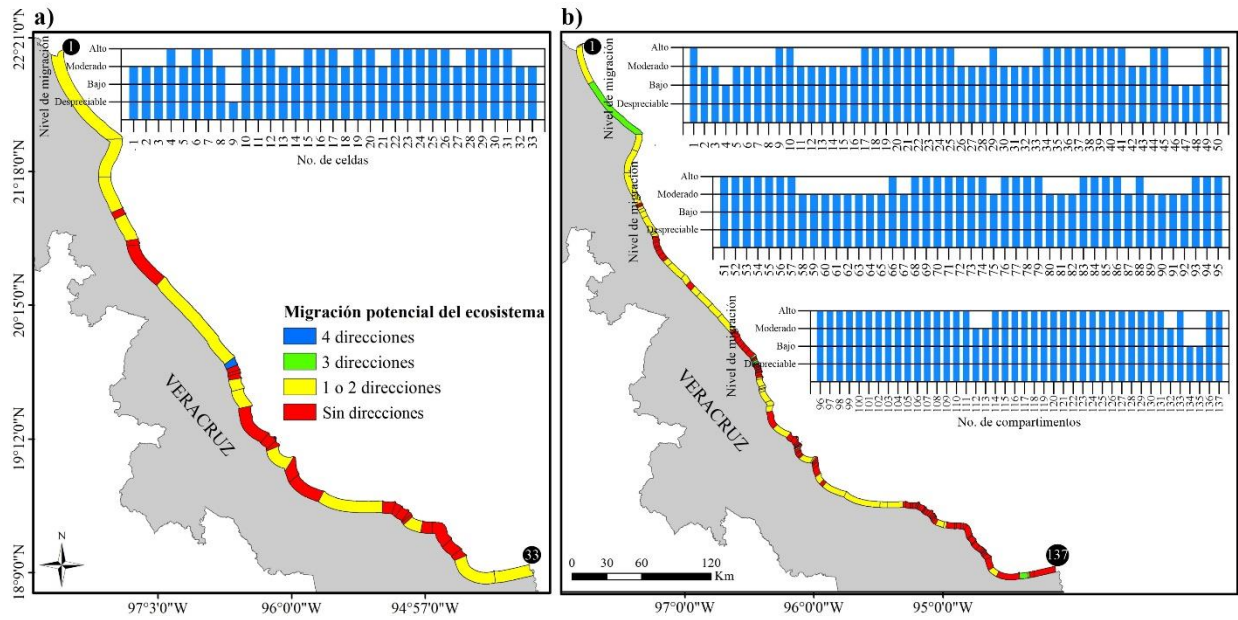


Figura 27 Migración potencial del ecosistema de manglar, evaluado en cada unidad litoral: a) celdas, b) compartimentos.

Socioeconómico

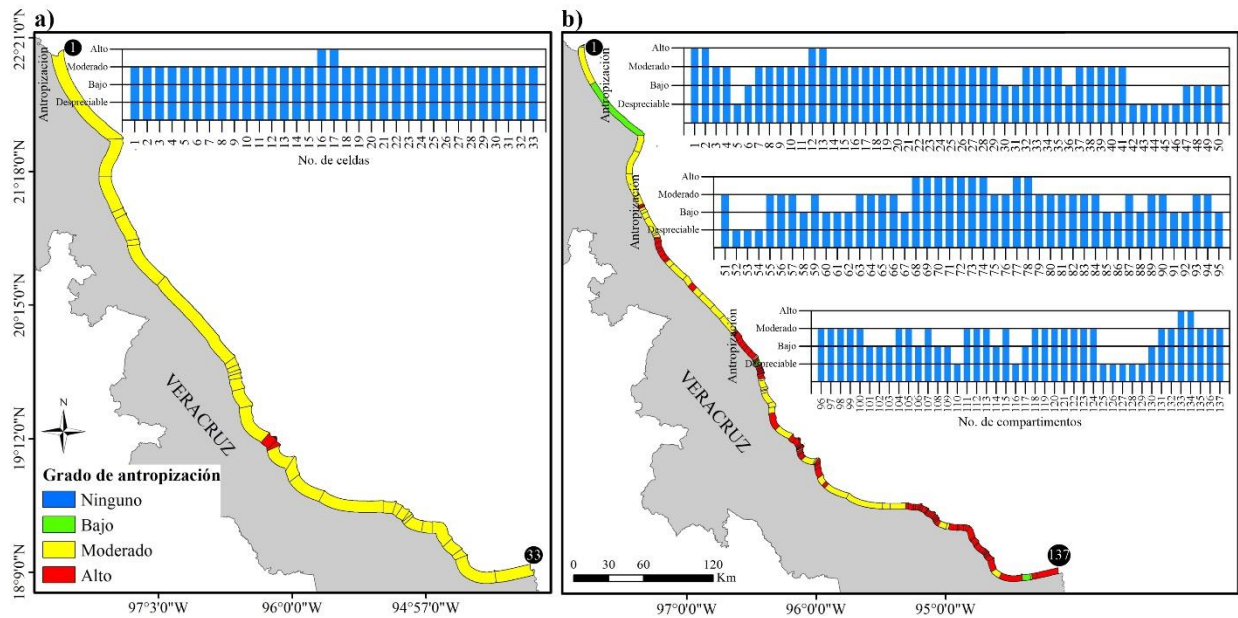


Figura 28 Grado de antropización, evaluado por unidad litoral: a) celdas, b) compartimentos.

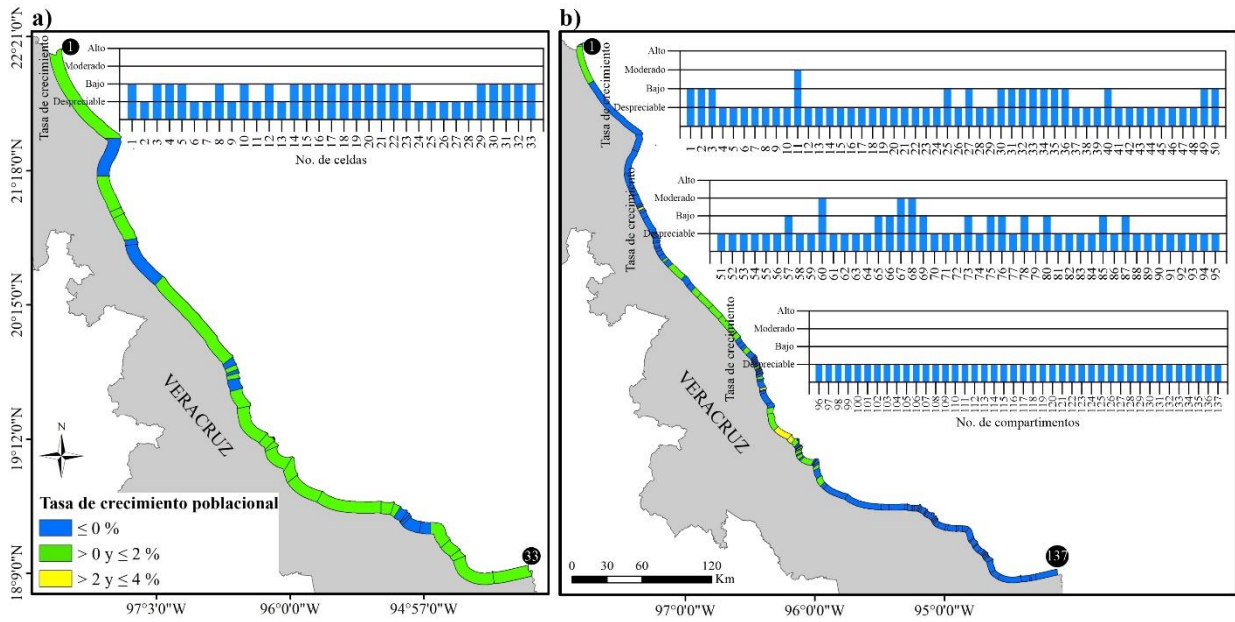


Figura 29 Tasa de crecimiento poblacional calculada para cada unidad litoral: a) celdas, b) compartimentos.

