



ANÁLISIS DE LA ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD COSTERA DE PANAMÁ OESTE MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

ANALYSIS OF COASTAL VULNERABILITY DUE TO THE RISE OF SEA LEVEL IN THE PROVINCES OF WESTERN PANAMA USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

Freddy E. González G.

Universidad Abierta y A Distancia de Panamá. Panamá

freddygonzalez.pa@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-8582-9306>

Diana Laguna

Universidad Tecnológica de Panamá. Facultad de Ingeniería Civil. Panamá

diana.laguna@utp.ac.pa <https://orcid.org/0009-0006-7367-2766>

*Autor de correspondencia: (freddygonzalez.pa@gmail.com)

Fecha de recepción 08/08/2023

Fecha de Aceptación 31/10/2023

DOI <https://doi.org/10.48204/synergia.v2n2.4457>

Resumen

El objetivo de este trabajo se focaliza en presentar una evaluación de la vulnerabilidad costera del sector de Panamá Oeste. Para tal propósito se utilizó el Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI) planteada por Thieler (2000), sustentado en informes realizados por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Este índice emplea: tasa histórica de erosión de la costa, geomorfología, tasas relativas de ascenso del nivel del mar, pendiente costera, altura de las olas, amplitud de marea y cualquier indicador que se incorpore; estos elementos son de vital importancia para la determinación de la vulnerabilidad costera, y por ende en la simulación de escenarios que se verán afectados por el Cambio Climático a través del Ascenso del Nivel del Mar. Los resultados preliminares obtenidos en este trabajo fueron sometidos a pruebas de validez y muestran que las costas frente a Punta Chame son las más vulnerables en el sector de Panamá Oeste.

Palabras Clave: Vulnerabilidad costera, ascenso del mar, cambio climático. sistemas de información geográfica.



Abstract

The objective of this work is focused on presenting an assessment of the coastal vulnerability of the West Panama sector. For this purpose, the Coastal Vulnerability Index (CVI) proposed by Thieler (2000) was used, based on reports made by the United States Geological Survey (USGS). This index uses: historical rate of coastal erosion, geomorphology, relative rates of rise in sea level, coastal slope, wave height, tidal range and any indicator that is incorporated; These elements are of vital importance for the determination of the coastal vulnerability, and therefore in the simulation of scenarios that will be affected by Climate Change through the Rise of the Sea Level. The preliminary results obtained in this work were subjected to tests validity and show that the coasts in front of Punta Chame are the most vulnerable in the West Panama sector

Keywords: Coastal vulnerability, rise of sea level, climate change, geographic information system.

Introducción

Existen múltiples mecanismos para determinar la sensibilidad y vulnerabilidad costera: Gornitz and Kanciruk (1989), Gornitz (1991), Gornitz et al. (1991), Thieler (2000), Shaw et al. (1998), Forbes et al. (2003), Kay and Hay (1993), Yamada et al. (1995), Carter (1990), Pethick and Crooks (2000).

Las metodologías de evaluación de vulnerabilidad se agrupan de acuerdo con la formación disciplinaria del investigador. En las áreas costeras, tradicionalmente, estas evaluaciones han sido levantadas por geólogos, ecologistas e ingenieros Klein (2009):

- Desde la perspectiva de los Geólogos se ha abordado el estudio identificando patrones de sedimentación asociado con dinámica de erosión en diferentes escalas de tiempo y espacio.



- Desde la perspectiva de los Geólogos Ecologistas estudian la concurrencia, diversidad y funcionalidad de la fauna y flora costera analizando desde las especies hacia un nivel de ecosistema.
- Desde la perspectiva de los Geólogos Ingenieros toman el análisis de riesgo, evaluando la probabilidad de ocurrencia de tormentas, marejadas y otros eventos extremos que pueden afectar la integridad de la costa y la seguridad de las comunidades costeras.

