



**Estudio técnico-cultural de sistemas constructivos en madera y su adaptación al clima de
San Andrés para la vivienda Raizal en el año 2025**

Vanessa Morales Cuadro

Trabajo de grado presentado para optar al título de Arquitecto

Docente

Luis Felipe Lalinde Castrillón, Doctor (PhD) en Ingeniería de la construcción

Manuela Murillo Galvis, Magíster (MSc) en Bioclimática

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Arquitectura y Diseño

Facultad de Arquitectura

Arquitectura

Medellín, Antioquia, Colombia

2025

El contenido de este documento no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad.

Dedicatoria

Dedico esta monografía a la comunidad raizal del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, protectores de una herencia cultural profundamente unida al mar, la madera y la naturaleza. A ustedes, que con su sabiduría ancestral han demostrado que la vivienda no solo es un refugio físico, sino un símbolo de identidad y pertenencia. Que con este trabajo se logre un aporte con base a una propuesta que honre esa tradición y, al mismo tiempo, ofrezca alternativas sostenibles que fortalezcan sus hogares, garantizando seguridad, confort y armonía con el entorno insular.

A las familias isleñas que día a día preservan su esencia y su vínculo con la tierra, dedico este esfuerzo como un reconocimiento a su resiliencia y creatividad. Su historia, tejida por generaciones de raizales carpinteros, ha dado vida a viviendas en madera que forman parte invaluable de su patrimonio cultural. Aunque en algunas zonas estas tradiciones persisten y en otras se han desvanecido, deseo que las nuevas formas de habitar, aquí propuestas contribuyan a su bienestar, manteniendo viva la memoria y la identidad que los define.

Extiendo también mi gratitud a la Universidad Pontificia Bolivariana, por ser el espacio donde nació y tomó forma esta monografía. A mis docentes Luis Felipe Lalinde Castrillón y Manuela Murillo Galvis, por su guía y acompañamiento; a mis compañeros, por compartir ideas y aprendizajes que hicieron de este camino una experiencia enriquecedora. Gracias por inspirar en mí el compromiso con una arquitectura humana, sensible y comprometida con el territorio.

Finalmente, dedico este trabajo a todos los arquitectos y estudiantes que creen en la posibilidad de diseñar desde la empatía y el respeto por las raíces. Que este proyecto sea una invitación a entender la arquitectura como un puente entre la tradición, la innovación y sostenibilidad entre lo que somos y lo que aspiramos a construir: un lugar seguro, digno y lleno de identidad para quienes lo habitan.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a la Universidad Pontificia Bolivariana y a su Facultad de Arquitectura por brindarme un entorno de educación y desarrollo, en el que he logrado cultivar mis intereses y adquirir conocimientos de mis profesores y acompañantes, dedicados en darme

los recursos necesarios para lograr una investigación exitosa, quienes me orientaron con paciencia y sabiduría durante el proceso de investigación, presentándome constantemente la importancia de la meticulosidad y la ética en la labor educativa. A ustedes, mi más profundo agradecimiento por impulsar en mí una perspectiva de la arquitectura que valora el bienestar humano.

Agradezco igualmente a mis compañeros de estudio, con quienes he tenido este emocionante y enriquecedor recorrido. Sus contribuciones, críticas constructivas y compañía han convertido cada día en una jornada de aprendizaje común. Han sido un manantial de inspiración y valentía en tiempos de adversidad, y debido a ellos, este trabajo obtiene un valor colectivo que trasciende lo meramente académico.

A mi familia, por su constante acompañamiento, su paciencia y su confianza en mí durante este proceso. A mis padres, por inculcarme la importancia del compromiso, dedicación e incluso en medio de los obstáculos académicos siendo mi base para no rendirme. Sin su cariño y comprensión, este logro no habría sido posible. Finalmente, deseo expresar un especial agradecimiento a Corpus Suárez, carpintero y ebanista raizal de San Andrés, por compartir su experiencia, saberes y visión sobre la tradición constructiva en madera del archipiélago. Su testimonio fue fundamental para comprender la profundidad cultural y simbólica que la madera tiene en la identidad isleña.

Contenido

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
Planteamiento del problema	13
Antecedentes	14
Justificación.....	16
Objetivos	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos.....	17
Marco contextual.....	18
<i>Contexto general</i>	18
<i>Condiciones climáticas y riesgos</i>	18
<i>Daños en la vida humana</i>	18
<i>Impactos en la salud asociados al material en vida útil en edificios</i>	18
<i>En la arquitectura tradicional del Caribe</i>	19
Marco teórico	20
<i>La madera como material de construcción</i>	20
<i>Cambio en los métodos constructivos y pérdida de tradición</i>	20
<i>En la construcción tradicional del Caribe</i>	21
<i>Diseño bioclimático, construcción resiliente y adaptación al clima</i>	21
<i>Sostenibilidad, ciclo de vida de la madera y economía circular</i>	22
<i>Causas-Efectos en la salud</i>	23
Metodología	24

<i>Resumen de actividades y etapas</i>	25
<i>Entrevista – Usuario raizal</i>	25
<i>Entrevista a Corpus Suárez – Carpintero y Ebanista raizal de San Andrés</i>	26
Resultados	27
<i>Entrevista – Usuario raizal</i>	28
<i>Entrevista a Corpus Suárez – Carpintero y Ebanista raizal de San Andrés</i>	30
<i>Cartografías</i>	31
<i>Ficha técnica de especies arbóreas</i>	37
<i>Fichas técnicas de especies arbóreas importantes en San Andrés con el área donde se encuentran ubicados con base a la cartografía anterior</i>	37
<i>Fichas técnicas de especies arbóreas importantes de san andrés en medellín</i>	41
<i>Fichas técnicas de especies arbóreas utilizadas en Medellín</i>	45
<i>Matriz multicriterio para la evidencia de datos expuestos</i>	50
<i>Detalles constructivos</i>	55
<i>Imaginarios de vivienda raizal con alternativas propuestas</i>	58
Conclusión.....	61
Referencias	62

Lista de Tablas

Tabla 1 Ceiba. Ubicación de la ceiba en San Andrés y ficha técnica de la misma – Autoría Propia (información extraída de (FAO. 2020) (Bent Castro, E. 2024)).....	37
Tabla 2 Iron Wood-Árbol de hierro. <i>Ubicación del Iron Wood en San Andrés y ficha técnica de la misma – Autoría Propia (información extraída de (Winrock International.s.f.), (Kalani Hardwoods. s.f.), (Tiwari, S. & Talreja, P. 2023) (Oregon State University. s.f.))</i>	38
Tabla 3 Cedro. <i>Ubicación del Cedro en San Andrés y ficha técnica de la misma – Autoría Propia (información extraída de (Priscilla Rigg-Aguilar & Róger Moya. 2018) (SINCHI. s.f))</i>	39
Tabla 4 Pino. <i>Ubicación del Cedro en San Andrés y ficha técnica de la misma – Autoría Propia (información extraída de (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. s.f.))</i>	40
Tabla 5 Ficha técnica de IRON WOOD – Autoría Propia (información extraída de ((Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R. & Anthony, S.2009), (Little, E. L., Wadsworth, F. H. 1964), (The Wood Database Meier, E., 2024))	41
Tabla 6. <i>Ficha técnica de CEIBA – Autoría Propia (información extraída de ((Loupe, D. 2008), (Cárdenas, J. & Rangel, J. O.2010) (The Wood Database Meier, E., 2024))</i>	42
Tabla 7. <i>Ficha técnica de CEDRO – Autoría Propia (información extraída de ((Pennington, T. D. & Muellner, A. N. 2010) (Cárdenas, J., Rangel, J. O. & Rivera, D. (2012) (The Wood Database Meier, E., 2024))</i>	43
Tabla 8 <i>Ficha técnica de PINO – Autoría Propia (información extraída de ((FAO, 1986), (Cárdenas, J. & Rangel, J. O. 2010) (ICyyONTEC 2003))</i>	44
Tabla 9. <i>Ficha técnica de Guadua- Autoría propia ambiental (extraído de Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, s.f.)</i>	45
Tabla 10. <i>Ficha técnica de Eucalipto - Autoría propia (extraído de Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI s.f.)</i>	46
Tabla 11. <i>Ficha técnica de Teca- Autoría propia (Extraído de Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.)</i>	47
Tabla 12. <i>Ficha técnica de Guayacán - Autoría propia (Extraído de Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.)</i>	48
Tabla 13. <i>Ficha técnica de Roble – Autoría propia (Extraído de Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.)</i>	49

