

Adaptación Climática y Resiliencia Socioambiental en Comunidades Indígenas Costeras: Un Modelo de Reubicación Sostenible para Gardí Sugdub (Guna Yala, Panamá)

Climate Adaptation and Socio-Environmental Resilience in Indigenous Coastal Communities: A Sustainable Relocation Model for Gardí Sugdub (Guna Yala, Panama)

Erivette Díaz Arcia¹, Stephanie Escalona¹, Héctor Ramos¹, Linette Yanisselly^{1*}

¹[Universidad de Panamá](#) Panama City/ Panama
Erivette.diaz@up.ac.pa

*Correspondence: linette.yanisselly@up.ac.pa;



RESUMEN

Este estudio analiza el desplazamiento climático de la comunidad indígena guna de la isla Gardí Sugdub, Guna Yala, Panamá, reubicada en 2024 por el aumento del nivel del mar y la sobrepoblación insular. Como alternativa a la solución gubernamental —que ofreció viviendas y un uso del territorio incompatibles con sus tradiciones— se presenta una propuesta arquitectónica fundamentada en la arquitectura y cosmovisión guna, sus prácticas de asentamiento, usos espaciales en la vivienda tradicional y métodos constructivos con materiales naturales, integrando además eco-tecnologías para mejorar la calidad de vida. El proyecto propone un desarrollo en tres emplazamientos interconectados: en tierra firme, en la isla original y mediante viviendas flotantes en el mar. El objetivo es ejemplificar un traslado respetuoso de la cultura y costumbres comunitarias, preservando su identidad y resiliencia ante el cambio climático, y establecer un modelo replicable para otras comunidades insulares vulnerables en Panamá y Centroamérica.

Palabras clave: Adaptación al clima, arquitectura vernácula, cambio climático, desplazamiento, ecotecnologías, Guna Yala, resiliencia.

ABSTRACT

This study analyzes the climate displacement of the Guna indigenous community of Gardí Sugdub Island, Guna Yala, Panama, which was relocated in 2024 due to rising sea levels and overpopulation. As an alternative to the government solution—which offered housing and land use incompatible with their traditions—an architectural proposal is presented, grounded in guna architecture and worldview, their settlement practices, use of space in traditional housing, and construction methods with natural materials, while also integrating eco-technologies to improve their quality of life. The project proposes development across three interconnected sites: on the mainland, on the original island, and through floating homes at sea. The objective is to exemplify

a relocation that respects the community's culture and customs, preserves their identity and resilience to climate change, and establishes a replicable model for other vulnerable island communities in Panama and Central America.

Keywords: Climate adaptation, vernacular architecture, climate change, displacement, eco-technologies, Guna Yala, resilience.

INTRODUCCIÓN

La comunidad indígena de la isla de Gardí Sugdub (figura 1), ubicada en la comarca Guna Yala, representa hasta la fecha, en Panamá, el único caso oficial¹ y planificado de reubicación inducida por el cambio climático. A esta amenaza ambiental se le suma el problema de la sobrepoblación insular². Esto empeoró las condiciones de habitabilidad en la isla, causando desafíos para la preservación de la identidad cultural.



Figura 1. Vista aérea de isla de Gardí Sugdub en la comarca de Guna Yala. Foto: Adri Salido, cortesía.

El propósito de este trabajo fue desarrollar una propuesta arquitectónica resiliente ante el cambio climático para la comunidad guna de Gardí Sugdub, basada en un modelo de tres emplazamientos interconectados: terrestre, insular y flotante. También buscaba incorporar innovaciones tecnológicas preservando el respeto por la arquitectura vernácula.

La estructura del artículo presenta el contexto del problema y características de la comunidad guna; materiales y métodos donde se desarrolla la propuesta de diseño y la discusión y conclusiones sobre las contribuciones hacia esta problemática.

Antecedentes

Contexto geográfico y climático

En menos de una década, la velocidad del aumento del nivel del mar se ha intensificado. Durante la mayor parte del siglo XX, el incremento fue de 1.4 milímetros anuales y, entre 2006 y 2015, la tasa aumentó a 3.6 milímetros por año, duplicando el incremento a más del doble³.

La NASA estima que “cada 2,5 centímetros (1 pulgada) que sube el nivel del mar se traducen en 2,5 metros de línea de playa perdidos a lo largo de una costa promedio”⁴. Esto ha provocado una aceleración en la degradación del territorio, manifestada en inundaciones recurrentes y erosión costera, afectando de manera significativa a comunidades vulnerables, como la isla de Gardí Sugdub⁵.

Respuesta Institucional

Durante el año 2024, el estado panameño, junto con organismos internacionales de cooperación y autoridades tradicionales del pueblo guna, concretaron el traslado al complejo habitacional de Nuevo Cartí, bautizado por los gunas como *Isber Yala*, el cual fue desarrollado y construido a lo largo de doce años, ubicado en un territorio continental dentro del área silvestre que abarca 22 hectáreas, concebido para acoger 300 unidades familiares de la comunidad de Gardí Sugdub, reubicadas dentro de este emplazamiento urbanístico con sus servicios básicos y viviendas de paredes de PVC y cubierta metálica (figura 2). El proyecto de *Isber Yala* ha sido controversial dentro del ámbito académico, social y político, ya que su diseño dificulta el estilo de vida de esta población⁶, presentando grandes contrastes con la vida guna en las islas del archipiélago de San Blas.



Figura 2. La urbanización *Isber Yala*, Nuevo Cartí. Fuente: Instagram del Ministerio de Gobierno de Panamá.

MATERIALES Y MÉTODOS

Población y características

Demografía

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), la población Guna en Panamá se concentra principalmente en la comarca Guna Yala, que alberga aproximadamente 32,000 habitantes con una densidad poblacional de 13.9 habitantes por km² ⁷. La isla de Gardí Sugdub, dentro del corregimiento de Narganá de la comarca Guna Yala, contaba con 1,300 habitantes en una superficie de 0.036 km², resultando una densidad de 36,111 habitantes por km², evidenciando una densidad crítica e insostenible⁸.

Religión, cultura y conexión con el mar

La base de esta cultura está arraigada a sus creencias religiosas, donde es de gran importancia la relación con el mar y la naturaleza en general. Para el pueblo guna, los seres humanos y la naturaleza son parte de la misma entidad y esto se ve en la composición del diseño de las molas⁹ que tienen patrones inspirados en animales y relacionados con su cosmogonía. Esta conexión con el mar abarca desde sus actividades económicas hasta sus prácticas espirituales, siendo su principal medio de comunicación, transporte y fuente primaria de sustento, a través de la pesca¹⁰.

