

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ANTE TSUNAMIS EN LA CIUDAD DE PUNTARENAS, COSTA RICA.

EVALUATION OF VULNERABILITY TO TSUNAMIS IN THE CITY OF PUNTARENAS, COSTA RICA.

Sr. Diego Mesén Jiménez¹ y Sr. Gustavo Barrantes Castillo²

RESUMEN

Se realizó una estimación de la vulnerabilidad ante tsunamis en la ciudad de Puntarenas, Costa Rica, utilizando las Unidades Geoestadísticas Mínimas (UGM) contenidas en el Censo de Población y Vivienda del país para el 2011. Dicha vulnerabilidad se definió a partir de cuatro subvariables: población discapacitada y dependiente, pobreza, educación y exposición, las que a su vez fueron agrupadas en dos variables: socioeconómica y ambiental, para finalmente tener un total de 13 indicadores explicativos. Una vez definido el esquema de vulnerabilidad, se procedió a recolectar la información del censo y realizar los cálculos. Los resultados obtenidos fueron cuatro mapas por cada subvariable y un mapa integrado del índice vulnerabilidad.

Palabras claves: Índice Vulnerabilidad, Unidades Geoestadísticas Mínimas, Tsunami, Ciudad de Puntarenas.

ABSTRACT

An estimate of vulnerability to tsunamis was made in the city of Puntarenas, Costa Rica, using the Minimum Geostatistical Units (UGM) contained in the 2011 Population and Housing Census for the country. Vulnerability was defined based on four subvariables: disabled and dependent population, poverty, education and exposure, which in turn were grouped into two variables: socioeconomic and environmental, to finally have a total of 13 explanatory indicators. Once the vulnerability scheme was defined, the census information was collected and the calculations were made. The results obtained were four maps for each subvariable and an integrated map of the vulnerability index.

Keywords: Vulnerability Index, Minimum Geostatistical Units, Tsunami, City of Puntarenas.

¹ Master en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección, Universidad Nacional, Costa Rica.

² Profesor asociado, Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional, Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad se define como la condición intrínseca de ser afectado por un suceso causado por un conjunto de condiciones y procesos físicos, sociales, económicos y/o ambientales. Se determina por el grado de exposición y fragilidad de los elementos susceptibles de ser afectados, como la población, sus bienes, las actividades económicas y servicios, el ambiente y la limitación en su capacidad para recuperarse (Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo No. 8488, 2006).

La vulnerabilidad se compone de dos factores: la sensibilidad del sistema y el grado de exposición.

La sensibilidad se refiere al grado de repuesta del sistema ante la presión, mientras la exposición es la medida de tiempo y área en que la actividad permanece ante la presión (Retana, 2013).

La exposición a tsunamis ha aumentado como consecuencia del crecimiento de la infraestructura comercial y turística, así como por el crecimiento de la población en las zonas costeras (Rivera, Arozarena, Chacón y Barrantes, 2016). Las costas del Pacífico de Costa Rica son en su gran mayoría tierras altas seguras y menos vulnerables, sin embargo, las zonas de Quepos, Esterillos, Jacó y Puntarenas, son áreas planas y por ende más vulnerables a tsunamis (Fernández y Alvarado, 2004)

Al menos 49 tsunamis han afectado las costas centroamericanas y destacan que de éstos al menos 15 llegaron a las costas costarricenses entre 1539 y 1996, diez en las costas del Pacífico y cinco en las del Caribe (Fernández, 2001).

El Instituto de Tecnología Karlsruhe (KIT, por sus siglas en inglés) elaboró un índice de riesgo para los sitios turísticos con mayor pérdida económica por el impacto de tsunami, en el que se destaca la ciudad de Puntarenas (Rosen, 2018).

Puntarenas está ubicado en una barra de arena 10 km de largo y 400 m en su parte más ancha, a escasos 2 metros sobre el nivel del mar, y una laguna costera la separa de tierra firme. Su singular topografía plana y su ubicación en el vértice del Golfo de Nicoya. Estos factores aumentan la exposición de la población al embate de un tsunami (Ortiz, Fernández y Rojas, 2001).

Aunado a lo anterior, la ciudad de Puntarenas presenta una serie de problemas socioeconómicos y ambientales, entre los que se encuentran: la contaminación al golfo de Nicoya y del estero de Puntarenas, las deficientes vías de comunicación, la existencia de tugurios especialmente en los barrios ubicados al este de la ciudad, la poca infraestructura para atender el turismo, la mala infraestructura urbana, el desempleo y la falta de planificación, entre otros. Todos estos problemas acentúan la vulnerabilidad de la ciudad ante la amenaza a tsunamis (Arias, 2008).

Frente a este panorama la vulnerabilidad ante tsunamis ha sido objeto de una serie de investigaciones tanto a nivel nacional como internacional, las cuales se consideran atinentes al tema de investigación y sus objetivos. Específicamente en el tema de vulnerabilidad por tsunamis, Chile es el país donde se han realizado más investigaciones sobre cómo abordar el tema de análisis vulnerabilidad, a continuación, se detallan algunas investigaciones.

El primer estudio denominado Reconstruir con capacidad de resiliencia: El casco histórico de la ciudad de Constitución y el sitio del desastre del terremoto y tsunami, hace una estimación del estado de avance de la reconstrucción en la ciudad de Constitución, luego del tsunami sucedido en el año 2010. En esta investigación se lograron identificar serias deficiencias en los procesos de reconstrucción, lo que ocasionó que se crearan nuevas vulnerabilidades y poca resiliencia entre la comunidad (Contreras y Beltrán, 2015).

En la investigación titulada Percepción de la vulnerabilidad global ante tsunami en el borde costero de Chile Central, se hace una evaluación de cada una de las dimensiones de la vulnerabilidad, para posteriormente estimar la vulnerabilidad global, lo cual se representó por medio de mapas de la ciudad en categorías que varían entre alto medio y bajo. Este trabajo fue realizado por medio de encuestas e información de fuentes secundarias (Jaque, Horacio, Córdoba y Quesada, 2017).

El tercer estudio y el más pertinente para los objetivos de la presente investigación, es el trabajo llamado Evaluación de la vulnerabilidad social ante amenazas naturales en Manzanillo (Colima). Un aporte de método. Este trabajo consiste en un método para estimar vulnerabilidad social ante amenazas naturales. La metodología comprende la selección de 12 variables que se agruparon en cuatro grupos, para finalmente construir un mapa dividido en tres clases de vulnerabilidad social. La información se consiguió mediante la realización de 147 encuestas dirigidas a personas residentes en las viviendas ubicadas en el área de estudio. En esta indagación se concluye, que los resultados obtenidos validan la metodología en su doble dimensión, tanto en su capacidad coherente y pertinente de transformación, análisis y síntesis de datos, así como un instrumento veraz de interpretación de la realidad (Thomas, 2013).

En el caso de Costa Rica y específicamente en el sitio de estudio que es la ciudad de Puntarenas, se han realizado varias investigaciones las cuales en su mayoría han sido realizadas por el doctor Mario Fernández Arce, geólogo de la Universidad de Costa Rica.

En un estudio sobre Análisis de riesgo de inundación por tsunami en Puntarenas, Costa Rica, se realizaron simulaciones para estimar la inundación por tsunami en Puntarenas, utilizando parámetros previamente definidos. Uno de los resultados obtenidos es que la altura del tsunami en la costa sería de aproximadamente 3,5 metros, lo cual podría variar de acuerdo al estado de la marea. Sin

embargo, el resultado más relevante de destacar es que el análisis de riesgo por tsunami en Puntarenas presenta situaciones viables de manejar en caso de contar un Sistema de Alerta Temprana (SAT) (Ortiz, Fernández y Rojas, 2001).

