

IDEA



Construcción y Madera

Volumen 6 - Año: 2024 - ISSN: 2590-4612



**Centro de Tecnologías para
la Construcción y la Madera**

SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



**CTCM
SENNOVA**

Propuesta arquitectónica de vivienda de emergencia temporal para la atención post-desastre en el contexto del Archipiélago San Andrés y Providencia

Mario Fernando Bucheli Caicedo¹, Leidy Tatiana Bermejo Cabrera², Cristian Andrés Abril Baquero³.

¹mbuchelic@sena.edu.co, ²ltbermejo@sena.edu.co, ³caabril266@soy.sena.edu.co.

Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Bogotá, Colombia.

¹Autor de correspondencia.

- Architectural Proposal for Temporary Emergency Housing for Post-Disaster Response in the Context of the San Andrés and Providencia Archipelago
- Proposta Arquitetônica de Habitação de Emergência Temporária no Contexto de Resposta Pós-Desastre no Arquipélago de San Andrés e Providencia

Artículo de investigación



Fuente: propia

Resumen

El aumento en frecuencia e intensidad de eventos de desastre natural tienen implicaciones negativas en las comunidades humanas debido a que la mayor parte de estas se encuentran expuestas a condiciones de riesgo y son altamente vulnerables ante situaciones catastróficas. Las viviendas de emergencia como respuesta en la fase de manejo del riesgo es una alternativa estratégica para fortalecer a las comunidades ante este tipo de situaciones post desastre. Los elementos de diseño que se deben considerar en la implementación de viviendas de emergencia son: la habitabilidad, composición arquitectónica y viabilidad técnica, aspectos críticos en este tipo de viviendas. El objetivo de este proyecto es proponer un prototipo de vivienda de emergencia desmontable, flexible y de fácil construcción, adaptable a las condiciones locales de San Andrés y Providencia que cumpla con la funcionalidad mínima de habitabilidad y proporcione seguridad a las familias afectadas, mejorando la eficiencia y pertinencia de la respuesta ante desastres en el contexto local. La metodología implementada está relacionada con la arquitectura probada, la cual hace referencia a la verificación de propuestas de diseño ya existentes y mejorar sus características para que se ajusten a los criterios de diseño en el contexto del caso de estudio. La propuesta de diseño del prototipo contempla una estructura en madera de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham., basada en el sistema constructivo de entramado liviano, considera un área efectiva de 17,86 m² unifamiliar, integrando la arquitectura tradicional del Archipiélago de San Andrés y Providencia. Se espera validar su viabilidad ante la comunidad raizal para la implementación de mejoras que permitan su aceptación y uso como respuesta en caso de emergencias futuras.

Palabras clave: *Arquitectura tradicional, desastres naturales, raizales, refugio temporal, vivienda de emergencia, vulnerabilidad.*

Abstract

The increasing frequency and intensity of natural disasters have negative implications for human communities as many are situated in high-risk areas and exhibit substantial vulnerability during emergencies. Emergency housing serves as a critical intervention

during the risk management phase, offering a strategic framework to enhance community resilience in post-disaster scenarios. Key design considerations for emergency housing include habitability, architectural composition, and technical feasibility, which are essential for this type of housing. This project aims to suggest a prototype for detachable, adaptable, and rapidly deployable emergency housing tailored to the specific conditions of San Andrés and Providencia. The proposed design prioritizes minimum habitability standards while providing security and stability for affected families, thereby enhancing the efficiency and contextual relevance of disaster response strategies. The methodology adopted is rooted in evidence-based architecture, emphasizing the evaluation and refinement of existing design models to align with the specific requirements of the case study. The proposed prototype features a wood structural system constructed with *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham., utilizing a lightweight frame construction methodology. The design includes a functional area of 17.86 m², optimized for single-family use, and incorporates elements inspired by the traditional architecture of the San Andrés and Providencia Archipelago. A validation process with the Raizal community is planned to assess the design's viability and integrate feedback, ensuring cultural acceptance and practical applicability as a reliable emergency response solution for future disasters.

Keywords: *Emergency housing, natural disasters, raizales communities, temporary shelter, traditional architecture, vulnerability.*

Resumo

O aumento da frequência e intensidade dos desastres naturais representa desafios significativos para os assentamentos humanos, uma vez que muitos estão localizados em áreas de alto risco e apresentam grande vulnerabilidade durante situações de emergência. A habitação de emergência é uma intervenção crítica na fase de gestão de riscos, oferecendo um marco estratégico para fortalecer a resiliência comunitária em cenários pós-desastre. Os principais aspectos de design a serem considerados para habitações de emergência incluem habitabilidade, integridade arquitetônica e

viabilidade técnica, essenciais para garantir soluções funcionais e sustentáveis. Este projeto tem como objetivo desenvolver um protótipo de habitação de emergência destacável, adaptável e de rápida montagem, adequado às condições específicas do Arquipélago de San Andrés e Providencia. O design proposto prioriza padrões mínimos de habitabilidade, ao mesmo tempo em que proporciona segurança e estabilidade para as famílias afetadas, aumentando a eficiência e a relevância contextual das estratégias de resposta a desastres. A metodologia adotada baseia-se na arquitetura baseada em evidências, enfatizando a avaliação e o refinamento de modelos de design existentes para alinhá-los aos requisitos específicos do estudo de caso. O protótipo proposto apresenta um sistema estrutural construído com *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham., utilizando o método de construção leve em madeira. O design inclui uma área funcional de 17,86 m², otimizada para uso unifamiliar, e integra elementos inspirados na arquitetura tradicional do Arquipélago de San Andrés e Providencia. Um processo de validação junto à comunidade Raizal está planejado para avaliar a viabilidade do design e integrar feedbacks, garantindo aceitação cultural e aplicabilidade prática como uma solução confiável de resposta a emergências futuras.

Palavras-chave: Abrigo temporario, arquitetura tradicional, comunidades Raizais, desastres naturais, habitação de emergência, vulnerabilidade.