Arquitectura guna

La vivienda tradicional está compuesta por dos partes: la zona de descanso *nega tumat* y la zona para cocinar *nega dummad*. En cuanto al mobiliario, utilizan principalmente hamacas y taburetes de madera en todas sus edificaciones^{11,12}. La Casa del Congreso, o el *onmaged nega*, constituye el centro ceremonial donde se realizan los cantos sagrados y se toman las decisiones comunitarias. Adicional a esta, existe la Casa de la Chicha, o *inna-nega*, donde se celebran ceremonias y fiestas. Estos espacios funcionan como centros de transmisión cultural.

Materiales constructivos

La construcción tradicional de la comunidad guna utiliza principalmente materiales vegetales locales, extrayendo recursos que cumplen funciones estructurales y simbólicas (tabla 1).

Nombre Guna	Nombre Científico	Parte Utilizada	Función Constructiva	Hábitat
<i>Masarwar</i>	<i>Gynerium sagittatum</i>	Tallos	Paredes laterales	Riberas de ríos
<i>Sargi</i>	<i>Heteropsis oblongifolia</i> Kunth	Tallos/bejuco	Sistema de amarre	Bosque secundario
<i>Werug</i>	<i>Palmae (sp.)</i>	Hojas	Cubierta y paredes	Bosque

Tabla 1. Especies vegetales utilizadas en la construcción Guna¹¹.

Según la entrevista a Ali Kaddoura¹³, estudiante de tesis de la Licenciatura en Arquitectura e investigador de la cultura y arquitectura guna, la construcción de una vivienda tradicional requiere entre tres y cuatro días de trabajo comunitario, en los cuales se realiza la selección y preparación de materiales, así como el montaje de la estructura, con un conocimiento transmitido entre generaciones. Además, Kaddoura comenta que estas viviendas tienen una durabilidad estimada de entre siete y veinte años, siempre que se realice el mantenimiento adecuado. Este uso no solo responde a su adaptación ambiental, sino que también es parte importante del

sustento económico de la comunidad, ya que recolectan y venden estos materiales como parte del sustento familiar. Entre estos materiales naturales, se utilizan con frecuencia:

- Caña blanca denominada *masarwar* (*Gineryum sagittatum*) los tallos de esta caña son utilizados para la fabricación de las paredes, debido a su resistencia y flexibilidad. Se agrupan y amarran con bejuco conocido como *sargi*.
- El bejuco real (*Heteropsis oblongifolia*) es una enredadera que puede alcanzar más de cinco metros de largo. Los agricultores lo recolectan en tiras, seleccionando las más gruesas y las mantienen húmedas para conservar su flexibilidad. El bejuco se puede descortezar y abrir por la mitad para obtener tiras dobles y su duración es de cuatro a cinco años. El bejuco entero se usa para amarrar postes principales, mientras que las tiras abiertas sirven para asegurar elementos secundarios (hojas de palma, paredes de caña).
- Las hojas de palma *werug* conforman la cubierta impermeable, fijadas mediante el sistema de amarre con *sargi*. Esta configuración permite ventilación natural y resistencia a las fuertes lluvias tropicales.

Habitantes por vivienda

Según datos del INEC, hubo una disminución de personas por vivienda del 7.9 al 6.4 de 1990 a 2010 y, en la actualidad, en el último censo registrado, 2023, se observa que la cifra se reduce aún más: a 6.1 personas por vivienda¹⁴. Según el Ministerio de Economía y Finanzas, la causa principal de esta reducción en la comarca se debe a las migraciones internas en el país en busca de mejores oportunidades económicas¹⁵.

Encuesta

Como parte de la investigación, se elaboró una encuesta dirigida principalmente a miembros de la comunidad guna, incluyendo tanto a residentes actuales de Gardí Sugdub como a personas que migraron hacia la Ciudad de Panamá. También participaron habitantes provenientes de otras comunidades de Guna Yala. Su aplicación se llevó a cabo en distintos espacios: en el Conjunto Monumental de Las Bóvedas en la Plaza de Francia, a través de grupos de difusión cultural guna en redes sociales y durante las presentaciones “*Rescatando nuestras raíces: un viaje por la cultura guna*” y “*Dule Nega: La casa guna*”, realizadas en la Feria Internacional del Libro de Panamá en agosto de 2025. El propósito de la encuesta fue comparar la información aportada por los participantes con los datos oficiales del INEC, especialmente lo referente al número de habitantes por vivienda y obtener información sobre la arquitectura vernácula, las opiniones respecto a la reubicación a *Isber Yala* y los significados culturales asociados a los espacios construidos en la isla.

Durante la recolección de datos surgieron desafíos relacionados con la barrera lingüística, lo que dificultó la comunicación y redujo la disposición de los encuestados a completar el formulario. Aun así, se logró reunir información suficiente para cumplir con los objetivos del estudio.

Los resultados obtenidos son consistentes con las cifras del INEC, que muestran un descenso progresivo en la cantidad de habitantes por vivienda en la comarca (de 7.9 en 1990, 6.4 en 2010 y 6.1 en 2023), tendencia vinculada principalmente a procesos de migración interna. Del mismo modo, se observa una notable variabilidad en las estructuras familiares, con un equilibrio entre viviendas ocupadas por un solo núcleo y hogares ampliados o extendidos.

En cuanto al mobiliario utilizado para dormir, el 50% de los participantes indicó preferir la hamaca, mientras que el 25% utiliza camas y otro 25% combina ambos elementos, reflejando la transición entre prácticas tradicionales y modos de vida más contemporáneos.

Asimismo, más del 60% de los encuestados percibe el cambio climático como una amenaza real para su forma de vida. Entre los principales desafíos mencionados destacan la pérdida de identidad cultural, la desvinculación con el mar y la falta de oportunidades económicas, lo que evidencia que el impacto de la reubicación no es únicamente físico, sino también profundamente cultural y simbólico.

RESULTADOS

Ubicación de la propuesta del proyecto

Para el proyecto arquitectónico se escogió en un punto estratégico dentro de la comarca de Guna Yala, próximo al mar y colindante con la desembocadura del río Cartí, en un terreno de aproximadamente 21 hectáreas dentro del territorio de la comarca, ubicado en las coordenadas geográficas 9°27'07" N y 78°58'27" W. Se propuso un modelo de ocupación territorial basado en tres emplazamientos interconectados con el fin de permitir el desplazamiento adecuado en el espacio marítimo entre la isla Gardí Sugdub con otras islas y tierra firme, garantizando a las comunidades involucradas la movilidad marina y sus redes económicas (ver tabla n°4).