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa conceptual -Intervención autoría propia	13
Figura 2. Collage con imágenes antiguas de la isla- Autoría propia.....	19
Figura 3. Collage de imágenes de viviendas en madera, algunas deterioradas-Autoría propia....	20
Figura 4. Esquema gráfico de conclusión con datos importantes sobre San Andrés–Autoría Propia	22
Figura 5. Causa-efecto- Intervención autoría propia-Teniendo en cuenta a la información anterior	23
Figura 6. Cronológica del planteamiento y desarrollo de las actividades por fases – Autoría Propia	25
Figura 7. Ubicación, San Andrés Islas, Colombia – Autoría Propia.....	27
Figura 8. Línea de tiempo de especies arbóreas importantes a lo largo de la historia en San Andrés – Autoría Propia (información extraída de la entrevista con Carpintero Corpus Suárez) .	32
Figura 9. Cartografía de zonas donde se tiene más riesgoso ambientales a causa de los vientos en San Andrés- Autoría Propia (información extraída de la entrevista con Corpus Suárez).....	33
Figura 10. Cartografía de viviendas o iglesias importantes hechas en madera – Autoría Propia (información extraída de la entrevista con Carpintero Corpus Suárez)	34
Figura 11. Tipologías de viviendas hechas en madera en San Andrés, Islas – Autoría Propia (información extraída de (PNUD, 2023))	35
Figura 12. Cartografía de especies arbóreas importantes a lo largo de la historia en San Andrés – Autoría Propia (información extraída de la entrevista con Carpintero Corpus Suárez).....	36
Figura 13. Matriz de puntaje dependiendo el mejor tipo de madera para la estructura primaria, (Pórticos, columnas, vigas maestras, arriostamiento principal) – Autoría propia	50
Figura 14. Matriz de puntaje dependiendo el mejor tipo de madera para la estructura secundaria, (Viguetas, cerchas livianas, riostras, correas, entramados) – Autoría propia	51
Figura 15. Matriz de puntaje dependiendo el mejor tipo de madera para la cubierta – Autoría propia.....	51
Figura 16. Matriz de puntaje dependiendo el mejor tipo de madera para la fachada – Autoría propia.....	52
Figura 17. Matriz de puntaje dependiendo el mejor tipo de madera para la carpintería – Autoría propia.....	53

Figura 18. Matriz de puntaje dependiendo el mejor tipo de madera para el interior – Autoría propia.....	53
Figura 19. Matriz de puntaje general de la información concluida – Autoría propia	54
Figura 20. Matriz de puntaje general de la información concluida – Autoría propia	54
Figura 21. Detalle constructivo de la estructura con base a la información extraída anteriormente- Autoría propia.....	56
Figura 22. Detalle constructivo de la fachada con base a la información extraída anteriormente- Autoría propia	56
Figura 23. Detalle constructivo de la estructura en madera con base a la información extraída anteriormente- Autoría propia.....	57
Figura 24. Detalle constructivo de la cubierta con base a la información extraída anteriormente- Autoría propia	57
Figura 25. Imaginario interior de la vivienda raizal con base a las alternativas propuestas - Autoría propia	58
Figura 26. Imaginario exterior de la vivienda raizal con los materiales más factibles para esta ..	59
Figura 27. Imaginario de la vivienda raizal- Autoría propia.....	59

Resumen

Esta monografía analiza el uso de la madera como material sostenible y culturalmente significativo en la vivienda tradicional raizal de San Andrés, con el propósito de rescatar su valor patrimonial y proponer alternativas arquitectónicas acordes con las condiciones ambientales y sociales del archipiélago. El estudio aborda cómo la implementación de especies de madera adecuadas puede mejorar la calidad de vida de las familias isleñas, promoviendo la conservación de su identidad cultural y el desarrollo de espacios seguros, confortables y resilientes frente al clima tropical. La investigación sigue un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos para comprender las percepciones de los habitantes sobre las viviendas en madera, así como la viabilidad técnica y ambiental de su implementación actual. En la primera fase, se realizaron entrevistas y observaciones en campo con carpinteros y familias locales para identificar prácticas constructivas tradicionales con creación de cartografías con base al resultado de estas entrevistas. En la segunda fase, se evaluaron especies arbóreas para la creación de maderas viables para su uso en el contexto insular, considerando su durabilidad, disponibilidad e impacto ambiental gracias a fichas técnicas. Finalmente, se desarrolla una propuesta arquitectónica que integra saberes tradicionales con criterios contemporáneos de sostenibilidad, orientada a fortalecer la relación entre la comunidad raizal y su entorno natural. Esta investigación demuestra que la vivienda en madera no solo representa una herencia cultural, sino también una estrategia viable para el hábitat sostenible en territorios insulares como San Andrés.

Palabras clave: Vivienda en madera, cultura raizal, sostenibilidad, arquitectura tradicional, San Andrés, patrimonio cultural

Abstract

This monograph examines the use of wood as a sustainable and culturally significant material in the traditional raizal housing of San Andrés, aiming to recover its heritage value and propose architectural alternatives adapted to the environmental and social conditions of the archipelago. The study explores how the implementation of appropriate wood species can enhance the quality of life of island families while promoting the preservation of their cultural identity and the development of safe, comfortable, and resilient spaces within the tropical climate. The research follows a mixed-methods approach, combining qualitative and quantitative methods to understand residents' perceptions of wooden housing, as well as the technical and environmental feasibility of its current implementation. In the first phase, interviews and field observations were conducted with local carpenters and families to identify traditional construction practices and develop mapping based on these findings. The second phase evaluated tree species to determine viable woods for use in the island context, considering their durability, availability, and environmental impact through technical data sheets. Finally, an architectural proposal was developed that integrates traditional knowledge with contemporary sustainability criteria, aiming to strengthen the relationship between the raizal community and its natural environment. This research demonstrates that wooden housing is not only a form of cultural heritage but also a viable strategy for sustainable living in island territories such as San Andrés.

Keywords: wooden housing, raizal culture, sustainability, traditional architecture, San Andrés, cultural heritage

Introducción

La madera ha sido uno de los materiales constructivos más representativos en la arquitectura tradicional de San Andrés, no solo por su disponibilidad, sino también por su estrecha relación con el paisaje cultural y la identidad raizal. Sin embargo, las condiciones climáticas del entorno insular, como la alta humedad, la salinidad del aire marino y los vientos intensos, presentan grandes desafíos para la durabilidad de este material.

Sin embargo, las condiciones climáticas del entorno insular como la alta humedad, la salinidad del aire marino, los vientos huracanados y las lluvias intensas presentan grandes desafíos para la durabilidad y el mantenimiento de las construcciones en madera. Estas condiciones, sumadas a la falta de conservación adecuada, el reemplazo progresivo de materiales naturales por industrializados y la pérdida de los saberes tradicionales, han generado el deterioro de muchas edificaciones patrimoniales. A pesar de su importancia histórica y cultural, muchos de los métodos constructivos en madera no han sido suficientemente adaptados a las exigencias del medio, lo que ha derivado en daños estructurales, pérdida del valor arquitectónico y disminución del sentido de pertenencia cultural.

Frente a esta situación, se hace necesario analizar los sistemas constructivos utilizados y proponer alternativas técnicas contemporáneas que permitan un uso más eficiente, sostenible y resistente de la madera en el contexto isleño. Esta monografía busca identificar, evaluar y mejorar los métodos constructivos en madera empleados en San Andrés, mediante una metodología que integra cartografía participativa, fichas técnicas de especies maderables y una propuesta proyectual arquitectónica. Con ello, se pretende aportar tanto a la preservación del patrimonio arquitectónico raizal como a la construcción de viviendas más adecuadas y sostenibles para el clima de la isla, fortaleciendo así la relación entre la cultura local y su entorno natural.