Introducción

Durante los últimos años, la frecuencia de ocurrencia e intensidad de eventos de desastre de orden natural han incrementado considerablemente en consecuencia de las dinámicas climáticas, lo que implica una condición mayor de vulnerabilidad en las comunidades (Randy R. Rapp, 2011). Cerca del 70% de la población mundial está localizada en áreas urbanas, lo que ha incidido en la expansión física del área construida de las ciudades de manera creciente y no planificada, perjudicando directamente la calidad de vida y propensa a situaciones de riesgo (ONU, 2023). El objetivo de desarrollo sostenible (ODS) sobre ciudades y comunidades sostenibles plantea la necesidad de establecer estrategias locales para la reducción de riesgo a desastres que proporcionen herramientas de

respuesta y mitigación para enfrentar situaciones de emergencia (UNDP, 2004).

Las fases de la gestión del riesgo y atención de desastres contemplan tres procesos fundamentales entre los cuales están: el conocimiento, la reducción y el manejo del riesgo. En este sentido, las características de dichos eventos están condicionadas al lugar de ocurrencia y proporcionan una perspectiva para definir e identificar las estrategias que mitiguen el impacto en eventos futuros (UNGRD, 2022). Los refugios de emergencia comprenden una alternativa de respuesta dentro del proceso de manejo del riesgo, estos están enfocados en proporcionar protección temporal a las comunidades vulnerables afectadas por alguna eventualidad que limite el acceso a la vivienda y reduzca sus condiciones de habitabilidad en una situación post desastre (Prashan Ranasinghe, 2017).

Las viviendas de emergencia temporal (*Emergency temporary housing*) también llamadas refugios temporales (*Temporary shelter*) surgen como respuesta para atender cualquier evento que requiera una intervención humanitaria rápida y eficaz con el objetivo de brindar refugio a los afectados (Félix et al., 2013). Este tipo de viviendas se caracterizan por ser estructuras de rápido montaje, flexibles a las condiciones de la zona, que permita ser autoconstruida, versátil y de fácil transporte; cumpliendo con criterios de funcionalidad que otorgue a las personas afectadas un refugio con las condiciones básicas de habitabilidad y seguridad (Gordillo Bedolla, 2006).

La arquitectura de emergencia como lo menciona Davis (2011), está relacionada con la identificación de las necesidades para «estructurar hábitats», integrando aspectos socioculturales y su interacción con la condición física de su entorno en un contexto particular. Por tal motivo, entender la relación intrínseca entre los conceptos de vivienda, hogar, casa, refugio, alojamiento, morada en esa estructuración, desde el punto de vista etimológico del concepto “habitar”, proveniente del latín “*habitare*” y la acción “*habere*” que significa “tener”; habitar es tener un lugar permanente definido espacialmente, pertenecer a un lugar, estar «*enraizado*» en él (Gordillo Bedolla, 2006).

Es el modo de habitar de una comunidad, el que define ciertos rasgos y características culturales, sociales y políticas entorno a un lugar. (Davis, 2011), sugiere la importancia de entender la estructura cultural antes de realizar una propuesta de diseño de una vivienda de emergencia, entender estos aspectos naturales de la vivienda local, estilos de vida y modelos socioculturales asociados son la base fundamental para una investigación de este tipo. Luego de un evento de desastre, la ruptura y desconexión de la comunidad ante la incertidumbre y la pérdida genera consecuencias de desarraigo y fragmentación social (Archer & Boonyabancha, 2011). Por lo que, la atención y respuesta inmediata a este tipo de eventos debe considerar aspectos sociales que minimicen el impacto post desastre en la comunidad.

El caso de estudio abordado en este documento hace referencia al huracán IOTA ocurrido en el año 2020; el cual, ha sido de los eventos más extremos que afectó a la población insular del Archipiélago de San Andrés y Providencia. Según el informe de la Unidad de Gestión del Riesgo a Desastres (UNGRD, 2022), la evaluación de daños y necesidades reportó para San Andrés 2514 viviendas afectadas y para la isla de Providencia fueron 1976, donde se evidenciaron daños de colapso total en 85 y 908 viviendas, respectivamente. Dada la trayectoria del huracán, el grado de afectación fue mayor en la isla de Providencia, ocasionando afectaciones en 3716 personas.

Teniendo en consideración estos elementos, la situación problema identificada para el desarrollo de este trabajo está enfocada en la siguiente pregunta de investigación: *¿Cuáles son las características de diseño que se deben considerar en la propuesta de vivienda de emergencia que logre conservar los aspectos socioculturales de la comunidad raizal de San Andrés y Providencia ante eventos de desastre y catástrofes naturales?* De esta manera, se propuso estudiar el proceso de diseño de la vivienda de emergencia a partir de tres dimensiones: social, técnica y material, con el fin de determinar los criterios relevantes que permitan consolidar una propuesta para su posterior verificación y validación con la comunidad, estableciendo mejoras que permitan su aceptación y uso en eventos futuros.

Metodología

El nivel de investigación definido para este trabajo es de carácter exploratorio mediante el método inductivo. La metodología se dividió en dos fases: la primera corresponde a la consolidación de información secundaria a partir de búsquedas en bases de datos y libros para el diagnóstico inicial y el reconocimiento de los valores culturales asociados a la comunidad raizal. Para esto, se consideraron las siguientes secciones:

Área de estudio

La localización geográfica de la isla de San Andrés es Latitud: 12°34'42.9" N Longitud: 81°41.984' W, y Providencia y Santa Catalina Latitud: 13° 19' 24" N y Longitud 81°23' 15" W. El área continental es de aproximadamente de 44 km², con dos cabeceras municipales correspondientes a San Andrés y Santa Isabel, en Providencia. Según los datos de población del (DANE, 2020), para el año 2023 se registraron 65,663 habitantes, de los cuales 52.3% pertenecen a la población raizal, 37.6% no pertenecen a ningún grupo étnico y 10.1% se identifican como afrocolombianos (Gobernación del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 2020).