Propuesta de emplazamientos

El proyecto tuvo como objetivo proporcionar diversas opciones de vivienda y calidad de vida. Se presenta la propuesta desarrollada (figura 3) con los tres emplazamientos interconectados:

- **N°1 - El emplazamiento en tierra firme:** Donde se concentra el equipamiento urbano básico.
- **N°2 - El emplazamiento en la isla:** Destaca la reorganización para resolver la sobrepoblación de la isla.
- **N°3 - El emplazamiento en el mar:** Enfatiza la mayor conexión con el mar, mediante viviendas flotantes.



Figura 3. Propuesta de emplazamiento en tierra firme, mar e isla. Fuente: Diseño de los autores sobre mapa de Google Earth.

Nº1 - El emplazamiento en tierra firme

Se plantea un proyecto arquitectónico en tierra firme con capacidad inicial para alojar a 1,500 personas, con posibilidad de expansión futura según las necesidades de la comunidad. Se consideró la ubicación estratégica de las dos calles principales, siguiendo el modelo tradicional de las comunidades gunas en las islas, quienes diseñan sus asentamientos de manera que todos los habitantes se encuentren equidistantes de los equipamientos comunitarios, garantizando así igualdad de oportunidades y acceso para toda la población¹⁶. Este diseño incluye servicios e infraestructura básica: una escuela, un centro de salud, un parque comunal, un templo interreligioso y espacios destinados a los centros de reunión propios de la cultura guna.

El modelo de vivienda en tierra firme (figura 4a) es una adaptación de la vivienda guna, manteniendo su organización espacial compuesta por dos zonas (tabla 2). A diferencia de la vivienda guna original, esta versión está elevada 60 cm sobre el nivel del suelo, con el objetivo de prevenir el ingreso de animales comunes de tierra firme y protegerla del suelo húmedo y de posibles inundaciones.

Aspecto	Nuevo Cartí o Isber Yala	Vivienda propuesta en tierra firme
Tipo de construcción	Casas prefabricadas de dos dormitorios	Sistema constructivo tradicional Guna
Materiales	Material prefabricado (concreto y PVC)	Materiales autóctonos tradicionales
Área por vivienda	49 metros cuadrados	49 a 55 metros cuadrados
Área de terreno	300 metros cuadrados	No delimita la propiedad
Distribución interna	Dos habitaciones, baño, comedor y cocina.	Zona de noche (5 a 6 hamacas), baño, zona de día con cocina.
Diseño	Diseños idénticos de una planta	Espacios sin división de paredes internas

Tabla 2. Cuadro comparativo de las casas en *Isber Yala* con la propuesta arquitectónica de las viviendas en tierra firme. Fuente: Diseño de los autores.

Nº2 - El emplazamiento en la isla

El emplazamiento en la isla Gardí Sugdub consistió en realizar una intervención que se adaptara al cambio climático y a las temporadas de crecidas del nivel del mar, sin necesidad de relocalización de la comunidad, o parte de ella. El diseño de la vivienda es similar a las casas gunas, aplicando el mismo sistema constructivo (tabla 3), elevándola en palafitos a 1.50 m del suelo, accediendo a la misma por una escalera (figura 4b).

Aspecto	Gardí Sugdub	Vivienda propuesta en la isla
Tipo de construcción	Sistema constructivo tradicional Guna	Mismo sistema con adaptaciones: vivienda elevada a 1.50 m del suelo.
Materiales	Materiales autóctonos y adaptaciones: techos de zinc, estructuras de concreto	Materiales autóctonos tradicionales.
Área por vivienda	40 a 45 metros cuadrados	45 metros cuadrados
Área de terreno	No delimita la propiedad.	No delimita la propiedad.
Distribución Interna	Zona de día y zona de noche	Zona de día y de noche. (5 hamacas, baño, comedor, cocina, terraza).
Diseño	Distribución típica de una casa guna.	Zona de día y noche con una sola división de pared.

Tabla 3. Cuadro comparativo de viviendas en la isla Gardí Sugdub. Fuente: Diseño de los autores.

Nº3 - El emplazamiento en el mar

Consiste en la planificación y diseño de viviendas capaces de ser funcionales sobre el agua mediante infraestructuras flotantes (figura 4c). El enfoque es una solución híbrida con tecnologías sostenibles que estarían conectadas mediante puentes peatonales equipados con sistemas alternos de recolección de agua de lluvia. La propuesta consideró esta opción como forma de mantener parte de la comunidad en el entorno marino de pesca y relaciones con otras comunidades, sin caer en el hacinamiento al que llegó Gardí Sugdub, brindando una forma de crecimiento natural a familias jóvenes cerca de las islas de sus parientes, islas pequeñas, con una capacidad limitada de terreno. El sistema incorpora anclajes flexibles que regulan el movimiento, sin llegar al fondo, para que la plataforma suba y baje con la marea. La base flotante de cilindros de polietileno de alta densidad (50 cm x 50 cm x 40 cm y 100 cm x 50 cm x 40 cm) que distribuye uniformemente las cargas para evitar vuelcos, mientras que las conexiones o pasarelas mantienen la continuidad peatonal.

Un referente existente es el Ijburg¹⁷, en Amsterdam, Países Bajos, que consiste en la construcción de cuatro islotes artificiales a través de puentes unidos a las casas modulares tradicionales flotantes, si bien en un contexto cultural, constructivo y económico muy distinto.



Figura 4. Vistas de las propuestas arquitectónicas: a) diseño de la vivienda para tierra firme; b) diseño de la vivienda en la isla Gardí Sugdub; c) diseño de la vivienda flotante, conectada a la isla. Fuente: Diseño de los autores.

Edificaciones institucionales

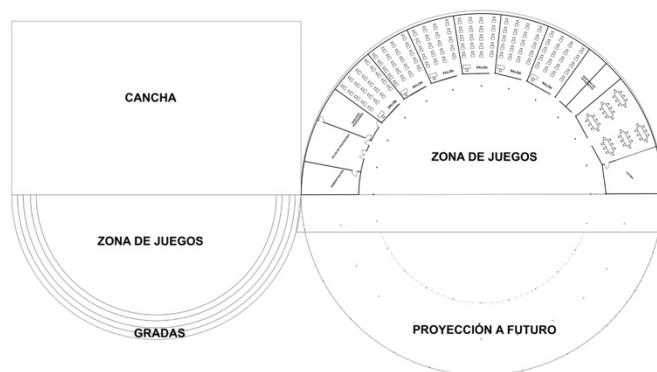
En el plan de *Isber Yala* no se construyó, al inicio, una escuela, centro de salud ni otras facilidades comunitarias. Las edificaciones institucionales que se propusieron en este proyecto responden a las necesidades básicas de servicios, educación y religión, para el funcionamiento del emplazamiento en tierra firme (tabla 4). La mayor parte de los materiales propuestos son los empleados tradicionalmente por la comunidad y se pueden conseguir en el entorno natural:

- Escuela: Edificación modular organizada alrededor de un patio central. Su diseño está pensado para una expansión a futuro de acuerdo con el aumento de la población (figura 5).
- La Casa del Congreso y la Casa de la Chicha: Se diseñaron ambas edificaciones iguales, aunque con la capacidad de adaptarse al mobiliario de cada uno de sus festividades o reuniones. La composición estructural es circular con un espacio en común para colgar las hamacas de los integrantes y las sillas de los *sailas* o líderes (figura 6).

