PERCEPCIÓN DE LA AMENAZA POR OLEAJES SEVEROS EN LAS COMUNIDADES DE CALDERA Y LA CUEVA, PUNTARENAS, COSTA RICA

Jeaustin Chinchilla Guerrero [1*] y Gustavo Barrantes Castillo [1]

1. Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

*Autor de correspondencia: jeaustin.chinchilla.guerrero@est.una.ac.cr

DOI:
https://doi.org/10.55467/reder.v9i2.200

RECIBIDO
16 de mayo de 2024

ACEPTADO
22 de septiembre de 2024

PUBLICADO
1 de julio de 2025

Formato cita Recomendada (APA):
Chinchilla Guerrero, J. & Barrantes Castillo, G. (2025). Percepción de la amenaza por oleajes severos en las comunidades de Caldera y La Cueva, Puntarenas, Costa Rica. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER, 9*(2), 141-155. https://doi.org/10.55467/reder.v9i2.200

Todos los artículos publicados en REDER siguen una política de Acceso Abierto y se respaldan en una Licencia CreativeCommons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres (REDER)

RESUMEN

En las recientes décadas, los cambios en el clima han intensificado fenómenos meteorológicos, como los oleajes severos. En la región Pacífico Central de Costa Rica, las comunidades de Caldera y La Cueva han sido gravemente afectadas por estos eventos. Con el fin de analizar la vulnerabilidad y la percepción frente a la amenaza, se realizaron encuestas en 23 viviendas de ambas comunidades. La cercanía de las viviendas con respecto a la línea de costa y el retroceso de la misma, así como la baja condición económica y falta de organización social, recaen en un aumento de la vulnerabilidad física y socioeconómica. El 52,1% de las encuestas revelan que se percibe al cambio climático y la construcción del puerto de Caldera, como las principales causas de la erosión costera. Como parte de propuestas, las medidas estructurales rígidas como rompeolas y malecones resultan ser las más mencionadas por los locales (56,5%). Ambas comunidades presentan alta exposición ante eventos extremos de oleaje y dificultades para recuperarse, con una necesidad por involucrar la participación comunal en la gestión del riesgo.

PALABRAS CLAVES

Oleajes severos; Erosión costera; Percepción de amenaza; Participación comunal; Costa Rica

HAZARD PERCEPTION DUE TO SEVERE WAVES IN THE COMMUNITIES OF CALDERA AND LA CUEVA, PUNTARENAS, COSTA RICA

ABSTRACT

In recent decades, changes in climate have intensified meteorological phenomena, such as strong waves. In the Central Pacific region of Costa Rica, the communities of Caldera and La Cueva have been severely affected by these events. To analyze vulnerability and threat perception, surveys were conducted in 23 homes in both communities. The proximity of homes to the coast and their retreat, as well as the low economic condition and lack of social organization, result in an increase in physical and socioeconomic vulnerability. 52.1% of the surveys reveal that climate change and the construction of the Caldera port are perceived as the main causes of coastal erosion. As part of proposals, rigid structural measures such as breakwaters and dikes turn out to be the most mentioned by locals (56.5%). Both communities have high exposure to extreme events and difficulties recovering, with the need to involve community participation in risk management.

KEYWORDS

Severe waves; Coastal erosion; Hazard perception; Community participation; Costa Rica

INTRODUCCIÓN

El calentamiento global ha provocado importantes modificaciones climáticas en todo el planeta, producto de la emisión de gases de efecto invernadero que desencadenan mayores temperaturas, expansión térmica y el deshielo de los casquetes polares, lo que a su vez aumenta el nivel medio del mar (García, 2014; Lindsey, 2021; Malla et al, 2022). Estos cambios han exacerbado, en intensidad y frecuencia, los fenómenos meteorológicos que se manifiestan como eventos extremos, tales como tormentas tropicales, marejadas ciclónicas u oleajes severos (Wijetunge & Neluwala, 2023). Este último caracterizado por fuertes vientos y mareas altas que representan amenazas constantes para las comunidades costeras que habitan en playas arenosas. Según Cardona (2001), la amenaza se define como "la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado" (p. 9), en este caso hace referencia al oleaje que pueden resultar en inundaciones y erosión costera, lo que puede llevar a la pérdida parcial o total de terreno, infraestructura, bienes e incluso vidas humanas.De acuerdo con Lizano (2007), en las costas de Centroamérica el oleaje puede alcanzar suficiente altura o energía para causar fuertes impactos en las costas. En el litoral pacífico de Costa Rica, se registran alturas de olas de hasta 2,81 metros en el Pacífico Central (Lizano, 2007).

Específicamente para el sector de playa Caldera, la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) ha elaborado una serie de informes técnicos sobre la amenaza que representa el fuerte oleaje para las comunidades adyacentes a la playa. En este sentido, se resalta la amenaza por *acción marina* en la comunidad de La Cueva (CNE, 2007). Se destacan los incidentes por oleaje en los años 2012 y 2014 (Chavarría, 2017) que afectaron directamente a las viviendas de la comunidad de Caldera, producto de una marejada por tormenta en el Pacífico Sur, con olas incluso superiores a los 4 metros de altura, sepultando viviendas hasta con 2 metros de arena, acelerando el retroceso de la línea de costa y exponiendo a viviendas ubicadas en la Zona Marítimo Terrestre (ZMT) ante mareas altas y fuertes oleajes (CNE, 2017). Igualmente, se advierte sobre los daños estructurales causados por la erosión costera que han llevado a la desocupación de viviendas y creado problemas de salud pública, como la proliferación de criaderos de dengue debido al anegamiento del terreno (CNE, 2018).