Consolidación de información

Para la fase de diagnóstico se realizó una búsqueda de información secundaria en bases de datos como *Scopus*, *Science Direct*, *Proquest*, *EBSCOHost*, entre otras y libros especializados en arquitectura, vivienda y construcción en madera y afines a la temática de investigación. Se utilizaron Tesoros para definir las palabras clave y de esta manera optimizar los resultados. A continuación, se muestra un ejemplo de las ecuaciones de búsqueda utilizadas:

("emergency housing" OR "temporary shelter" OR "disaster shelter" OR "crisis accommodation") AND ("disaster management" OR "emergency management" OR "disaster response" OR "crisis management") AND ("humanitarian aid" OR "relief efforts" OR "disaster relief" OR "emergency assistance") AND ("planning" OR "logistics" OR "coordination" OR "implementation") AND ("vulnerability" OR "resilience" OR "recovery" OR "preparedness").

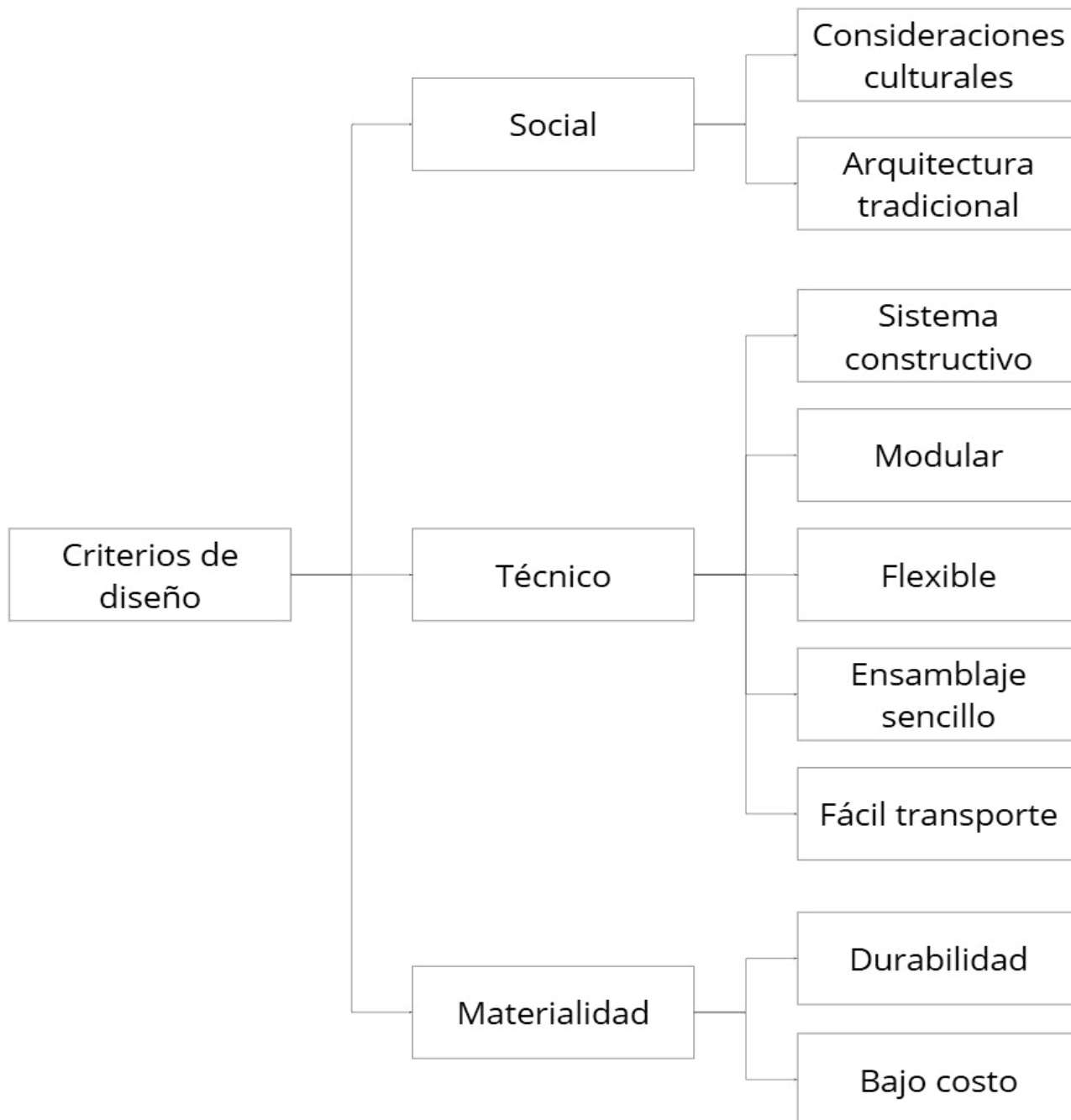
Criterios de diseño

Los criterios de diseño definidos para el prototipo de vivienda de emergencia están enfocados en las tres dimensiones de estudio: social, técnica y material. De acuerdo con Zhu et al., (2018), es indispensable establecer una metodología basada en criterios

previamente definidos que permitan determinar ventajas y desventajas en la fase de uso de la vivienda de emergencia. En este sentido, los criterios seleccionados para la propuesta de diseño de esta investigación son los siguientes (ver Figura 1).

Figura 1.

Criterios de diseño para el prototipo de vivienda de emergencia para San Andrés y Providencia.



Nota. Los criterios de diseño propuestos fueron adaptados al contexto de la presente investigación. Fuente: (Gordillo Bedolla, 2006).

Propuesta de diseño arquitectónica

En la segunda fase, relacionada con el diseño de la vivienda de emergencia, se propuso como metodología la aplicación de la arquitectura probada, la cual busca a través de referentes existentes sobre viviendas de emergencia proponer mejoras que se ajusten a las características particulares del área de estudio. La memoria gráfica de la propuesta se llevó a cabo utilizando *software* CAD (*Computer-Aided Design*) y herramientas BIM (*Building Information Modelling*) Autodesk Revit versión 2023. Para la elaboración de material gráfico en 3D a través de Render se utilizó la versión educativa *Twinmotion* 2023.