Otra de las investigaciones realizada en el área de estudio y denominada Vulnerabilidad y Capacitación Comunitaria ante Tsunamis en Costa Rica, expone la potencial amenaza que tiene la costa Pacífica a ser afectada por sismos que originen tsunamis. Además, presenta la vulnerabilidad que poseen dichas costas principalmente la ciudad de Puntarenas debido a su morfología, razón por la cual proponen que la única forma de evitar grandes catástrofes es por medio de la educación, como medida para proteger las comunidades (Fernández y Alvarado, 2004).

El Sistema Nacional de Monitoreo de Tsunamis (SINAMOT) de la Universidad Nacional (UNA), está elaborando mapas de evacuación por tsunami, incluyendo a la ciudad de Puntarenas. Esto lo realizan por medio de un Sistema de Información Geográfica (SIG) y cartografía participativa. No obstante, no cubre el estudio de la vulnerabilidad intrínseca de las diferentes comunidades para hacer frente a la amenaza de un tsunami, aspecto central en la planificación.

El objetivo del presente estudio fue desarrollar un indicador espacial de vulnerabilidad de la población residente en la ciudad de Puntarenas, Costa Rica, ante tsunamis, utilizando la información censal y un SIG.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en el distrito de Puntarenas y comprende un área de 13,20 km² que se extiende desde la punta de la ciudad hasta La Angostura, y se encuentra rodeada por el océano Pacífico, con excepción del punto de acceso terrestre (ver figura 1) (Mesén, 2022).

El cantón de Puntarenas fue creado por la Ley No. 22, del 4 de noviembre 1862 y comprende los distritos: Puntarenas, Pitahaya, Chomes, Lepanto, Paquera, Manzanillo, Guacimal, Barranca, Monteverde, Isla del Coco, Cóbano, Chacarita, Chira, Acapulco, El Roble y

Arancibia. (Municipalidad de Puntarenas, 2012).

La zona posee un clima caliente con alta humedad y temperaturas que promedian los 27°C. La precipitación promedio es de 1.750 mm, en un periodo lluvioso que se extiende de mayo a noviembre y un periodo seco de diciembre a abril (Ministerio de Agricultura y Ganadería, s.f.).

La ciudad se encuentra asentada en una flecha de arena, la cual tiene una dirección este-oeste, con su punta orientada al oeste y ligeramente combada al sureste en su extremo occidental. Su longitud es de 10 km desde la desembocadura del río Naranjo hasta la punta, con un ancho máximo de 600 m, mientras que la zona más angosta mide

aproximadamente 50 m en la zona de La Angostura (Denyer, Cardenas y Kruse, 2004).

Se ubica entre las coordenadas medias CRTM05 1.104.116,28 latitud norte y 413.721,02 longitud oeste; con una altitud máxima de cuatro metros sobre el nivel medio del mar (Mora et al, 2008). El área de estudio se divide en tres: El Cocal, que se extiende de La Angostura hasta el Parque Marino del Pacífico; Puntarenas Centro, que incluye lugares como el mercado, la Clínica de la Caja Costarricense del Seguro Social, las áreas financieras y finaliza en los Tribunales de Justicia; y el barrio El Carmen, que se extiende del Estadio Lito Pérez hasta el embarcadero de los ferris (Mesén, 2022).

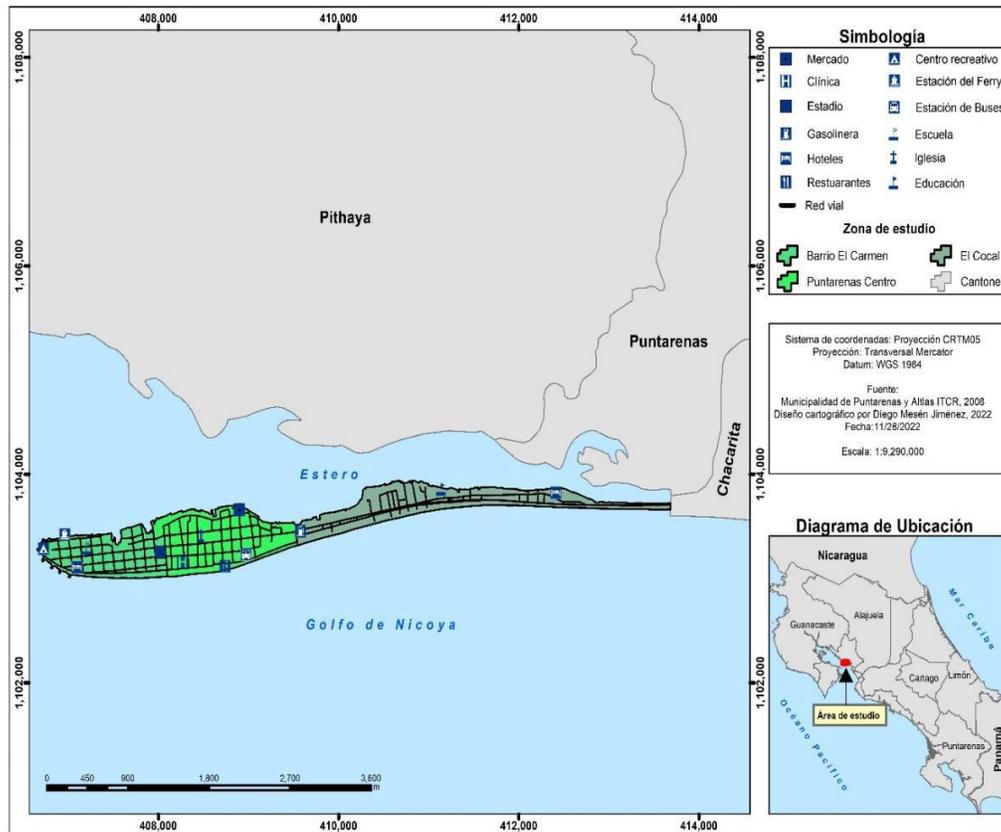


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la construcción del Índice de Vulnerabilidad, se tomó la información socioeconómica contenida en las Unidades Geoestadísticas Mínimas (UGM), del Censo

de Población y Vivienda del 2011, elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC). La información ambiental fue tomada de los modelados de inundación por tsunami elaborados por el SINAMOT de la Universidad Nacional. Dicha información fue

procesada mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG).

El índice de vulnerabilidad se construyó a partir de los datos contenidos en las UGM, que representan la división territorial mínima del país, que las cuales contienen información económica, social y socioeconómica, desarrollada exclusivamente para fines estadísticos (INEC, 2010). Las UGM poseen forma poligonal de superficie variable y generalmente equivale a lo que comúnmente se denominan cuadrantes urbanos. Dadas sus características, las UGM permiten obtener datos a nivel más específico facilitando el análisis espacial.

La vulnerabilidad se construyó de acuerdo las siguientes premisas: movilización, resiliencia, conocimiento y exposición a la amenaza. Para ello se definieron cuatro subvariables relacionadas con dichas premisas que son: población discapacitada y dependiente, pobreza, educación y ambiental, las cuales a su vez son explicadas mediante 13 indicadores.