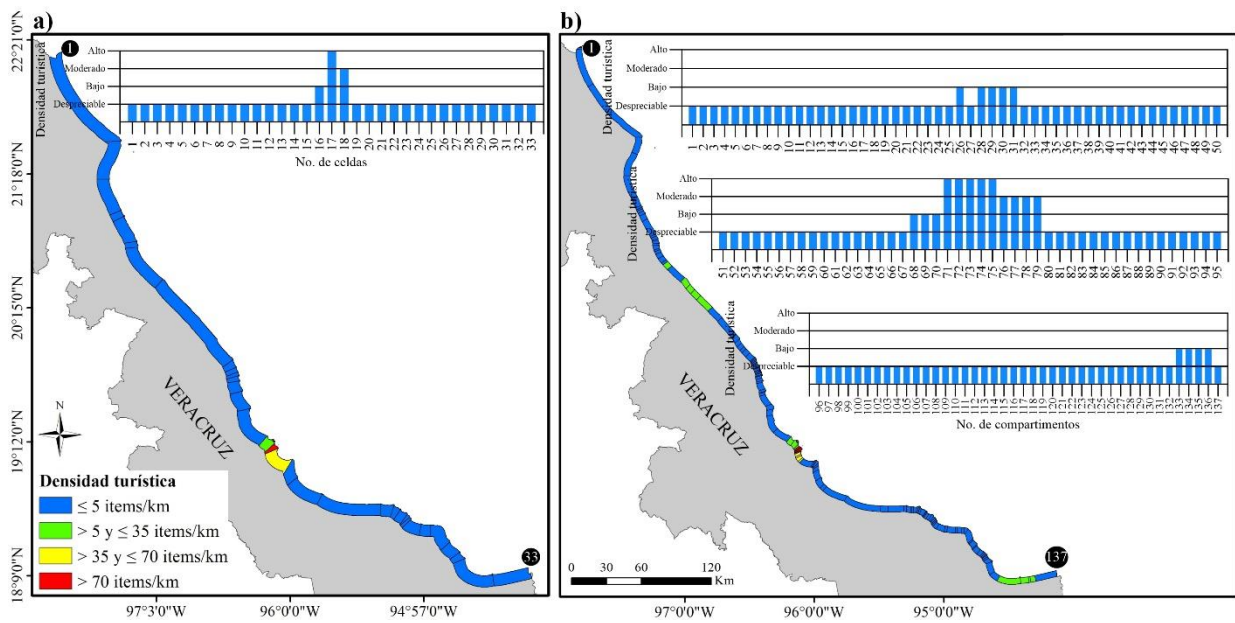


Figura 30 Densidad turística evaluada en las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

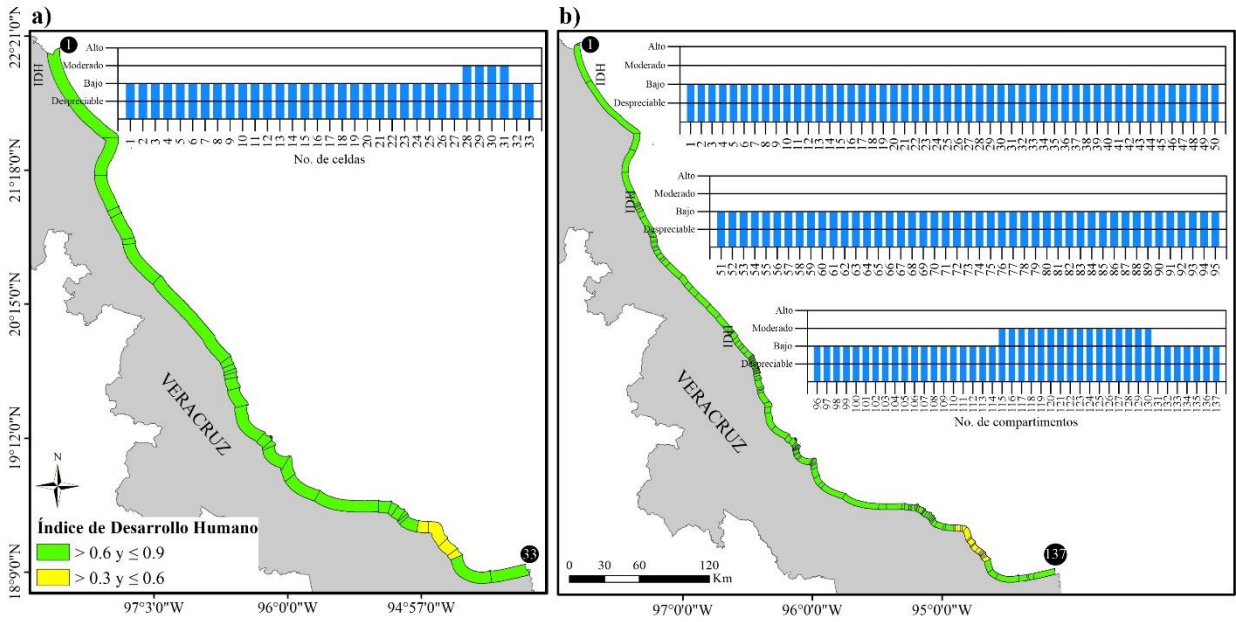


Figura 31 IDH calculado por unidad litoral: a) celdas, b) compartimentos.

Clima marítimo

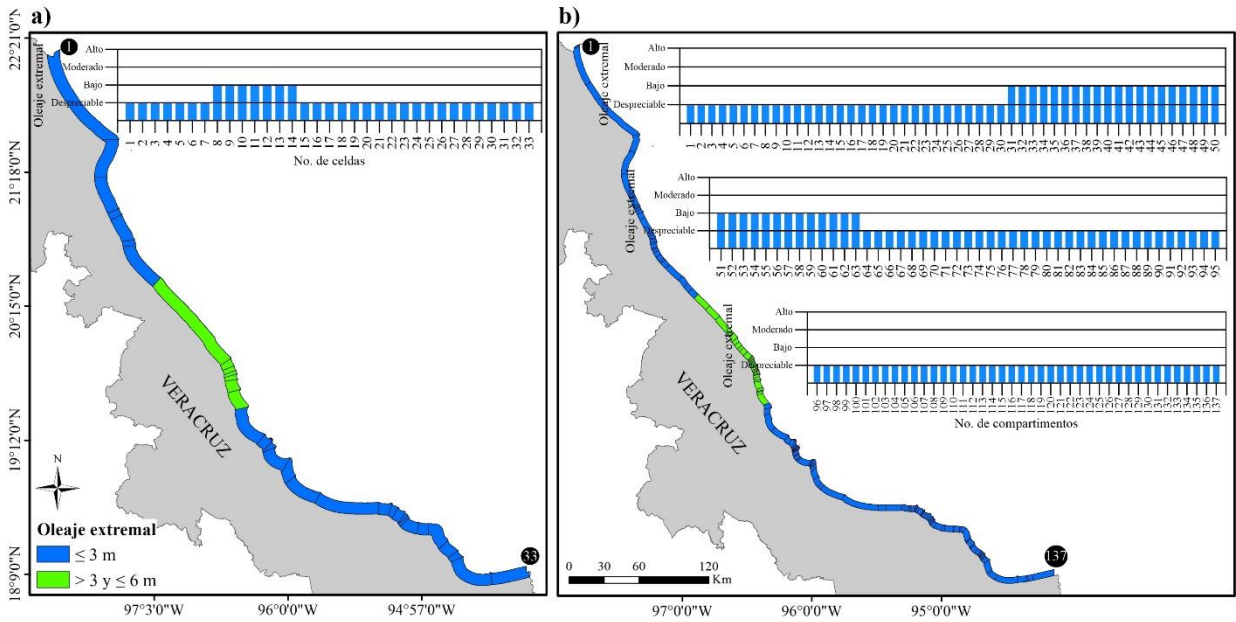


Figura 32 Oleaje extremal calculado para el frente costero de las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

Geomorfología

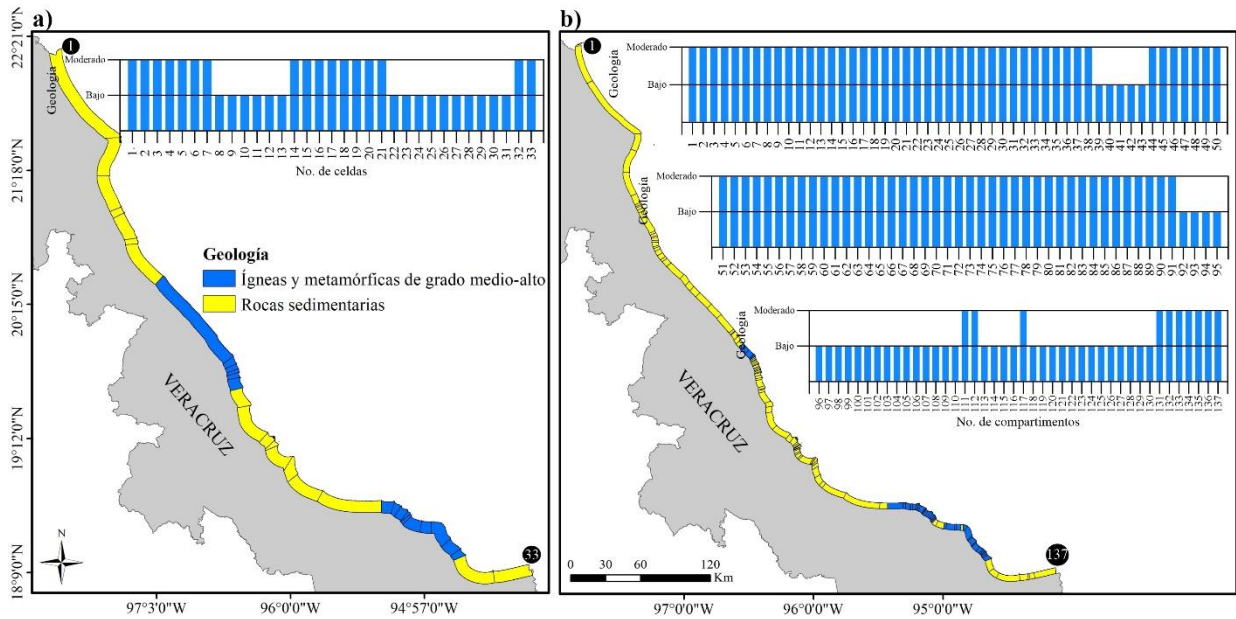


Figura 33 Principal geología identificada en las unidades litorales: a) celdas, b) compartimentos.

Legislación

Tabla 1 Matriz de los instrumentos de gestión de ecosistemas, uso de suelo y actividades económicas en los niveles local, estatal y federal, representados a nivel celda litoral.