- Templo interreligioso: responde a los hallazgos obtenidos del análisis de Gardí Sugdub e islas colindantes, donde se identificó que la comunidad se vería beneficiada por un espacio que garantice libertad de culto (figura 7).
- Centro de salud: Se trata de una infraestructura del sector salud que abarcaría consultas generales, vacunación y atención médica en diversas especialidades: odontología, ginecología, medicina general y pediatría. Consta de dos edificios. El primer edificio cuenta con consultorios médicos y el área de inyectables. El segundo edificio contiene la zona para fisioterapia y rehabilitación, las zonas administrativas, servicios médicos complementarios, laboratorio clínico y farmacia. Sus materiales se adaptan a criterios de arquitectura hospitalaria en los espacios para preservar la salubridad.



a

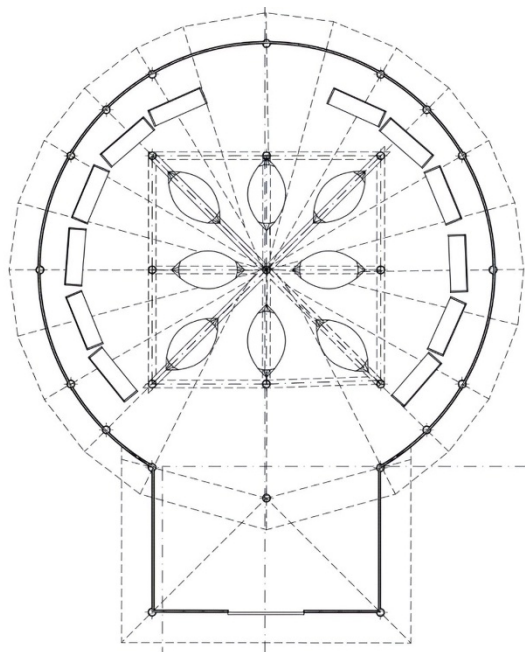


b

Figura 5. A) Vista esquemática y b) planta arquitectónica de la escuela. Fuente: Diseño de los autores.



a



b

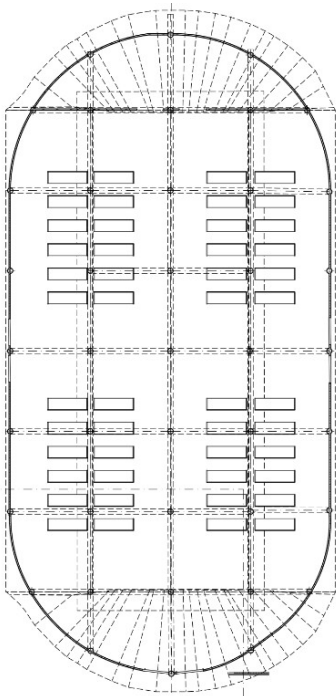
Figura 6. A) Vista y b) planta arquitectónica de la Casa del Congreso y Casa de la Chicha. Fuente: Diseño de los autores.

Aspecto	Isber Yala	Propuesta de emplazamientos
Planificación urbana	Urbanización con calles ortogonales, asfaltadas y alumbrado público.	Emplazamientos interconectados. En tierra firme conserva la organización tradicional.
Ubicación	Tierra firme en <i>Guna Yala</i> .	Litoral del golfo de <i>Guna Yala</i> , hasta <i>Gardí Sugdub</i> .
Tipo de vivienda	Vivienda unifamiliar. Material prefabricado (concreto y PVC).	Diversidad de tipología de familias. Sistema constructivo tradicional.
Infraestructura/ centro educativo	Escuela para 650 estudiantes (por definirse).	Diseño vernáculo de espacios modulares con potencial de ampliación.
Infraestructura/ centro de salud	No especificado claramente.	Abarca diversas especialidades. Utiliza materiales de la zona y estructura de concreto para su salubridad.
Espacios comunitarios	Casa del Congreso y Casa de la Chicha.	Casa del Congreso y Casa de la Chicha, templo interreligioso y parque comunal.
Identidad cultural	Pérdida de identidad arquitectónica tradicional.	Uso de criterios de diseño guna y permite la cercanía al mar.
Aplicación de tecnologías ecológicas	No cuenta con sistemas alternativos.	Recolección de agua, cocinas ecológicas, paneles solares y sanitarios de combustión.

Tabla 4. Cuadro comparativo de proyectos de emplazamiento. Fuente: Diseño de los autores.



a



b

Figura 7. A) Vista y b) planta arquitectónica del templo interreligioso. Fuente: Diseño de los autores.

Ecotecnologías

Para beneficiar a las viviendas de servicios y equipamientos, se implementaron en las propuestas tecnologías para la captación de energía, agua de lluvia, cocción e incineración de desechos orgánicos, tales como:

- Los sanitarios de combustión son eléctricos y usan un sistema de ventilación que expulsa el vapor de la combustión y olores. Como resultado, crea una cantidad pequeña de ceniza limpia que periódicamente se desecha en la basura, eliminando la necesidad de agua, plomería y drenaje asegurando cero emisiones contaminantes.

- Los paneles solares al encontrarse en zona marina, libres de obstáculos, reciben menos polvo o sombra. La capacidad de 2 paneles por vivienda asegura 640 a 1,280 watts para alimentar electrodomésticos, televisor, sanitario de combustión interna y otros pequeños electrodomésticos.
- La recogida de agua de lluvia se realiza mediante una pendiente de 45° en los tejados, y con canalones en el suelo para su recogida en tanques de almacenamiento comunes.
- La estufa ecológica consume menos combustible y produce menos humo que las estufas comunitarias tradicionales, además de incorporar materiales aislantes como arcilla o ceniza, permitiendo que los gases calientes circulen alrededor de las ollas antes de salir. Es común utilizar la cocina construida con barro y arena en las zonas rurales de América Latina.