Tomando en cuenta lo anterior, se consideraron vulnerables aquellos individuos que presentaran las siguientes características: personas con limitada movilidad, adultos mayores e infantiles, habitantes que tuvieran necesidades básicas insatisfechas, personas con escasa escolaridad, analfabetas o con rezago o aplazamiento escolar. En la tabla 1, se

presenta la ficha técnica donde se explica de manera detallada cada indicador de acuerdo al modelo de vulnerabilidad desarrollado.

La recolección y el procesamiento de la variable socioeconómica se realizó mediante los siguientes pasos: a) Se contabilizó el número de personas por indicador para cada UGM del Censo del INEC, 2011. b) Se estandarizaron los indicadores (de 0 % a 100 %). c) Se realizó la suma de los indicadores estandarizados para cada subvariable.

En el caso de la variable ambiental, se realizaron los siguientes procesos: a) Se relacionaron las profundidades de flujo y las UGM. b) Se realizó el promedio de las diferentes alturas de ola para cada UGM utilizando el modelo de inundación del SINAMOT. c) Se agruparon las alturas de acuerdo a tres rangos a saber, un primer rango que va de 16,71 cm a 60,24 cm, se estandarizó a 33,3%; el segundo grupo comprendido entre 60,25 cm y 103,78 cm correspondió a 66,6%; y el último grupo de 103,79 cm a 147,31 cm, equivalente 100%. Lo anterior, con el fin de hacerlo comparable con las otras variables.

El Índice de Vulnerabilidad integrado se obtuvo promediando los resultados de las cuatro subvariables, es decir, se sumaron los resultados obtenidos y se dividieron entre la cantidad de subvariables. En la figura 2 se muestra el diagrama de la metodología.

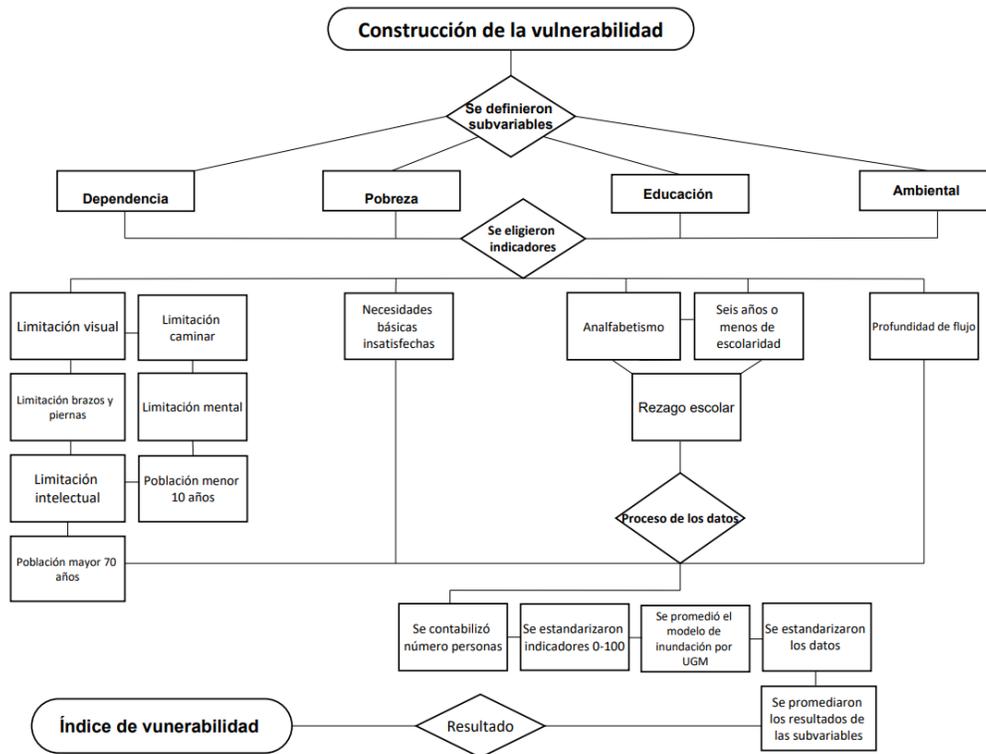


Figura 2. Proceso metodológico para la construcción del Índice de vulnerabilidad. Fuente: Elaboración propia.

Subvariable	Indicador	Significado del indicador	Unidad expresión	Relación de la vulnerabilidad con amenaza a tsunamis	Fuente
DEPENDENCIA	Limitación visual	Incluye a las personas que manifestaron tener dificultades visuales permanentes, ya sea de forma parcial o total, aun teniendo los anteojos o lentes puestos. También se incluyó a personas que manifestaron tener problemas para ver por alguna circunstancia económica (INEC, 2010).	Número de personas con alguna discapacidad de movilidad descrita o dependencia de otro ser humano.	Principalmente en lo que se refiere a la movilización o evacuación y a la dependencia de otro ser humano ante eventos de tsunamis (Retana et al, 2017).	Censo de Población y Vivienda (INEC, 2011).
	Limitación para caminar	Se refiere a las personas que presentan dificultades permanentes para caminar dentro o fuera de la vivienda, subir gradas en la vivienda, edificios o medios de transporte. Excluye a las personas con lesiones o quebraduras temporales y/o que se encuentren en rehabilitación (INEC, 2010).			
	Limitación de brazos y piernas	Considera a las personas que presentaban limitación permanente para controlar voluntariamente el movimiento de brazos y/o piernas, lo que les impide de manera permanente coger, manipular, levantar un objeto o llevar algo de un sitio a otro. Excluye personas con quebraduras (INEC, 2010).			
	Limitación mental	Incluye a personas con problemas que afectan su desarrollo intelectual como por ejemplo retardo mental y síndrome de Down, entre otros (INEC, 2010).			
	Limitación intelectual	Personas que por alguna condición mental tienen limitación permanente para relacionarse con las demás personas o para el desarrollo de habilidades interpersonales (bipolar, esquizofrenia, entre otros) (INEC, 2010).			
	Población menor de 10 años	Segmento de la población que es menor de 10 años de edad.			
	Población mayor de 70 años	Segmento de la población mayor a los 70 años de edad.			

Subvariable	Indicador	Significado del indicador	Unidad expresión	Relación de la vulnerabilidad con amenaza a tsunamis	Fuente
POBREZA	Necesidades básicas insatisfechas	Hogares que no satisfacen sus necesidades de acceso a albergue digno, vida saludable, y acceso a otros bienes y servicios (Retana et al, 2017).	Cantidad de personas que tienen al menos alguna necesidad básica insatisfecha.	Las condiciones de pobreza hacen más difícil la recuperación de los hogares ante eventos de tsunamis u otra amenaza (Calero, Maldonado y Molina, 2008).	Censo de Población y Vivienda (INEC, 2011).
EDUCACIÓN	Analfabetismo	Ausencia de conocimientos que tiene una persona en el ámbito de la lectura y escritura. Si la persona solo escribe, sólo lee o sólo sabe firmar, escribir su nombre o manifiesta que en algún momento supo leer y escribir, pero se le olvidó, se debe considerar que no sabe ni leer y ni escribir (INEC, 2010).	Número de personas que no saben leer y ni escribir.	Desvinculación de las políticas de prevención y desconocimiento de la población sobre las amenazas existentes (Dettmer, 2002).	
	Seis años o menos de escolaridad Rezago escolar	Es la cantidad de años escolaridad. Se incluyen aquí las personas que tienen 6 años o menos de escolaridad (INEC, 2010). El rezago escolar se refiere a personas de entre los 7 y 17 años con dos o más años de retraso respecto a la edad oficial del nivel de escolaridad correspondiente.	Cantidad de personas que solo aprobaron la primaria.		
AMBIENTAL	Profundidad de flujo	Se refiere a la altura que va desde el suelo hasta la base de la ola producida por un tsunami en punto específico, lo que se expresa es el tamaño de la inundación en ciertos sectores de Puntarenas.	Las alturas se indican en metros	Entre mayor sea el tamaño de la inundación producida por la ola del tsunami, combinado con características socioeconómicas inestables, mayor es la vulnerabilidad.	Departamento de Física de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), 2019

Tabla 1. Ficha técnica de Indicadores de Vulnerabilidad. Fuente: Elaboración propia con datos INEC, 2011.