El Índice de Vulnerabilidad Costera planteado por Thieler (2000) ha sido empleado por el Servicio Geológico de Estados Unidos y otras agencias oceanográficas para evaluar la vulnerabilidad costera en diferentes zonas, desde Estados Unidos, hasta otras zonas costeras del planeta, por lo tanto, aplicar este indicador permite realizar comparaciones a nivel nacional e internacional del nivel de vulnerabilidad con otras zonas.

- La necesidad de estudiar el Índice de Vulnerabilidad Costera nos ayuda a conocer:
- Las afectaciones del Ecosistema Costero
- Las afectaciones de Sistemas Productivos Costeros
- Las afectaciones de los Asentamientos Costeros
- El Incremento de las áreas vulnerables ante Amenazas Naturales Costeras

El documento provee reglas de estilo que explican el manejo de ecuaciones, figuras, tablas, abreviaturas y siglas. Además, el autor encontrará secciones para preparar los agradecimientos y referencias.

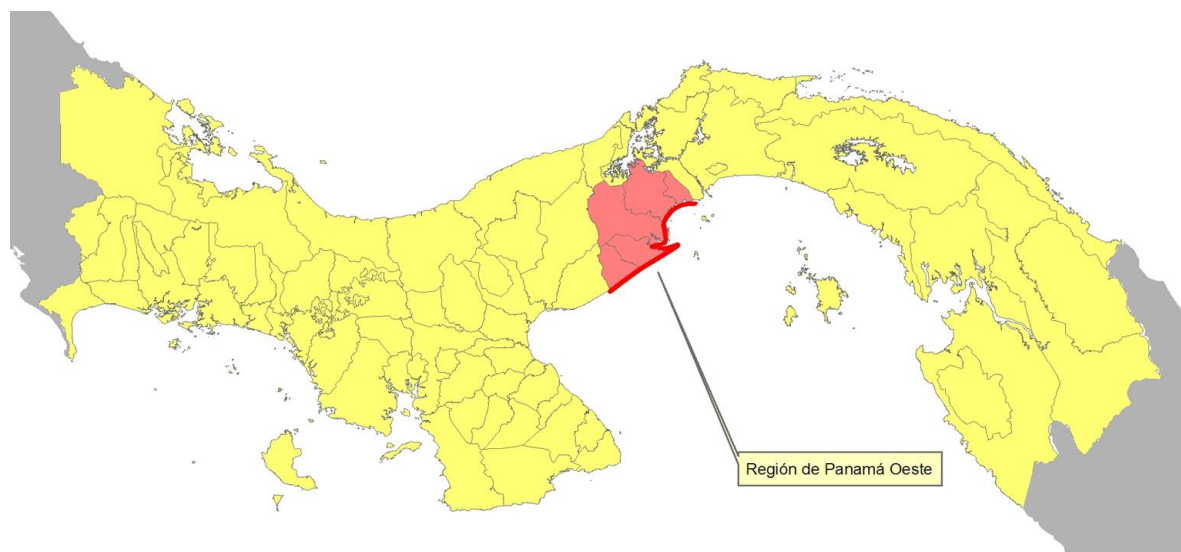


Materiales y Métodos

Para este trabajo se definió estudiar la costa de Panamá Oeste, que tiene una longitud de 245.7km. La Figura 1 muestra la ubicación regional de la zona de estudio. En la zona costera del Pacífico Panameño se encuentran características oceanográficas especiales, por tener una alta amplitud entre mareas. Donde se presenta el fenómeno de Marea de Sicigia (18 pies).

Figura 1.

Ubicación del Área de Estudio.



Para poder determinar los indicadores se emplea las observaciones de la estación oceanográfica de Balboa, ubicada en la entrada del Canal de Panamá, así como observaciones y modelaciones oceanográficas de la NOAA a través de programas de MAREAS PREDICHAS, así como reportes realizados por revistas de SURF sobre alturas de las olas. En la figura 2, se presenta la ubicación de las diversas fuentes consideradas.



Figura 2.

Mapas de los sitios de observación de las variables oceanográficas.