No. de celdas =		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
Normatividad	Federal	a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		b	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		c	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Estatal	a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		b	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		c	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Local	a	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		b	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		c	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0
	ZOFEMAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
No. de instrumentos =		7	9	9	9	9	8	8	7	9	9	8	7	7	8	8	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	8	8	8	7	7	8	8	8		

a - Ecosistemas, b - Uso de suelo, c - Actividades económicas

ANEXO III. Datos completos de la caracterización por categorías y escalas

Las siguientes tablas corresponden a los datos caracterizados para todas las categorías y las escalas. Los colores corresponden al grado de vulnerabilidad que mostró cada unidad (alto-rojo, moderado-amarillo, bajo-verde y despreciable-azul).

Tabla 1 Datos de variables y subíndices para la categoría I en la escala de celdas.

ID_celdas _CI	Ecosistema	SE	UsoSuelo	SUS	Densidad	SDP	Distancia	SDiPo	Elevación	SEMP	Modelador	SPMC	Geoforma	SGS	Tipo_ costa	STC	ANP	SANP	IVC- CI
4	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	-2	4	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	17.0
7	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	33	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	17.0
12	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	94	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	13.9
15	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	21	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	13.9
17	3 o 4 ecosistemas	1	Moderado	3	Alto	4	Alto	4	9	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	13.9
6	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	19	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	13.9
32	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	13	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	13.9
10	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Moderado	3	181	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	12.0
20	2 ecosistemas	2	Bajo	2	Ninguno	1	Alto	4	4	3	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	9.8
9	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	154	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	9.8
22	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	197	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	9.8
19	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	15	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	8.5
3	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Moderado	3	8	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	8.5
29	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	230	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	8.5
16	2 ecosistemas	2	Alto	4	Alto	4	Alto	4	19	1	Oleaje	2	Bahía con protección	2	Protección artificial	1	Si	1	7.5
13	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	124	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.9
18	3 o 4 ecosistemas	1	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	8	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.9
27	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	150	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.9

ID_celdas_C1	Ecosistema	SE	UsoSuelo	SUS	Densidad	SDP	Distancia	SDiPo	Elevación	SEMP	Modelador	SPMC	Geoforma	SGS	Tipo_costa	STC	ANP	SANP	IVC-C1
5	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	11	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.9
33	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	20	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.9
30	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	315	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.9
8	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	67	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.9
28	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	186	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.0
1	3 o 4 ecosistemas	1	Bajo	2	Ninguno	1	Alto	4	8	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	5.7
2	3 o 4 ecosistemas	1	Bajo	2	Ninguno	1	Bajo	2	2	3	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
14	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	62	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
31	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	190	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
11	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	241	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Acantilado o rocoso	1	No	4	4.0
21	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Moderado	3	26	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Acantilado o rocoso	1	Si	1	3.5
23	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	160	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	3.3
24	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	459	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	3.3
25	Ningún ecosistema	4	Bajo	2	Ninguno	1	Alto	4	258	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	2.7
26	2 ecosistemas	2	Bajo	2	Ninguno	1	Bajo	2	426	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	1.3

Tabla 2 Datos de variables y subíndices para la categoría I en la escala de compartimentos.

ID_comp_C1	Ecosistema	SE	UsoSuelo	SUS	Densidad	SDP	Distancia	SDiPo	Elevación	SEMP	Modelador	SPMC	Geoforma	SGS	Tipo_costa	STC	ANP	SANP	IVC-C1
133	1 ecosistema	3	Moderado	3	Moderado	3	Alto	4	7	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	41.6
33	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Moderado	3	9	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	20.8
18	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	8	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	19.6
136	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Moderado	3	24	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	17.0
16	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	8	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	17.0
32	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	3	3	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	17.0
2	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Moderado	3	Bajo	2	2	3	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	14.7
23	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Moderado	3	37	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	14.7
24	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Moderado	3	29	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	14.7
41	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Moderado	3	111	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	14.7
21	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	27	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	13.9
34	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Bajo	2	Bajo	2	11	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	13.9
66	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	8	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	13.9
92	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	29	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	13.9
1	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	3	3	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	12.0
11	1 ecosistema	3	Bajo	2	Ninguno	1	Alto	4	3	3	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	12.0
15	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	15	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	12.0
22	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	32	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	12.0
25	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	19	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	12.0
26	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	12	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	12.0
37	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	39	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	12.0
38	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Moderado	3	54	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	12.0
40	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Moderado	3	60	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	12.0

ID_comp_C1	Ecosistema	SE	UsoSuelo	SUS	Densidad	SDP	Distancia	SDiPo	Elevación	SEMP	Modelador	SPMC	Geoforma	SGS	Tipo_costa	STC	ANP	SANP	IVC-C1
50	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Moderado	3	45	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	12.0
64	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	14	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	12.0
93	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	73	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	12.0
70	2 ecosistemas	2	Alto	4	Alto	4	Alto	1	9	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	11.3
72	2 ecosistemas	2	Alto	4	Alto	4	Alto	1	5	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	11.3
77	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Moderado	3	Alto	1	5	3	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	10.4
132	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	5	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	9.8
19	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	10	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	9.8
29	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	10	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	9.8
35	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	12	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	9.8
36	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	18	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	9.8
48	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	19	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	9.8
67	1 ecosistema	3	Bajo	2	Ninguno	1	Bajo	2	25	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	9.8
73	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Alto	4	Alto	1	5	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	9.8
75	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Alto	4	Alto	1	6	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	9.8
134	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	16	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	8.5
135	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	19	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	8.5
137	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	14	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	8.5
20	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	25	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	8.5
43	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	111	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	8.5
46	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	80	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	8.5
65	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	15	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	8.5
76	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Moderado	3	Alto	1	7	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	8.5
71	2 ecosistemas	2	Alto	4	Alto	4	Alto	1	5	3	Oleaje	2	Costa abierta	3	Protección artificial	1	Si	1	8.0
12	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	1	3	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	7.3

ID_comp_C1	Ecosistema	SE	UsoSuelo	SUS	Densidad	SDP	Distancia	SDiPo	Elevación	SEMP	Modelador	SPMC	Geoforma	SGS	Tipo_costa	STC	ANP	SANP	IVC-C1
14	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	3	3	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	7.3
10	1 ecosistema	3	Bajo	2	Ninguno	1	Ninguno	1	-3	4	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.9
121	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	82	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.9
123	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	102	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.9
124	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	140	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.9
131	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	30	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	6.9
39	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	155	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	6.9
45	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	94	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	6.9
47	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	61	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	6.9
51	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	150	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	6.9
52	1 ecosistema	3	Bajo	2	Ninguno	1	Ninguno	1	176	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	6.9
54	1 ecosistema	3	Bajo	2	Ninguno	1	Ninguno	1	228	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	6.9
56	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	33	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	No	4	6.9
7	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	2	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.9
74	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Alto	4	Alto	1	4	3	Oleaje	2	Costa abierta	3	Protección artificial	1	Si	1	6.9
91	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	39	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.9
111	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	47	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.0
114	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	102	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.0
117	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	34	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.0
27	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	2	3	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.0
30	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	8	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.0
31	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	2	3	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.0
94	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	65	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	6.0
105	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	193	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Arena	3	Si	1	5.7

ID_comp_C1	Ecosistema	SE	UsoSuelo	SUS	Densidad	SDP	Distancia	SDiPo	Elevación	SEMP	Modelador	SPMC	Geoforma	SGS	Tipo_costa	STC	ANP	SANP	IVC-C1
107	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	108	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Arena	3	Si	1	5.7
17	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	16	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Acantilado o rocoso	1	No	4	5.7
44	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	118	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Acantilado o rocoso	1	No	4	5.7
49	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	32	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Acantilado o rocoso	1	No	4	5.7
68	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Alto	4	Alto	1	13	1	Oleaje	2	Bahía sin protección	2	Arena	3	Si	1	5.7
88	2 ecosistemas	2	Bajo	2	Ninguno	1	Alto	1	-7	4	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	5.7
112	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	6	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
118	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	37	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
119	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	71	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
120	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	127	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
126	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	174	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
127	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	172	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
128	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	164	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
129	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	113	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
13	2 ecosistemas	2	Bajo	2	Ninguno	1	Ninguno	1	3	3	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
130	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	86	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
28	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	7	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
3	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	15	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
55	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	102	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Acantilado o rocoso	1	No	4	4.9
6	3 o 4 ecosistemas	1	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	1	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
63	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	21	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
82	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Bajo	2	Alto	1	30	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
84	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	19	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
85	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	17	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9