Finalmente, el resultado obtenido se reclasificó en tres grupos: baja, media y alta. En la obtención de estas clases, se utilizó el método de rupturas naturales del software ArcGIS (ver tabla 2).

Baja	Baja
17,70-31,66	17,70-31,66
Media	Media

Tabla 2. Clasificación del Índice de Vulnerabilidad Integrada Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las cuatro subvariables comprendidas en este estudio: dependencia, pobreza, educación y vulnerabilidad física.

SUBVARIABLE DEPENDENCIA.

La subvariable dependencia está compuesta por siete indicadores, que son: limitación visual, limitación para caminar, limitación en brazos y piernas, limitación intelectual, limitación mental, población menor 10 años y población mayor de 70 años.

Los resultados muestran que cerca del 35% de la población que vive en la ciudad de Puntarenas presenta vulnerabilidad por dependencia, siendo los indicadores de población menor de 10 años y población mayor a los 70 años los que tienen un mayor peso en el comportamiento de esta subvariable (ver figura 3).

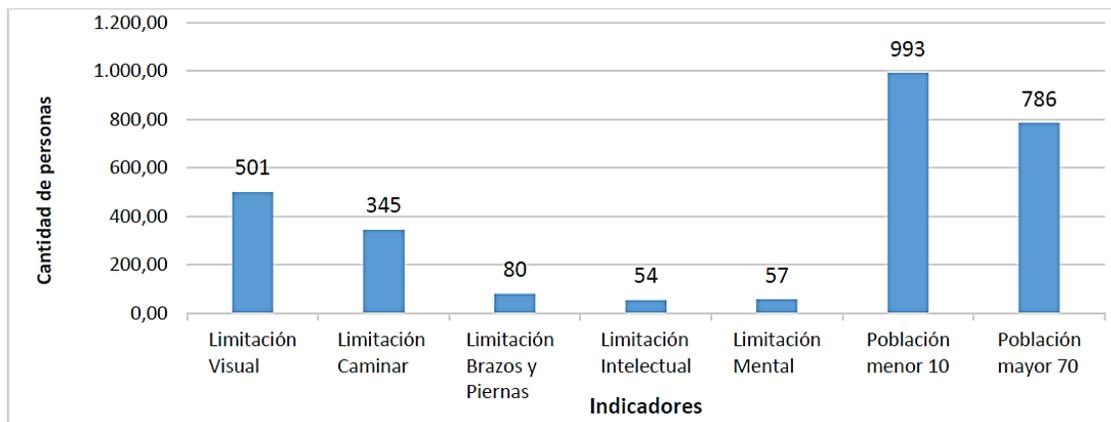


Figura 3. Comportamiento de los indicadores, subvariable Dependencia. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 4 se presenta la subvariable dependencia poblacional la cual no presenta un patrón espacial definido, sin embargo, se puede inferir lo siguiente: a) La mayoría de las UGM (112) se encuentran entre el rango de

baja a media vulnerabilidad, solamente 18 muestran una alta vulnerabilidad y las mismas se encuentran distribuidas por todos los sectores de la ciudad.

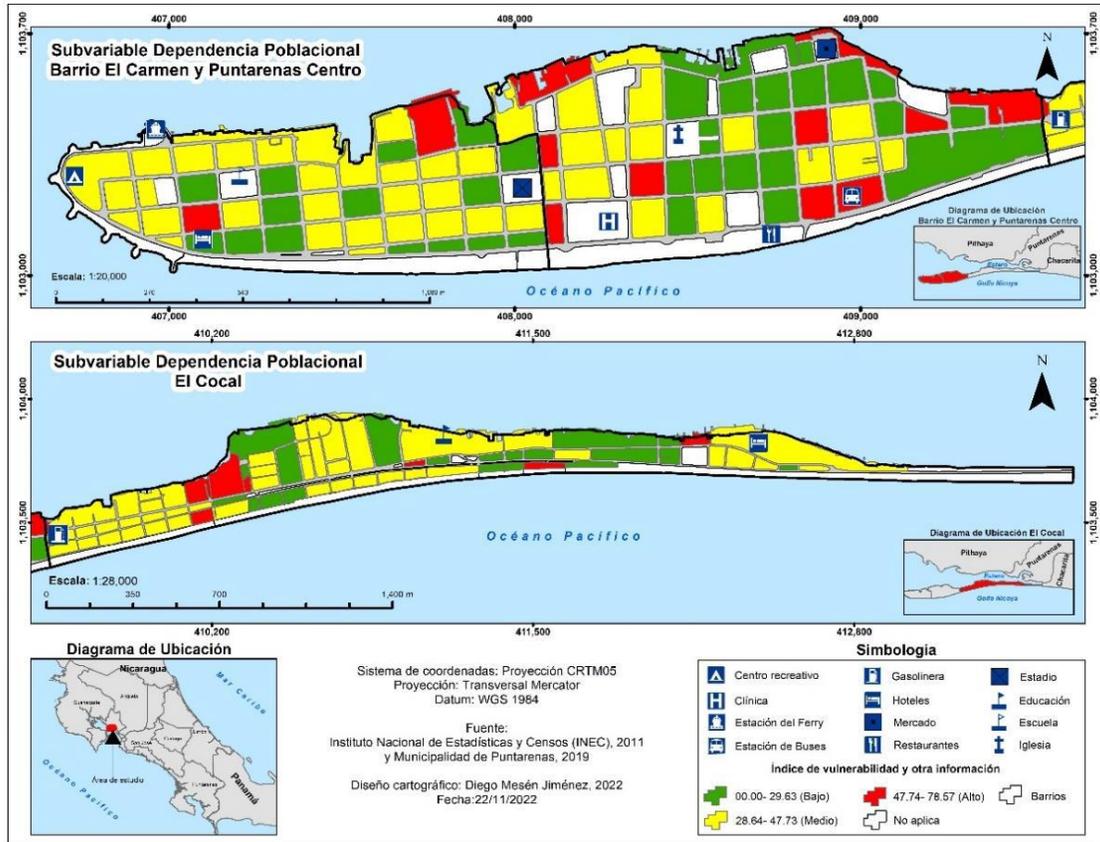


Figura 4. Subvariable Dependencia Poblacional, Puntarenas. Fuente: Elaboración propia.

SUBVARIABLE POBREZA.

La subvariable Pobreza se estimó utilizando el método de Necesidades Básicas Insatisfechas, cuyo objetivo fue identificar la población en estado de pobreza de la ciudad de Puntarenas, tomando en cuenta para ello aspectos que no se ven necesariamente reflejados en el nivel de ingreso del hogar (Feres y Mancero, 2001).

Comúnmente las Necesidades Básicas tienen insatisfechas cuatro indicadores: la necesidad de albergue, necesidad de vida saludable, necesidad de otros bienes y acceso a la educación, sin embargo, en esta investigación se eliminó el indicador acceso a la educación, con el fin de que no hubiera redundancia con la subvariable educación.