Planteamiento del problema

Los métodos constructivos en madera utilizados en San Andrés no siempre responden adecuadamente a las condiciones climáticas de su entorno, lo que afecta la durabilidad, teniendo en cuenta el comportamiento con base a algunos factores, el desempeño y la sostenibilidad de las edificaciones, generando la necesidad de analizar e identificar alternativas adaptadas al contexto ambiental y cultural de la isla. ¿Cómo se han adaptado los métodos constructivos en madera al clima de San Andrés y qué alternativas pueden plantearse para mejorar su comportamiento y sostenibilidad en el contexto insular? (Gilabert, F., Mardones, A., & Rojas, E; 2014). En este contexto, es necesario analizar los métodos constructivos en madera implementados en San Andrés, para determinar cuáles se han adaptado eficazmente al clima y cuáles requieren ajustes o mejoras. La falta de estudios técnicos actualizados que se enlace al uso de la madera con criterios de adaptación climática, sostenibilidad y preservación patrimonial limita la posibilidad de generar soluciones adecuadas para la conservación del paisaje cultural isleño. Asimismo, los métodos constructivos en madera en la isla de San Andrés y su adaptación al clima insular se analizarán. A partir de una metodología cualitativa, se realiza una cartografía de las viviendas en madera, fichas técnicas del material y una propuesta de mejora aplicada a una vivienda.

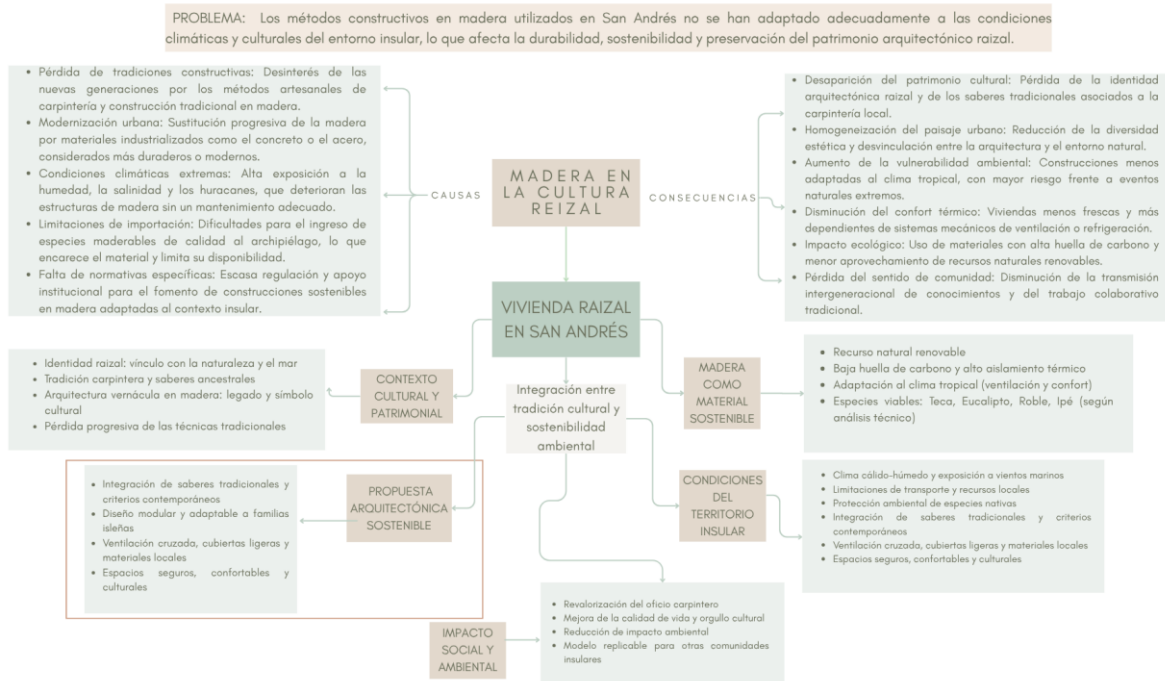


Figura 1. Mapa conceptual -Intervención autoría propia

Antecedentes

La construcción en madera ha sido un elemento central en el desarrollo arquitectónico y la historia cultural del pueblo raizal en San Andrés, asimismo, las viviendas se construyeron con especies como cedro, pino, ceiba e ironwood, reconocidas por su resistencia al clima tropical insular, donde la salinidad, la humedad y los vientos fuertes son factores principales. Estas viviendas se caracterizaban por estar elevadas sobre pilotes para no ser afectadas por la humedad u otros factores, con ventilación cruzada y cubiertas inclinadas livianas, lo que facilitaba el confort térmico y la protección frente a lluvias intensas o vientos (Howard, 2019).

Sin embargo, desde mediados del siglo XX, gracias a la introducción de materiales como el concreto y el acero se transformaron los procesos constructivos en la isla, desplazando progresivamente las técnicas tradicionales, reduciendo el patrimonio y el conocimiento carpinteros raizales, especialmente en sectores urbanos (Albis, 2021). Este cambio también impactó la tipología del territorio, produciendo viviendas menos adaptadas al clima y más vulnerables al deterioro ambiental.

Con base a estas teorías, se da lugar a una investigación para lograr alternativas sostenibles para las viviendas raizales, por lo que, se ha perdido con gran magnitud la identidad cultural, extendiendo edificaciones monumentales afectando ambientalmente, además aumentado la sobrepoblación sin control algún. No obstante, la falta investigación local sin dar evolución a la madera incita a que este material tradicional se desvanezca, por lo que, no se refleja alguna mejora en las viviendas raizales de manera moderna y confortable, que permita definir cuáles especies son más adecuadas para la isla, qué tratamientos deben aplicarse y qué métodos constructivos garantizan una mayor durabilidad y adaptación climática (Maldonado, 2020).

En momentos como la devastación provocada por el huracán Iota en 2020, que afectó gravemente las infraestructuras rígidas de la isla de San Andrés, renovó el interés por los sistemas constructivos flexibles y resilientes, entre ellos, la madera adecuadamente tratada. Teniendo en cuenta algunos estudios desde este suceso han demostrado que, es posible que cuando se obtienen especies durables y se aplican tratamientos contra humedad, hongos e insectos, la madera puede

ofrecer mayor resistencia estructural ante cargas de viento y menor fragilidad ante fenómenos extremos, en comparación con materiales pesados y poco flexibles como el concreto (García & López, 2022).

En este contexto, la presente monografía busca contribuir a esta falta de información, proponiendo un análisis comparativo de especies y sistemas constructivos que permita fortalecer la vivienda en madera como una alternativa sostenible, culturalmente significativa y resiliente para las familias de San Andrés.

Justificación

El uso de la madera como material constructivo ha estado históricamente ligado a la identidad cultural y arquitectónica de San Andrés. Sin embargo, las condiciones climáticas propias del entorno en el que se encuentra esta isla como; la alta humedad, acuífero, la salinidad del mar, la radiación solar intensa y los fuertes vientos fuertes, representan factores importantes para su comportamiento (Escobar Guevara J, s. f.). Por lo tanto, resulta fundamental analizar los métodos constructivos en madera que han sido empleados de manera tradicional y los que se han pido adoptado actualmente, con el fin de comprender su grado de adaptación y resistencia frente a estos factores. En este contexto, se pretende demostrar el reconocimiento del valor cultural y ambiental de la arquitectura en madera, así como el diseño de estrategias de mejora que puedan aplicarse de manera sostenible. Además, ante el crecimiento urbano y las nuevas exigencias climáticas, es necesario identificar soluciones que articulen tradición, funcionalidad y sostenibilidad, sin perder de vista la identidad territorial de la isla.

La arquitectura tradicional en madera forma parte esencial de la identidad territorial de San Andrés (Guerra, 2013; Morgan, 2009), sin embargo, las condiciones climáticas como la alta humedad y la salinidad afectan directamente su durabilidad (FAO, 1997; ICONTEC, 2015). Por ello es necesario analizar las técnicas constructivas tradicionales y contemporáneas, para orientar usos sostenibles de la madera (Cárdenas, 2018; WWF, 2019). Para este proyecto de investigación se adoptará la manera de generar insumos valiosos para la toma de decisiones en el ámbito del diseño y la planificación constructiva en San Andrés, aportando criterios técnicos aplicables a futuros proyectos que consideren que podrían aportar en el uso responsable y eficiente de la madera.