Por su parte, Ruiz et al. (2023) reportan que la playa de Caldera experimenta inestabilidad cuando ocurren oleajes de tormenta, especialmente durante mareas extraordinarias. Según Lizano (2006), esta situación se agrava durante los años en los que ocurre el fenómeno del Niño (ENOS), tal como ocurrió en 2023; cuando se presentaron marejadas y mareas altas extraordinarias que generaron la salida de olas hasta la carretera nacional N°23 y comunidades aledañas. Durante este evento se registró un severo oleaje con olas de hasta 2 metros de altura, causando importantes daños en infraestructura residencial, la carretera y la ciclovía, además de inundar el área, exponiendo a conductores y transeúntes a condiciones peligrosas que dificultaron su tránsito seguro (Barrantes & Sandoval, 2023). Agregando a lo anterior, Suárez (2023), afirma que durante el mes de septiembre: "el poder del mar ocasionó daños considerables en viviendas inundadas, comercios, carreteras e infraestructuras cercanas a la playa", esta situación preocupa tanto a residentes como comerciantes que incluso han sufrido de pérdidas totales de negocios o viviendas por este fenómeno (Piña, 2023).Ante esta situación, es fundamental analizar la percepción local ante las amenazas asociadas a la erosión costera, como factores claves para comprender el riesgo presente en Caldera. De acuerdo con Cardona (2001) el riesgo se define como "el potencial de pérdidas que pueden ocurrirle al sujeto o sistema expuesto, resultado de la relación entre la amenaza y la vulnerabilidad". Comúnmente se ha considerado al riesgo como medible y cuantificable, según el daño probable consecuente a un desastre. Sin embargo, la perspectiva anterior no reconoce que los riesgos puedan ser socialmente construidos e influenciados por la percepción de la población vulnerable (Salazar et al, 2022). Por esto, Ferrari & Monti (2013) sostienen que ante cualquier práctica de gestión del riesgo, resulta de suma importancia el preanálisis de la percepción social del riesgo.

Percepción del Riesgo

La geografía de la percepción y del comportamiento ofrece un enfoque centrado en la concepción de un espacio percibido, sentido y vivido que incorpora parámetros subjetivos en contraposición con el dato y su análisis desde el enfoque empírico (Cuadra, 2014). Denominada también corriente conductual, centra su atención en el comportamiento de quien actúa sobre la base subjetiva de lo que percibe y no de lo que es, en un sentido positivista (Siso, 2010).

La percepción humana genera la formación de una imagen del mundo real, misma que influye directamente en el comportamiento de los individuos. La vinculación entre la percepción del entorno con el comportamiento se produce mediante el acto de la decisión (Capel, 1973). En la geografía, los estudios sobre la percepción se iniciaron con el análisis de eventos naturales vinculados con desastres y posteriormente se incluyeron las acciones antrópicas que provocaron desastres, para llegar finalmente a los ajustes como a las respuestas humanas ante los mismos (Capel, 1973). En este sentido Gilbert White, Robert Kates e Ian Burton, crearon un nuevo paradigma en la investigación de los desastres, referido a la forma como el ser humano lidia con los desastres y la incertidumbre asociada a los mismos (Rubiano, 2009).

La ocupación de áreas afectadas por eventos o amenazas naturales, como llanuras aluviales, calderas volcánicas, sitios tectónicamente activos y la zona costera, lleva a considerar si estas amenazas son adecuadamente dimensionadas o del todo no lo son. En este sentido, Barrantes et al. (2008) encuentran que la población que no experimentó directa o indirectamente el lahar de Taras de Cartago (Costa Rica), ocurrido en 1963, tiende a subvalorar la amenaza actual, lo que ha aumentado el riesgo como producto de una mayor exposición en condiciones de alta vulnerabilidad.

En términos generales, los estudios realizados sobre la percepción de amenazas naturales han puesto de manifiesto una visión distorsionada y optimista (Capel 1973). Por ejemplo, la frecuencia percibida de un evento natural o amenaza es menor de lo que en realidad ocurre (Loureiro, 2020). Es muy frecuente que la percepción del riesgo no coincida con la valoración empírica de la amenaza, situación que constituye el objeto fundamental de la llamada geografía de la percepción (Capel 1973).

La geografía de la percepción busca comprender el espacio subjetivo y no al individuo o grupo social que lo habita (Muñoz, 2010). Boira (1992) ofrece un esquema clásico para referir a los momentos en el método de la geografía de la percepción. Inicialmente se analiza el espacio percibido mediante técnicas o instrumentos de recolecta de información como encuestas y entrevistas; posteriormente se examina la información obtenida por fuentes documentales ya existentes, como informes técnicos, estadísticas y mapas. Finalmente, se agrupan, complementan e interpretan los datos e información obtenidas para contrastarlos, en procura de la comparación y confrontación de las dos dimensiones del espacio, objetiva y subjetiva.

Cabe destacar que, dentro del concepto de percepción del riesgo, se encuentra la percepción de la amenaza, que se centra en cómo las comunidades e individuos identifican, interpretan y reaccionan ante los peligros potenciales que eventualmente podrían desencadenarse (o repetirse), en un lugar y momento determinado, en este caso, vinculado al origen, intensidad, frecuencia y acciones para enfrentar los oleajes severos, inundaciones y erosión costera en Caldera. Esto permite analizar la forma en que los residentes perciben las amenazas mediante una imagen colectiva que incide en el comportamiento y decisiones que se toman sobre el espacio (Ferrari, 2013), lo que puede repercutir en la vulnerabilidad, y por ende, en el riesgo.

Este enfoque orientó el desarrollo de la investigación, entendiendo que la percepción frente a eventos extremos de oleaje, aporta la vulnerabilidad tanto individual como colectiva, a partir del conocimiento de las características geográficas y su dinámica espacial, donde las personas llevan a cabo su vida cotidiana ante la amenaza concreta (Sandoval & Voss, 2016). Por lo tanto, en este estudio se analiza cómo las comunidades de Caldera y La Cueva perciben la amenaza de oleaje severo con el propósito de evaluar su contribución en la vulnerabilidad y el riesgo aceptado. Además, se busca documentar el alcance de los daños e involucrar a la población local en la identificación y propuesta de medidas de prevención y mitigación basadas en su percepción.

ÁREA DE ESTUDIO

Playa Caldera abarca aproximadamente 3,5 km de extensión, se encuentra en el distrito del mismo nombre, el cual es el número 6 del cantón de Esparza, provincia de Puntarenas (Figura 1), a una distancia de alrededor de 20 kilómetros al sur de la ciudad cabecera de Puntarenas y a 26 km al oeste de Orotina. Sus coordenadas geográficas medidas corresponden a 9°55'26.37"N y 84°42'50.82"W. La playa presenta arenas grisáceas, acantilados escarpados, aguas azuladas de fuerte oleaje y variaciones mareales características de la costa pacífico costarricense.

Durante la época seca, Caldera es uno de los destinos turísticos más visitados por los costarricenses, debido a su localización estratégica con respecto a las rutas nacionales N°23 y

N°27, su cercanía con la ciudad capital de Costa Rica a aproximadamente 90 km de distancia, y la posibilidad de disfrutar de una playa que ofrece servicios comerciales y turísticos a pocos minutos de la Gran Área Metropolitana (GAM).

Figura I. Área de estudio
Fuente: Autores, 2025.