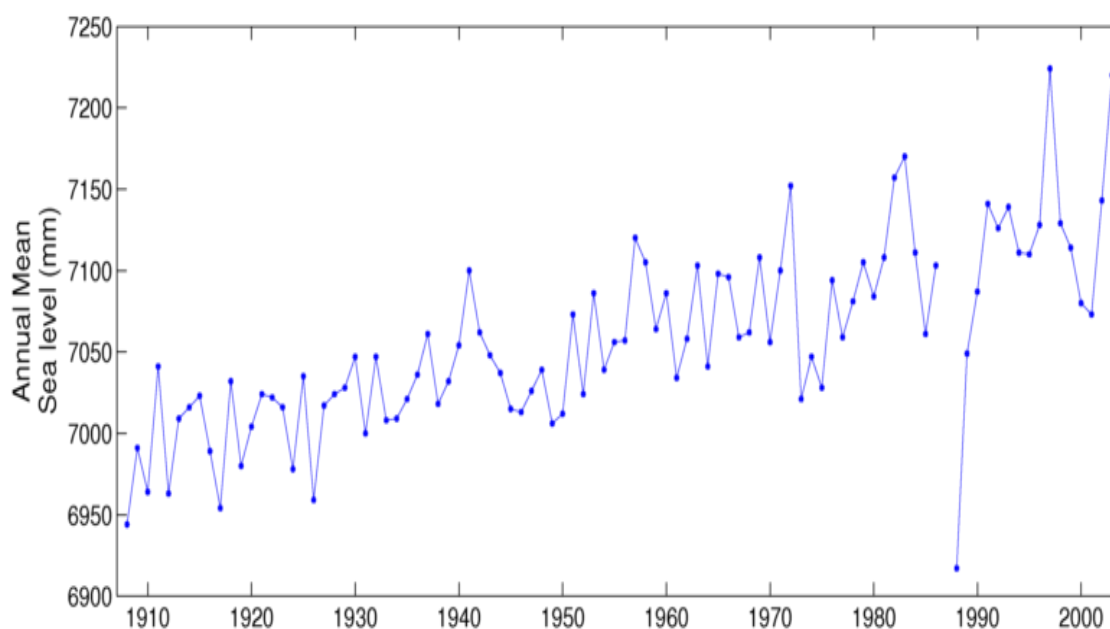


Para determinar las variables geomorfológicas, se consideró el uso de las imágenes satelitales de alta resolución IKONOS, publicadas en la plataforma PLANET, así como el cotejo con mapas topográficos 1:25000 publicados por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Existen estaciones mareográficas a ambas salidas del Canal de Panamá. La estación Balboa, ubicada en el Golfo de Panamá, identifica una tendencia de ascenso de 1.8 mm lineal / Año Arauz (2003). Como lo demuestra la gráfica a continuación:



Figura 3.

Nivel medio Anual del Mar en la Estación Balboa 1910-2001



Fuente: Autoridad del Canal de Panamá (2001).

La fórmula para el cálculo de Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI, en inglés) desarrollado por Thieler (2000) es:

En esta ecuación se presenta las variables que se pueden incluir para valorar la vulnerabilidad costera. Que de acuerdo con Thieler (2000) debe tener las siguientes puntuaciones:



Tabla 1.

Puntuaciones del Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI, en inglés) desarrollado por Thieler (2000)