ID_comp_C1	Ecosistema	SE	UsoSuelo	SUS	Densidad	SDP	Distancia	SDiPo	Elevación	SEMP	Modelador	SPMC	Geoforma	SGS	Tipo_costa	STC	ANP	SANP	IVC-C1
89	2 ecosistemas	2	Bajo	2	Ninguno	1	Alto	1	1	3	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
9	1 ecosistema	3	Ninguno	1	Ninguno	1	Ninguno	1	-2	4	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
96	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	73	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.9
69	2 ecosistemas	2	Alto	4	Alto	4	Alto	1	14	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Protección artificial	1	Si	1	4.6
116	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	81	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.2
122	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	184	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.2
57	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	80	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.2
58	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	123	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.2
80	3 o 4 ecosistemas	1	Moderado	3	Ninguno	1	Moderado	3	13	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.2
83	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	24	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.2
86	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Moderado	3	11	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Acantilado o rocoso	1	Si	1	4.2
97	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	85	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.2
109	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	155	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Arena	3	Si	1	4.0
4	3 o 4 ecosistemas	1	Bajo	2	Ninguno	1	Bajo	2	7	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.0
59	2 ecosistemas	2	Bajo	2	Ninguno	1	Bajo	2	51	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.0
8	2 ecosistemas	2	Ninguno	1	Ninguno	1	Ninguno	1	-2	4	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	4.0
5	3 o 4 ecosistemas	1	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	1	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	3.5
60	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	94	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Acantilado o rocoso	1	Si	1	3.5
61	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	65	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	3.5
78	3 o 4 ecosistemas	1	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	6	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	3.5
81	3 o 4 ecosistemas	1	Moderado	3	Bajo	2	Alto	1	20	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	3.5
100	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	171	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	3.3
101	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	187	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	3.3
102	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	260	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	3.3

ID_comp_C1	Ecosistema	SE	UsoSuelo	SUS	Densidad	SDP	Distancia	SDiPo	Elevación	SEMP	Modelador	SPMC	Geoforma	SGS	Tipo_costa	STC	ANP	SANP	IVC-C1
103	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	232	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	3.3
106	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	117	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	3.3
108	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	4	112	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	3.3
42	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	133	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	No	4	3.3
87	2 ecosistemas	2	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	8	2	Oleaje	2	Costa abierta	3	Acantilado o rocoso	1	Si	1	2.8
90	2 ecosistemas	2	Bajo	2	Ninguno	1	Moderado	3	13	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Acantilado o rocoso	1	Si	1	2.8
53	Ningún ecosistema	4	Bajo	2	Ninguno	1	Ninguno	1	299	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	No	4	2.7
62	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	46	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Acantilado o rocoso	1	Si	1	2.4
79	3 o 4 ecosistemas	1	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	18	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Arena	3	Si	1	2.4
95	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	87	1	Oleaje	2	Costa abierta	3	Acantilado o rocoso	1	Si	1	2.4
98	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Bajo	2	99	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	2.3
104	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	267	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	1.6
110	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	170	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	1.6
115	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	112	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	1.6
125	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	172	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	1.6
99	Ningún ecosistema	4	Moderado	3	Ninguno	1	Alto	1	119	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	1.6
113	1 ecosistema	3	Moderado	3	Ninguno	1	Ninguno	1	30	1	Oleaje	2	Playas encajadas	1	Acantilado o rocoso	1	Si	1	1.4

Tabla 3 Datos de variables y subíndices para la categoría II en la escala de celdas.

ID_celdas_C2	GDeEco	SGDE	AntrorRios	SAR	TipoPuerto	SIP	EstrucPro	SEPC	Actividad Económica	SAE	ValHistCul	SVHC	Carreteras	SC	PIB	SDR	Hs	SAOS	Marea	SRM	Corrientes	SCM	RViento	SRV	DesplLineaC	SDL	CSedimento	SCS	Orientación de la costa	SOC	Pendiente	SPC	Industria	SI	Medidas de protección y planeación	SMPyPT	IVC-C2
4	Pérdida	4	Si	3	Industrial	3	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	15,529,760,042	3	1.1	2	1.0	2	1	2	5.7	3	1.3	1	0.2	4	Directa	4	Disipativas	4	Si	3	Suficientes	1	997.7
32	Ganancia	1	Si	3	Industrial	3	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	7,411,285,701	3	1.0	1	1.3	2	1	2	5.7	3	-0.8	2	0.3	3	Directa	4	Intermedias	3	Si	3	Insuficientes	2	529.1
1	Ganancia	1	Si	3	Industrial	3	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Terracería	3	591,486,606	3	1.1	2	1.1	2	1	2	5.7	3	0.5	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	432.0
8	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	Si	4	Pavimentada	4	5,787,276,026	3	1.2	2	1.1	2	1	2	5.7	3	0.2	2	0.3	3	Directa	4	Disipativas	4	Si	3	Suficientes	1	407.3
16	Sin presencia	1	No	1	Industrial	3	Si	3	Comercio interior	3	Si	4	Pavimentada	4	143,970,508,760	1	1.0	2	1.1	2	1	2	4.9	2	1.0	2	0.2	4	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	313.5
17	Sin cambios	1	No	1	Industrial	3	Si	3	Hoteles	4	Si	4	Pavimentada	4	98,805,153,651	2	1.0	1	1.1	2	1	2	4.9	2	0.7	2	0.1	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	313.5
5	Ganancia	1	Si	3	Industrial	3	No	1	Servicios de agencias aduanales	3	No	1	Terracería	3	7,856,903,748	3	1.2	2	1.0	2	1	2	5.7	3	-0.8	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	Si	3	Suficientes	1	305.5
19	Pérdida	4	No	1	Ninguno	1	Si	3	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	8,912,444,077	3	0.9	1	1.1	2	1	2	5.7	3	0.4	2	0.2	4	Indirecta	2	Disipativas	4	Si	3	Insuficientes	2	271.5
3	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Pesca	2	No	1	Terracería	3	8,007,170,545	3	1.2	2	1.0	2	1	2	5.7	3	0.4	2	0.2	4	Directa	4	Disipativas	4	Si	3	Insuficientes	2	235.2
20	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	Si	3	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	993,180,071	3	1.0	1	1.1	2	1	2	5.7	3	0.6	2	0.8	3	Directa	4	Reflectivas	2	Si	3	Insuficientes	2	203.6
11	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Banca múltiple	3	No	1	Pavimentada	4	12,780,277,276	3	1.1	2	1.1	2	1	2	4.9	2	-0.8	2	0.2	4	Directa	4	Disipativas	4	Si	3	Suficientes	1	192.0
13	Pérdida	4	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	Si	4	Pavimentada	4	316,685,547	3	1.1	2	1.1	2	1	2	4.9	2	-1.2	3	0.2	4	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Suficientes	1	181.0
33	Ganancia	1	Si	3	Industrial	3	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	19,309,522,537	3	0.9	1	1.3	2	1	2	5.7	3	-0.6	2	0.6	3	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	176.4
18	Ganancia	1	Si	3	Industrial	3	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	558,360,251,49	2	1.0	1	1.1	2	1	2	5.7	3	1.3	1	0.7	3	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Suficientes	1	144.0
7	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	1,291,826,984	3	1.2	2	1.1	2	1	2	5.7	3	2.0	1	0.2	4	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	135.8
15	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	Si	4	Pavimentada	4	30,546,648,297	3	1.1	2	1.1	2	1	2	4.9	2	1.2	1	0.4	3	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Suficientes	1	117.6
14	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	Si	4	Pavimentada	4	1,798,952,167	3	1.1	2	1.1	2	1	2	4.9	2	0.2	2	1.1	3	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Suficientes	1	110.9
6	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Transporte marítimo	4	No	1	Terracería	3	184,047,454	3	1.2	2	1.0	2	1	2	5.7	3	-0.1	2	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Suficientes	1	96.0
2	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Terracería	3	484,581,048	3	1.2	2	1.1	2	1	2	5.7	3	2.0	1	0.2	4	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Suficientes	1	58.8
12	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	316,685,547	3	1.1	2	1.1	2	1	2	4.9	2	1.9	1	0.2	4	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	55.4
25	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Pesca	2	No	1	Terracería	3	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	1	2	4.9	2	1.2	1	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	55.4
27	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	3,491,075,689	3	1.1	2	1.2	2	1	2	4.9	2	0.5	2	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Suficientes	1	55.4
29	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	110,436,886	3	1.1	2	1.2	2	1	2	4.9	2	-1.0	2	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	45.3

ID_celdas_C2	GDEco	SGDE	AntroRios	SAR	TipoPuerto	SIP	EstrucPro	SEPC	Actividad Económica	SAE	ValHistCul	SVHC	Carreteras	SC	PIB	SPIB	Hs	SAOS	Marea	SRM	Corrientes	SCM	RViento	SRV	DespLineaC	SDLC	CSedimento	SCS	Orientación de la costa	SOC	Pendiente	SFC	Industria	SI	Medidas de protección y planeación	SMPyPT	IVC-C2
10	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	25,243,869,004	3	1.1	2	1.1	2	1	2	4.9	2	1.2	1	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Suficientes	1	39.2
24	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	1	2	5.7	3	1.2	1	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	39.2
31	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Terracería	3	203,111,646	3	1.0	1	1.2	2	1	2	4.9	2	-1.0	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Suficientes	1	33.9
26	Sin cambios	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	3,491,075,689	3	1.1	2	1.2	2	1	2	4.9	2	0.4	2	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	32.0
9	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	25,243,869,004	3	1.1	2	1.1	2	1	2	4.9	2	0.6	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Suficientes	1	32.0
28	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	654,717,865	3	1.1	2	1.2	2	1	2	4.9	2	-1.1	3	0.2	4	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	27.7
30	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	203,111,646	3	1.0	1	1.2	2	1	2	4.9	2	-1.0	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	27.7
21	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	1,872,638,250	3	1.0	1	1.1	2	1	2	4.9	2	2.1	1	0.8	3	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Suficientes	1	24.0
22	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	1	2	5.7	3	1.2	1	1.2	3	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Suficientes	1	19.6
23	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	1	2	5.7	3	1.2	1	0.5	3	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Suficientes	1	17.0

Tabla 4 Datos de variables y subíndices para la categoría II en la escala de compartimentos.