De acuerdo con Venegas (2012), las familias que habitan en el sector de Caldera, generalmente son de bajos recursos, alto grado de analfabetismo en relación con el resto del cantón (>13%), y altos niveles de desempleo (>7%). La población total es de aproximadamente 500 habitantes entre los poblados de Caldera, La Cueva y Mata de Limón, y mantiene una densidad relativamente baja de 28 hab/km2 (Venegas, 2012). Entre las principales fuentes de empleo se encuentran los servicios, la industria y el Puerto de Caldera, el cual cabe destacar, es el segundo de mayor importancia en el país, y el principal puerto de comercio internacional en el litoral pacífico de Costa Rica.

Playa Caldera está claramente delimitada por cuatro elementos naturales en el que se encierra el desarrollo urbano. Al oeste la playa limita con el Océano Pacífico, al norte y noreste con las grandes formaciones rocosas de Roca Carballo y Fila Carballo. Al este, el manglar de Mata de Limón crea un contorno natural marcado alrededor del cual se han establecido asentamientos,

mientras que al sur, también hay morfologías de origen antrópico, como las instalaciones de Puerto Caldera y su rompeolas, que están limitados por la ladera escarpada del Alto de las Mesas (Ruiz et al., 2023).

Las comunidades en estudio se encuentran sobre un terreno plano próximo a la línea de costa, incluso, gran parte de las viviendas se encuentran dentro de la ZMT. En los sectores del norte, noreste y sur, la expansión de las comunidades ha sido obstaculizada por acantilados de alturas entre 100 y 150 metros, de las cuales fluyen quebradas con escaso caudal durante los meses de lluvia. El manglar Mata de Limón es el principal cuerpo de agua en la zona, alimentado principalmente por el riachuelo Cambalache y quebradas intermitentes (SINAC, 2018), que luego se transforma en un estero que desemboca en la Bahía Caldera, que cuenta con aguas someras de entre 9 y 15 m de profundidad.

El clima se caracteriza por una estación seca que va de mediados de noviembre a abril, y otra lluviosa que ocurre en los meses restantes. La precipitación suele ser baja, con un promedio anual que ronda entre los 1300 a 1700 mm, la temperatura media anual es de 27°C, con una evapotranspiración potencial anual menor a 1710 mm y un índice de humedad de 16,7 a 33,3% (Venegas, 2012).

En un estudio de la Bahía de Caldera realizado por Saborío (1982) se menciona que la playa de Caldera tiene influencia de la refracción del oleaje que orienta el arco de playa. De esta manera, el oleaje inicialmente toca fondo en el sector de la boca de Mata de Limón (2,5 metros de profundidad), para posteriormente hacerlo en dirección de la roca Carballo. Asimismo informa que cerca del puerto de Caldera se presenta una pluma de sedimento.

De acuerdo con Lizano (2007), el oleaje puede ser de origen local o remoto. Este aumenta hasta alcanzar su punto máximo en septiembre-octubre, coincidiendo con el período más intenso de los vientos del oeste ecuatorial y las brisas marinas, alcanzando hasta 2,81 metros en la altura de las olas características de la región.

METODOLOGÍA

Como técnica de recopilación de información sobre la percepción del riesgo, se optó por una encuesta. El perfil del encuestado corresponde a personas mayores de 18 años que habitan en las comunidades de Caldera y la Cueva. El instrumento consistió de doce preguntas entre abiertas y cerradas, que incluía información básica como el lugar de origen, tiempo de vivir en el sitio, razones para habitarlo, así como preguntas acerca del conocimiento sobre el oleaje y erosión costera, cómo se vive la situación actual y futura respecto a la amenaza. Se aprovechó las encuestas para registrar las afectaciones a la propiedad o vida cotidiana vinculadas con el oleaje, la respuesta gubernamental en temas de emergencia y prevención, así como el estado de la organización local existente en caso de emergencia. La encuesta se aplicó el 8 de octubre del 2023, con base en un muestreo aleatorio simple, teniendo en cuenta las viviendas de las comunidades como la unidad muestral, alcanzándose con un tamaño de muestra del 31% del total de viviendas.

En total fueron encuestadas 23 viviendas ubicadas a lo largo de la ruta nacional N°23, desde el sector comercial de Caldera al sureste, pasando por el sector más habitado en donde se ubica la escuela de Caldera y la antigua plaza de fútbol, hasta llegar a la comunidad de La Cueva en el sector noroeste de la playa. Se obtuvo información cuantitativa y cualitativa, que fue sistematizada y analizada. Adicionalmente, se registraron las coordenadas geográficas de las viviendas encuestadas para apreciar su distribución espacialmente (Figura 2).

Como complemento, se utilizaron fichas para registrar las observaciones de campo y toma de fotografías aéreas por medio de un vehículo aéreo no tripulado (VANT) o más conocido como drone, modelo DJI mini 3 Pro. Este último permitió corroborar las condiciones de amenaza y vulnerabilidad en la que habitan las familias de estas comunidades.