DISCUSIÓN

La reubicación de Gardí Sugdub es uno de los pocos casos de reubicación debido al aumento del nivel del mar en el mundo, lo que genera limitaciones metodológicas por la falta de data y referencias que pudieran servir de guía durante el proceso de diseño. Existen casos como las mencionadas viviendas flotantes de IJburg, que responden a condiciones socioeconómicas y culturales muy distintas a las que enfrenta la comunidad de Guna Yala, limitando su valor como referente.

La propuesta es un planteamiento hipotético, por lo tanto, no es posible comprobar su efectividad y aceptación por parte de la comunidad guna en algunos de sus aspectos, como el ajustar el sistema constructivo tradicional a casas elevadas en palafitos o las viviendas flotantes, que son una propuesta innovadora y distinta a sus tradiciones. Además, el planteamiento requiere investigación que complemente en otras áreas: estudio y experimentación de sistemas de viviendas flotantes bajo las condiciones del Golfo de Guna Yala, investigación antropológica sobre la apropiación del espacio en las comunidades gunas y análisis de viabilidad económica.

Otros casos regionales en Latinoamérica

El aumento del nivel del mar es una creciente amenaza para las comunidades indígenas que habitan en regiones costeras e insulares, afectando a muchas comunidades en su subsistencia y su vínculo con la naturaleza.¹⁸ Este hecho está generando el desplazamiento forzado y la migración en distintos sectores del planeta^{19,20} y de Latinoamérica²¹, casos urgentes que requieren una respuesta institucional. Según el artículo SWI²², Brasil y Colombia lideran el número de desplazamientos internos a causa de desastres naturales en años recientes. Entre algunos de los casos de la región que encuentran similitudes con la situación vivida en la comunidad de Gardí Sugdub, podemos mencionar:

- a. Las comunidades gunas de la comarca de Guna Yala, las cuales enfrentan las mismas situaciones vulnerables. Estudios del Ministerio de Ambiente de Panamá, estima que Panamá habrá perdido zonas costeras e islas hacia el año 2050²³. Recientemente, la comunidad guna de Ukupa deberá ser reubicada debido al aumento del nivel del mar²⁴, con una propuesta más cercana a las tradiciones de vivienda gunas.
- b. En Colombia, los pueblos raizales de San Andrés y Providencia enfrentan la intrusión salina en acuíferos, la afectación de sus medios para subsistir y la pérdida de zonas pesqueras. La Universidad Nacional de Colombia señala que el nivel del mar en la región tuvo una creciente entre 3 y 4 mm por año desde 1993²⁵.
- c. Las comunidades costeras como Cahuita y Moín en Limón, Costa Rica, son vulnerables ante el aumento del nivel del mar y la erosión costera. Calculando su aumento podría ser de 0.36 metros en Moín y 0.51 metros en Cahuita para el año 2030. En junio de 2021, se dio un período temporal de precipitación intensa en el cantón de Talamanca, donde se ubica Cahuita, provocando inundaciones sin precedentes que

terminarían afectando a la comunidad (270 familias) en daños materiales como viviendas, infraestructura vial y la suspensión de clases²⁶.

Nuestra propuesta arquitectónica puede implementarse o readaptarse para estos casos:

- a. Al igual que el objeto de estudio en Gardí Sugdub, Ukupa es un sitio similar en la que puede implementarse emplazamientos insulares, en tierra firme y casas flotantes, donde preserve la organización espacial tradicional de la comunidad tomando como eje central la Casa del Congreso (*onmaged nega*) y la Casa de la Chicha (*inna-nega*) como corresponde con la cultura local. De igual manera, el diseño de la vivienda permite establecer espacios conocidos y cuenta con aplicaciones eco-tecnológicas, como sanitarios de combustión eléctrica, paneles solares para generar energía e implementar un sistema de recolección de agua de lluvia y el uso de cocinas ecológicas de barro. Además, de usar los materiales locales, en Ukupa, como el *masarwar* y el *werug*.
- b. Adaptar el sistema de recolección de agua lluvia para contrarrestar la intrusión salina en acuíferos y diseñar tanques comunes de almacenamiento comunitario con filtración y tratamiento adaptado a condiciones de alta salinidad. En cuanto al medio de subsistencia, se requiere de una infraestructura pesquera que consista en el diseño de muelles flotantes que se ajusten al nivel del mar mediante anclajes flexibles. Por último, se recomienda diseñar y construir viviendas elevadas en palafitos y el uso de materiales locales que lleve un ordenamiento urbano y servido con equipamiento comunitario como un centro de salud, espacios religiosos y edificaciones de carácter institucional con posibilidad de expansión de la trama urbana.
- c. Las comunidades costeras de Cahuita y Moín podrían considerar propuesta de viviendas en plataformas flotantes con cilindros de polietileno de alta densidad y un sistema de anclaje flexible que permita el movimiento vertical con mareas; tomar medidas de protección de infraestructura educativa con un diseño modular alrededor de un patio central, elevado y uso de materiales resistente contra la humedad y aplicar el uso de tecnologías sostenibles como paneles solares y cocinas ecológicas para reducir la dependencia de recursos externos.

Tomando en cuenta estos tres casos, es necesario realizar un enfoque metodológico donde se considere la participación comunitaria con el fin de diseñar residencias flexibles y apegadas con la preservación de la identidad cultural de cada entorno que permita generar un espacio autosustentable en aspectos económicos, políticos y sociales.

Implicaciones ambientales, socioecológicas y de política pública en el contexto del cambio climático

Los hallazgos de este estudio se relacionan directamente con los marcos internacionales de adaptación climática y sostenibilidad, particularmente con las tendencias actuales en Adaptación Basada en Ecosistemas (EbA) y Soluciones Basadas en la Naturaleza (NbS) promovidas por organismos multilaterales como el IPCC, el PNUMA y el PNUD (27–29). Estos enfoques coinciden en que las comunidades costeras vulnerables deben transitar hacia modelos de ocupación territorial que integren principios ecológicos, conocimiento indígena y tecnologías apropiadas para afrontar el aumento del nivel del mar, la pérdida de biodiversidad y la degradación ambiental^{30–32}.

Adaptación basada en ecosistemas y soluciones basadas en la naturaleza

El caso de Gardí Sugdub presenta una oportunidad para aplicar estrategias de EbA y NbS, como la diversificación de asentamientos entre tierra firme, isla elevada y estructuras flotantes. Este tipo de redistribución reduce la presión sobre ecosistemas marino-costeros, protege los servicios ecosistémicos asociados (pesca artesanal, regulación hídrica, protección natural costera) y fortalece la resiliencia ecosocial de la comunidad^{33,34}.