Variables	Muy Bajo 1	Bajo 2	Moderado 3	Alto 4	Muy Alto 5
Geomorfología	Acantilados Costeros, Fiordos	Acantilados Medianos, Costas Dentadas	Acantilados Bajos, Deriva Glacial, Planos Aluviales	Playas Rocosas (adoquinadas), Estuarios, Lagunas	Playas De Barrera, Playas Arenosas, Albinas, Fangales Costeros, Deltas, Manglares, Arrecifes Coralinos
Erosion/ Sedimentación (m/año)	> 2.0	1.0 - 2.0	-1.0 - 1.0	-2.0 - -1.0	< -2.0
Pendiente (%)	> 1.20	1.20 - 0.90	0.90 - 0.60	0.60 - 0.30	< 0.30
Cambio relativo del nivel del mar (mm/año)	< 1.8	1.8 - 2.5	2.5 - 3.0	3.0 - 3.4	> 3.4
Promedio de altura de olas (m)	< 0.55	0.55 - 0.85	0.85 - 1.05	1.05 - 1.25	> 1.25
Rango promedio de marea (m)	> 6.0	4.0 - 6.0	2.0 - 4.0	1.0 - 2.0	< 1.0
Estructuras Costeras (Obras civiles)	Puertos, Malecones, Muelles	Espigones, Muro Vertical	Diques, Barreras, Rompeolas Flotante y Continental, Muros de Conducción	Terrazas, Relleno Artificial de Playas y Dunas, Revestimiento de Costas, Dique Sumergido, Barreras Sumergidas	Atracaderos, Boca de Canales, Cajones de Desagüe, Tubos Emisarios, Drenaje de Playa,

Fuente: Thieler (2000). Reportes de Vulnerabilidad Costera de los Estados Unidos. USGS.



Con los resultados obtenidos se validaron por medio de una prueba de Análisis Discriminante, para evaluar la consistencia de la agrupación de los valores clasificados de vulnerabilidad costera.

Resultados y Discusión

Al identificar la vulnerabilidad costera de las variables costeras y oceanográficas, se ha obtenido los siguientes escenarios de vulnerabilidades identificadas, presentada en las siguientes figuras:

Figura 4.

Vulnerabilidad de la condición geomorfológica





Figura 5.

Vulnerabilidad de la condición pendiente costera



Figura 6.

Vulnerabilidad de la condición: Aumento anual del nivel del mar





Figura 7.

Vulnerabilidad de la condición: rango promedio de las mareas



Figura 8.

Vulnerabilidad de la condición: altura promedio de las olas





Con el Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC), se procede combinar las diferentes variables mediante el análisis SIG, y posterior se realiza una matriz de decisión para validar las clasificaciones realizadas por el ICV.

Figura 9.

Índice de Vulnerabilidad Costera para Panamá Oeste.