Objetivos

Objetivo general

Analizar métodos constructivos en madera que sean adaptables al clima en San Andrés, para la utilización y durabilidad de este sistema frente a diferentes escenarios climáticos y ambientales

Objetivos específicos

- Estudiar el uso de la madera en San Andrés reconociendo su presencia en diferentes tipologías arquitectónicas y sectores de la isla.
- Evaluar los factores que inciden en el comportamiento de las construcciones en madera en San Andrés.
- Proponer alternativas constructivas en madera que sean viables y sostenibles para el entorno insular de San Andrés

Marco contextual

Contexto general

Condiciones climáticas y riesgos

San Andrés enfrenta clima tropical húmedo, alta humedad relativa, exposición a la salinidad y riesgo de ciclones y tormentas severas. Estos factores aceleran el deterioro de materiales no adecuados y requieren soluciones constructivas específicas (elevación sobre pilotes, ventilaciones, tratamientos y diseños estructurales resistentes al viento). Además, el cambio climático aumenta la frecuencia e intensidad de eventos extremos, por lo que la adaptabilidad y resiliencia son imperativos de diseño. (Londoño-Díaz, L, 2015). Teniendo en cuenta lo anterior, en los últimos años, el área de la arquitectura se ha enfrentado a una transformación significativa por la importancia de reducir su impacto ambiental y mejorar la calidad de vida de los usuarios. Los edificios, se han comenzado a establecer debido a los estándares de construcción ecológica y sistemas de calificación de una manera más sostenible, destinados a crear edificios que respondan al medio ambiente. En este contexto, la selección de materiales de construcción se ha convertido en una decisión crítica, no solo por su contribución al desarrollo sostenible, sino también por su influencia directa en la vida humana (González et al., 2019).

Daños en la vida humana

Se estima que han sido afectadas más de 50 millones de personas en todo el mundo, cuando un número considerable de ocupantes de un edificio presenta síntomas que no responden a ningún patrón de enfermedad, y es muy difícil de caracterizar, el problema puede ser el entorno interior al que habita. Según la información extraída de (CASTRO, 2012)

Impactos en la salud asociados al material en vida útil en edificios

Teniendo en cuenta la parte presupuestal de los materiales, es importante evidenciar que la construcción de un edificio con materiales vernaculares requiere menos costos de producción que el de un edificio sostenible; sin embargo, los beneficios financieros se ven reflejados a largo plazo en la reducción de los costos operacionales. Además, los edificios hechos con materiales sostenibles e innovadores presentan un impacto significativo en términos de contaminación e

impacto financiero; favoreciendo, así, la calidad de vida en las generaciones futuras y el desarrollo activo de la sostenibilidad empresarial (González, 2019).

Teniendo en cuenta un material principal en la isla de San Andrés, la arquitectura tradicional de la isla de San Andrés constituye un valioso patrimonio y además la madera hace parte de la identidad, destacándose por sus características constructivas y culturales únicas dentro del contexto colombiano. Las viviendas en madera que aún se conservan en la isla tienen su origen en los procesos de poblamiento ocurridos entre los siglos XVIII y XIX en el Caribe occidental. Gracias a su carácter insular, San Andrés logró mantener muchos aspectos de su cultura y arquitectura tradicional hasta bien entrado el siglo XX. (Sánchez Gama, C. E.2016).

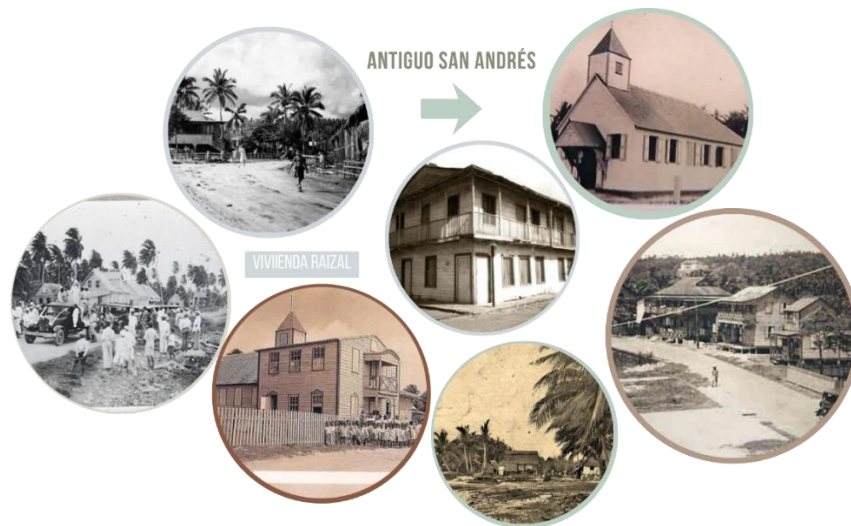


Figura 2. Collage con imágenes antiguas de la isla- Autoría propia

En la arquitectura tradicional del Caribe

La madera ha sido un componente esencial para el desarrollo de viviendas que se adaptan al clima cálido y húmedo, gracias a su capacidad de ventilación natural, aislamiento térmico y flexibilidad estructural frente a fenómenos como vientos fuertes o huracanes. El sistema constructivo en madera se basa en técnicas que buscan maximizar la durabilidad del material, como el uso de tratamientos inmunizantes, especies de alta densidad y recubrimientos protectores. En este sentido, el desarrollo de tecnologías contemporáneas como la madera laminada encolada (Glulam), los paneles estructurales prefabricados y el uso de especies tropicales resistentes como la teca, el ipe o el eucalipto, ofrece alternativas sostenibles adaptadas a las necesidades actuales de vivienda (UNESCO, 2020).

Marco teórico

La madera como material de construcción

La madera es un material natural, renovable y con un bajo impacto ambiental en comparación con otros materiales industriales como el concreto y el acero. Su estructura anatómica permite un comportamiento mecánico favorable ante cargas dinámicas, como vientos fuertes y movimientos estructurales, lo cual la convierte en una alternativa viable en zonas expuestas a fenómenos climáticos extremos (García & López, 2022). Además, presenta características térmicas que facilitan el confort en climas cálidos, debido a su baja conductividad y capacidad de regular la humedad del ambiente.



Figura 3. Collage de imágenes de viviendas en madera, algunas deterioradas-Autoría propia

Cambio en los métodos constructivos y pérdida de tradición

Durante el siglo XX, la introducción del concreto y el acero promovió la sustitución de la madera como material principal en la isla (Albis, 2021). Esto generó: Reducción en la transmisión de técnicas carpinteras raizales. Viviendas más rígidas y menos aptas frente a vientos fuertes. Mayor dependencia de materiales externos, costosos y poco adaptados. El paso de huracanes como **Iota (2020)** evidenció que muchas estructuras modernas en concreto no estaban preparadas para responder adecuadamente a cargas de viento extremas, mientras que algunas viviendas

tradicionales en madera demostraron mayor capacidad de flexión y absorción de impacto (García & López, 2022).

En contextos tropicales, la durabilidad de la madera depende de la selección adecuada de la especie, su densidad, resistencia natural a hongos e insectos y, especialmente, los tratamientos de inmunización que se apliquen durante su procesamiento (Maldonado, 2020). Por tanto, su correcto uso requiere conocimiento técnico y cultural acumulado en las comunidades que han trabajado tradicionalmente este material. El uso de la madera como material constructivo ha acompañado el desarrollo de la arquitectura vernácula en diversas regiones del mundo, especialmente en contextos tropicales donde sus propiedades térmicas y estructurales resultan ventajosas. La madera es un material renovable, resistente, liviano y con bajo impacto ambiental, que permite soluciones arquitectónicas sostenibles y culturalmente coherentes (Martínez & Pérez, 2023).

En la construcción tradicional del Caribe

El desafío actual radica en revalorar los métodos constructivos tradicionales e integrarlos con nuevos conocimientos técnicos y normativos que garanticen la durabilidad y seguridad de las edificaciones en zonas de alta exposición climática. Esto implica promover la investigación sobre especies de madera viables, desarrollar tratamientos protectores adecuados y fomentar la capacitación de mano de obra local especializada en sistemas constructivos sostenibles. En conclusión, la madera no solo constituye un material de construcción, sino un elemento de identidad cultural y ambiental que puede contribuir a la sostenibilidad del hábitat en territorios insulares, al tiempo que fortalece la memoria y la autonomía de sus comunidades. (UNESCO, 2020)

Diseño bioclimático, construcción resiliente y adaptación al clima

La vivienda en madera en zonas costeras enfrenta desafíos particulares: alta humedad relativa, salinidad del aire, vientos fuertes y riesgo de huracanes. El diseño bioclimático integra estrategias como ventilación cruzada, cubiertas amplias e inclinadas, aleros generosos, pilotaje elevado para mitigar inundaciones o mareas, y protección solar. Por su parte, la construcción resiliente incluye sistemas estructurales reforzados (conexiones metálicas, arriostramientos, montaje en taller para reducir exposición a humedad) y materiales que resistan sin deterioro severo.

Cuando se emplea madera, es esencial que los métodos constructivos consideren la exposición al mar, la oxidación de herrajes, la duración del tratamiento y los detalles de unión para evitar que la estructura se convierta en un riesgo o no cumpla su objetivo a mediano plazo.