Resultados y discusión

Caracterización de la situación de emergencia

Las características del diseño de viviendas de emergencia están dadas por condiciones particulares directamente dependientes del tipo de de desastre, esto incide sobre el grado de vulnerabilidad de las comunidades, la variación de las condiciones de la emergencia y a su vez en los parámetros de diseño de esta. En este sentido, se estableció como referente el evento ocurrido por el huracán IOTA en el año 2020 que afectó el Archipiélago de San Andrés y Providencia. Con el fin de caracterizar la situación de emergencia ocasionada por este fenómeno natural, se presenta en la Tabla 1., la ficha de diagnóstico para el estudio de caso.

Tabla 1.

Ficha de diagnóstico de desastres caso Huracán Iota – San Andrés y Providencia.

Lugar		San Andrés, Providencia y Santa Catalina	
Tipo de fenómeno		Huracán	
Escala Saffir-Simpson		Categoría V (250 km/h)	
Fecha		08 de noviembre de 2020	
Familias afectadas: 1915 San Andrés		Viviendas afectadas: 2514 San Andrés – 1976 Providencia	Descripción de los alojamientos de emergencia utilizados
3716 Providencia.		El martes 17 de noviembre de 2020, se evidenciaron afectaciones en más del 95% de la isla de providencia, generando daños graves en los servicios básicos, en vivienda aproximadamente entre 1.900 y 2.000 viviendas destruidas, agua potable y saneamiento básico, infraestructura hospitalaria, educativa, comercio, y daños ambientales, que impactan gravemente el orden económico y social de su población.	La UNGRD atendió la emergencia otorgando 3000 carpas a los damnificados por el huracán durante los primeros 15 días de sucedido el evento.
Desparecidos: 1 persona desaparecida			
Muertes: 3 personas fallecidas			
Política de alojamiento de emergencia		Política de reconstrucción	
Declaratoria de calamidad pública en el Departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina - Decreto 0284 del 2020.		Más de 700 mil millones de pesos, se destinaron para la reconstrucción de todo Providencia y Santa Catalina, especialmente para recuperar 1.134 viviendas colapsadas totalmente, 877 viviendas que resultaron afectadas leve o moderadamente, 167 equipamientos turísticos destruidos, 295 establecimientos comerciales e infraestructura de agua potable y saneamiento básico.	
Experiencias			
Luego de cuatro años de ocurrido el huracán IOTA, el informe presentado por la asociación <i>Raizal Development Center Corporation</i> , revela la vulneración de los derechos de la población raizal en el proceso de reconstrucción integral del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. En el cual realizan las siguientes peticiones: i) Finalización de construcción de albergues y refugios, a la fecha no hay ni un solo refugio construido, ii) Construcción de zonas seguras en las viviendas, iii) Recolección y remoción de escombros. En el año 2022, se promueve la Sentencia T333 de 2022: Derecho a la Vivienda Digna, agua potable, saneamiento básico y ambiente sano.			

Nota. La información presentada en esta tabla corresponde al informe de la Unidad Nacional para la Gestión del riesgo de Desastres (UNGRD, 2020) La ficha de diagnóstico fue adaptada y modificada por los autores para el presente estudio. Fuente: (Gordillo Bedolla, 2006).

Según la Gobernación del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (2020), en el registro histórico de huracanes ocurridos en el Departamento, el huracán IOTA ha sido el que mayor impacto ha generado sobre la población de estas islas. Considerando sus características insulares, su vulnerabilidad ante ciclones tropicales es alta, presentándose durante los meses de agosto a septiembre la época de lluvias (Bernet & Torres Acosta, 2022; UNGRD, 2022). Desde la perspectiva de la necesidad de refugio y teniendo en consideración las experiencias vividas a partir de esta situación de emergencia que hasta la fecha sigue ocasionando una problemática social entorno al derecho de la vivienda digna, la necesidad de recuperación del habitar el espacio y la integración de los valores culturales que se han perdido post desastre.

Aplicación de los criterios de diseño

Los resultados obtenidos a partir de la fase de diagnóstico, teniendo en consideración los criterios de diseño planteados desde la metodología, sugieren como aspecto inicial entender las necesidades de vivienda de emergencia de la población del Archipiélago de San Andrés y

Providencia desde una perspectiva social, técnica y material a raíz de las consecuencias generadas por el huracán, siguiendo la dirección de la pregunta de investigación que da origen a este trabajo, a partir del análisis arquitectónico de la vivienda tradicional como lo plantea Davis (2011).

La arquitectura tradicional de San Andrés y Providencia refleja la herencia cultural e histórica, reconocida como Patrimonio Cultural inmaterial de la Nación de acuerdo con la Ley 2134 de 2021. Este estilo arquitectónico no sólo representa una respuesta funcional al entorno, sino que es una representación de la historia, cultura y estilo de vida de la comunidad raizal de San Andrés y Providencia, reflejando una profunda conexión con el entorno natural y una resistencia cultural frente a la modernización. Dicha resistencia, se evidencia en mayor medida en la isla de Providencia, ya que conserva el sistema constructivo tradicional en madera en más del 95% de las viviendas. Caso contrario ocurre en San Andrés, dado que gran parte de los terrenos familiares, ahora corresponden a grandes cadenas de hotelería y turismo, generando un impacto estético sobre el sistema constructivo convencional.

Figura 2.

Tipología de viviendas tradicionales de San Andrés y Providencia.