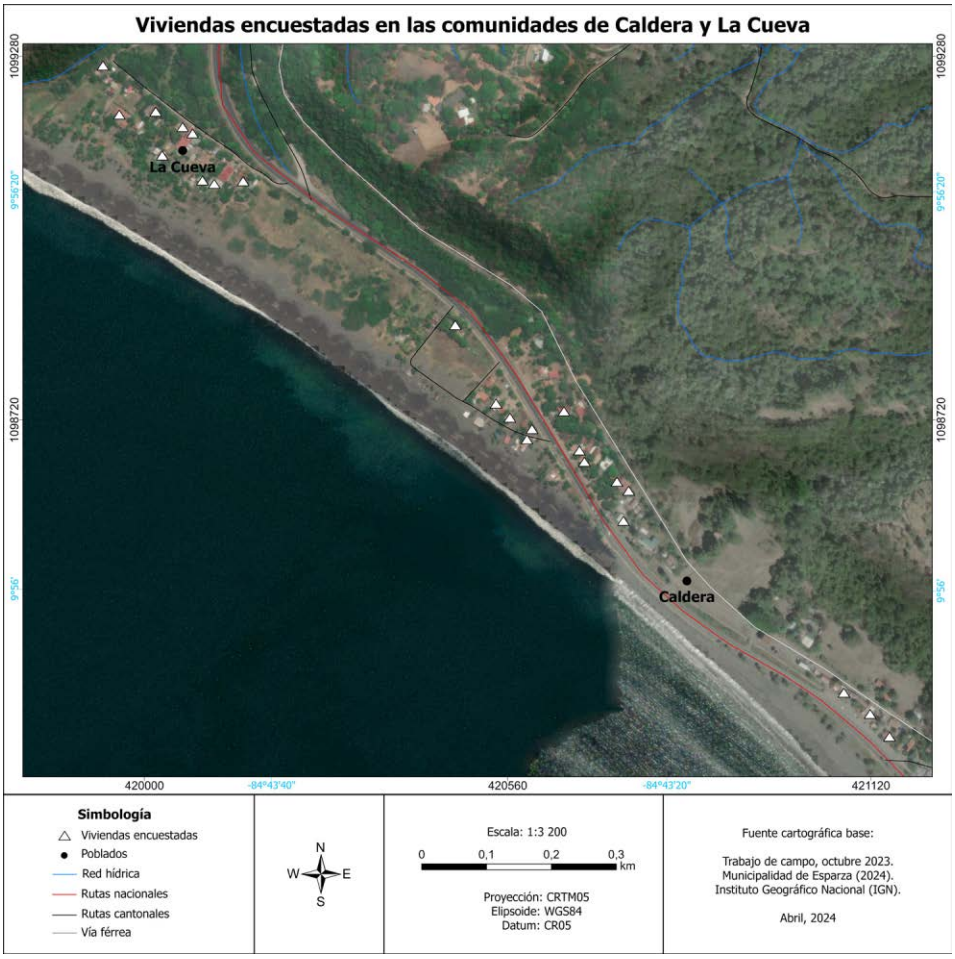

Figura 2. Viviendas encuestadas en las comunidades de Caldera y La Cueva
Fuente: Autores, 2025.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Exposición y condiciones de vulnerabilidad

La exposición entendida como vulnerabilidad física, en palabras de Wilches-Chaux, (1993): "se refiere especialmente a la localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo, y a las deficiencias de sus estructuras físicas para *absorber* los efectos de esos riesgos" (p.14). En este sentido, la figura 3 muestra la cercanía de viviendas a la línea de costa (menos de 50 m de retiro).

En la Figura 3 se aprecia el *enrocado* que se colocó en un sector de la playa, desde el mes de julio del año 2023, para proteger la vía, así como el avance del sedimento en la costa a causa de los fuertes oleajes de los últimos años. Por ejemplo, la antigua plaza de fútbol de Caldera quedó cubierta de arena desde hace 10 años aproximadamente. De acuerdo con las personas encuestadas, el mar ha ganado más de 100 m de terreno en las últimas décadas, razón por la cual se presentan más de 10 viviendas abandonadas.

Según las encuestas realizadas, la ocupación, de manera irregular, de Caldera inició hace más de 70 años, con un considerable aumento a lo largo del tiempo debido a la construcción de obras como el ferrocarril al Pacífico, la carretera nacional N°23 y el puerto de Caldera, dichas obras aumentarían las oportunidades de turismo y empleo en la playa. Actualmente, entre las comunidades de Caldera y La Cueva existen más de 100 viviendas dentro la ZMT, el cual se define en la ley N°6043, como "la franja de doscientos metros de ancho a todo lo largo de los litorales Atlántico y Pacífico de la República, cualquiera que sea su naturaleza, medidos horizontalmente a partir de la línea de la pleamar ordinaria" (Asamblea Legislativa, 1977). Es importante señalar que alrededor de un 25% de las viviendas ya han sido desalojadas, a partir de proyectos de reubicación y desalojo de las propiedades a causa del retroceso de la línea de costa. No obstante, se estima que actualmente la habitan un aproximado de 250 personas en condiciones de exposición altas frente a las marejadas, dado que, de la muestra de viviendas encuestadas, en promedio habitan 3 personas por vivienda.

Figura 3. Exposición de viviendas en la comunidad de Caldera
Fuente: Autores, 2024.

En relación con una vulnerabilidad técnica, cabe destacar que en su mayoría las casas fueron construidas con madera y blocks de concreto. Aunque este último material ofrece mayor resistencia, en el caso de la madera, ésta puede verse afectada por la humedad y plagas, lo que compromete la infraestructura, aumentando así la vulnerabilidad.

En el caso de la comunidad de Caldera, las viviendas se ubican a ambos lados de la carretera principal, pero en La Cueva, se dispone detrás de la carretera principal, del lado del mar, con una única calle de ingreso, como se observa en la Figura 4. En esta comunidad habitan aproximadamente 15 familias, que se ven afectadas por la falta de acceso a la comunidad durante los oleajes y eventuales evacuaciones durante labores de rescate, aunado a la presencia de personas con discapacidades físicas y auditivas en la comunidad, como adultos mayores en cama, sillas de ruedas y un caso de parálisis cerebral. De igual forma, en la comunidad de la Cueva se presentan inundaciones o anegamiento por aguas saladas a causa de la topografía plana, durante eventos lluviosos extremos, vientos fuertes y oleajes severos, de esta forma la comunidad es considerablemente afectada debido a la saturación del terreno que impide la filtración de las aguas durante días o semanas.

Figura 4. Exposición de viviendas en la comunidad de La Cueva
Fuente: Autores, 2025.

La vulnerabilidad de una comunidad es incrementada según la condición económica de los habitantes y la organización social entre ellos. Es decir, entre menor sean los ingresos, menor capacidad económica tendrán para prepararse y reconstruir lo perdido por eventos anteriores. Mientras que el factor social incide en la vulnerabilidad debido a que "el nivel de traumatismo social resultante de un desastre es inversamente proporcional al nivel de organización existente en la comunidad afectada" (Wilches-Chaux, 1993, p.17). Por lo tanto, en las comunidades en estudio se interpreta que presentan vulnerabilidad socioeconómica, debido a que la condición económica fue la principal motivación de los encuestados para asentarse en el espacio costero de Caldera de manera irregular, e igualmente se evidencia una ausencia en las redes de apoyo y cohesión comunitaria, lo que complica la organización social para enfrentar colectivamente las amenazas y limita las capacidades de respuesta y recuperación ante eventos extremos.

Las autoridades gubernamentales han hecho intentos por reubicar a los habitantes que todavía permanecen en la ZMT en otros sitios por medio de proyectos de vivienda como es el caso de Santa Marta en el distrito de Macacona de Esparza. No obstante, únicamente el 22% de los encuestados afirman recibir la propuesta de reubicación, más no la han aceptado por diversos motivos, entre ellos, consideran que las propiedades que se les ofrece no son equivalentes a los bienes que poseen, así como los de mayor edad y tiempo de habitar en el sitio, afirman no tener otra opción que permanecer en sus residencias, dado que han trabajado casi toda su vida en Caldera, en labores de ventas ambulantes, restaurantes, cabinas, pesca, turismo o bien en el sector de transportes y maquinaria del puerto, por lo que desplazarse 20 km desde la urbanización de Santa Marta, no es una opción viable para ellos. El restante 78% de los encuestados aseguran no haber recibido ningún tipo de propuesta de reubicación.