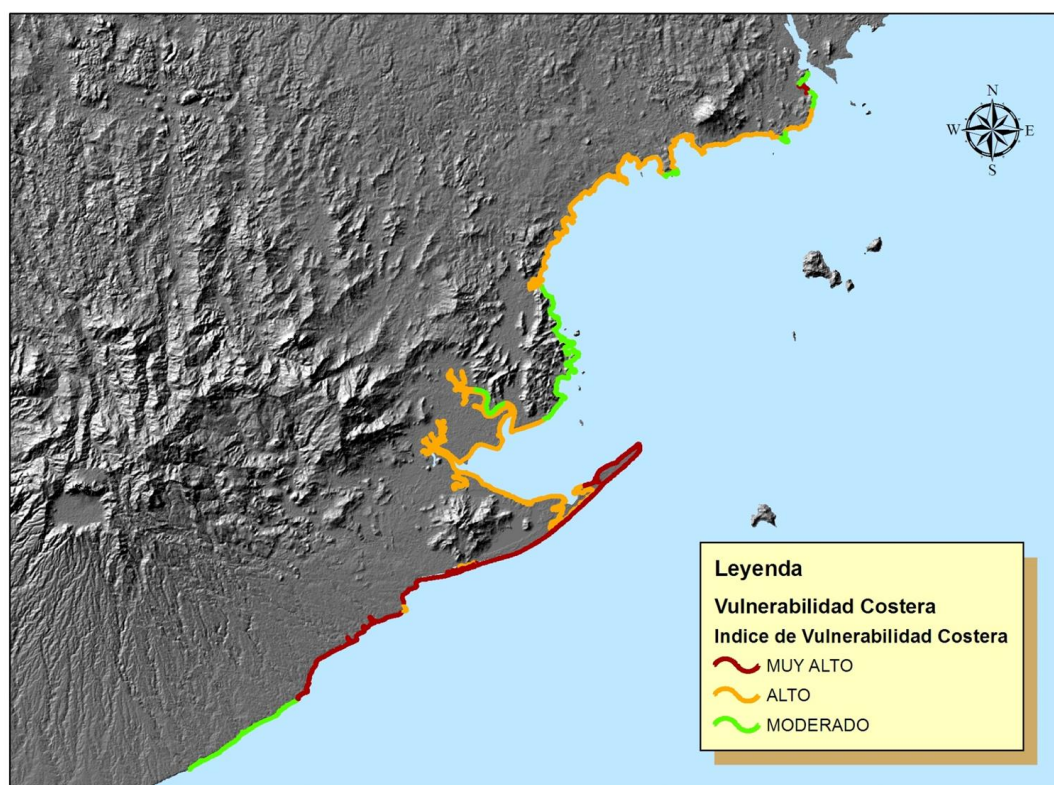
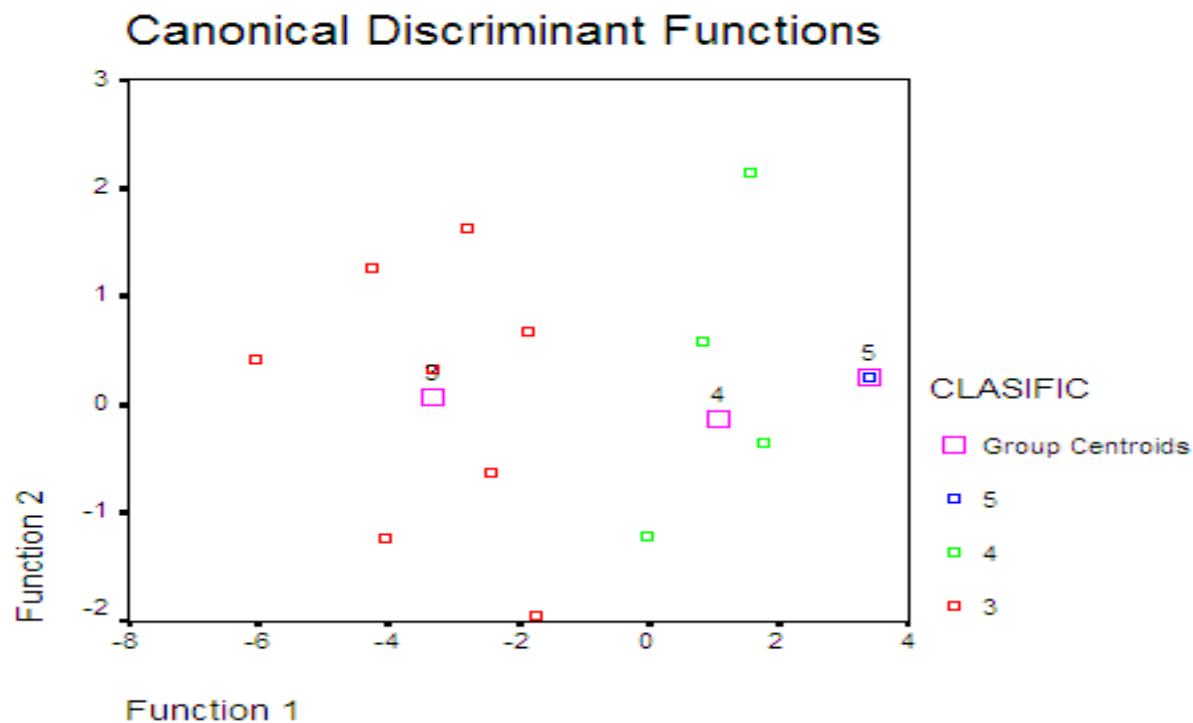




Figura 10.