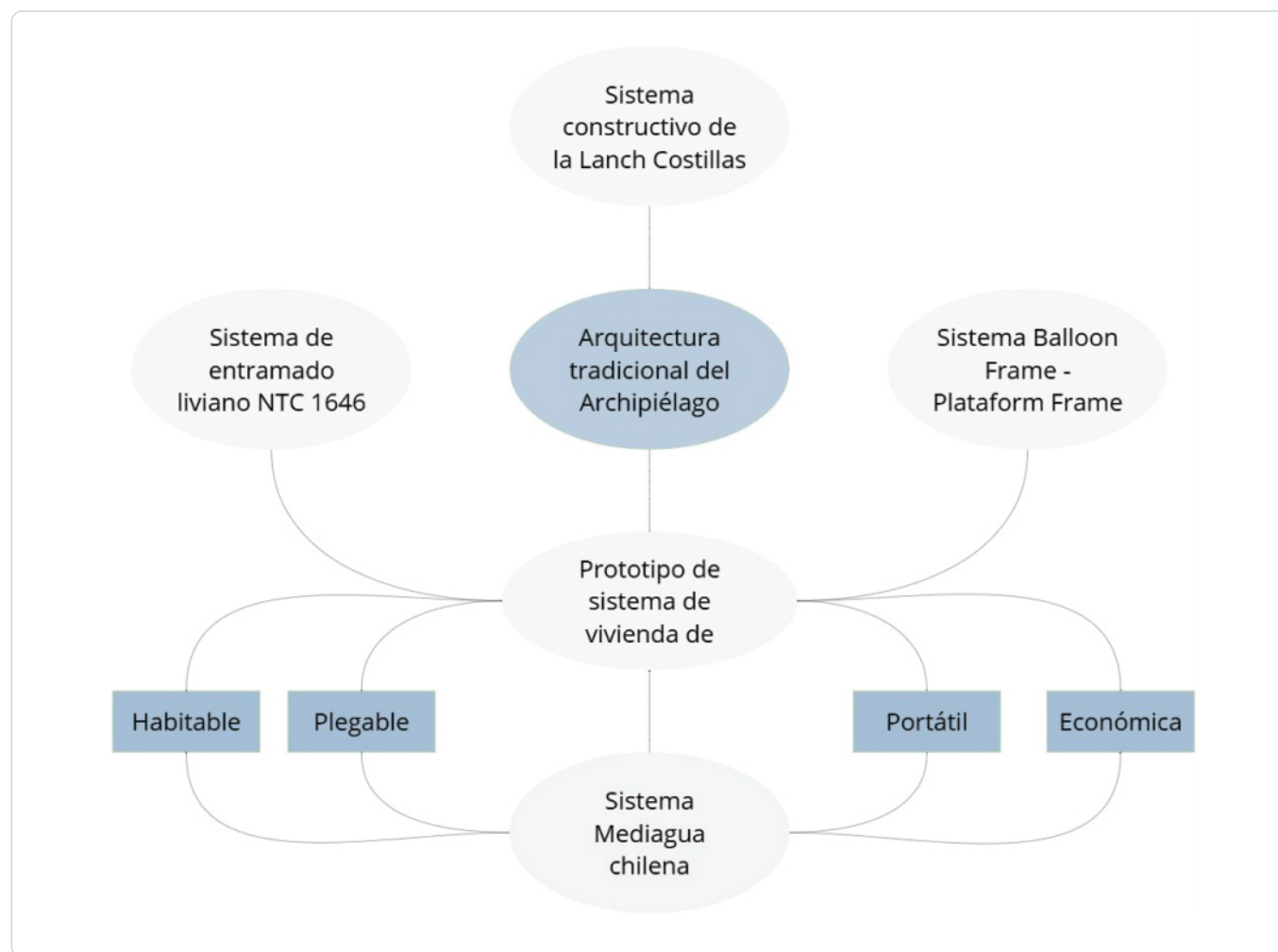


Nota. Las tipologías representadas son modeladas en el Software Autodesk Revit Versión 2023. Fuente: Elaborado por autores.

De acuerdo con Abril Howard (2020), el sistema constructivo arquitectónico está influenciado directamente por las tradiciones culturales entorno a las embarcaciones típicas originarias de las Islas Caimán, denominadas “Cat Boat” la familia Archbold junto a Nicasio Howard y Ricardo Steel, constructores reconocidos de Santa Catalina han contribuido de generación en generación en el sistema constructivo de madera de la isla (Figura 2). La influencia británica en el sistema constructivo refleja el uso particular de sistemas modulares livianos, versátiles como lo son el sistema *Balloon Frame* y *Plataform Frame*, estos sistemas típicos son característicos para entender la arquitectura tradicional (Gordon Pomare, 2020).

En la Figura 3., se esquematizan los componentes identificados como valores culturales necesarios para comprender el contexto de la comunidad afectada desde el punto de vista arquitectónico, en función de incorporar los elementos tradicionales en el proceso de diseño de la propuesta de vivienda de emergencia. Considerando lo anterior, elementos como el sistema constructivo son representativos de la identidad de raizal y establecen una expresión única en el paisaje; así como los detalles arquitectónicos y la distribución de los espacios están ligados a la interacción social propia de la comunidad y la individualidad característica en cada unidad habitacional (Fonseca Ramírez & Saldarriaga Roa, 1984).

Figura 3.
Consideraciones de diseño para el prototipo de vivienda de emergencia.



Nota. Esquema elaborado por autores.

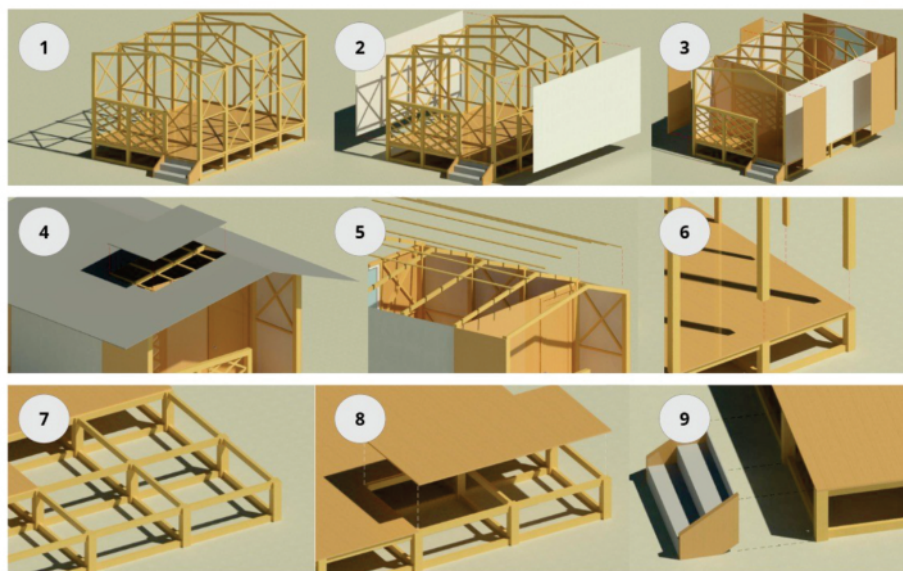
En la revisión bibliográfica sobre viviendas de emergencia temporal, se evidenciaron distintos prototipos con sistemas constructivos enfocados en proporcionar una respuesta inmediata; sin embargo, el sistema de mediagua chilena como referente de vivienda de emergencia, desde la dimensión técnica cumple con los aspectos de habitabilidad, flexibilidad, fácil de transportar y costos mínimos de fabricación (Figura 4). De acuerdo con lo propuesto por Zhu et al., (2018), los criterios técnicos son relevantes a la hora de evaluar un sistema de vivienda de emergencia, ya que esto implica consideraciones operativas para su montaje, luego de ocurrido el desastre.