Asimismo, la cosmovisión guna se alinea con los postulados internacionales de las NbS, particularmente en el uso sostenible de materiales vegetales, la gestión comunitaria del territorio y la integración del entorno natural en sus prácticas tradicionales^{35,38}. La propuesta arquitectónica no solo protege la integridad cultural, sino que también contribuye a la conservación de especies vegetales claves para la construcción

tradicional (*masarwar*, *sargi*, *werug*) y a la reducción del impacto ecológico asociado a viviendas prefabricadas contemporáneas.

Consideraciones de salud ambiental y bienestar comunitario

La reubicación climática tiene efectos directos sobre la salud física, mental y ambiental. La implementación de viviendas elevadas en la isla y de infraestructuras flotantes reduce la exposición a inundaciones, humedad crónica, acumulación de residuos y contaminación del agua, riesgos ampliamente documentados en comunidades costeras afectadas por el aumento del nivel del mar ^{31, 37}.

De igual forma, las ecotecnologías incorporadas —recolección de agua de lluvia, cocinas ecológicas y sanitarios de combustión— contribuyen a mejorar la calidad del aire interior, reducir enfermedades respiratorias y aumentar la seguridad hídrica, aspectos centrales en las recomendaciones de resiliencia climática para pueblos indígenas y comunidades costeras ³⁹.

La provisión de equipamientos comunitarios —centro de salud, escuela, espacios ceremoniales y de culto— también fortalece la cohesión social y el bienestar emocional, un elemento crítico en procesos de migración y desplazamiento climático ³⁰.

Biodiversidad, servicios ecosistémicos y continuidad cultural

Las comunidades indígenas costeras dependen estrechamente de la biodiversidad local, tanto en su dimensión económica como espiritual. En este contexto, la integración equilibrada entre asentamientos terrestres, insulares y marinos fortalece la relación histórica con el mar, mantiene la actividad pesquera artesanal y facilita la transmisión de prácticas culturales como la construcción tradicional, la elaboración de molas y la participación en espacios ceremoniales ³⁸.

El modelo propuesto permite mitigar la degradación de hábitats costeros, disminuir la presión sobre ecosistemas sobrepoblados y evitar procesos de erosión acelerada en la isla, coherente con las recomendaciones internacionales de manejo costero sostenible y de protección basada en ecosistemas ^{29, 32, 36}.

Implicaciones para políticas públicas y gobernanza climática

El caso de Gardí Sugdub puede servir como referencia para el diseño de futuros planes nacionales de adaptación en Panamá y Centroamérica. Las experiencias globales de reubicación forzada en territorios indígenas demuestran que las políticas públicas deben evitar enfoques estandarizados y priorizar modelos de adaptación co-construidos con las comunidades, respetando su organización espacial, sus prácticas de vida y su vínculo espiritual con el territorio ^{30, 35}.

El enfoque tripartito de ocupación territorial presentado —tierra firme, isla adaptada y viviendas flotantes— constituye una estrategia replicable para otras comunidades insulares en condiciones de vulnerabilidad climática, integrando criterios socioculturales, ecológicos y tecnológicos, en línea con las recomendaciones internacionales sobre resiliencia costera y gestión del riesgo climático ^{31, 36, 40}.

CONCLUSIONES

Este estudio presenta una contribución pionera al abordar de manera integrada los desafíos ambientales, socioculturales y territoriales asociados al desplazamiento climático de comunidades indígenas costeras. A partir del caso de Gardí Sugdub, se desarrolló un modelo innovador de ocupación territorial resiliente, estructurado en tres emplazamientos interconectados —tierra firme, isla Gardí Sugdub y viviendas flotantes— que articula principios de arquitectura vernácula, soluciones basadas en la naturaleza (NbS) y adaptación basada en ecosistemas (EbA).

El trabajo aporta tres elementos novedosos que lo convierten en una referencia para futuros procesos de reubicación climática en Panamá, Centroamérica y otras regiones insulares vulnerables:

1. **Un enfoque de diseño híbrido** que combina infraestructura tradicional guna, tecnologías ecológicas y estrategias contemporáneas de adaptación climática, preservando simultáneamente identidad cultural y funcionalidad ambiental.
2. **La aplicación explícita de marcos internacionales de resiliencia costera**, integrando conocimientos indígenas, servicios ecosistémicos y prácticas de manejo sostenible del territorio con lineamientos del IPCC, UNEP, UNDRR y organismos globales.
3. **Un modelo territorial replicable**, fundamentado en evidencia científica y en un análisis socioecológico profundo, que puede adaptarse a otros contextos de islas pequeñas amenazadas por la subida del nivel del mar, erosión costera, pérdida de territorio y migración climática.

Asimismo, el estudio demuestra que la modernización no es incompatible con la conservación cultural. Por el contrario, la incorporación de ecotecnologías —sanitarios de combustión, paneles solares, captación de agua de lluvia y estufas ecológicas— potencia la sostenibilidad operativa del asentamiento sin desplazar el conocimiento ancestral guna ni su ordenamiento espacial tradicional.

Los resultados destacan que los procesos de reubicación climática deben diseñarse con participación comunitaria, respetando las lógicas culturales, las prácticas cotidianas y los valores territoriales de los pueblos indígenas. Un traslado efectivo no solo exige infraestructura adecuada, sino también vínculos territoriales, funcionales y simbólicos que garanticen continuidad cultural, seguridad ambiental y bienestar social.

En conjunto, este trabajo demuestra que es posible formular soluciones arquitectónicas, ambientales y socio-culturales integradas, capaces de responder simultáneamente a la crisis climática, la pérdida de hábitat y la necesidad de preservación cultural. El modelo propuesto constituye un aporte significativo al campo de la resiliencia climática en pequeñas islas y sienta las bases para futuras investigaciones técnicas, antropológicas y ambientales que permitan su implementación, validación y escalamiento en comunidades vulnerables de la región.

Contribución de Autoría

Conceptualización: L. Yanisselly, **Metodología:** L. Yanisselly, **Levantamiento de información y diseño arquitectónico:** E. Díaz Arcia, S. Escalona, H. Ramos, **Visualización y representación gráfica:** E. Díaz Arcia, S. Escalona, H. Ramos, **Curación de datos:** E. Díaz Arcia, S. Escalona, H. Ramos, **Análisis formal:** L. Yanisselly, **Redacción—borrador original:** E. Díaz Arcia, S. Escalona, H. Ramos, **Redacción—revisión y edición:** L. Yanisselly, **Supervisión:** L. Yanisselly

Todos los autores han leído y aprobado la versión final del manuscrito.