Percepción de la amenaza

Se valora la percepción comunitaria asociada a los oleajes severos y erosión costera debido a que esta podría aumentar la vulnerabilidad y con ello, el riesgo sobre elementos expuestos como la infraestructura y la salud pública (Barrantes et al., 2008).

Los eventos extremos de oleajes se presentaron con mayor frecuencia al menos desde finales de la década de los 90s. Sin embargo, el 28% de los encuestados indicaron habitar las comunidades en estudio hace menos de 10 años y ser oriundos de cantones de la provincia de San José, que migraron por oportunidades de empleo en el Puerto Caldera. Esto sumado al alto analfabetismo de los pobladores, podría influir en subestimar la amenaza.

Al preguntar sobre la causa de la erosión costera, los encuestados lo relacionaron principalmente con: cambio climático, la barrera que ofrece el espigón del puerto, el dragado de la arena, entre otros (Figura 5). Llama la atención que un 21.7% afirman desconocer las causas.

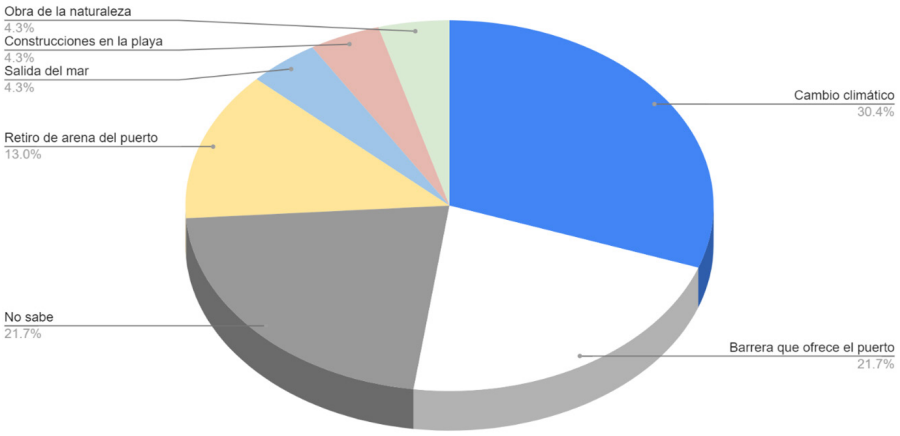

Figura 5. Factores que provocan la erosión costera, según los encuestados
Fuente: Autores, 2025.

Como se observa en la Fig. 5 la erosión costera asociada principalmente con el cambio climático, acorde con un 30,4% de los encuetados, seguido de la respuesta a desconocer las causas de dicho evento, con un 21,7%, mismo valor que se le atribuye a la construcción del espigón en puerto Caldera. Igualmente, asociado a la obra portuaria, se encuentra el retiro o dragado de arena con un 13%, mientras en el mismo valor de 4,3%, los encuestados indicaron que la erosión

costera se debe a la urbanización de la playa, la salida del mar por vientos fuertes y por obra divina de la naturaleza misma.

Resultó notorio que el 100% de los encuestados no confían en la medida estructural del *enrocado* (Figura 3), ni en un dique rudimentario hecho por los vecinos de La Cueva con arena para detener el oleaje (resaltado con una línea blanca en la figura 4). Asimismo, la población considera que la situación seguirá empeorando a futuro y temen por sus vidas y bienes.

Se ha notado que posterior a los distintos eventos, las personas tienden a reconstruir la vulnerabilidad, dadas las limitadas condiciones económicas y la acumulación de las pérdidas que implican vivir cada vez en peores condiciones, a cambio del beneficio que les representa la localización de sus viviendas en relación con sus fuentes de ingresos, lo que llevó a un 9% de los encuestados a manifestar que los beneficios económicos de vivir en su ubicación actual superan los riesgos asociados. Para reforzar este análisis, se puede referir a la noción de "riesgo aceptado" considerado por Sarmiento y Segura (1999) como: "los daños que la comunidad está dispuesta a asumir", aceptando los riesgos frente a los beneficios y ajustando su vulnerabilidad en función de su contexto socioeconómico.

Preparativos y respuesta

Por parte de la organización social, el 100% de las encuestas indican una nula cooperación entre las comunidades, lo que resalta también una vulnerabilidad institucional, ya que afirman que no existe ningún tipo de plan, sistema de alerta o preparación ante los eventos de oleajes fuertes. Otro dato asociado a una vulnerabilidad institucional es que tan solo el 37% de los encuestados indicaron haber recibido algún tipo de apoyo económico, material o de víveres por parte del Instituto Mixto de Ayuda Social, durante los eventos extremos ocurridos en los últimos cuatro meses. Asimismo, el 95% de los encuestados reiteraron su desinterés por participar en grupos o comités de vecinos organizados, principalmente a causa de la falta de confianza y expectativas en posibles soluciones definitivas, lo que añade un aspecto de vulnerabilidad social (Wilches-Chaux, 1993).

Se espera que la situación mejore al crearse el Comité Comunal de Emergencias (CCE) en Caldera, por medio del cual se podrán implementar medidas de prevención y mitigación, como planes de contingencia, sistemas de alerta temprana, rutas de evacuación, disponibilidad de albergues y provisiones, con el fin de reducir la vulnerabilidad de los pobladores.

En una primera reunión para establecer el CCE, los vecinos que asistieron (32% de los encuestados), expresaron haber recibido información por parte del oceanógrafo Omar Lizano, lo que indica que posiblemente la percepción del riesgo actual y futura de los pobladores, esté influenciada en las explicaciones brindadas por el investigador, con un conocimiento más acertado sobre la dinámica del calentamiento global, el aumento del nivel del mar y las marejadas, siendo así que la mayoría de los encuestados señalaron al cambio climático como la causa principal de los oleajes y la erosión costera. Sin embargo, la mayor parte de los vecinos que no asistieron a la reunión, mencionan que se debe a la construcción del puerto, ya sea por el espigón o el dragado de arena, lo cual tendría sentido, debido a que una vez iniciadas las obras portuarias en 1975, se modificó el equilibrio y distribución de los sedimentos procedentes de Tivives (Saborío,1982), estos se acumulan en el rompeolas del puerto, formando lo que se conoce como *Playa Nueva*, e igualmente los sedimentos que se decantan en la dársena del puerto, son dragados y depositados lejos de su sistema natural (LIMF, 2013; Ruiz et al, 2019). De lo expuesto anteriormente se infiere que las construcciones e intervención antrópica han provocado un cambio en la dinámica costera y geomorfología local.