Los resultados obtenidos mostraron, que alrededor del 14% de la población de la ciudad de Puntarenas vive en condición de pobreza, el indicador de necesidad de albergue fue el

que presentó el mayor valor, seguido por la necesidad de otros bienes (ver Figura 5).

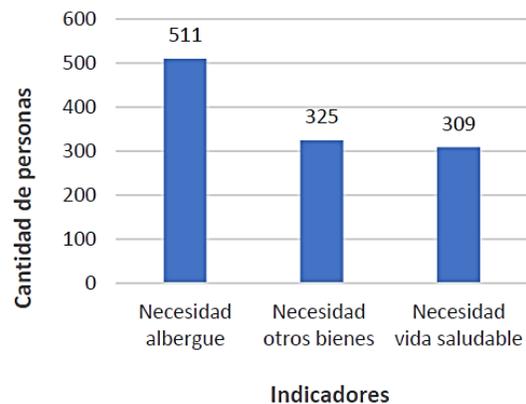


Figura 5. Comportamiento de los indicadores de la subvariable Pobreza. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6 se presenta el mapa de la subvariable pobreza, el cual muestra un comportamiento muy particular: a) Los rangos de vulnerabilidad varían entre bajos y medios y se encuentran distribuidos por toda la

ciudad. b) Las zonas de alta vulnerabilidad están ubicadas en Puntarenas Centro (con dos UGM) y en el Barrio El Carmen (cuatro UGM). c) La mayoría de UGM de baja vulnerabilidad se encuentran en el sector del

Barrio El Carmen, esto debido principalmente a que esta zona posee una dinámica turística.

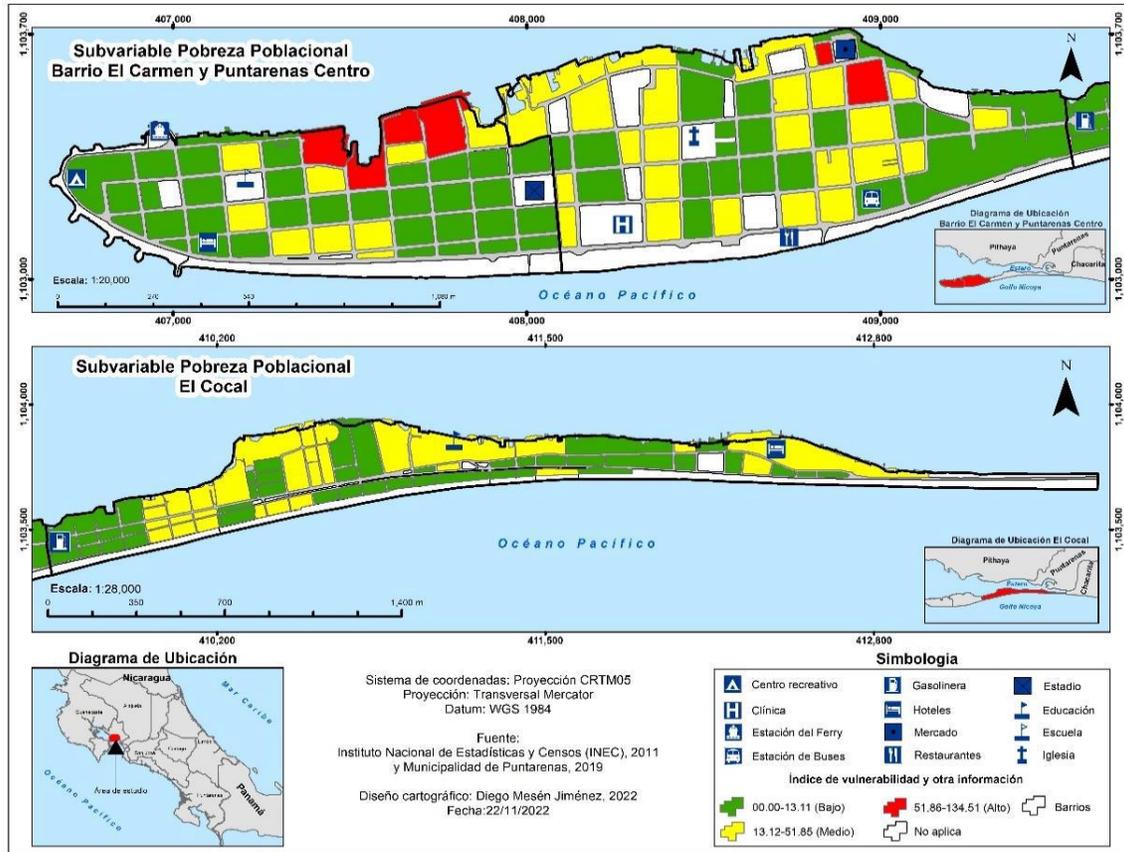


Figura 6. Subvariable Pobreza Poblacional, Puntarenas. Fuente: Elaboración propia.

SUBVARIAIBLE EDUCACIÓN.

La subvariable educación, está compuesta por tres indicadores: población analfabeta, población con seis o menos años de escolaridad y población con rezago escolar. Los resultados muestran, que la misma está muy influenciada por el indicador población con seis o menos años de escolaridad, lo cual indica una baja educación en población de la ciudad de Puntarenas, los otros dos indicadores (población analfabeta y rezago escolar) no tienen mayor peso en el índice de esta subvariable (ver Figura 7).

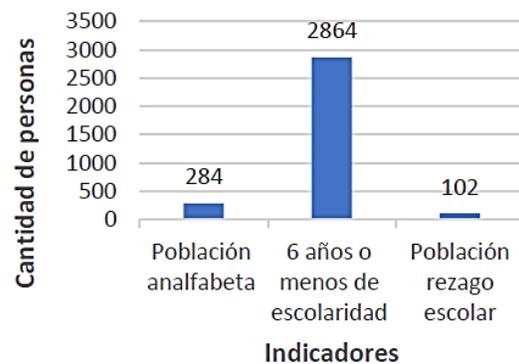


Figura 7. Comportamiento de los indicadores de la subvariable Educación. Fuente: Elaboración propia.

La representación gráfica de la subvariable educación poblacional, no mostró un comportamiento espacial definido, sin embargo, se evidencia lo siguiente: a) Los rangos de vulnerabilidad varían entre medios y altos. b) Las zonas de alta vulnerabilidad se ubican en los sectores del Cocal y en el norte

del Barrio El Carmen. c) Las zonas de baja vulnerabilidad son pocas y se encuentran distribuidas en el Barrio El Carmen y Puntarenas Centro (ver figura 8).