ID_comp_C2	GDetEco	SGDE	AntroRios	SAR	TipoPuerto	SIP	EstructPro	SEPC	Actividad Económica	SAE	VaHistCul	SVHC	Carreteras	SC	PIB	SPDR	Hs	SAOS	Marea	SRM	Corrientes	SCM	RViento	SRV	DesplLineaC	SDLC	CSedimento	SCS	Orientación de la costa	SOC	Pendiente	SPC	Industria	SI	Medidas de protección y planeación	SMPyPTCo	IVC-C2
12	Pérdida	4	Si	3	Industrial	4	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	15,529,760,042	3	1.1	2	1.0	2	0.5	2	5.7	3	3.7	1	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	Si	3	Suficientes	1	997.7
1	Sin presencia	1	Si	3	Industrial	4	Si	3	Transporte marítimo	4	No	1	Terracería	3	1,113,362,244	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	-0.1	2	0.2	4	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	665.1
134	Pérdida	4	Si	3	Industrial	4	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	5,661,477,879	3	0.9	1	1.3	2	0.5	2	5.7	3	-1.0	3	1.7	3	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	610.9
13	Ganancia	1	Si	3	Industrial	4	Si	3	Construcción , comercio interior	3	No	1	Terracería	3	15,529,760,042	3	1.1	2	1.0	2	0.5	2	5.7	3	-1.7	3	0.2	4	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Suficientes	1	498.8
133	Ganancia	1	Si	3	Industrial	4	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	12,156,734,551	3	1.0	1	1.3	2	0.5	2	5.7	3	-0.5	2	0.5	3	Indirecta	2	Disipativas	4	Si	3	Insuficientes	2	498.8
78	Pérdida	4	Si	3	Industrial	4	Si	3	Banca múltiple	3	No	1	Pavimentada	4	26,457,863,945	3	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	1.7	1	1.2	3	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	407.3
34	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	Si	4	Pavimentada	4	426,411,565	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.2	2	0.3	3	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	332.6
3	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Terracería	3	664,602,362	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	-1.4	3	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	305.5
2	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Terracería	3	1,113,362,244	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	-0.5	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	249.4
11	Pérdida	4	No	1	Ninguno	1	Si	3	-	1	No	1	Pavimentada	4	15,529,760,042	3	1.1	2	1.0	2	0.5	2	5.7	3	-0.7	2	0.2	4	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	221.7
37	Sin presencia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Terracería	3	426,411,565	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.3	2	0.3	3	Directa	4	Intermedias	3	Si	3	Insuficientes	2	216.0
36	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Terracería	3	426,411,565	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	-2.4	4	0.3	3	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	203.6
59	Pérdida	4	No	1	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	316,685,547	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	-2.3	4	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	181.0
69	Sin presencia	1	No	1	Industrial	4	Si	3	Comercio interior	3	Si	4	Pavimentada	4	143,970,508,760	1	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	1.0	1	0.2	4	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	181.0
33	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	260,819,745	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.5	2	0.3	3	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	166.3
55	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Banca múltiple	3	No	1	Pavimentada	4	12,780,277,276	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	0.0	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	Si	3	Suficientes	1	166.3
77	Ganancia	1	Si	3	Industrial	4	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	38,775,648,645	3	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	2.0	1	0.1	4	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	166.3
9	Pérdida	4	No	1	Ninguno	1	Si	3	-	1	No	1	Terracería	3	15,529,760,042	3	1.1	2	1.0	2	0.5	2	5.7	3	2.4	1	0.2	4	Directa	4	Disipativas	4	Si	3	Suficientes	1	166.3
14	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Generación de electricidad	3	No	1	Terracería	3	15,529,760,042	3	1.1	2	1.0	2	0.5	2	5.7	3	-0.2	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	Si	3	Insuficientes	2	144.0
63	Pérdida	4	No	1	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	316,685,547	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	-1.5	3	1.9	3	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Suficientes	1	144.0
66	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	Si	4	Terracería	3	2,691,907,393	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	0.8	2	0.4	3	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Suficientes	1	144.0
71	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Empresas y negocios	3	Si	4	Pavimentada	4	98,805,153,651	2	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	0.9	2	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	128.0
131	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	Si	3	Pesca	2	No	1	Terracería	3	2,968,761,433	3	1.0	1	1.3	2	0.5	2	4.9	2	-1.7	3	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	117.6
132	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	Si	3	Pesca	2	No	1	Terracería	3	2,968,761,433	3	1.0	1	1.3	2	0.5	2	4.9	2	0.1	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	117.6
8	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Hoteles	4	No	1	Terracería	3	15,529,760,042	3	1.2	2	1.0	2	0.5	2	5.7	3	-0.1	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Suficientes	1	117.6

ID_comp_C2	GDEtEco	SGDE	AntroRios	SAR	TipoPuerto	SIP	EstructPro	SEPC	Actividad Económica	SAE	ValHistCul	SVHC	Carreteras	SC	PIB	SPDR	Hs	SAOS	Marea	SRM	Corrientes	SCM	RViento	SRV	DesplLineaC	SDLC	CSedimento	SCS	Orientación de la costa	SOC	Pendiente	SPC	Industria	SI	Medidas de protección y planeación	SMPyPTCo	IVC-C2
83	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Banca múltiple	3	No	1	Pavimentada	4	1,822,294,546	3	0.9	1	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.0	2	1.9	3	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	117.6
89	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	Si	3	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	1,822,294,546	3	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	0.2	2	0.3	3	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	117.6
70	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Comercio interior	3	Si	4	Pavimentada	4	98,805,153,651	2	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	1.0	1	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	110.9
58	Pérdida	4	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	Si	4	Pavimentada	4	316,685,547	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	-0.6	2	0.2	4	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	104.5
21	Pérdida	4	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	1,682,906,307	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.8	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	96.0
28	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	509,668,336	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	-0.2	2	0.3	3	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	96.0
29	Pérdida	4	No	1	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	509,668,336	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.7	2	0.3	3	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Sufientes	1	96.0
7	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Pesca	2	No	1	Terracería	3	8,007,170,545	3	1.2	2	1.0	2	0.5	2	5.7	3	0.5	2	0.2	4	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	96.0
84	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	1,822,294,546	3	0.9	1	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.7	2	1.9	3	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	96.0
87	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	1,822,294,546	3	1.0	1	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.0	2	1.9	3	Directa	4	Disipativas	4	Si	3	Insuficientes	2	96.0
73	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	98,805,153,651	2	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	0.1	2	0.1	4	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	90.5
35	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	426,411,565	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	-1.3	3	0.3	3	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	88.2
20	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	184,047,454	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.8	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	83.1
32	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	4,255,487,144	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.2	2	0.3	3	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Sufientes	1	83.1
85	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	1,822,294,546	3	0.9	1	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.7	2	1.9	3	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	83.1
10	Sin cambios	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	-	1	No	1	Pavimentada	4	15,529,760,042	3	1.1	2	1.0	2	0.5	2	5.7	3	-0.7	2	0.2	4	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Sufientes	1	78.4
27	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Hoteles	4	No	1	Pavimentada	4	509,668,336	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	2.0	1	0.2	4	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Sufientes	1	78.4
30	Pérdida	4	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	509,668,336	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	-0.2	2	0.3	3	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Sufientes	1	78.4
31	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Empresas y negocios	3	No	1	Pavimentada	4	4,462,707,349	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	-0.5	2	0.3	3	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	72.0
18	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Transporte marítimo	4	No	1	Terracería	3	184,047,454	3	1.2	2	1.0	2	0.5	2	5.7	3	0.3	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	67.9
24	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	3,181,765,161	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.8	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	67.9
76	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	38,775,648,645	3	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	-0.1	2	0.1	4	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	67.9
50	Pérdida	4	No	1	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	25,243,869,004	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	2.1	1	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	64.0
74	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	98,805,153,651	2	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	-0.6	2	0.1	4	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	64.0
16	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	7,856,903,748	3	1.2	2	1.0	2	0.5	2	5.7	3	0.1	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	58.8
19	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	184,047,454	3	1.2	2	1.0	2	0.5	2	5.7	3	-0.4	2	0.2	4	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	58.8