Daños

Caldera ha sido escenario de múltiples embates por parte de los oleajes severos, sin embargo, en palabras de los encuestados, el oleaje de los meses de julio, agosto, septiembre y octubre del año 2023 fueron los de mayor magnitud e intensidad, que produjeron graves consecuencias económicas de miles de dólares, tanto por la destrucción de un tramo de la ciclovía que requirió la colocación de rocas de tipo caliza en la playa para proteger la infraestructura pública, como por las pérdidas materiales de los vecinos de Caldera y La Cueva. En la figura 6 se muestran algunas de las viviendas consideradas con pérdida total por los eventos de oleaje.

Figura 6. Sedimentación de material arenoso en las comunidades en estudio
Fuente: Autores, 2025.

Como se aprecia en la Figura 6, una serie de viviendas han quedado parcial o totalmente sepultadas, dejando muebles, electrodomésticos y todo tipo de bienes enterrados en la arena. Se logró encuestar al dueño de la vivienda que se observa en la imagen (E) el cual afirma haberlo perdido todo, incluyendo un motor de lancha que era su fuente de ingreso para vivir, ya que se dedicaba a dar tours en la playa, estimando una pérdida aproximada de 4.5 millones de colones. Particularmente, las viviendas de la comunidad de La Cueva, al ubicarse a 100 m aproximadamente de la línea de costa, todavía no han sido impactadas por la sedimentación (como en el caso de Caldera), sin embargo, el oleaje rebasa el dique improvisado e inunda las viviendas, provocando pérdidas de camas, refrigeradoras, cocinas, lavadoras, entre otros enseres que por su peso resultan difíciles de proteger.

Por otra parte, el agua salobre también permanece por varios días en la comunidad de La Cueva, debido a las condiciones del suelo (Figura 7). Se observa un canal de drenaje con agua *estancada*, que según los vecinos, permanece así debido al sedimento depositado por los oleajes fuertes, así como el anegamiento de las aguas saladas en los jardines y propiedades cercanas a la costa.

Figura 7. Estancamiento o anegamiento de aguas en un sector de La Cueva
Fuente: Autores, 2025.

Medidas de prevención, mitigación y participación comunal

Para la propuesta de medidas de prevención y mitigación frente a la amenaza de oleaje severo y retroceso en la línea de costa, se toma en cuenta la opinión de los habitantes de la comunidades, tanto de la Cueva como de Caldera (Figura 8). Cabe mencionar que algunas personas no brindaron un aporte en estas propuestas debido al desconocimiento que tienen sobre el tema. No obstante, aquellos que sí generaron propuestas, abordaron tanto medidas estructurales y no estructurales.

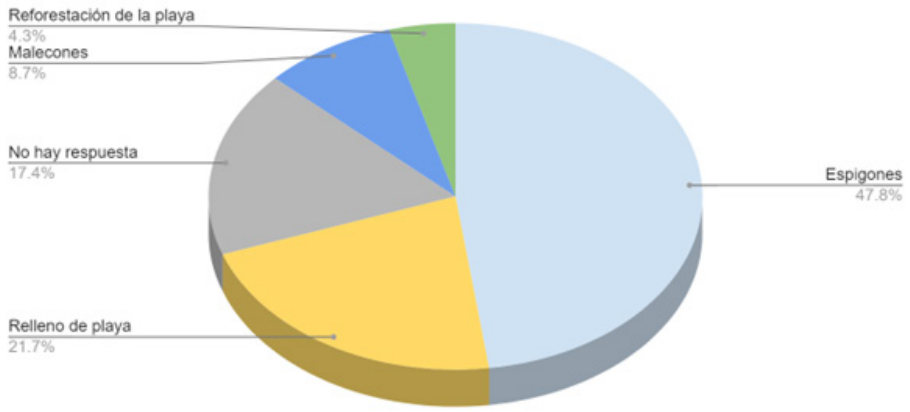

Figura 8. Distribución porcentual de las propuestas brindadas por las personas locales
Fuente: Autores, 2025.

Los espigones o popularmente conocidos como rompeolas fue la alternativa más sugerida en las encuestas. Un 48% de las personas encuestadas están a favor de esta medida estructural rígida, bajo la creencia de que ayudarían a disminuir el impacto del oleaje, a pesar de que la población coincide en que el rompeolas del puerto es uno de los principales causantes de la erosión en el sector norte de la playa Caldera, ya que acumula los sedimentos en Playa Nueva que deberían llegar a esa zona. Y en complemento, son testigos de cómo en el sector sur, espigones de roca aparentemente improvisados en el tramo cercano al estero de Mata de Limón, han contribuido en mantener el sedimento, por lo que en este sector la playa es más ancha (Barrantes & Sandoval, 2023). Por ello, las personas locales proponen la construcción de rompeolas en el sector norte, donde se localizan las comunidades de Caldera y La Cueva.

Los rompeolas son construidos de forma perpendicular a la costa, por lo general hechos de concreto, madera o roca, con el propósito de proteger o estabilizar áreas costeras. De acuerdo con Doody et al. (2005) se trata de obras costosas que alteran el equilibrio natural de la playa. No obstante, según Arévalo & Martínez (2022) sin estas estructuras, las olas podrían desgastar la costa, causando pérdida de sedimento y el avance del mar.

La siguiente propuesta más mencionada, con un 22%, es el engorde o relleno artificial de la playa. Esta medida estructural blanda tiende a ser exitosa, como ha sucedido en Río de Janeiro y demás playas de Brasil (Pinto et al., 2021). Sin embargo, al igual que los espigones, esta alternativa es sumamente costosa y requiere de un mantenimiento periódico. Ante esto, las personas locales proponen implementar esta acción preventiva mediante el aprovechamiento del sedimento dragado por el puerto Caldera, al asegurar que tal sedimento es trasladado a largas distancias de la costa y arrojado mar adentro, afectando así la recomposición del material por procesos naturales.