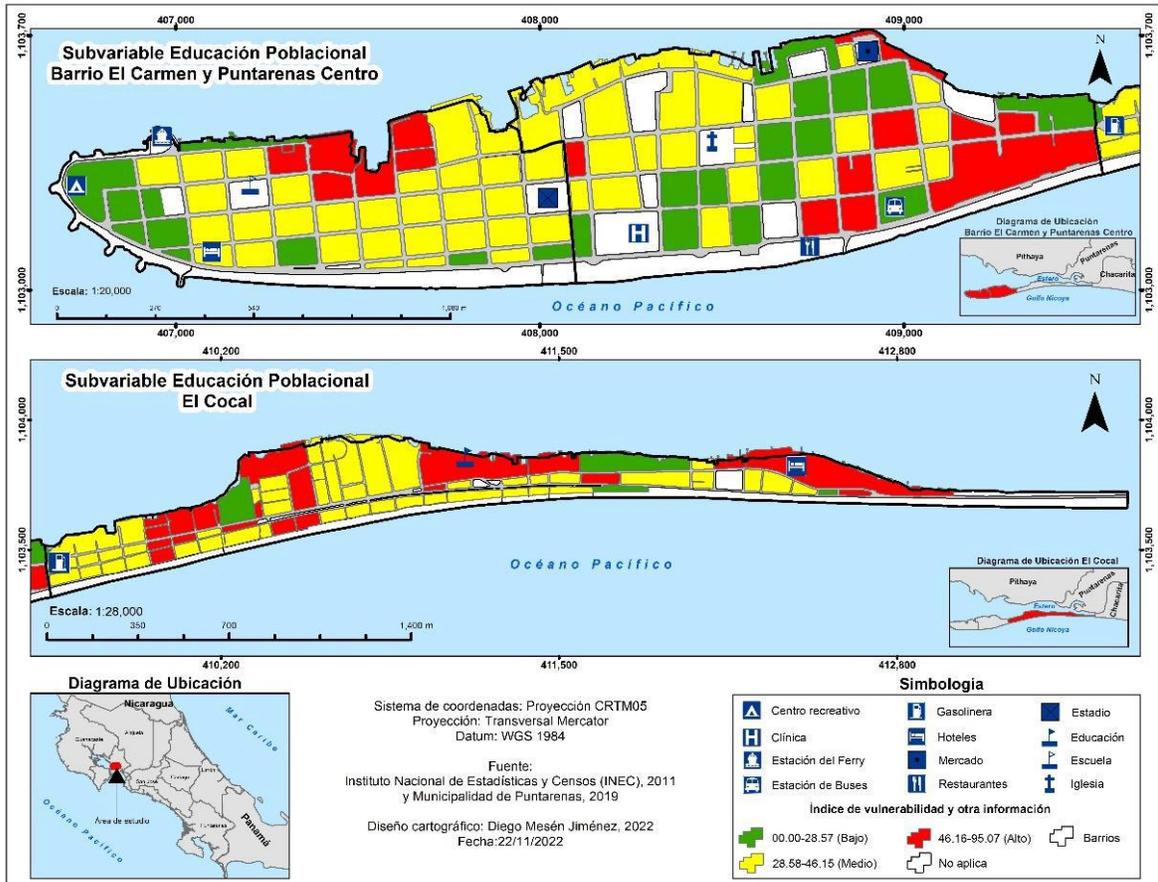


Figura 8. Mapa subvariable Educación Poblacional, Puntarenas. Fuente: Elaboración propia.

SUBVARIABLE FÍSICA.

La subvariable física se definió por la profundidad de la inundación, que según Rivera (2021) es la altura de la inundación en un punto específico del piso a la base. En este estudio se encontró que, en el 62% de la ciudad de Puntarenas prevalece el rango de vulnerabilidad media, lo que incluye a 73 UGM en esta condición (ver Figura 9).

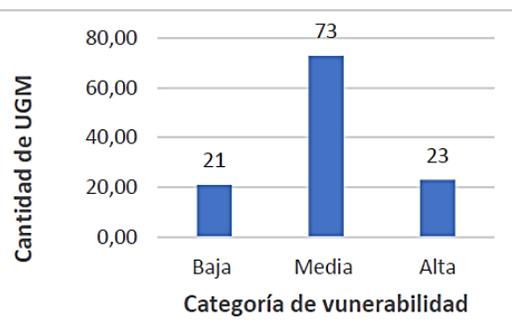


Figura 9. Comportamiento de los indicadores. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10 se muestra el comportamiento de la subvariable física, donde se puede observar un comportamiento espacial muy

bien definido. En el sector de la angostura se presentan las profundidades de flujo más altas, las cuales podrían alcanzar promedios de hasta 1,47 m aproximadamente. Siguiendo en dirección oeste hacia la ciudad, el rango cambia a una vulnerabilidad media, finalizando en sector de la punta con las

profundidades más bajas con promedios de aproximadamente 0,16 m.

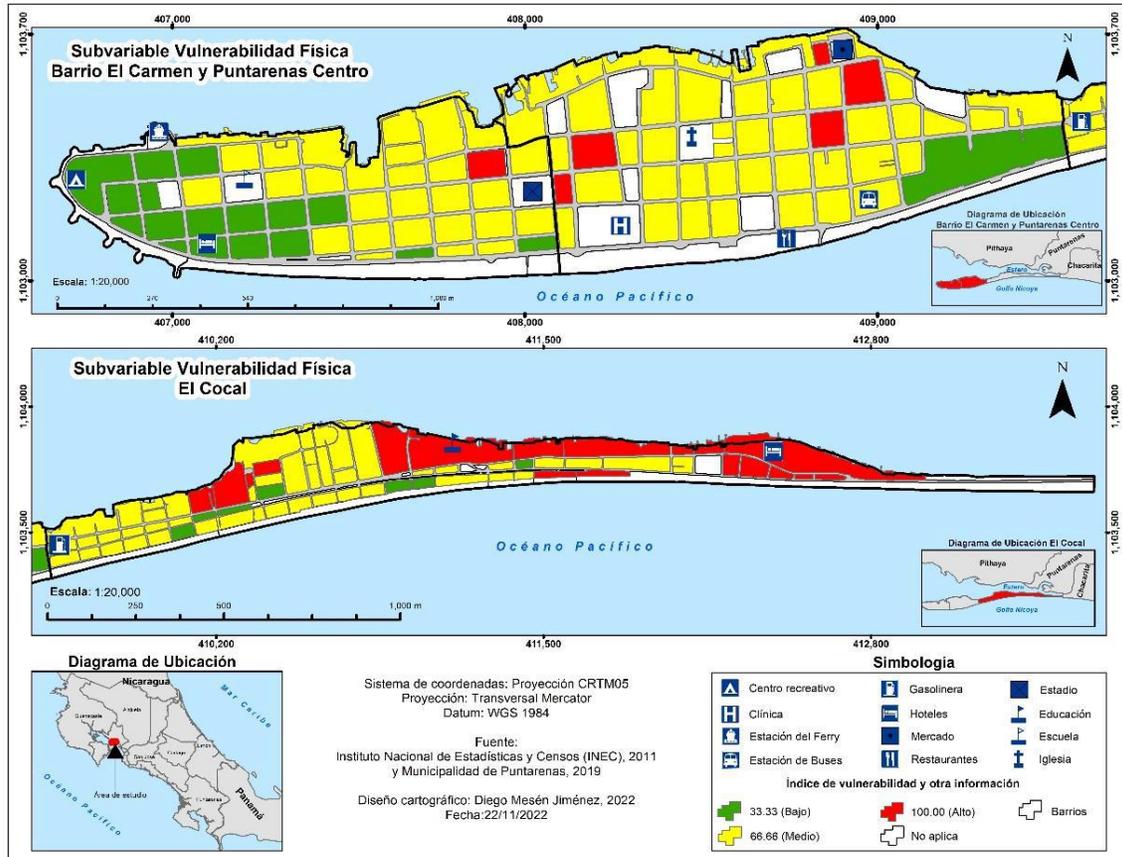


Figura 10. Subvariable Física, Puntarenas. Fuente: Elaboración propia.

VULNERABILIDAD INTEGRADA.

La vulnerabilidad integrada está compuesta por las subvariables: Dependencia, Pobreza, Educación y Vulnerabilidad Física. Su determinación se realizó mediante la integración de las variables Socioeconómica y Física.