ID_comp_C2	GDEEco	SGDE	AntroRios	SAR	TipoPuerto	SIP	EstructPro	SEPC	Actividad Económica	SAE	ValHistCul	SVHC	Carreteras	SC	PIB	SPDR	Hs	SAOS	Marea	SRM	Corrientes	SCM	Rviento	SRV	DesplLineaC	SDLCL	CSedimento	SCS	Orientación de la costa	SOC	Pendiente	SPC	Industria	SI	Medidas de protección y planeación	SMPyPTCo	IVC-C2
65	Sin presencia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Empresas y negocios	3	No	1	Pavimentada	4	3,281,218,786	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	2.0	1	0.4	3	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	58.8
68	Sin presencia	1	No	1	Industrial	4	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Terracería	3	143,970,508,760	1	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	1.0	1	0.4	3	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	58.8
112	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	1,221,701,314	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	4.9	2	-0.4	2	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	55.4
4	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Pesca	2	No	1	Terracería	3	330,548,788	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	1.2	1	0.2	4	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	55.4
41	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Hoteles	4	No	1	Pavimentada	4	25,243,869,004	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	1.5	1	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	55.4
5	Pérdida	4	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	350,211,764	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	0.8	2	0.2	4	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	55.4
72	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Empresas y negocios	3	No	1	Pavimentada	4	98,805,153,651	2	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	1.7	1	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	55.4
75	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	98,805,153,651	2	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	-0.4	2	0.1	4	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	55.4
46	Pérdida	4	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	25,243,869,004	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	-0.6	2	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	52.3
49	Pérdida	4	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	25,243,869,004	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	0.8	2	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	52.3
6	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Terracería	3	484,581,048	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	2.7	1	0.2	4	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	50.9
15	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	7,856,903,748	3	1.2	2	1.0	2	0.5	2	5.7	3	-0.1	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	48.0
17	Sin presencia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	184,047,454	3	1.2	2	1.0	2	0.5	2	5.7	3	1.0	2	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	48.0
22	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	1,682,906,307	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.8	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	48.0
23	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	3,181,765,161	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.8	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	48.0
38	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	426,411,565	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.8	2	0.3	3	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	48.0
79	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Banca múltiple	3	No	1	Pavimentada	4	26,457,863,945	3	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	1.7	1	1.2	3	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	48.0
82	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	1,822,294,546	3	1.0	1	1.1	2	0.5	2	5.7	3	2.3	1	0.2	4	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Sufientes	1	48.0
88	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	1,822,294,546	3	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	2.7	1	1.9	3	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	48.0
90	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	Si	3	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	1,008,210,326	3	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	2.5	1	0.3	3	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	48.0
106	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Hoteles	4	No	1	Terracería	3	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	4.9	2	1.2	1	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	45.3
117	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	87,734,417	4	1.1	2	1.2	2	0.5	2	4.9	2	-1.4	3	0.2	4	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	45.3
60	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	316,685,547	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	0.4	2	0.2	4	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	45.3
62	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	316,685,547	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.7	2	0.2	4	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	45.3
103	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Comercio interior, pesca	3	No	1	Terracería	3	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	5.7	3	1.2	1	0.5	3	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	41.6

ID_comp_C2	GDEtEco	SGDE	AntroRios	SAR	TipoPuerto	SIP	EstructPro	SEPC	Actividad Económica	SAE	ValHistCul	SVHC	Carreteras	SC	PIB	SPDR	Hs	SAOS	Marea	SRM	Corrientes	SCM	Rviento	SRV	DesplLineaC	SDLC	CSedimento	SCS	Orientación de la costa	SOC	Pendiente	SPC	Industria	SI	Medidas de protección y planeación	SMPyPTCo	IVC-C2
137	Ganancia	1	Si	3	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Terracería	3	28,847,160,318	3	0.9	1	1.3	2	0.5	2	4.9	2	0.0	2	0.3	3	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	41.6
26	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Terracería	3	509,668,336	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.8	2	0.2	4	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	41.6
107	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	-	1	No	1	Terracería	3	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	4.9	2	1.2	1	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	39.2
119	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	108,956,361	3	1.0	1	1.2	2	0.5	2	4.0	2	-1.4	3	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	39.2
25	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	1,845,716,749	3	1.2	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.8	2	0.2	4	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Sufientes	1	39.2
40	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	12,835,140,285	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	2.0	1	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	39.2
53	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	25,243,869,004	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	-1.7	3	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	39.2
67	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Terracería	3	74,274,781,902	2	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	1.2	1	0.4	3	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	39.2
86	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	1,822,294,546	3	0.9	1	1.1	2	0.5	2	5.7	3	1.3	1	1.9	3	Directa	4	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	39.2
100	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	5.7	3	1.2	1	0.5	3	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	33.9
39	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	426,411,565	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	1.8	1	0.3	3	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	33.9
80	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	12,866,896,646	3	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	1.7	1	1.2	3	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	33.9
81	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	1,822,294,546	3	1.0	1	1.1	2	0.5	2	5.7	3	1.1	1	0.2	4	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	33.9
97	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	5.7	3	1.2	1	1.2	3	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	33.9
108	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	4.9	2	1.2	1	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	32.0
110	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	3,491,075,689	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	4.9	2	0.4	2	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	32.0
116	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	87,734,417	4	1.1	2	1.2	2	0.5	2	4.9	2	-1.4	3	0.2	4	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Sufientes	1	32.0
42	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	25,243,869,004	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	0.3	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	32.0
43	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	25,243,869,004	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	-0.7	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	32.0
44	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	25,243,869,004	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	-0.4	2	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	32.0
45	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	25,243,869,004	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	-1.2	3	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	32.0
99	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	5.7	3	1.2	1	1.2	3	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	29.4
105	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Terracería	3	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	5.7	3	1.2	1	0.2	4	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	27.7
114	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	1,221,701,314	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	4.9	2	-1.1	3	0.2	4	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	27.7

ID_comp_C2	GDEtEco	SGDE	AntroRios	SAR	TipoPuerto	SIP	EstructPro	SEPC	Actividad Económica	SAE	ValHistCul	SVHC	Carreteras	SC	PIB	SPDR	Hs	SAOS	Marea	SRM	Corrientes	SCM	RViento	SRV	DesplLineaC	SDLC	CSedimento	SCS	Orientación de la costa	SOC	Pendiente	SPC	Industria	SI	Medidas de protección y planeación	SMPyPTCo	IVC-C2
121	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	130,178,305	3	1.0	1	1.2	2	0.5	2	4.0	2	-1.4	3	0.1	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	27.7
123	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	130,178,305	3	1.0	1	1.2	2	0.5	2	4.0	2	-1.4	3	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	27.7
124	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	130,178,305	3	1.0	1	1.2	2	0.5	2	4.0	2	-1.4	3	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	27.7
56	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	Si	3	-	1	No	1	Pavimentada	4	12,780,277,276	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	2.3	1	0.2	4	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	27.7
57	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Comercio interior	3	No	1	Pavimentada	4	316,685,547	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	1.6	1	0.2	4	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	27.7
61	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	316,685,547	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	4.1	1	0.2	4	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	27.7
91	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	773,193,378	3	1.8	3	1.1	2	0.5	2	4.9	2	1.2	1	1.8	3	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Insuficientes	2	27.7
96	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	5.7	3	1.2	1	1.2	3	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	27.7
48	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	25,243,869,004	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	0.9	2	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	26.1
52	Sin cambios	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	25,243,869,004	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	-0.7	2	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	26.1
54	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	12,780,277,276	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	-0.6	2	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	26.1
122	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	130,178,305	3	1.0	1	1.2	2	0.5	2	4.0	2	-1.4	3	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	24.0
125	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	203,111,646	3	1.0	1	1.2	2	0.5	2	4.9	2	-1.4	3	0.2	4	Directa	4	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	24.0
64	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	1,798,952,167	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	5.7	3	0.3	2	1.9	3	Indirecta	2	Disipativas	4	No	1	Sufientes	1	24.0
94	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	3,169,280,138	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	5.7	3	1.2	1	1.2	3	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	24.0
95	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	5.7	3	1.2	1	1.2	3	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	24.0
109	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	3,491,075,689	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	4.9	2	1.2	1	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	22.6
118	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	87,734,417	4	1.1	2	1.2	2	0.5	2	4.9	2	-1.4	3	0.2	4	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	22.6
115	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	654,717,865	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	4.9	2	-1.4	3	0.2	4	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	19.6
120	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	130,178,305	3	1.0	1	1.2	2	0.5	2	4.0	2	-1.4	3	0.1	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	19.6
126	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	203,111,646	3	1.0	1	1.2	2	0.5	2	4.9	2	-1.4	3	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	19.6
127	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	276,044,988	3	1.0	1	1.2	2	0.5	2	4.9	2	-1.4	3	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	19.6
128	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	276,044,988	3	1.0	1	1.2	2	0.5	2	4.9	2	-1.4	3	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	19.6
129	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	276,044,988	3	1.0	1	1.2	2	0.5	2	4.9	2	-1.4	3	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	19.6
130	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	276,044,988	3	1.0	1	1.2	2	0.5	2	4.9	2	-1.4	3	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	19.6

ID_comp_C2	GDEtEco	SGDE	AntroRios	SAR	TipoPuerto	SIP	EstructPro	SEPC	Actividad Económica	SAE	ValHistCul	SVHC	Carreteras	SC	PIB	SPDR	Hs	SAOS	Marea	SRM	Corrientes	SCM	RViento	SRV	DespLineaC	SDLC	CSedimento	SCS	Orientación de la costa	SOC	Pendiente	SPC	Industria	SI	Medidas de protección y planeación	SMPyPTCo	IVC-C2
92	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	578,110,211	3	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	1.2	1	0.8	3	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	19.6
98	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	5.7	3	1.2	1	1.2	3	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	19.6
47	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	25,243,869,004	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	2.3	1	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	18.5
51	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Pavimentada	4	25,243,869,004	3	1.1	2	1.1	2	0.5	2	4.9	2	2.0	1	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	18.5
101	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	5.7	3	1.2	1	0.5	3	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	17.0
102	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	5.7	3	1.2	1	0.5	3	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	17.0
104	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	5,760,450,064	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	5.7	3	1.2	1	0.5	3	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	17.0
136	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	5,661,477,879	3	0.9	1	1.3	2	0.5	2	4.9	2	-0.3	2	1.0	3	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Insuficientes	2	17.0
111	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	1,221,701,314	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	4.9	2	3.6	1	0.2	4	Directa	4	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	16.0
113	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	1,221,701,314	3	1.1	2	1.2	2	0.5	2	4.9	2	-0.7	2	0.2	4	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Sufientes	1	16.0
93	Sin presencia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	Pesca	2	No	1	Pavimentada	4	3,169,280,138	3	1.0	1	1.1	2	0.5	2	4.9	2	1.2	1	0.8	3	Indirecta	2	Reflectivas	2	No	1	Insuficientes	2	16.0
135	Ganancia	1	No	1	Ninguno	1	No	1	-	1	No	1	Terracería	3	5,661,477,879	3	0.9	1	1.3	2	0.5	2	5.7	3	0.0	2	1.0	3	Indirecta	2	Intermedias	3	No	1	Sufientes	1	14.7

Tabla 5 Datos de variables y subíndices para la categoría III en la escala de celdas.