En el caso de los malecones un 9% de los encuestados lo propusieron. Esta se considera como una estructura similar al rompeolas, construida a lo largo de la costa o de un cuerpo de agua y forma una pared contra los oleajes severos (Torres, 2016). En palabras de Díaz (2019), la implementación de malecones para proteger el tramo de una autopista en una zona de Lima, Perú, ha reducido considerablemente la energía del oleaje. Contrariamente, Alayo & Marino (2020) se refieren a la destrucción de 80 metros de malecón ante oleajes anómalos y los efectos de la erosión en una costa del mismo país, Huanchaco, Perú.

Finalmente, la propuesta de menor interés para las personas encuestadas, alude a la reforestación cerca de la costa. Proceso orientado en la plantación de árboles y repoblamiento de la vegetación nativa en áreas cercanas a las costas, que han sido afectadas por la deforestación, la urbanización u otras actividades humanas. Por su parte, la vegetación actuaría como barrera

natural que amortigua la energía del oleaje y protege la playa de los procesos erosivos causada por las mareas, los vientos y los eventos extremos de oleaje (Pinilla, et al. 2013), no obstante, su efectividad ha sido puesta en entredicho en las playas del Caribe Sur de Costa Rica (Barrantes & Sandoval, 2021).

CONCLUSIONES

La proximidad a la costa y ausencia de infraestructura adecuada para proteger a los residentes de las comunidades de Caldera y La Cueva, les genera condiciones de vulnerabilidad física ante el avance del mar y presencia de eventos extremos de oleaje. La acelerada ocupación del suelo en Caldera no planificada ha contribuido al aumento en la exposición de las viviendas y sus habitantes con respecto al retroceso de la línea de costa, lo que incluso ha llevado a realizar desalojos forzosos.

Existe una disparidad en la vulnerabilidad física de ambas comunidades, que radican en sus características geográficas y topográficas. Caldera, debido a una mayor proximidad al mar, enfrenta una mayor vulnerabilidad a la erosión costera y los impactos directos del oleaje, mientras que La Cueva, con su topografía baja y plana favorece el estancamiento del agua, por lo que es más propensa a inundaciones prolongadas durante los eventos extremos.

La vulnerabilidad de las comunidades también está influenciada por factores económicos, sociales e institucionales que dificultan la capacidad de preparación y recuperación ante eventos adversos. La reconstrucción de la vulnerabilidad, posterior a cada evento, exhibe las limitaciones económicas y la dependencia de los locales respecto a la ubicación de las viviendas en relación con sus fuentes de empleo. La situación se ve agravada a raíz de la escasa organización social, el analfabetismo y el desinterés por recibir información y participar en acciones organizadas, que inciden en subestimar la amenaza. En cierta medida, debido a la percepción de desamparo y nula confianza de la población en la intervención que realiza las autoridades gubernamentales.

Aunque actualmente, después de la reunión para establecer el CCE, existe un reconocimiento del cambio climático como factor principal desencadenante de las amenazas que enfrenta Caldera, los residentes también destacan responsabilidades a la intervención humana en la playa, como la construcción del puerto y el dragado de arena.

Entre los daños más numerosos, se encuentran los reportados durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre del 2023, causados por los oleajes severos. La sedimentación de la arena, el impacto de los oleajes y las inundaciones provocaron la pérdida parcial o total de viviendas y sus bienes, enterrando muebles, electrodomésticos, medios de subsistencia, e inclusive la destrucción de tramos de la ciclovía.

Las variadas propuestas brindadas por los residentes para enfrentar la amenaza, evidencian la necesidad por el diálogo y comunicación asertiva entre las autoridades y las comunidades, considerando la percepción comunitaria, en busca de encontrar soluciones factibles y efectivas, tanto estructurales como no estructurales.

La creación del CCE ofrece una alternativa con un enfoque moderno en los estudios de riesgos, que va más allá de solo proponer obras de infraestructura para enfrentar la amenaza. Dado que se busca involucrar la participación comunitaria, abordar las causas subyacentes del riesgo e implementar medidas de prevención y mitigación basadas en una mayor comprensión del riesgo presente y futuro, para garantizar una mayor seguridad y bienestar en las comunidades estudiadas.

REFERENCIAS

Alayo, L., & Marino, J. (2020). Diseño estructural para la recuperación del balneario de Huanchaco afectado por la erosión costera, Trujillo la Libertad. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61718/Alayo_VLJ-Marino_GJD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Arévalo, J., & Martínez, E. (2022). Estudio y plan de control de la erosión costera mediante estructuras de protección costera en una playa de la ciudad de Riohacha, La Guajira. https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/ace24ec5-5f29-46c0-a04b-6a39db514d5a/content

Asamblea Legislativa. (1977). Ley No. 6043. Ley Sobre la Zona Marítimo Terrestre. La Gaceta, 52.

Barrantes, G., Segura, A., & Walcott, K. (2008). Percepción y prevención del riesgo por lahar en Los Diques de Cartago. *Revista Geográfica de América Central*, *42*, 83-96. https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/307/8840

Barrantes, G., & Sandoval, L. F. (2021). Cambios en la línea de costa en el Caribe Sur de Costa Rica durante el periodo 2005-2016. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(2), Article 2. https://doi.org/10.15359/rca.55-2.6

Barrantes, G., & Sandoval, L. (2023). Gira de reconocimiento de los efectos del oleaje severo ocurrido la semana del 5 al 13 de junio de 2023. [Informe Interno]. Programa de Geomorfología Ambiental, Universidad Nacional.

Boira, J. (1992). El estudio del espacio subjetivo (Geografía de la percepción y del comportamiento): Una contribución al estado de la cuestión. *Estudios Geográficos*, 53(209), 573-592. https://doi.org/10.3989/egeogr.1992.i209.573

Capel, H. (1973). Percepción del medio y comportamiento geográfico. *Revista de geografía*, *7*, 58-150. https://raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/view/45873/56665

Cardona, O. (2001). *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos*. Universitat Politècnica de Catalunya.

Chavarría, H. A. (2017). *Estudio de la dinámica del oleaje en el litoral pacífico de Costa Rica: metodologías de regionalización y avances en servicios relativos al clima marítimo* (Doctoral dissertation, Universidad de Cantabria).

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE). (2007). Evaluaciones de amenazas en el sector de la Cueva. Informe técnico DPM-INF-036-2007.

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE). (2017). Valoración de riesgo de sector de cancha de futbol en Caldera por mareas y oleajes altos. Informe técnico AR-INF-0007-2017.

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE). (2018). Valoración de riesgo de un sector costero en Caldera para valorar condiciones del sitio. Informe técnico IAR-INF-0909-2017.