Sostenibilidad, ciclo de vida de la madera y economía circular

La madera es un recurso renovable con bajo impacto ambiental si se gestiona de manera sostenible: la plantación, cosecha responsable, transporte eficaz y la fabricación de componentes estructurales permiten reducir la huella de carbono de la construcción. En contextos insulares donde la tala local puede estar restringida por áreas de protección, es fundamental recurrir a maderas certificadas, importadas o a productos derivados (madera laminada, tableros) que optimicen el material. El ciclo de vida del edificio en madera incluye mantenimiento y eventual desmontaje, con posibilidad de reutilización o reciclaje, lo que favorece modelos de economía circular y reduce la dependencia de materiales fósiles.



Figura 4. Esquema gráfico de conclusión con datos importantes sobre San Andrés–Autoría Propia

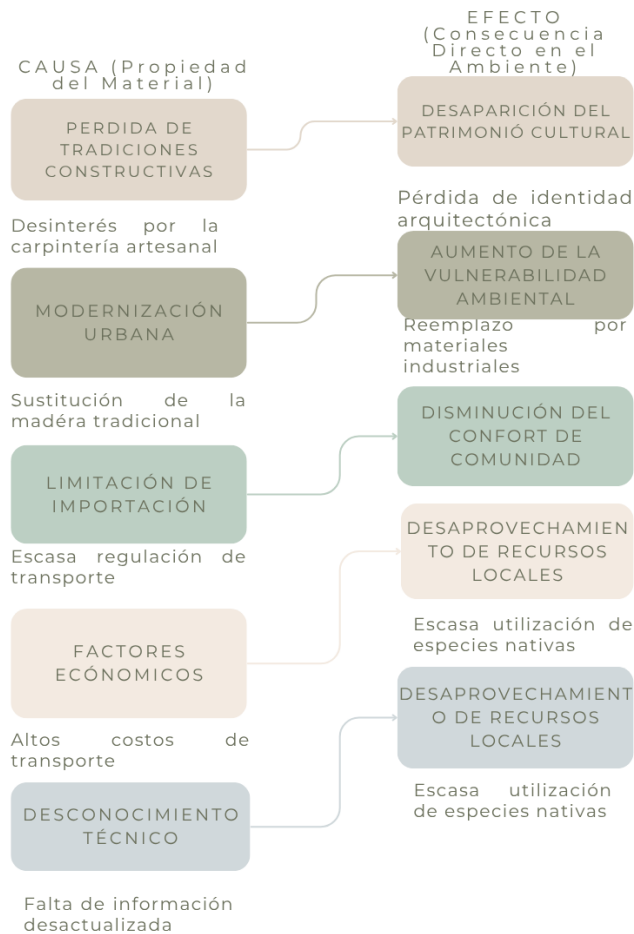
Causas-Efectos en la salud

Figura 5. Causa-efecto- Intervención autoría propia-Teniendo en cuenta a la información anterior

Estas causas han generado efectos significativos en la identidad y sostenibilidad del territorio. En primer lugar, se ha producido una disminución del valor patrimonial y cultural asociado a las viviendas de madera, las cuales representaban la herencia y el estilo de vida de la comunidad raizal. En segundo lugar, el uso de materiales poco adaptados al clima tropical ha provocado mayores problemas de calor, humedad y deterioro estructural, afectando la calidad de vida de las familias isleñas. Como consecuencia, se evidencia una desconexión entre la arquitectura y el entorno natural, además de una pérdida de sostenibilidad ambiental. Frente a ello, surge la necesidad de revalorizar los métodos constructivos tradicionales en madera, adaptándolos con técnicas contemporáneas y especies sostenibles, para recuperar el equilibrio entre cultura, funcionalidad y medio ambiente en la vivienda isleña.

Metodología

La presente monografía empleará una metodología de enfoque cualitativo y carácter descriptivo-analítico, orientada a comprender los métodos constructivos en madera utilizados en San Andrés y su nivel de adaptación a las condiciones climáticas de la isla. El proceso investigativo se desarrollará a partir del estudio del territorio, la caracterización técnica del material y la formulación de alternativas constructivas aplicables al contexto local.

Enfoque y alcance

La investigación se desarrollará bajo un enfoque cualitativo con un alcance descriptivo y propositivo. Se centrará en el análisis de los métodos constructivos en madera utilizados en San Andrés, su adaptación al clima insular y la identificación de alternativas viables para mejorar su durabilidad y sostenibilidad. El estudio se enfoca en viviendas construidas en madera, tanto tradicionales como contemporáneas, dentro del contexto geográfico y ambiental de la isla durante el año 2025.

Método y procedimiento

El proceso metodológico se compone de tres momentos principales. Primero, se realizará una cartografía del uso de la madera en diferentes sectores de la isla, mediante observación directa, registros fotográficos y georreferenciación. Luego, se elaborarán fichas técnicas de los tipos de madera usados en la construcción, considerando sus propiedades y su comportamiento frente a factores climáticos como la humedad, salinidad y radiación solar. Finalmente, se identificará alternativas constructivas viables, aplicadas en un levantamiento técnico de una vivienda en madera, donde se representarán gráficamente las mejoras recomendadas. Se apoyará el proceso con herramientas digitales como Revit, Google Earth y se complementará con revisión documental y entrevistas informales a actores locales.

Resumen de actividades y etapas



Figura 6. Cronológica del planteamiento y desarrollo de las actividades por fases – Autoría Propia

Entrevista – Usuario raizal

¿Cuántas personas viven actualmente en su vivienda?

¿Cómo está compuesta su familia (niños, adultos mayores, etc.)?

¿Hace cuánto tiempo viven en esta casa?

¿La vivienda es de herencia familiar o fue construida recientemente?

¿Qué tipo de madera usaron para construir su casa?

¿Quién construyó la vivienda? ¿Fue autoconstrucción o por un maestro de obra local?

¿Por qué eligieron madera y no otro material?

¿Qué beneficios cree usted que tiene vivir en una casa de madera?

¿Qué problemas climáticos ha enfrentado su vivienda? (viento, lluvia, humedad, salinidad)

¿La madera se ha deteriorado con el tiempo? ¿En qué partes?

¿Qué hacen para mantener o cuidar la madera?

¿Han tenido que hacer reparaciones? ¿Cuáles y por qué?

¿Cómo está distribuida la casa (habitaciones, espacios comunes)?

¿Cómo ha cambiado su vivienda con el tiempo?

¿Cree usted que se podrían usar otros tipos de madera o técnicas para que la casa dure más?

¿Ha escuchado de nuevas formas de construir con madera? ¿Qué cambios le gustaría hacerle a su vivienda para mejorarla?

Entrevista a Corpus Suárez – Carpintero y Ebanista raizal de San Andrés

1. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando con madera en la isla y de dónde proviene la que vende?

2. ¿Qué tipos de madera se usan más en viviendas tradicionales y en qué sectores de la isla?

3. ¿Cómo afectan el clima (humedad, salitre, viento, sol) a la madera y cuál resiste mejor?

4. ¿En qué zonas ha visto que la madera se deteriore más rápido?

5. ¿Qué tratamientos o métodos constructivos recomienda para que dure más?

6. ¿Qué alternativas o mejoras considera viables para construir en madera de forma sostenible en la isla?



Figura 7. Ubicación, San Andrés Islas, Colombia – Autoría Propia.

Resultados

Los resultados que se presentan a continuación surgen a partir de una metodología cualitativa sustentada en entrevistas semiestructuradas, realizadas hacia actores locales con experiencia en el trabajo y uso de la madera en San Andrés.

En esta fase se presenta la información adecuada para así lograr los objetivos expuestos, en la cual se unió el trabajo de campo, la observación directa, las entrevistas semiestructuradas y el análisis técnico de especies de madera. Esta sección busca evidenciar cómo los saberes

locales, representados en las prácticas constructivas de la comunidad raizal, se relacionan con los retos actuales de sostenibilidad y adaptación al clima insular.