Resultados de la Validación IVC mediante Análisis Discriminante, para determinar la consistencia de los datos de acuerdo con las variables observadas





Conclusiones

Los Segmentos de costas que presentan una mayor vulnerabilidad ante el ascenso del mar por el Cambio Climático en la provincia de Panamá Oeste, se encuentran en los sectores de Chame y San Carlos. Este sector actualmente cuenta con un gran potencial turístico, por lo que se hace necesario tomar medidas de mitigación y adaptación, para no tener afectaciones en esta rama económica, que es tan importante para esta región.

Existe una alta vulnerabilidad en área de grandes núcleos poblados ubicados en Arraiján y La Chorrera, si no se toma las medidas de adaptación ante el ascenso del mar, los sistemas de alcantarillado colapsarán, creando un problema de salubridad humana.

Existen una alta vulnerabilidad en la bahía de Chame, debido al sistema de manglar, al afectarse esta área protegida de Uso Múltiple, se afectarán los ecosistemas biológicos costeros y en efecto los sistemas económicos de grupos sociales en su mayoría de clase humilde que dependen de estos recursos.

Referencias Bibliográficas

- Aboudha, Pamela A.O. (2009). *Application and Evaluation of Shoreline Segmentation Mapping Approaches to Assessing Response to Climate Change on the Illwara Coast, South East Australia*. Australia: University of Wollongong.
- Boisier Etcheverry, Sergio. (2007). *Territorio, Estado y Sociedad en Chile. La Dialéctica de la descentralización: entre la Geografía y la Gobernabilidad*. España: Universidad de Alcalá.
- Box, Jason E. (2001). *Surface water vapor exchanges on the Greenland ice sheet derived from automated weather station data*. Estados Unidos de América: Universidad de Colorado.
- Hamilton, Jacqueline Margaret. (2005). *Tourism, Climate Change and the Coastal Zone*. Alemania: Universidad de Hamburgo.
- Hildebrand, Lawrence. (2009). *Power sharing in the coastal zone shifting roles of government in community-based coastal management*. Canadá: Universidad de Cardiff.



- Hinkel, Jochen. (2008). *Transdisciplinary knowledge integration cases from integrated assessment and vulnerability assessment*. Países Bajos: Universidad de Wageningen.
- Pendleton, Elizabeth A; Thieler, E. Robert y Jeffress Williams, S. (2004). *Coastal vulnerability assessment of Cumberland island national seashore (cuis) to sea-level rise*. Estados Unidos de América: U.S. Geological Survey.
- Pendleton, Elizabeth A; Thieler, E. Robert y Jeffress Williams, S. (2006). *Relative coastal change- potential assessment of Kenai Fjords National Park*. Estados Unidos de América: U.S. Geological Survey.
- Pendleton, Elizabeth A; Thieler, E. Robert y Jeffress Williams, S. (2006). *Relative coastal change- potential assessment of Glacier Bay National Park and Preserve*. Estados Unidos de América: U.S. Geological Survey.
- Sales de Aguiar, Thereza R. (2009). *Corporate Disclosure of Greenhouse Gas Emissions – a UK study*. Reino Unido: Universidad de St. Andrews.
- Schleupner, Christine. (2009). *GIS as integrating tool in Sustainability and Global Change*. Alemania: Universidad de Hamburgo.
- Van Roosmalen, Lieke. (2009). *The effects of future Climate Change on groundwater and stream discharge in Denmark*. Dinamarca: Universidad de Copenhagen.
- Velasquez Chena, Luis Ricardo. (2004). *Política Ambiental, Innovación Empresarial y Territorio. Estudios de Casos: Macizo Del Caroig, Vall D'albaida Y Garrotxa*. España: Universidad Complutense de Madrid.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (15 de 08 de 2023). *IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change*. Obtenido de <http://www.ipcc.ch/>
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (15 de 08 de 2023). *National Oceanic and Atmospheric Administration - Homepage*. Obtenido de <http://www.noaa.gov>
- US Geological Survey. (15 de 08 de 2023). *USGS.gov - science for a changing world*. Obtenido de <https://www.usgs.gov>