ID_celdas_C3	MigraciónEco	SMPE	GAnтро	SGA	TasaCP	STCP	IDH	SIDH	Densidad Turística	SDT	OExtremal	SOE	NorEstPlan	SNLEF	Geología del suelo	SGS	IVCeC3
17	-	4	Alto	4	0.2	2	0.8	2	74	4	2.2	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	13.9
16	-	4	Alto	4	0.9	2	0.8	2	29	2	2.6	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	9.8
18	1	3	Moderado	3	0.7	2	0.8	2	40	3	2.2	1	8.5	2	Sedimentarias-marinas	3	9.0
14	1	3	Moderado	3	0.2	2	0.7	2	2	1	3.6	2	8	2	Sedimentarias-marinas	3	7.3
15	0	4	Moderado	3	1.3	2	0.8	2	3	1	2.6	1	8.3	2	Sedimentarias-marinas	3	6.0
19	0	4	Moderado	3	0.2	2	0.7	2	0	1	1.8	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	6.0
20	0	4	Moderado	3	0.2	2	0.7	2	0	1	1.8	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	6.0
4	0	4	Moderado	3	1.3	2	0.8	2	2	1	1.3	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	6.0
1	1	3	Moderado	3	0.9	2	0.7	2	0	1	2.7	1	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2
21	1	3	Moderado	3	0.4	2	0.7	2	1	1	2.0	1	7.8	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2
3	2	3	Moderado	3	0.9	2	0.7	2	1	1	1.3	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2
32	1	3	Moderado	3	0.6	2	0.7	2	3	1	1.8	1	8.5	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2
33	1	3	Moderado	3	0.2	2	0.8	2	3	1	1.6	1	8.2	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2
5	2	3	Moderado	3	0.0	2	0.7	2	1	1	1.3	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2
10	0	4	Moderado	3	1.8	2	0.7	2	0	1	3.6	2	9	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	4.9
12	0	4	Moderado	3	1.1	2	0.7	2	0	1	3.6	2	7.2	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	4.9
29	-	4	Moderado	3	0.8	2	0.6	3	0	1	2.0	1	7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	4.2
30	-	4	Moderado	3	0.3	2	0.6	3	0	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	4.2
31	-	4	Moderado	3	1.4	2	0.6	3	0	1	2.0	1	8	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	4.2

ID_celdas_C3	MigraciónEco	SMPE	GAntro	SGA	TasaCP	STCP	IDH	SIDH	Densidad Turística	SDT	OExtremal	SOE	NorEstPlan	SNLEF	Geología del suelo	SGS	IVCelC3
6	0	4	Moderado	3	-1.4	1	0.7	2	0	1	1.3	1	7.7	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
7	0	4	Moderado	3	-0.5	1	0.7	2	3	1	2.7	1	8.1	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
8	1	3	Moderado	3	0.5	2	0.7	2	2	1	4.4	2	7.8	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	4.2
2	1	3	Moderado	3	0.0	1	0.7	2	0	1	1.3	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	3.7
11	0	4	Moderado	3	0.0	1	0.7	2	0	1	3.6	2	8.1	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	3.5
22	-	4	Moderado	3	0.2	2	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	3.5
23	-	4	Moderado	3	0.6	2	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	3.5
13	1	3	Moderado	3	-0.4	1	0.7	2	0	1	3.6	2	7.2	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	3.0
28	-	4	Moderado	3	-0.2	1	0.6	3	1	1	2.0	1	8.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	3.0
24	-	4	Moderado	3	-0.2	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.4
25	-	4	Moderado	3	-0.8	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.4
26	-	4	Moderado	3	0.0	1	0.7	2	1	1	2.0	1	8.3	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.4
27	1	3	Moderado	3	0.0	1	0.7	2	1	1	2.0	1	8.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.1
9	1	1	Moderado	3	-0.3	1	0.7	2	0	1	3.6	2	9	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	1.7

Tabla 6 Datos de variables y subíndices para la categoría III en la escala de compartimentos.

ID_comp_C3	Migración Eco	SMPE	GAntro	SGA	TasaCP	STCP	IDH	SIDH	DensidadTurística	SDT	OExtremal	SOE	NorEstPlan	SNLEF	Geología del suelo	SGS	IVCeC3
73	-	4	Alto	4	0.2	2	0.8	2	74	4	2.6	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	13.9
68	-	4	Alto	4	2.6	3	0.8	2	29	2	2.6	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	12.0
78	0	4	Alto	4	0.3	2	0.8	2	40	3	2.6	1	8.5	2	Sedimentarias-marinas	3	12.0
75	1	3	Moderado	3	0.0	2	0.8	2	74	4	2.6	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	10.4
76	0	4	Moderado	3	0.9	2	0.8	2	60	3	2.6	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	10.4
69	-	4	Alto	4	0.4	2	0.8	2	29	2	2.6	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	9.8
71	-	4	Alto	4	-	1	0.8	2	74	4	2.6	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	9.8
72	-	4	Alto	4	-	1	0.8	2	74	4	2.6	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	9.8
74	0	4	Alto	4	-	1	0.8	2	74	4	2.6	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	9.8
31	2	3	Bajo	2	0.6	2	0.7	2	8	2	4.4	2	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	8.5
34	0	4	Moderado	3	1.4	2	0.7	2	0	1	4.4	2	7.2	2	Sedimentarias-marinas	3	8.5
35	0	4	Moderado	3	0.9	2	0.7	2	0	1	4.4	2	7.2	2	Sedimentarias-marinas	3	8.5
57	0	4	Moderado	3	1.1	2	0.7	2	0	1	3.6	2	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	8.5
77	0	4	Alto	4	-0.7	1	0.8	2	60	3	2.6	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	8.5
32	1	3	Moderado	3	0.9	2	0.7	2	0	1	4.4	2	8.3	2	Sedimentarias-marinas	3	7.3
33	1	3	Moderado	3	0.9	2	0.7	2	0	1	4.4	2	7.9	2	Sedimentarias-marinas	3	7.3
60	1	3	Bajo	2	3.5	3	0.7	2	0	1	3.6	2	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	7.3
79	0	4	Moderado	3		1	0.8	2	40	3	2.6	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	7.3
1	-	4	Alto	4	1.2	2	0.8	2	0	1	2.7	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	6.9
133	0	4	Alto	4	-	1	0.8	2	6	2	1.8	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	6.9
36	0	4	Bajo	2	0.6	2	0.7	2	0	1	4.4	2	7.2	2	Sedimentarias-marinas	3	6.9

ID_comp_C3	Migración Eco	SMPE	GAntro	SGA	TasaCP	STCP	IDH	SIDH	DensidadTurística	SDT	OExtremal	SOE	NorEstPlan	SNLEF	Geología del suelo	SGS	IVCeC3
49	0	4	Bajo	2	0.8	2	0.7	2	0	1	3.6	2	9	2	Sedimentarias-marinas	3	6.9
50	0	4	Bajo	2	1.8	2	0.7	2	0	1	3.6	2	9	2	Sedimentarias-marinas	3	6.9
70	-	4	Alto	4	-	1	0.8	2	29	2	2.6	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	6.9
11	1	3	Moderado	3	3.0	3	0.8	2	2	1	1.3	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	6.4
136	-	4	Moderado	3	-	1	0.8	2	6	2	1.1	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	6.0
2	1	3	Alto	4	1.1	2	0.8	2	0	1	2.7	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	6.0
25	0	4	Moderado	3	1.5	2	0.7	2	4	1	2.7	1	8.2	2	Sedimentarias-marinas	3	6.0
29	0	4	Moderado	3		1	0.7	2	8	2	2.7	1	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	6.0
30	2	3	Bajo	2	1.0	2	0.7	2	8	2	2.7	1	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	6.0
37	-	4	Moderado	3	-0.1	1	0.7	2	0	1	4.4	2	7.2	2	Sedimentarias-marinas	3	6.0
38	0	4	Moderado	3	-2.0	1	0.7	2	0	1	3.6	2	7.2	2	Sedimentarias-marinas	3	6.0
51	0	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	9	2	Sedimentarias-marinas	3	6.0
55	0	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	8.2	2	Sedimentarias-marinas	3	6.0
56	0	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	8.2	2	Sedimentarias-marinas	3	6.0
66	0	4	Moderado	3	0.8	2	0.8	2	3	1	2.6	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	6.0
26	2	3	Moderado	3	-1.4	1	0.7	2	8	2	2.7	1	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2
27	1	3	Moderado	3	1.9	2	0.7	2	4	1	2.7	1	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2
28	1	3	Moderado	3	-1.0	1	0.7	2	8	2	2.7	1	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2
3	2	3	Moderado	3	0.5	2	0.7	2	0	1	2.7	1	7.8	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2
59	1	3	Moderado	3	-3.1	1	0.7	2	0	1	3.6	2	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2
63	2	3	Moderado	3	-0.2	1	0.7	2	0	1	3.6	2	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2
65	-	3	Moderado	3	0.6	2	0.8	2	5	1	2.6	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2