Los resultados obtenidos permiten comprender de manera integral el comportamiento de la madera en las condiciones ambientales de San Andrés, identificando las especies más empleadas, los métodos constructivos tradicionales aún vigentes y los principales factores de deterioro asociados a la humedad, la salinidad y el viento. Esta monografía permite recopilar información directa desde la práctica y el conocimiento empírico, reconociendo la voz de artesanos, constructores y habitantes que han mantenido viva la tradición constructiva en la isla. El enfoque de la investigación buscó relacionar los saberes locales con los retos contemporáneos de sostenibilidad y conservación del patrimonio, considerando variables como los tipos de madera empleados en viviendas tradicionales con los utilizados en el exterior de la isla, los efectos del clima caribeño en su durabilidad, las zonas de mayor vulnerabilidad, así como los tratamientos y técnicas constructivas que garantizan mayor resistencia.

Para iniciar la investigación es importante entender que esta es una isla colombiana ubicada en el mar Caribe, a unos 720 kilómetros de la costa continental y a solo 190 kilómetros de Nicaragua. Hace parte del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, declarado Reserva de Biosfera (UNESCO, 2000). Por otro lado, para la primera fase esta monografía se realizaron algunas entrevistas como decía dicha metodología, las cuales se basan en usuario raizal y en una persona nativa de la isla que sepa sobre el tema, a continuación, se incluirán, estas entrevistas:

Entrevista – Usuario raizal

- **¿Cuántas personas viven actualmente en su vivienda?** En esta casa vivimos seis personas: mi esposo, yo, nuestros dos hijos y dos nietos. Esto influye en cómo usamos los espacios y en las adaptaciones que le hemos hecho a lo largo de los años.
- **¿Cómo está compuesta su familia (niños, adultos mayores, etc.)?** Tenemos dos niños pequeños y dos adultos mayores. La casa debe estar ventilada y segura para todos, por eso mantenemos pasillos amplios y pisos de madera sin desniveles.
- **¿Hace cuánto tiempo viven en esta casa?** Llevamos aquí más de 40 años. La madera ha resistido todo este tiempo, aunque hemos hecho reparaciones.
- **¿La vivienda es de herencia familiar o fue construida recientemente?** Es de herencia. La construyeron mis padres en los años 80, siguiendo las técnicas tradicionales de la isla.
- **¿Qué tipo de madera usaron para construir su casa?** Usaron principalmente pino tratado para las paredes y cedro costero para ventanas y puertas, porque resiste mejor a la salinidad.
- **¿Quién construyó la vivienda? ¿Fue autoconstrucción o por un maestro de obra local?** La hizo un maestro carpintero raizal, que trabajaba con herramientas manuales y conocía cómo adaptar la madera al clima.
- **¿Por qué eligieron madera y no otro material?** Aquí la madera siempre ha sido la tradición porque mantiene fresca la casa, es más liviana para resistir vientos fuertes y se puede reparar por partes sin tumbar toda la estructura.

- **¿Qué beneficios cree usted que tiene vivir en una casa de madera?** Es más fresca, se adapta al calor y es más cómoda para el clima húmedo de la isla. Además, el olor y la textura hacen que se sienta acogedora.
- **¿Qué problemas climáticos ha enfrentado su vivienda? (viento, lluvia, humedad, salinidad)** El viento huracanado, la lluvia constante y el salitre han sido los retos más grandes.
- **¿La madera se ha deteriorado con el tiempo? ¿En qué partes?** Sí, sobre todo en la base de las paredes, en las ventanas y en el piso donde más pega la humedad.
- **¿Qué hacen para mantener o cuidar la madera?** Cada dos años la lijamos y le aplicamos barniz marino. También revisamos que no haya filtraciones para evitar que la humedad penetre.
- **¿Han tenido que hacer reparaciones? ¿Cuáles y por qué?** Sí, hemos cambiado tablas del piso, reemplazado marcos de ventanas y reforzado algunas vigas del techo.
- **¿Cómo está distribuida la casa (habitaciones, espacios comunes)?** Tiene tres habitaciones, una sala amplia, comedor, cocina y un corredor en la parte frontal que ayuda a proteger las paredes del sol y la lluvia.
- **¿Cómo ha cambiado su vivienda con el tiempo?** Agregamos un cuarto extra y cerramos parte del corredor para hacer un espacio de estudio.
- **¿Considera que el diseño de su casa es cómodo para el clima de la isla?** Sí, las ventanas grandes y el corredor frontal permiten que el aire circule y que la casa se mantenga fresca.
- **¿Cree usted que se podrían usar otros tipos de madera o técnicas para que la casa dure más?** Sí, he escuchado que la teca y el almendro son más resistentes a la salinidad.
- **¿Ha escuchado de nuevas formas de construir con madera?** Sí, ahora hay maderas tratadas industrialmente y estructuras prefabricadas que prometen más durabilidad.
- **¿Qué cambios le gustaría hacerle a su vivienda para mejorarla?** Reemplazar algunas vigas por madera más resistente, poner un techo nuevo y elevar un poco la base para que no entre humedad.

Entrevista a Corpus Suárez – Carpintero y Ebanista raizal de San Andrés

- **¿Cuánto tiempo lleva trabajando con madera en la isla y de dónde proviene la que vende?** Llevo más de 60 años trabajando con la madera. Desde niño hacía carritos, juguetes y pequeños trabajos, y en 1972 comencé como aprendiz con mi maestro Federico Líber Corpus, un gran constructor de casas y barcos. Con él aprendí ambas profesiones, y desde entonces he trabajado en todo tipo de construcciones: viviendas, clósets, mesas y embarcaciones.

La madera que se usaba antes provenía directamente de la isla, porque San Andrés era reconocida como la “Isla Jardín Maderero del Caribe”. Aquí abundaban especies como cedro, pino, árbol de hierro y ceiba. Hoy en día mucha de la madera se trae de afuera, porque ya no hay la misma producción local.

- **¿Qué tipos de madera se usan más en viviendas tradicionales y en qué sectores de la isla?** Para viviendas tradicionales se usaban mucho el pino y el cedro, mientras que para embarcaciones se empleaban maderas más duras como el árbol de hierro. El techo de las casas se cubría con tejas de madera llamadas *shingles*, hechas en la isla. Todavía existen viviendas de más de 100 años en sectores tradicionales que siguen firmes gracias a la calidad de esa madera.
- **¿Cómo afectan el clima (humedad, salitre, viento, sol) a la madera y cuál resiste mejor?** El clima influye bastante. La humedad y el salitre hacen que la madera se deteriore si no está bien curada. También depende de la edad del árbol y hasta de la fase lunar en la que se corte. Por ejemplo, si se corta en luna menguante, la madera tiene menos agua y resiste mucho mejor a los gorgojos y a la humedad. El cedro y el pino, bien trabajados, son de los que mejor resisten.
- **¿En qué zonas ha visto que la madera se deteriore más rápido?** Sobre todo, en las casas cercanas al mar, porque el salitre y el viento fuerte dañan la madera más rápido. En sectores más interiores de la isla, las viviendas de madera tienden a durar mucho más tiempo.

- **¿Qué tratamientos o métodos constructivos recomienda para que dure más?** Lo primero es que la madera provenga de árboles maduros: el pino mínimo de 10 a 15 años y el cedro o ceiba de más de 20 años. Después, cortarla en el tiempo adecuado (luna menguante) y dejarla secar durante un par de años antes de usarla. Finalmente, aplicarle tratamientos químicos contra plagas y humedad. Siguiendo estos pasos, una vivienda puede durar generaciones.
- **¿Qué alternativas o mejoras considera viables para construir en madera de forma sostenible en la isla?** Lo más viable es volver a respetar los procesos tradicionales: usar madera madura, cortada en el momento correcto, secada con paciencia y bien tratada. También sería importante impulsar programas de reforestación en la isla, para que haya disponibilidad futura de maderas nativas. Si se combina ese conocimiento ancestral con tratamientos modernos, se puede construir de forma sostenible y con larga durabilidad.

Cartografías

A partir de la información obtenida en campo y de las entrevistas realizadas, se construyeron mapas temáticos que muestran la distribución de las viviendas en madera, la ubicación de las especies arbóreas más representativas, las zonas de mayor riesgo ambiental y la evolución histórica del uso de la madera en la isla. La elaboración de las cartografías surge como una herramienta fundamental dentro del proceso de análisis, y así lograr la primera fase de objetivos el cual es, estudiar el uso de la madera en San Andrés reconociendo su presencia en diferentes tipologías arquitectónicas y sectores de la isla y permitir visualizar espacialmente la relación entre los sistemas constructivos en madera, el contexto ambiental y las dinámicas socioculturales del territorio.