Figura 4.
Mediagua chilena.



*Nota. Modelado 3D en el Software Autodesk Revit Versión 2023.
Fuente: Elaborado por autores.*

Figura 5.
Proceso constructivo del prototipo de vivienda de emergencia propuesto para San Andrés y Providencia.



Nota. Descripción del proceso constructivo: 1. Instalación del entramado liviano restante, estructura completa. 2. Instalación de lona a los costados. 3. Instalación de paneles. 4. Instalación de tejas en aluzinc. 5. Instalación de correas sobre la cubierta. 6. Instalación de los elementos verticales de la estructura. 7. Estructura base. 8. Instalación de láminas en la base. 9. Instalación de la escalera prefabricada. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo como base estas premisas, se seleccionó este sistema como referente técnico como medio aplicación de la metodología de la arquitectura probada. Estas implicaciones son decisivas para la funcionalidad de la propuesta en términos prácticos (Calle Müller & ElZomor, 2024). En este sentido, el referente de practicidad que ha demostrado el sistema implementado en Chile proporciona elementos para tener en cuenta dentro de la propuesta aquí planteada, a pesar de sus diferencias arquitectónicas con respecto a las viviendas típicas de San Andrés y Providencia.

Propuesta de prototipo de vivienda de emergencia temporal

Integrando las consideraciones de diseño propuestas en las secciones anteriores, el resultado del prototipo de vivienda de emergencia desarrollado busca satisfacer las necesidades de la comunidad desde las tres dimensiones: social, técnica y material. En la Figura 5., se evidencia la visualización gráfica del prototipo, con los detalles constructivos necesarios. El área efectiva de la unidad básica es de $17.86 m^2$, un volumen de $46 m^3$, la estructura base elaborada en madera de *Pinus patula*, siguiendo los principios constructivos del entramado liviano, configurada con un sistema de muros de corte y cerchas que conforman el esqueleto estructural. Esta vivienda de emergencia está pensada para un núcleo familiar de 3 a 4 personas (madre, padre e hijos).

En la Tabla 2., se evidencian las cantidades de material para la elaboración de la estructura base y las dimensiones correspondientes. Para el recubrimiento del prototipo de la vivienda, se empleó tableros de OSB (*Oriented Strand Board*) estructural en los extremos y en la parte media, se contempla el uso de otro material como lona textil para reducir el peso de la estructura, garantizando facilidades en la fase constructiva.

Tabla 2.

Cantidades de material de la estructura de entramado liviano propuesta para la vivienda de emergencia.

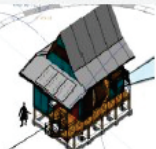
Nombre del elemento	Cantidad	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Longitud (m)	Volumen por pieza (m³)	Vol Total (m³)	Precio Total (\$)
Columnas	20	10	10	0.5	0.01	0.10	\$375,334.60
	20	10	10	2.48	0.02	0.50	\$1,861,659.62
	4	4	8	2.4	0.01	0.03	\$115,302.79
	36	4	8	1.25	0.004	0.14	\$540,481.82
Vigas	26	4	8	1.3	0.004	0.11	\$405,961.90
	21	4	8	1.07	0.003	0.07	\$269,880.59
	18	4	8	1.12	0.003	0.06	\$242,135.86
	5	4	8	2.5	0.01	0.04	\$150,133.84
Cerchas	5	4	8	1.32	0.004	0.02	\$79,270.67
	8	4	8	4.92	0.02	0.13	\$472,741.44
	7	4	8	1.62	0.01	0.04	\$136,201.42
	14	4	8	0.8	0.002	0.04	\$134,519.92
Cortavientos	6	4	8	1.65	0.01	0.03	\$118,906.00
	12	4	8	0.83	0.002	0.03	\$119,626.64
	2	10	10	1.22	0.01	0.02	\$91,581.64
	12	4	4	1.3	0.002	0.02	\$93,683.52
Baranda	8	4	4	1	0.001	0.01	\$48,042.83
Láminas de placa y recubrimiento							
Placa	6	122	2	2.44	N/A	N/A	\$491,400*
Recubrimiento	17	122	1	1.22	N/A	N/A	\$1,919,300*
Total							\$7,666,165.10

*Nota. Las cantidades expuestas en la tabla anterior están sujetas a cambios dimensionales de la unidad básica propuesta. Los precios referenciados en esta tabla están calculados a partir del promedio de varios productos comerciales de madera de P. patula: 3,753,346 \$/m³ para el año 2024. *Los precios de las láminas de placa y recubrimiento corresponden a los precios de tableros de MDF y OSB, respectivamente. Fuente: Elaborado por autores.*

El costo aproximado de los materiales de este prototipo para los elementos de la estructura base en la madera seleccionada es de \$7,666,165 COP, sin considerar los elementos de recubrimiento de lona textil y la cubierta, elementos que incrementan el costo de fabricación en un 30% aproximadamente. Estos costos no consideran impuestos por transporte hasta la isla de San Andrés y Providencia. Dado que el prototipo se encuentra en la primera fase de desarrollo y requiere una aceptación previa por parte de la comunidad, no se presenta un estudio detallado de la viabilidad financiera de la vivienda de emergencia propuesta y se considera como resultado de una investigación posterior.