Financiación

Este estudio no recibió financiación externa específica.

El procesamiento editorial (APC) fue cubierto bajo el esquema del **BioNatura Institutional Publishing Consortium (BIPC)**, sin cargo para los autores.

Declaración del Comité de Ética

No aplica.

Este estudio no involucró experimentación con seres humanos ni con animales.

El trabajo se basa exclusivamente en análisis arquitectónico, diseño territorial y revisión documental.

Declaración de Consentimiento Informado

No aplica.

El estudio no involucró participantes humanos ni recolección de información sensible.

Disponibilidad de Datos

Toda la información utilizada en este estudio proviene de levantamientos arquitectónicos propios, observación de campo y materiales de dominio público.

Los datos adicionales pueden ser solicitados a la autora de correspondencia.

Agradecimientos

Las autoras y autores expresan su agradecimiento a las autoridades tradicionales y a miembros de la comunidad guna de Gardí Sugdub, quienes compartieron conocimientos y experiencias que enriquecieron la comprensión del proyecto.

Se agradece igualmente a la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Panamá por el apoyo institucional brindado durante la elaboración de esta propuesta académica.

Conflictos de Interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Las instituciones financiadoras no tuvieron participación en el diseño del estudio, la interpretación de los resultados ni la decisión de publicar el manuscrito.

Declaración de Uso de Datos e Inteligencia Artificial

Todas las figuras, diagramas y tablas fueron elaboradas íntegramente por las autoras y autores utilizando información obtenida mediante levantamiento propio, diseño arquitectónico y análisis documental.

Las imágenes de las Figuras 1–7 fueron editadas, optimizadas o reescaladas mediante flujos de trabajo asistidos por inteligencia artificial (OpenAI), únicamente para fines de mejora visual y edición gráfica.

Ningún sistema de IA generó datos científicos, procesó mediciones ni produjo interpretaciones de resultados. La IA generativa se empleó exclusivamente para corrección gramatical y estandarización de estilo, bajo supervisión humana completa.

Los autores verificaron de forma independiente todos los resultados, en cumplimiento con la política de IA asistida de BioNatura Journal:

<https://bionaturajournal.com/artificial-intelligence--ai-.html>

REFERENCIAS

1. Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVIOT). El sueño de isla Gardí Sugdub en Guna Yala pronto se hará realidad. 6 de julio de 2022. Disponible en: <https://www.miviot.gob.pa/el-sueno-de-isla-gardi-sugdub-en-guna-yala-pronto-se-hara-realidad/> (Acceso: julio 2025).
2. Zea MT. Panamá: reubicación de población desplazada por aumento del nivel del mar amenaza área protegida. Mongabay. 6 de agosto de 2024. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2024/08/panama-reubicacion-poblacion-desplazada-por-aumento-nivel-del-mar-amenaza-area-protegida/> (Acceso: julio 2025).

3. Lindsey R. Climate change: global sea level. Climate.gov. 22 de agosto de 2023. Disponible en: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level> (Acceso: julio 2025).
4. Equipo de Redacción de Ciencia. Seguimiento del aumento del nivel del mar. NASA. 8 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://ciencia.nasa.gov/ciencias-terrestres/seguimiento-aumento-del-nivel-del-mar/> (Acceso: julio 2025).
5. Samaniego A. Isber Yala: nuevo hogar para 300 familias guna desplazadas por el cambio climático. La Prensa. 28 de mayo de 2024. Disponible en: <https://www.prensa.com/sociedad/isber-yala-nuevo-hogar-para-300-familias-guna-desplazadas-por-el-cambio-climatico/> (Acceso: julio 2025).
6. Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVIOT). Gobierno Nacional inyecta partida para avanzar obra residencial en Guna Yala. 10 abril 2023. Disponible en: <https://www.miviot.gob.pa/gobierno-nacional-inyecta-partida-para-avanzar-obra-residencial-en-guna-yala/> (Acceso: julio 2025).
7. Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). Viviendas particulares ocupadas y población en la República. Censos 2010 y 2023. 2023. Disponible en: <https://www.inec.gob.pa/archivos/P0774740120231009161753CUADRO%201.pdf> (Acceso: julio 2025).
8. Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). XII Censo de población y VIII de vivienda. Indicadores de población. 2023. Disponible en: <https://www.inec.gob.pa/DASHBOARDS/Censos/MapasLP>.
9. The Ethnic Home. Kuna molas of San Blas. Disponible en: <https://www.theethnichome.com/kuna-molas-of-san-blas/>.
10. Newsome M. Indigenous Guna of Panama escape rising seas. Science News. 7 abril 2023. Disponible en: <https://www.sciencenews.org/article/indigenous-guna-panama-escape-rising-seas> (Acceso: julio 2025).
11. The Ethnic Home. Kuna molas of San Blas – Part 2. Disponible en: <https://www.theethnichome.com/kuna-molas-of-san-blas-part-2/> (Acceso: julio 2025).
12. Reyes Acosta C, Castillo G. Plantas de uso tradicional en la comarca indígena de Guna Yala. Pontificia Universidad Javeriana. 1 junio 2011. Disponible en: <https://gubiler.blogspot.com/2011/06/plantas-de-uso-tradicional-en-la.html> (Acceso: julio 2025).
13. Kaddoura A. Comunicación personal. Panamá; 19 julio 2025.
14. Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). Viviendas particulares ocupadas por número de cuartos. Censo 2023. 2023. Disponible en: <https://www.inec.gob.pa/archivos/P053342420231215122530Cuadro%204.pdf> (Acceso: julio 2025).
15. Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). Atlas Social de Panamá: personas por hogar. Disponible en: <https://www.mef.gob.pa/wp-content/uploads/2020/12/02-Personas-por-hogar.pdf> (Acceso: julio 2025).
16. Kaddoura A, Yanisselly L. Gardí Sugdub en tierra firme: reflexiones hacia un traslado cultural y sostenible. Espacio en Blanco. 2024;1(1):43-46.
17. Architectenbureau Marlies Rohmer. Casas flotantes en IJburg. ArchDaily. 2011. Disponible en: <https://www.archdaily.cl/cl/02-80604/casas-flotantes-en-ijburg-architectenbureau-marlies-rohmer> (Acceso: julio 2025).
18. PNUD El Salvador. Nuevos datos sobre impacto del cambio climático en inundaciones costeras. 28 noviembre 2023. Disponible en: <https://www.undp.org/es/el-salvador/noticias/nuevos-datos-del-pnud-y-cil-sobre-el-impacto-del-cambio-climatico-en-las-inundaciones-costeras> (Acceso: noviembre 2025).