A continuación, se evidenciará estas representaciones gráficas que facilitan la comprensión del vínculo entre el paisaje natural, la parte ambiental y el patrimonio ancestral construido, aportando una lectura territorial que respalda las estrategias propuestas para una arquitectura sostenible y coherente con la identidad raizal de San Andrés:



Figura 8. Línea de tiempo de especies arbóreas importantes a lo largo de la historia en San Andrés – Autoría Propia (información extraída de la entrevista con Carpintero Corpus Suárez)

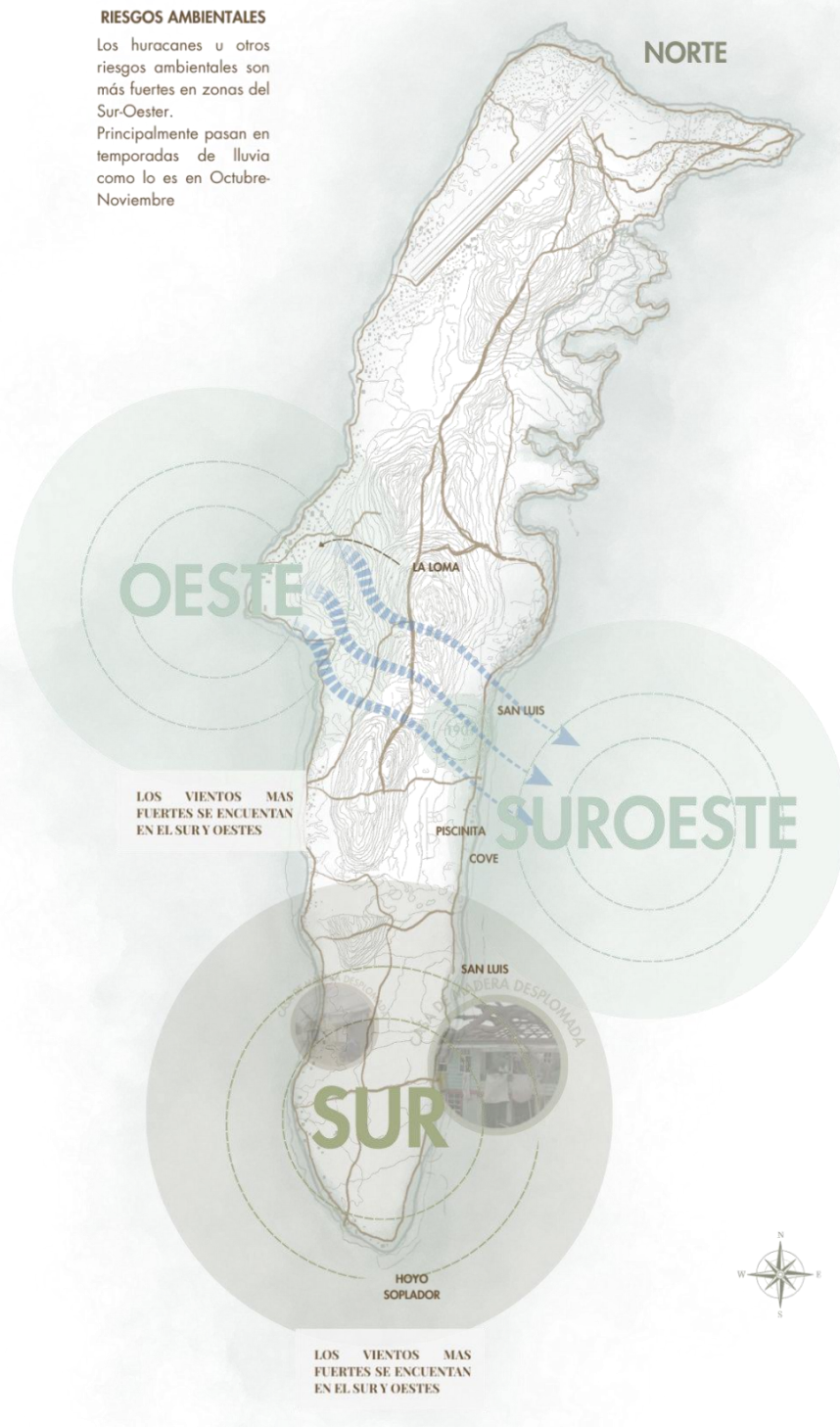


Figura 9. Cartografía de zonas donde se tiene más riesgoso ambientales a causa de los vientos en San Andrés- Autoría Propia (información extraída de la entrevista con Corpus Suárez)



Figura 10. Cartografía de viviendas o iglesias importantes hechas en madera – Autoría Propia (información extraída de la entrevista con Carpintero Corpus Suárez)



Figura 11. Tipologías de viviendas hechas en madera en San Andrés, Islas – Autoría Propia (información extraída de (PNUD, 2023))



Figura 12. Cartografía de especies arbóreas importantes a lo largo de la historia en San Andrés – Autoría Propia (información extraída de la entrevista con Carpintero Corpus Suárez)

Los resultados obtenidos integran entrevistas a actores locales y la elaboración de cartografías que muestran la relación entre las viviendas en madera y los riesgos ambientales de la isla. Este cruce de información permitió identificar los tipos de madera más usados, los sectores donde presentan mayor deterioro y las estrategias de adaptación al clima insular, aportando insumos para proponer alternativas sostenibles de construcción en San Andrés.

Ficha técnica de especies arbóreas

Con base a los datos obtenidos en las cartografías e investigaciones adicionales, se realizó unas fichas técnicas elaboradas que permite identificar la ubicación de las especies arbóreas más utilizadas en San Andrés y en la ciudad de Medellín y sus propiedades físicas, logrando la segunda fase, la cual es evaluar los factores que inciden en el comportamiento de las construcciones en madera de San Andrés, entendiendo cuáles de esas especies serían las más factibles para la isla teniendo en cuenta los factores de riesgo ambiental como humedad, salitre, viento y exposición solar. Este siguiente insumo resulta clave para comprender las estrategias de construcción y conservación adaptadas al contexto insular:

Fichas técnicas de especies arbóreas importantes en San Andrés con el área donde se encuentran ubicados con base a la cartografía anterior

Tabla 1 Ceiba. Ubicación de la ceiba en San Andrés y ficha técnica de la misma – Autoría Propia (información extraída de (FAO. 2020) (Bent Castro, E. 2024))

	<h3 style="text-align: center;">CEIBA</h3> <p>NOMBRE CIENTÍFICO: Ceiba pentandra- kapok / ceiba</p> <p>PROPIEDADES FÍSICAS (VALORES REPRESENTATIVOS) Densidad (madera seca): Gravedad específica: = 0.20-0.30 Dureza: muy baja (madera blanda, fácil de cortar, pero de poca resistencia mecánica) Peso por m³ (madera seca): = 230 kg (muy ligera)</p> <p>COMPORTAMIENTO / MECÁNICA Fácil mecanizado, pero baja resistencia mecánica, baja durabilidad en contacto con humedad o plagas sin tratamiento. Se comporta como madera de tono blando (similar a tilobasswood).</p> <p>USOS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES Uso limitado en elementos no estructurales (carpintería menor, molduras, tallos, artesanías) o piezas interiores protegidas: valor cultural y sombra (árbol comunitario). No era la primera opción para vigas o elementos que requieren dureza.</p> <p>PROCEDIMIENTO (PASO A PASO) CORTAR A PUESTA EN OBRA 1. Corte y clasificación. 2. Secado: objetivo 10-12 % MC para piezas interiores; aire-seco suficiente para piezas no críticas. 3. Tratamiento y sellado si se emplea exteriormente (imperativo para aumentar vida útil). 4. Uso: preferir en interiores o piezas no sometidas a esfuerzo.</p> <p>DURABILIDAD ESTIMADA Sin tratamiento: baja — rápidamente atacada por insectos y hongos en clima tropical. Con tratamiento (preservativos y selladores): vida útil mejorada, pero rara vez llega a la performance del cedro o pino tratado.</p>	<h3 style="text-align: center;">CARACTERÍSTICAS DE ESPECIES ARBOREAS EN SAN ANDRÉS, ISLAS</h3> <p>DISPONIBILIDAD / USO ACTUAL EN SAN ANDRÉS Aún abundante en la isla como árbol de sombra y cultural; no es la principal fuente para madera constructiva. En muchos casos se protege por su valor cultural/ambiental.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1039 1533 1234 1680">  <p>VIVIENDA PALAFÍTICA</p> </div> <div data-bbox="1234 1554 1412 1680">  <p>TRONCO DE CEIBA PENTANDRA</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1039 1701 1234 1848">  <p>VIVIENDA EN MADERA</p> </div> <div data-bbox="1234 1701 1412 1848">  </div> </div>
---	---	---

Teniendo en cuenta la ficha técnica y en donde se encuentra la Ceiba con base a la información extraída de (FAO. 2020) y (Bent Castro, E. 2024, esta es una especie abundante en el norte de San Andrés, valorada principalmente por su función ambiental y cultural como árbol de sombra y símbolo comunitario. Su madera es muy liviana y blanda (densidad entre 220–320 kg/m³), con baja resistencia y durabilidad, por lo que se emplea en carpintería menor o elementos interiores sin carga estructural. Aunque fácil de trabajar, requiere tratamiento protector si se usa en exteriores. Pero no se considera una madera estructural principal en la isla, por lo que, al pasar el tiempo se ha vuelto principalmente un recurso de apoyo y valor ecológico. Aunque antes se utilizaba con fines constructivos, actualmente su tala está restringida porque cumple funciones importantes en el equilibrio ecológico y conservación de la biodiversidad local, además, es un árbol emblemático en la identidad isleña, por lo que se prioriza su preservación.