ID_comp_C3	Migración Eco	SMPE	GAntro	SGA	TasaCP	STCP	IDH	SIDH	DensidadTurística	SDT	OExtremal	SOE	NorEstPlan	SNLEF	Geología del suelo	SGS	IVCeC3
67	-	3	Bajo	2	4.0	3	0.8	2	2	1	2.6	1	8.5	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2
80	1	3	Moderado	3	1.1	2	0.8	2	0	1	2.6	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2
87	1	3	Moderado	3	0.8	2	0.8	2	0	1	1.8	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	5.2
134	3	2	Alto	4	-	1	0.8	2	6	2	1.6	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	4.9
40	0	4	Moderado	3	0.0	2	0.7	2	0	1	3.6	2	8.2	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	4.9
85	-	4	Bajo	2	1.3	2	0.8	2	0	1	1.8	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	4.9
10	0	4	Moderado	3	-	1	0.8	2	2	1	1.3	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
111	-	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	8.2	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
117	-	4	Bajo	2	-	1	0.6	3	0	1	2.0	1	7	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
12	2	3	Alto	4	-1.1	1	0.8	2	2	1	1.3	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
13	2	3	Alto	4	-	1	0.8	2	2	1	1.3	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
131	0	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	3	1	1.8	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
135	3	2	Moderado	3	-	1	0.8	2	6	2	1.6	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
137	0	4	Moderado	3	-	1	0.8	2	3	1	1.1	1	8.2	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
17	-	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	0	1	1.3	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
18	-	4	Moderado	3	-1.1	1	0.7	2	0	1	1.3	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
19	0	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	0	1	1.3	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
20	0	4	Moderado	3	-1.0	1	0.7	2	0	1	1.3	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
21	0	4	Moderado	3	-0.7	1	0.7	2	0	1	1.3	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
22	0	4	Moderado	3	-0.3	1	0.7	2	0	1	1.3	1	8.5	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
23	0	4	Moderado	3	-7.8	1	0.7	2	0	1	2.7	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2

ID_comp_C3	Migración Eco	SMPE	GAntro	SGA	TasaCP	STCP	IDH	SIDH	DensidadTurística	SDT	OExtremal	SOE	NorEstPlan	SNLEF	Geología del suelo	SGS	IVCeIC3
24	0	4	Moderado	3	-1.7	1	0.7	2	0	1	2.7	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
58	2	3	Bajo	2	-1.5	1	0.7	2	0	1	3.6	2	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
61	1	3	Bajo	2	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
62	1	3	Bajo	2	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
83	0	4	Moderado	3	-	1	0.8	2	0	1	1.8	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
84	-	4	Moderado	3	-	1	0.8	2	0	1	1.8	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
9	0	4	Moderado	3	-	1	0.8	2	2	1	1.3	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	4.2
112	1	3	Moderado	3	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	8.2	2	Sedimentarias-marinas	3	3.7
132	1	3	Moderado	3	-	1	0.7	2	1	1	1.8	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	3.7
14	1	3	Moderado	3	-0.7	1	0.7	2	2	1	1.3	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	3.7
15	1	3	Moderado	3	-3.0	1	0.7	2	2	1	1.3	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	3.7
16	2	3	Moderado	3	-3.0	1	0.7	2	1	1	1.3	1	8.5	2	Sedimentarias-marinas	3	3.7
64	-	3	Moderado	3	-0.1	1	0.7	2	5	1	2.6	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	3.7
7	1	3	Moderado	3	0.0	1	0.7	2	1	1	1.3	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	3.7
8	1	3	Moderado	3	-	1	0.8	2	2	1	1.3	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	3.7
81	-	3	Moderado	3	-	1	0.8	2	0	1	1.8	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	3.7
82	-	3	Moderado	3	-0.6	1	0.8	2	0	1	1.8	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	3.7
89	1	3	Moderado	3	-	1	0.8	2	0	1	1.8	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	3.7
90	1	3	Moderado	3	-	1	0.7	2	1	1	1.8	1	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	3.7
39	0	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	7.2	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	3.5
41	0	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	9	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	3.5

ID_comp_C3	Migración Eco	SMPE	GAntro	SGA	TasaCP	STCP	IDH	SIDH	DensidadTurística	SDT	OExtremal	SOE	NorEstPlan	SNLEF	Geología del suelo	SGS	IVCeIC3
44	-	4	Ninguno	1	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	9	2	Sedimentarias-marinas	3	3.5
45	0	4	Ninguno	1	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	9	2	Sedimentarias-marinas	3	3.5
47	2	2	Bajo	2	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	9	2	Sedimentarias-marinas	3	3.5
48	1	2	Bajo	2	-1.8	1	0.7	2	0	1	3.6	2	9	2	Sedimentarias-marinas	3	3.5
52	0	4	Ninguno	1	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	9	2	Sedimentarias-marinas	3	3.5
53	-	4	Ninguno	1	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	9	2	Sedimentarias-marinas	3	3.5
54	-	4	Ninguno	1	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	8.2	2	Sedimentarias-marinas	3	3.5
86	-	4	Bajo	2	-0.5	1	0.8	2	0	1	1.8	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	3.5
88	0	4	Bajo	2	-	1	0.8	2	0	1	1.8	1	8	2	Sedimentarias-marinas	3	3.5
115	-	4	Moderado	3	-	1	0.6	3	1	1	2.0	1	7.7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	3.0
118	-	4	Moderado	3	-	1	0.6	3	0	1	2.0	1	7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	3.0
119	-	4	Moderado	3	-	1	0.6	3	0	1	2.0	1	7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	3.0
120	-	4	Moderado	3	-	1	0.6	3	0	1	2.0	1	7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	3.0
121	-	4	Moderado	3	-	1	0.6	3	0	1	2.0	1	7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	3.0
122	-	4	Moderado	3	-	1	0.6	3	0	1	2.0	1	7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	3.0
123	-	4	Moderado	3	-	1	0.6	3	0	1	2.0	1	7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	3.0

ID_comp_C3	Migración Eco	SMPE	GAntro	SGA	TasaCP	STCP	IDH	SIDH	DensidadTurística	SDT	OExtremal	SOE	NorEstPlan	SNLEF	Geología del suelo	SGS	IVCeIC3
124	-	4	Moderado	3	-	1	0.6	3	0	1	2.0	1	7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	3.0
4	3	2	Moderado	3	-0.7	1	0.7	2	0	1	1.5	1	7.3	2	Sedimentarias-marinas	3	3.0
6	2	3	Bajo	2	-0.2	1	0.7	2	0	1	1.3	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	3.0
91	-	3	Bajo	2	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Sedimentarias-marinas	3	3.0
100	-	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.4
104	-	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.4
105	-	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.4
107	-	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.4
130	-	4	Bajo	2	-	1	0.6	3	0	1	1.8	1	7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.4
46	1	2	Ninguno	1	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	9	2	Sedimentarias-marinas	3	2.4
93	-	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	0	1	2.0	1	8	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.4
94	-	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.4
96	-	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.4
97	-	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.4

ID_comp_C3	Migración Eco	SMPE	GAntro	SGA	TasaCP	STCP	IDH	SIDH	DensidadTurística	SDT	OExtremal	SOE	NorEstPlan	SNLEF	Geología del suelo	SGS	IVCeC3
98	-	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.4
99	-	4	Moderado	3	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.4
113	1	3	Moderado	3	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	8.2	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.1
5	2	3	Ninguno	1	-	1	0.7	2	0	1	1.3	1	9	2	Sedimentarias-marinas	3	2.1
101	-	4	Bajo	2	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.0
102	-	4	Bajo	2	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.0
103	-	4	Bajo	2	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.0
106	-	4	Bajo	2	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.0
108	-	4	Bajo	2	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.0
109	-	4	Bajo	2	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.0
114	-	4	Bajo	2	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	8.2	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.0
95	-	4	Bajo	2	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	7.5	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	2.0
116	-	4	Ninguno	1	-	1	0.6	3	0	1	2.0	1	7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	1.7

ID_comp_C3	Migración Eco	SMPE	GAntro	SGA	TasaCP	STCP	IDH	SIDH	DensidadTurística	SDT	OExtremal	SOE	NorEstPlan	SNLEF	Geología del suelo	SGS	IVCeIC3
125	-	4	Ninguno	1	-	1	0.6	3	0	1	2.0	1	7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	1.7
126	-	4	Ninguno	1	-	1	0.6	3	0	1	2.0	1	7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	1.7
127	-	4	Ninguno	1	-	1	0.6	3	0	1	2.0	1	7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	1.7
128	-	4	Ninguno	1	-	1	0.6	3	0	1	2.0	1	7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	1.7
129	-	4	Ninguno	1	-	1	0.6	3	0	1	1.6	1	7	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	1.7
42	-	3	Ninguno	1	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	9	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	1.7
43	-	3	Ninguno	1	-	1	0.7	2	0	1	3.6	2	9	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	1.7
92	-	3	Bajo	2	-	1	0.7	2	0	1	2.0	1	8	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	1.7
110	-	4	Ninguno	1	-	1	0.7	2	1	1	2.0	1	8.2	2	Ígneas-extrusivas-volcánicas-continentales	1	1.4