El análisis de los resultados socioeconómicos mostró, que existen aproximadamente 7.211 personas con alguna carencia, lo que representa el 89% de la población de Puntarenas.

En la figura 11 se puede observar, que la subvariable educación es la que más aporta al índice con un 45%, seguida por la dependencia con 39% y por último la pobreza

con el 16%. A estos resultados se le debe sumar el aporte de la vulnerabilidad física.

En el análisis de la vulnerabilidad integrada se encontró, que de las 117 UGM que conforman la ciudad de Puntarenas, 22 están en rango de baja vulnerabilidad, 69 en categoría media y 26 en alta vulnerabilidad. De estas 26 UGM que poseen alta vulnerabilidad, 12 se encuentran en sector del Cocal, 10 en Puntarenas Centro y 4 en la zona del Barrio El Carmen (ver figura 12).

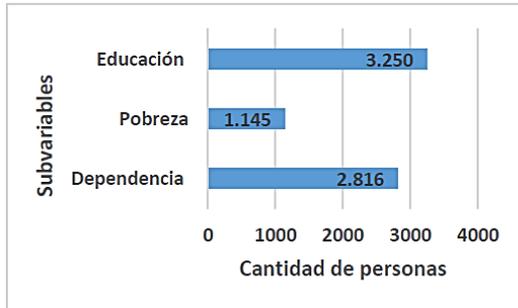


Figura 11. Comportamiento de las subvariables socioeconómicas en el Índice de Vulnerabilidad Integrada. Fuente: Elaboración propia.

Según lo mostrado en la figura 12, se puede indicar que: a) El índice de vulnerabilidad está concentrado en el rango de vulnerabilidad media, distribuido principalmente en los sectores del Cocal y Puntarenas Centro. b) Las zonas de baja vulnerabilidad se ubican principalmente en el Barrio El Carmen, sin embargo, es importante destacar que en la parte norte de este sector se encuentran cuatro UGM que presentan una alta vulnerabilidad. c) El rango de alta vulnerabilidad se encuentra ubicado en su mayoría en el distrito del Cocal.

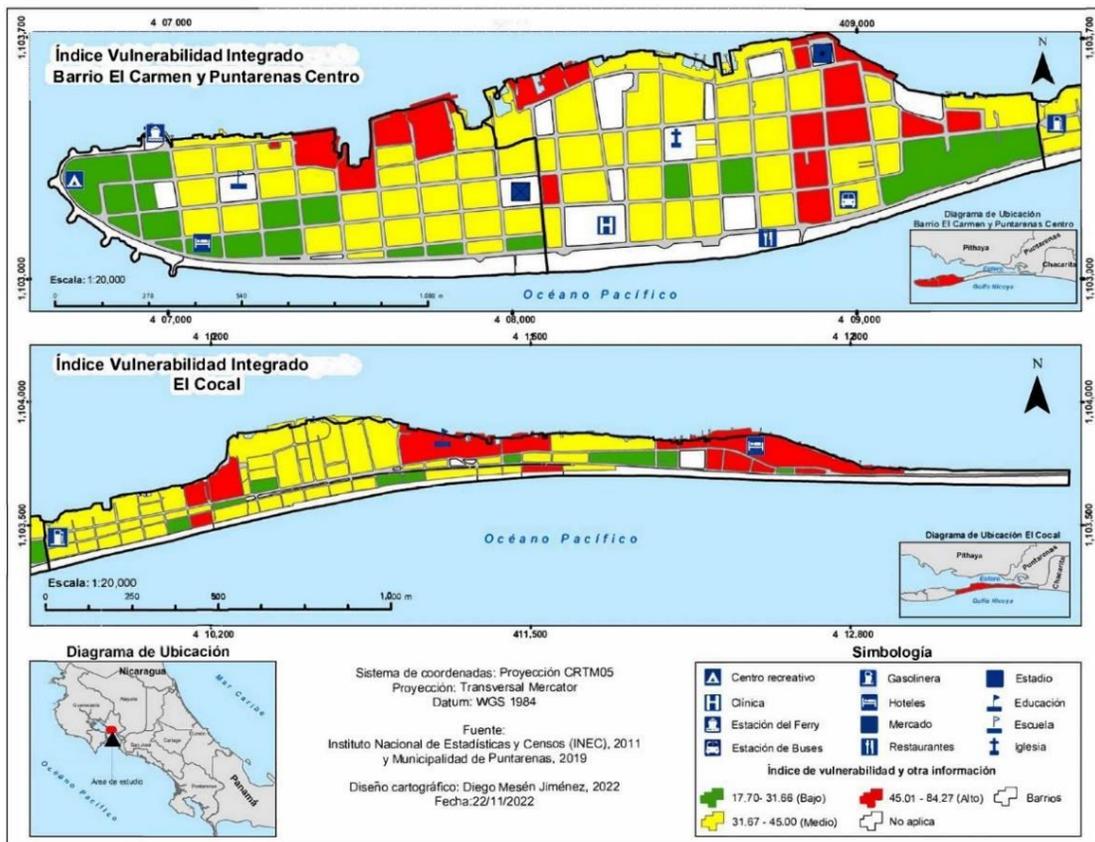


Figura 12. Vulnerabilidad Integrada de la ciudad de Puntarenas

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Del análisis realizado se desprende que la subvariable dependencia poblacional es central para el análisis de la vulnerabilidad por tsunamis en la ciudad de Puntarenas, ya que identifica las personas que necesitarán ayuda para su movilidad en caso de un evento por tsunami.

En cuanto a la subvariable pobreza se refiere, la figura 6 muestra que en el área de estudio los rangos de vulnerabilidad varían entre bajos y medios y se encuentran distribuidos por toda la ciudad. De acuerdo con Chen et al., (2018), la mayor pobreza se concentra en los distritos aledaños (Barranca, Chacarita, Guacimal y Chomes), mientras la ciudad refleja un índice medio de satisfacción a las necesidades básicas.

Los resultados de la subvariable educación son preocupantes, ya que reflejan una gran necesidad en la población en este tema. Lo anterior, es debido a que en la ciudad de Puntarenas las empresas predominantes son Pymes dedicadas en su mayoría al comercio y servicios, las cuales tienen deficiencias en capacitación, no cuentan con una adecuada gestión empresarial y tanto los empleados como los dueños poseen una baja escolaridad.

Anudado a lo anterior, la mayoría de las personas que cuentan con estudios o habilidades técnicas, migran a la Gran Área Metropolitana en busca de mejores oportunidades laborales.

En lo que respecta a la vulnerabilidad física, los resultados mostraron un comportamiento espacial muy definido (ver figura 10). La espacialidad tan marcada está determinada por la batimetría del lugar (profundidad del océano) y no por la topografía, lo cual hace que se atenúe hacia oeste.

Es importante mencionar, que el Índice de Vulnerabilidad no es fiel reflejo de las condiciones actuales de la ciudad de Puntarenas, esto debido a que está limitado a la información social y económica disponible, y no considera las transformaciones del espacio geográfico. No obstante, este estudio permitió obtener un panorama general respecto a la vulnerabilidad, para poder identificar las debilidades y las posibles acciones de prevención y mitigación que se podrían implementar en caso de tsunami.

Además, la conformación de un Índice de Vulnerabilidad Integrada permitió, la identificación de necesidades para cada uno de los sectores de la ciudad de Puntarenas, lo cual es de suma importancia en el abordaje de los problemas según los requerimientos específicos de cada sector.