19. Arias C. El SOS de las islas amenazadas por el cambio climático en la COP29. El Independiente. 18 noviembre 2024. Disponible en: <https://www.elindependiente.com/internacional/2024/11/18/el-sos-de-las-islas-amenazadas-por-el-cambio-climatico-en-la-cop29/> (Acceso: noviembre 2025).
20. Nahib S. Tuvalu: una nación insular del Pacífico que está siendo sumergida por el mar. Cultural Survival. 2 junio 2022. Disponible en: <https://www.culturalsurvival.org/es/publications/cultural-survival-quarterly/tuvalu-una-nacion-insular-del-pacifico-que-esta-siendo> (Acceso: noviembre 2025).
21. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Construir futuros resilientes en el Caribe. 14 noviembre 2022. Disponible en: <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/construir-futuros-resilientes-en-el-caribe> (Acceso: julio 2025).
22. SWI Swissinfo.ch. Brasil y Colombia: países latinoamericanos con más desplazamientos por desastres naturales. 1 agosto 2024. Disponible en: <https://www.swissinfo.ch/spa/brasil-y-colombia%2C-pa%C3%ADses-latinoamericanos-con-m%C3%A1s-desplazamientos-por-desastres-naturales/85673059> (Acceso: noviembre 2025).
23. Ministerio de Ambiente. Panamá perderá zonas costeras e islas al 2050. 2022. Disponible en: <https://dcc.miambiente.gob.pa/panama-perdiera-zonas-costeras-e-islas-al-2050-por-efectos-del-cambio-climatico/> (Acceso: 2025).
24. Sánchez D. Ukupa: la nueva isla que enfrentará reubicación por aumento del nivel del mar. Día a Día. 13 agosto 2025. Disponible en: <https://www.diaadia.com.pa/el-pais/ukupa-la-nueva-isla-en-gunayala-que-enfrentara-reubicacion-por-el-nivel-del-mar-785392> (Acceso: noviembre 2025).
25. INVEMAR–CORALINA. Evaluación de la vulnerabilidad por ascenso en el nivel del mar y lineamientos de adaptación para San Andrés, Providencia y Santa Catalina. 2013–2014. Disponible en: <https://observatorio.coralina.gov.co/index.php/es/publicaciones/item/514-evaluacion-de-la-vulnerabilidad-por-ascenso-en-el-nivel-del-mar-anm-y-propuesta-de-lineamientos-de-adaptacion> (Acceso: noviembre 2025).
26. Lizano-Araya M, Lizano-Rodríguez O. Creación de escenarios ante el aumento del nivel del mar para Moín y Cahuita, Costa Rica. RGAC Rev Geogr Am Cent. 2021;1(68):103-126.
27. IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press; 2022.
28. UNEP. Nature-based Solutions for Climate Change Mitigation and Adaptation: Synthesis Report. United Nations Environment Programme; 2023.
29. IUCN. Ecosystem-based Adaptation in Coastal and Marine Areas: Global Evidence and Emerging Lessons. International Union for Conservation of Nature; 2024.
30. United Nations University. Climate Mobility in Small Island Developing States: Trends, Risks and Adaptation Pathways. UNU Institute for Environment and Human Security; 2024.
31. FAO. Climate-Resilient Coastal Communities: Integrating Indigenous Knowledge and Ecosystem-based Adaptation. Food and Agriculture Organization; 2023.
32. World Bank. Rising Tides: Building Climate Resilience in Coastal and Delta Regions. World Bank Report; 2022.
33. IPCC. Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (SROCC). Intergovernmental Panel on Climate Change; 2021.
34. UNDRR. Strategic Approaches to Coastal Risk Reduction Using Nature-Based Solutions. United Nations Office for Disaster Risk Reduction; 2024.
35. OECD. Climate Change Adaptation in Small Island and Coastal Communities: Policy Gaps and Pathways. OECD Publishing; 2023.

36. Global Commission on Adaptation. Coastal Adaptation and Resilience: Global Review of Tools and Strategies. Rotterdam; 2023.
37. World Meteorological Organization. State of Global Sea Level Rise and Coastal Hazards 2024. WMO Report; 2024.
38. IPBES. Indigenous and Local Knowledge Systems and Climate Change Adaptation. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services; 2022.
39. UNDP. Climate-Resilient Infrastructure for Coastal Indigenous Communities: Lessons from the Caribbean. United Nations Development Programme; 2024.
40. NASA Sea Level Change Team. Global Patterns of Sea Level Rise and Coastal Exposure. NASA Technical Report; 2023.

Received: 26 Oct 2025 / **Accepted:** 27 Nov 2025 / **Published (online):** 15 Dec 2025 (Europe/Madrid)

Citation

Díaz Arcia E, Escalona S, Ramos H, Yanisselly L. *Adaptación Climática y Resiliencia Socioambiental en Comunidades Indígenas Costeras: Un Modelo de Reubicación Sostenible para Gardí Sugdub (Guna Yala, Panamá)*. BioNatura Journal. 2025; 2(4): 3.
<https://doi.org/10.70099/BJ/2025.02.04.3>

Correspondencia

Prof. Arq. Linette Yanisselly

Email: linette.yanisselly@up.ac.pa

Peer Review Information

BioNatura Journal agradece la contribución de los revisores anónimos al proceso editorial.

La coordinación regional del proceso de revisión se realizó bajo el **BioNatura Institutional Publishing Consortium (BIPC)**, con participación de:

- Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)
- Universidad de Panamá (UP)
- RELATIC (Panamá)

Con apoyo de: <https://reviewerlocator.webofscience.com/>

Publisher Information

Publicado por **Clinical Biotec S.L. (Madrid, España)** como *publisher of record* del BioNatura Institutional Publishing Consortium (BIPC).

Instituciones co-publicadoras:

- Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)
- Universidad de Panamá (UP)
- RELATIC (Panamá)

Lugares de publicación:

Madrid (España), Tegucigalpa (Honduras), Panama City (Panamá)

Online ISSN: 3020-7886

Open Access Statement

Todos los artículos publicados en BioNatura Journal están disponibles de forma inmediata, gratuita y permanente en acceso abierto, sin costos para lectores ni autores.

Publisher's Note

BioNatura Journal se mantiene neutral respecto a reclamaciones jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.

Copyright & License

© 2025 por los autores.

Este artículo se publica bajo la licencia **Creative Commons Attribution (CC BY 4.0)**, que permite uso, distribución y reproducción sin restricciones, siempre que se cite adecuadamente el trabajo original.

Licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Governance

Para revisar la gobernanza editorial y las responsabilidades de co-publicación del BIPC, véase:

<https://clinicalbiotec.com/bipc>