Cuadra, D. (2014). Los enfoques de la geografía en su evolución como ciencia. *Geográfica digital*, *11*(21), 1-22. https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/27615/RIUNNE_FHUM_AR_Cuadra-DE-.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Díaz, J. (2019). Evaluación de la defensa costera para la construcción del tramo de la autopista costanera: zona de Marbella. https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/2765/DIAZ%20RAMOS%20JOSE%20JEAN%20PIERRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Doody, P., Ferreira, M., Lombardo, S., Lucius, L., Misdorp, R., Niesing, H., ... & Pérez, C. (2005). Vivir con la erosión costera en Europa: sedimentos y espacio para la sostenibilidad. *Comisión Europea*. http://www.eurosion.org/project/eurosion_es.pdf

Ferrari, M. (2013). Percepción de amenazas en una pequeña comunidad costera de Patagonia (Argentina). *Geográfica digital*, *10*(19), 1-11. https://revistas.unne.edu.ar/index.php/geo/article/view/2217/1941

Ferrari, M., & Monti, A. (2013). Percepción social del peligro de erosión costera en Playa Unión, Chubut (Argentina). *Contribuciones científicas GEA*, *25*, 89-99. https://gaea.org.ar/contribuciones/Contribuciones2013/Ferrari_monti_2013.pdf

García, M. (2014). Escenario de riesgo climático por tormentas severas y granizadas en Mar del Plata y Necochea-Quequén, Argentina. *Revista Brasileira de Climatología*, *14*(14), 39-49. https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/2661/1/garcia-2014.pdf

LIMF. (2013). Dinámica Litoral y propuestas de actualización para la estabilización de Playa Caldera. LIMF.

Lindsey, R. (2021). Climate change: Global Sea level. *Climate. Gov.* http://arizonaenergy.org/News_17/News_Sep17/ClimateChangeGlobalSeaLevel.html

Lizano, O.G., (2006): Algunas características de las mareas en la costa Pacífica y Caribe de Centroamérica. *Ciencia y Tecnología, 24*, 51-64. https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cienciaytecnologia/article/view/2654/2605

Lizano, O. (2007). Climatología del viento y oleaje frente a las costas de Costa Rica, parte 1. Revista de Ciencia y Tecnología, 25(1 y 2), 42-56. https://kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/14630/2215-3547-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Loureiro, A. (2020). Terremoto y tsunami: Exposición, percepción de riesgo y comportamiento frente al riesgo en Setúbal-Portugal. En P. Olivos, Ó. Navarro, & A. Loureiro (Eds.), *Cómo afrontar una catástrofe: Percepción de riesgo y factores psicosociales de la adaptación* (pp. 47-60). Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

Malla, F., Mushtaq, A., Bandh, S., Qayoom, I., & Hoang, A. (2022). Understanding climate change: scientific opinion and public perspective. In *Climate Change: The Social and Scientific Construct* (pp. 1-20). Cham: Springer International Publishing. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-86290-9_1

Muñoz, J. (2010). Un análisis necesario: Epistemología de la Geografía de la percepción. *Papeles de Geografía*, *51-52*, 337-344. https://revistas.um.es/geografia/article/view/114631/108631

Pinilla, J., Valenzuela, C & Barros, S. (2013). Prevención y mitigación de daños por catástrofe oceánicas mediante barreras vegetales en borde costero, regiones del maule y bio. https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/20363/20363.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pinto, C., Inácio, A., & Pires, B. (2021). Cenários de alimentação artificial de praias no troço costeiro a sul da Figueira da Foz (cova-gala–lavos). En *X Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa*. Rio de Janeiro, Brasil, 6-10 diciembre. https://www.researchgate.net/publication/356854818

Piña, Y. (2023). Fuerte oleaje en Caldera causa estragos: Casas inundadas y comerciantes preocupados.

Rubiano, M. (2009). Los geógrafos y la teoría de riesgos y desastres ambientales. *Perspectiva Geográfica*, 241-263. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/perspectiva/article/view/1724/1721

Ruiz, P., Herrera, D., Naranjo, R. (2023). Evaluación de Ruta Nacional N°23 erosión costera. Lanname. https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/2502/Informe%20EIC-Lanamme-INF-1224-2023%20Erosi%c3%b3n%20costera%20R23%20UGERV%202023.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Saborío, V. (1982). Estudio morfogenético de Bahía Caldera, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central, 1*(13-14), 129-175. https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2984/2854

Salazar, V., Camacho, J., & Rosillo, N. (2022). Percepción del riesgo de la población ante amenazas de sismo, inundación y deslizamiento del cantón Portoviejo. *Revista San Gregorio*, *1*(50), 1-18. http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rsan/v1n50/2528-7907-rsan-1-50-00001.pdf

Sandoval, V., & Voss, M. (2016). Disaster Governance and Vulnerability: The Case of Chile. *Politics and Governance, 4*(4), 107-116. http://dx.doi.org/10.17645/pag.v4i4.743

Sarmiento, J.P., & Segura, N. (1999). Gestión del riesgo. Curso de seguridad escolar. https://www.eird.org/cd/toolkit08/material/planes-escolares/CUSE/CUSE-material-referencia/material_de_refencia3.pdf

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). (2018). Plan general de manejo de la zona protectora Tivives 2018-2028. Costa Rica. Sin editorial.

Siso, G. (2010). ¿Qué es la Geografía? *Terra*, *26*(39), 147-182. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-70892010000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Suárez, D. (2023). Fuerte oleaje causa estragos en Caldera. *Diario Extra.* https://www.diarioextra.com/Noticia/detalle/504055/fuerte-oleaje-causa-estragos-en-cal

Torres, R. (2016). Malecón camino real, una estrategia de recuperación urbana en el Magdalena medio estudio de caso Honda Tolima. Tesis de pregrado. Universidad La Gran Colombia. http://hdl.handle.net/11396/3446

Venegas, K. (2012). Propuesta de desarrollo urbano y núcleo de facilidades turísticas para playa Caldera. Tesis de pregrado. Instituto Tecnológico de Costa Rica. https://hdl.handle.net/2238/6612

Wijetunge, J., & Neluwala, N. (2023). Compound flood hazard assessment and analysis due to tropical cyclone-induced storm surges, waves and precipitation: a case study for coastal lowlands of Kelani river basin in Sri Lanka. *Natural Hazards*, *116*(3), 3979-4007. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11069-023-05846-w.pdf

Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. Los desastres no son naturales. La Red. https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/sites/sistema-nacional-emergencias/files/documentos/publicaciones/La+vulnerabilidad+social%20WILCHES+CHAUX.pdf