Este estudio logró también, identificar las UGM con mayor vulnerabilidad en la ciudad de Puntarenas, mostrando las subvariables más influyentes en cada una de ellas y que deberían ser contempladas en los planes de emergencia de esta área en particular.

Debido a la alta exposición de la ciudad de Puntarenas a tsunamis, conocer el grado y

distribución de vulnerabilidad en dicha ciudad resulta central en su incorporación en la planificación territorial, y en especial en los planes de atención de emergencias, tanto en el corto como a largo plazo.

Por otra parte, es importante considerar el aumento en la población actual, así como sus características socioeconómicas, ya que esto podría modificar la vulnerabilidad calculada en este trabajo. Según las proyecciones del INEC (2010), para el año 2022 se estima un crecimiento de la población de 1.997 personas.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye, que la subvariable que ejerce mayor influencia en el Índice de Vulnerabilidad es la educación. Se encontró también que cerca del 14% de la población vive en situación de pobreza, siendo el indicador con mayor peso la necesidad de albergue (511).

Se considera que la poca educación formal de la población afecta la empleabilidad, lo que a su vez tiene como resultado una mayor población en condiciones de pobreza, aumentando la delincuencia y la indigencia, entre otros problemas sociales.

Dado lo anterior, es fundamental intervenir con acciones específicas las subvariables de educación y pobreza, debido a la relación complementaria que tienen.

El mayor porcentaje de personas que muestra una vulnerabilidad poblacional corresponde a los menores de 10 años y mayores de 70, con un 22% del total. Dado que dicha población se encuentra en una situación de dependencia, se concluye que tardarán más tiempo en desplazarse en caso de emergencia. Por lo anterior, el tener esta población identificada en los planes de emergencia debe ser prioritario para salvaguardar las vidas humanas.

De las 117 UGM incluidas en este estudio que conforman la ciudad de Puntarenas, 26 mostraron una alta vulnerabilidad socioeconómica, distribuidas de la siguiente manera: 12 en el sector del Cocal, 10 en Puntarenas Centro y 4 en el Barrio El Carmen. Estas zonas deberían ser consideradas como

prioritarias en los planes locales de atención de emergencias.

Por último, el bajo nivel de escolaridad y las condiciones de analfabetismo, puede resultar un inconveniente a la hora de planificar y realizar simulacros, tanto por la dificultad de comprender el fenómeno físico, como de atender a las indicaciones para actuar antes y durante una emergencia.

AGRADECIMIENTO

Al Programa de Geomorfología Ambiental (PROGEA) de la Universidad Nacional, por el apoyo en la elaboración del índice de Vulnerabilidad de la ciudad de Puntarenas.

BIBLIOGRAFÍA

ARIAS, L., 2008. Vulnerabilidad en el Cantón de Puntarenas, Costa Rica. Revista Electrónica de las Sedes Regionales de la Universidad de Costa Rica. 15(8), pp. 11-25. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/666/66615073002.pdf>.

CARDONA, O.D., 2003. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y Riesgo. Centro de Estudios sobre Desastre y Riego, Bogotá. Disponible en: <https://www.desenredando.org/public/articulos/2001/repvuln/RepensarVulnerabilidadyRiesgo-1.0.0.pdf>.

CONTRERAS, Y. y BELTRÁN, M., 2015. Reconstruir con capacidad de resiliencia: El casco histórico de la ciudad de Constitución y el sitio del desastre del terremoto y tsunami del 27 de febrero del 2010. Revista INVI. 30 (83), pp. 79-115. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/invi/v30n83/art03.pdf>

CHEN, S. et al., 2018. Desarrollo y empleo en Puntarenas, reto social e institucional. Universidad de Costa Rica. Sede Regional del Pacífico. Disponible en: <https://www.srp.ucr.ac.cr/sites/default/files/pdf>

DENYER, P., CÁRDENAS, G. y KRUSE, S., 2004. Registro histórico y evolución de la barra arenosa de Puntarenas, Golfo de Nicoya, Costa Rica. Revista Geológica de América Central. 31, pp. 35-59. Disponible en:

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/geologica/article/view/7245/6925>.

FERES, J.C. y MANCERO, X., 2001. El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina. Sección de Estadísticas Sociales de las Naciones Unidas. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4784/S0102117_es.pdf.

FERNÁNDEZ, M., 2001. Daños, Efectos y Amenaza de Tsunamis en América Central. Revista Geológica de América Central. 26, pp. 71-83. Disponible en: <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/11409>.

FERNÁNDEZ, M. y ALVARADO, G., 2004. Vulnerabilidad y capacitación comunitaria ante tsunamis en Costa Rica. Revista Reflexiones. 83 (2), pp. 51-60. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/reflexiones/article/view/11402/10751>.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSO, 2010. Proyección de Población. Disponible en: <https://services.inec.go.cr/proyeccionpoblacion/frmproyec.aspx>.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSO, 2010. Manual para censistas: X Censo Nacional de Población VI de vivienda. Disponible en: https://inec.cr/wwwisis/documentos/Censo_2011/Manual%20Encargado.pdf.

JAQUE, E. et al., 2017. Percepción de la vulnerabilidad global ante tsunami en el borde costero de Chile Central. Universidad de Santiago de Compostela. Sémata: Ciencias Sociales e Humanidades. 29, pp. 29-65.

LA GACETA No. 8, 11 de enero de 2006. Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo No. 8488. Disponible en: <https://www.ucr.ac.cr/medios/documentos/2015/LEY-8488.pdf>.

MESÉN, D.A., 2022. Evaluación de la vulnerabilidad ante amenaza de Tsunamis para la ciudad de Puntarenas, Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, s.f. Caracterización del área de influencia: caracterización agroecológica. Agencia de Extensión de Esparza. Disponible en: https://www.mag.go.cr/regiones/pacifico_central/Caracterizacion-AEA-Esparza.pdf.

MORA, F. et al., 2006. Plan Regulador de la Ciudad de Puntarenas propuesta de zonificación sobre el uso actual al distrito primero del Cantón de Puntarenas. Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. Dirección de Urbanismo-Municipalidad de Puntarenas. Disponible en: http://puntarenas.go.cr/images/PDF/Planes_reguladores/reglamento%20plan%20regulador.pdf.

MUNICIPALIDAD DE PUNTARENAS, 2012. Reseña histórica. Disponible en: http://www.puntarenas.go.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=253.

ORTIZ, M.; FERNÁNDEZ, M. y ROJAS, W., 2001. Análisis de Riesgo de Inundación por Tsunamis en Puntarenas, Costa Rica. GEOS. 21 (2), pp. 108-113. Disponible en: <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/11404>.

RETANA, J.A., 2013. Un sistema de alerta temprana de sequias basado en el fenómeno El Niño: en ruta hacia la adaptación del sector agropecuario ante el cambio climático. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos. 12 (2), pp. 5-17.

RIVERA, F. et al., 2016. Metodología para la Evaluación de Rutas de Evacuación en caso de Tsunami Aplicado a la Costa del Pacífico Norte y Central de Costa Rica. Revista en Torno a la Prevención. No 1, pp. 17-26. Disponible en: <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/17597>.

ROSEN, C., 2018. Zonas turísticas de la región vulnerables ante tsunamis. Disponible en: <https://www.scidev.net/americalatina/medio-ambiente/noticias/zonas-turisticas-de-la-region-vulnerables-ante-tsunamis.html>.

THOMAS, J., 2013. Evaluación de la vulnerabilidad social ante amenazas naturales en Manzanillo (Colima). Un aporte de método. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. UNAM. 81, pp. 79-93. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n81/n81a7.pdf>.