En la Tabla 3., se presentan algunas propuestas de vivienda de emergencia consultadas a partir de la búsqueda bibliográfica. Si bien, la búsqueda realizada arrojó una cantidad mayor de tipologías de vivienda de emergencia a nivel internacional y nacional, se seleccionaron estas cuatro propuestas, en términos de sistema constructivo, materialidad, tamaño y costo de fabricación. Con el fin de evaluarlas a partir de los criterios de diseño designados para la presente investigación, se evidencian diferencias cualitativas desde la perspectiva del sistema constructivo y la materialidad, el cual se aleja del principio propuesto por Davis (2011), de establecer identidad en el propósito de reconstruir hábitats.

Tabla 3.
Vivienda de emergencia propuestas por otros autores.

No.	Prototipo	Autor	Características	Sistema constructivo	Materiales	Tamaño	Costo (\$)	Imagen
1	Concrete Canvas	Will Crawford y Peter Brewin	El prototipo consiste en "una cubierta dentro de una bolsa". Es una solución de refugio temporal longitudinal que se basa en una tela impregnada de cemento la cual está adherida a un material plástico inflable.	Basado en los principios de la arquitectura efímera.	Utiliza tela de hormigón, adherida a un material plástico inflable, puertas herméticas metálicas y bomba para inflar.	25 m ² - 50 m ²	\$2,585,000 a \$3,964,000 por cada m ²	
2	Mediagua	Noa 18+6.	Vivienda de emergencia auto progresiva, fácilmente adaptada y ampliada por personas o familias en necesidad.	Modular con paneles prefabricados.	Los materiales utilizados con paneles modulares en OBS, con sistema de anclaje de clavos de acero.	18., 27, 36 m ²	\$8,000,000 a \$20,000,000	
3	Arca	Manuel Alejandro Rojas Moreno	Se trata de una combinación entre la arquitectura neumática con los principios estructurales de las tiendas de campaña.	Basado en los principios de la arquitectura neumática.	Se requieren 12 m ² de lona de alta resistencia (polyester) para las paredes, 35,4 m de PVC para la estructura inflable, galgas (0,250 mm) de espesor y 18 m ² de lona morral para el suelo.	15 m ²	\$181,913	
4	Vivienda raíz	Ana María Munar Isaza	Palafítica sobre pilotes en madera, requiere cimentación en concreto reforzado.	Estructura en madera.	Piezas de madera maciza para las columnas, vigas y viguetas. Concreto reforzado para la base, tubería en polipropileno.	35 m ²	\$23,000,000 a \$26,000,000	

Nota. Estas propuestas de vivienda de emergencia son algunos referentes comparativos en cuanto a características, sistema constructivo, materiales tamaño y costo de fabricación. Fuente: Elaborado por autores.

Caso contrario ocurre con la cuarta propuesta realizada por Munar Isaza (2022), enfocada especialmente para el caso de San Andrés. Esta vivienda de emergencia consolida criterios propios de diseño que integran la arquitectura tradicional, lo cual se ve reflejado en el prototipo propuesto. El sistema requiere fases pre constructivas que requieren mano de obra calificada, maquinaria especializada y un tiempo constructivo mayor para su establecimiento, esto afecta considerablemente la operatividad de la vivienda de emergencia. Por otra

parte, el concepto que maneja la autora, está alineado al concepto propuesto por Dutta & Singh (2023), sobre unidades residenciales híbridas, que permite su viabilidad en una fase posterior de la emergencia, brindando posibilidades de estabilidad a la comunidad.

Proponer un sistema de vivienda de emergencia para un contexto particular implica consideraciones de planificación que involucran la participación de diferentes actores territoriales, sociales y políticos (Johnson &

Lizarralde, 2012). El proceso que surge a partir de la consolidación del «objeto», en este caso la propuesta de vivienda de emergencia, visto desde favorecer de manera significativa la integridad de las personas afectadas luego de un evento de desastre y que este sea el medio para alcanzar la estabilidad de la comunidad en la fase posterior a lo ocurrido tras la emergencia, Gordillo Bedolla (2006).

De acuerdo con los autores Dutta & Singh (2023), en las fases de gestión del riesgo, el refugio como medida de atención post-desastre tiene implicaciones muy importantes en la respuesta y la recuperación de la comunidad a corto, mediano y largo plazo. Los autores sugieren, el concepto de unidades residenciales híbridas, este hace referencia a un refugio que cuenta con características particulares de la comunidad y cumple la función de alojamiento provisional, pero con el tiempo tiene la capacidad de modificarse con el fin de satisfacer requerimientos técnicos y estructurales de una vivienda permanente. Esto contribuye de una manera eficiente en la destinación de recursos económicos y a su vez, favorece positivamente la conservación de la estructura social luego de la emergencia.

En contraste con lo anterior, Calle Müller & ElZomor (2024) enfatizan en aspectos críticos que afectan la recuperación de las comunidades si los esfuerzos en la reconstrucción de una zona luego de ocurrido el desastre carece de planificación, estos visibilizan en mayor medida las problemáticas asociadas a la vivienda e infraestructura local. Para el caso de estudio, este factor es relevante dadas las condiciones a las que se ha enfrentado la población luego del huracán, las acciones políticas frente a este hecho no han sido las adecuadas, dado que no considera los criterios mínimos para dar respuesta oportuna a las necesidades de recuperación de la estructura original que da la identidad de la población raizal.

Como lo mencionan Calle Müller & ElZomor (2024), brindar oportunidades de reconstrucción del tejido social como la capacitación de las comunidades en métodos de constructivos y oficios básicos relacionados aportan un cambio significativo en la perspectiva frente a situaciones de emergencia. Esto permite fortalecer la capacidad de acción de las comunidades y su recuperación efectiva (Félix et al., 2013). Teniendo en consideración que, tradicionalmente las viviendas de

San Andrés y Providencia están construidas por personas locales, quienes también han estado ligadas con las construcciones de embarcaciones típicas de la isla (Abril Howard, 2020).

Conclusiones

La propuesta arquitectónica considera los criterios de diseño basados en las tres dimensiones definidas: social, técnica y material, como solución de vivienda de emergencia se consideró un área efectiva de $17,86 m^2$ unifamiliar, basada en el sistema constructivo tradicional de la arquitectura del Archipiélago de San Andrés y Providencia. El costo de fabricación de este prototipo de vivienda de emergencia está aproximadamente alrededor de los \$11.000.000 de pesos, sin considerar costos adicionales de transporte y mano de obra, ya que el prototipo está orientado a que facilite su autoconstrucción por cada familia. Se espera validar su viabilidad ante la comunidad raizal para la implementación de mejoras que permitan su aceptación y uso como respuesta en caso de emergencias futuras.

Finalmente, las características de diseño consideradas en la propuesta de vivienda de emergencia para conservar los aspectos socioculturales de la comunidad raizal requieren la integración a un proceso de planificación de gestión del riesgo para que su viabilidad sea efectiva en términos prácticos. Las fases pre constructivas en la práctica permitirán corregir aspectos generales asociados a las condiciones de infraestructura y servicios básicos deteriorados luego de un evento de emergencia. En este sentido, se considera fundamental la integración de otros actores que contribuyan a la viabilidad de la solución propuesta desde la comunidad, las unidades de gestión del riesgo, la gobernación y demás entes políticos que den continuidad al proyecto y su materialización.

Agradecimientos

Este trabajo fue desarrollado gracias a la financiación del Grupo de Gestión de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA) del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) con recursos de la Ley 344 de 1996, aprobado en la convocatoria 2024 de Proyectos de I+D+i en la línea 66 de investigación aplicada, del Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera (CTCM) – Coordinación de dibujo y modelado Arquitectónico y de ingeniería.

Contribución de autoría

Primer autor (ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1481-3016>): Idea de investigación, metodología, conceptualización del diseño.

Segundo autor (ORCID: <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-3078-506X>): Investigación, conceptualización, análisis de información, redacción, revisión y edición.

Tercer autor (ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4997-6781>): Memoria gráfica del prototipo, implementación de herramientas CAD y BIM en el proceso de diseño.

Referencias

- Abril Howard, O. S. (2020). Conocimiento tradicional en la construcción de la embarcación Lanch en las islas de Providencia y Santa Catalina – Caribe Colombiano. Universidad Nacional de Colombia.
- Archer, D., & Boonyabancha, S. (2011). Seeing a disaster as an opportunity – harnessing the energy of disaster survivors for change. *Environment and Urbanization*, 23(2), 351–364. <https://doi.org/10.1177/0956247811410011>
- Bernet, M., & Torres Acosta, L. (2022). Rising sea level and increasing tropical cyclone frequency are threatening the population of San Andrés Island, Colombia, western Caribbean. *BSGF - Earth Sciences Bulletin*, 193, 4. <https://doi.org/10.1051/bsgf/2022003>
- Calle Müller, C., & ElZomor, M. (2024). Addressing Post-Disaster Challenges and Fostering Social Mobility through Origami Infrastructure and Construction Trade Education. *Sustainability*, 16(8), 3415. <https://doi.org/10.3390/su16083415>
- DANE. (2020). Encuesta de Hábitat y Usos Socioeconómicos 2019—ENHAB.
- Davis, I. (2011). What have we learned from 40 years' experience of Disaster Shelter? *Environmental Hazards*, 10(3–4), 193–212. <https://doi.org/10.1080/17477891.2011.597499>
- Dutta, V., & Singh, V. (2023). A Conceptual Plan for Rehabilitation of Disaster-Affected Population in Flood and Cyclonic Regions Using Hybrid Modular Designs. En A. Chakrabarti & V. Singh (Eds.), *Design in the Era of Industry 4.0, Volume 2* (Vol. 342, pp. 467–480). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-0264-4_39
- Félix, D., Branco, J. M., & Feio, A. (2013). Temporary housing after disasters: A state of the art survey. *Habitat International*, 40, 136–141. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.03.006>
- Fonseca Ramírez, L., & Saldarriaga Roa, A. (1984). *Vivienda en madera*. San Andrés y Providencia.
- Gobernación del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. (2020). *Ficha técnica de Indicadores Económicos y de Desarrollo* Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

- Gordillo Bedolla, F. (2006). Hábitat transitorio. Vivienda para emergencias por desastres en Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Gordon Pomare, G. S. (2020). “Raizal flexible house” vivienda flexible en hábitat tradicional. Caso San Andrés islas. Universidad Piloto de Colombia.
- Johnson, C., & Lizarralde, G. (2012). Post-Disaster Housing and Reconstruction. En International Encyclopedia of Housing and Home (pp. 340–346). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-047163-1.00046-1>
- Munar Isaza, A. M. (2022). Modelo de vivienda de emergencia como respuesta a ciclones tropicales. Estudio de Caso San Andrés. Pontificia Universidad Javeriana.
- ONU. (2023). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023: Edición especial. United Nations.
- Prashan Ranasinghe. (2017). Helter-Shelter: Security, Legality, and an Ethic of Care in an Emergency Shelter. University of Toronto Press; eBook
- Randy R. Rapp. (2011). Disaster Recovery Project Management: Bringing Order From Chaos. Purdue University Press; eBook Academic Collection
- UNDP (Ed.). (2004). Reducing disaster risk: A challenge for development, a global report. United Nations Development Programme.
- UNGRD. (2022). Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres: “Una estrategia de desarrollo 2015-2030”.
- Zhu, J., Orooji, F., & Chelson, D. (2018). Optimal Material Selection Algorithm for Post-Disaster Shelters Applying Analytic Hierarchy Process: A Case Study of Refugee Shelters in Germany. Construction Research Congress 2018, 563–572. <https://doi.org/10.1061/9780784481288.055>