Tabla 2 Iron Wood-Árbol de hierro. *Ubicación del Iron Wood en San Andrés y ficha técnica de la misma – Autoría Propia (información extraída de (Winrock International.s.f.), (Kalani Hardwoods. s.f.), (Tiwari, S. & Talreja, P. 2023) (Oregon State University. s.f.))*



Con base a la información expuesta en el mapa y ficha técnica anterior sobre El Iron Wood, conocido en San Andrés como “árbol de hierro”, extraída de (Winrock International.s.f.), (Kalani Hardwoods. s.f.) (Tiwari, S. & Talreja, P. 2023) y (Oregon State University. s.f.). Con esta especie

arbórea se produce una madera de alta densidad y dureza, reconocida por su gran resistencia a la humedad, la salinidad y el ataque biológico, lo que la hace ideal para pilotes, muelles y estructuras costeras. Su peso por metro cúbico varía entre 750 y 830 kg/m³, además de que posee una durabilidad bastante alta, incluso sin tratamiento, capaz de mantenerse en condiciones marinas durante décadas. Aunque históricamente fue ampliamente utilizada, particularmente en zonas como La Loma y San Luis, donde aún se conservan edificaciones del siglo XIX con pilotes de Iron Wood, hoy en día su uso es muy limitado debido a su escasez y lento crecimiento, lo que la ha convertido en una especie patrimonial y de valor histórico más que en un recurso maderable activo.

Tabla 3 Cedro. *Ubicación del Cedro en San Andrés y ficha técnica de la misma – Autoría Propia (información extraída de (Priscilla Rigg-Aguilar & Róger Moya. 2018) (SINCHI. s.f))*



El cedro

Era una de las maderas más apreciadas para la construcción de casas, por su durabilidad y su resistencia a plagas. Además, su aroma natural ayudaba a protegerla contra los gorgojos, lo que lo hacía ideal para interiores y estructuras principales.

1920

SUR HOYO SOPLADOR

CEDRO	
NOMBRE CIENTÍFICO:	Cedrela odorata (cedar en Latinoamérica)
PROPIEDADES FÍSICAS (VALORES REPRESENTATIVOS)	350-470 kg/m ³ (FAO y fichas técnicas muestran valores típicos = 380-470 kg/m ³ según origen y humedad).
Densidad (madera seca):	~ 0.30-0.45 (vería mucha por origen)
Dureza:	Moderada (por debajo de maderas muy duras); excelente trabajabilidad y acabado
Peso por m ³ :	= 380-470 kg
COMPORTAMIENTO / MECÁNICA	Fácil de aserrar, cepillar y tallar. Su aroma natural repela algunos insectos, lo que le da mayor durabilidad contra gorgojos. Buena estabilidad dimensional cuando se seca correctamente.
USOS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES	Estructuras internas, vigas secundarias, puertas, ventaneros, marcos, muebles y carpintería fina; pisos y elementos vitales donde se busca buena apariencia y estabilidad.
PROCEDIMIENTO (PASO A PASO) CORTAR A PUESTA EN OBRA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tala y clasificación: seleccionar madera en buen estado; evitar piezas con demasiado variación en fibra. 2. Acortado: aprovechar para piezas de carpintería (tablas anchas). 3. Secado: es crítico; secado controlado a 10-12 % MC para piezas finas. Rapid drying produce grietas y tensiones. 4. Tratamiento: su resistencia natural reduce necesidad de tratamiento intensivo, pero para uso exterior se recomienda sellado y aplicaciones de aceites o barnices; para elementos en contacto con suelo usar preservativos. 5. Acabado: barniz, aceite o pintura superficial según preferencia.
DURABILIDAD ESTIMADA	Sin tratamiento (exterior): mejor que pino por su resistencia natural a insectos; sin embargo en ambientes marinos se requiere sellado periódico. Con tratamiento y buen diseño, puede durar muchas décadas (como lo muestran piezas centenarias en la isla).

CARACTERÍSTIAS DE ESPECIES ARBOREAS EN SAN ANDRÉS, ISLAS

DISPONIBILIDAD / USO ACTUAL EN SAN ANDRÉS

Muy apreciado históricamente; escasa hoy por sobreexplotación. Gran parte del cedro utilizado actualmente en San Andrés se importa. La escasez es una razón importante para la sustitución por maderas tratadas e importadas.



DETALLE DE LOS MARCOS QUE LLEVAN VENTANAS Y PUERTAS EXTERIORES



TRONCO DE CEDRELA ODORATA




CIMENTACIÓN CON ZAPATA Y PILAR EN CONCRETO



CIMENTACIÓN CON ZAPATA DE CONCRETO Y PILAR DE MADERA O TAMBIÉN LLAMADO CORDÓN DE MUELLE




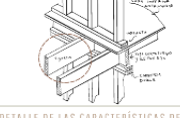

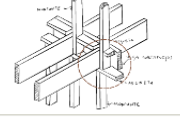


CIMENTACIÓN CON LÁMINAS ANTI-TERMITAS

De acuerdo con la ubicación y la ficha técnica anterior del cedro, con base a la información extraída de (Priscilla Rigg-Aguilar & Róger Moya. 2018) y (SINCHI. s.f). Del cedro se extrae una de las maderas más valoradas en San Andrés por su durabilidad, resistencia a plagas y facilidad de trabajo, lo que la convirtió en un material fundamental para la construcción tradicional de casas, puertas, ventaneros y estructuras interiores. Su aroma natural ayudaba a repeler insectos como los gorgojos, y su estabilidad dimensional garantizaba una buena apariencia y desempeño estructural.

Sin embargo, debido a la sobreexplotación histórica, su disponibilidad actual en la isla es muy baja, por lo que gran parte del cedro usado hoy en día es importado o sustituido por maderas tratadas. En el mapa se evidencia su presencia principalmente en la zona sur de San Andrés, en sectores como San Luis y el Hoyo Soplador, donde antiguamente se encontraban ejemplares nativos utilizados en la carpintería y construcción local.

Tabla 4 Pino. *Ubicación del Cedro en San Andrés y ficha técnica de la misma – Autoría Propia (información extraída de (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. s.f.))*

PINO		CARACTERÍSTIAS DE ESPECIES ARBOREAS EN SAN ANDRÉS, ISLAS	
 <p>Pino Anteriormente el pino fue muy utilizado en las viviendas tradicionales de San Andrés gracias a su resistencia y facilidad para trabajarlo. Bien curado, soporta la humedad y el salitre, lo que permitió que muchas casas de más de un siglo aún se conserven en pie.</p>	<p>NOMBRE CIENTÍFICO: Pinus caribaea (en San Andrés se conoce como pino caribeño y pinos introducidos/plantados)</p> <p>PROPIEDADES FÍSICAS (VALORES REPRESENTATIVOS) Densidad (madera seca): 0.51-0.63 (depende de muestra y contenido humedad) Dureza: varía según especie de pino; pinos tropicales son de dureza moderada. Peso por m³: = 600-650 kg</p> <p>COMPORTAMIENTO / MECÁNICA Fácil de aserrar y clavar; buena relación resistencia/peso; susceptible a ataques biológicos (termita, hongos) si no está bien seco o tratado. Las propiedades mecánicas mejoran al reducir humedad (secado).</p> <p>USOS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES Estructura de viviendas (vigas, cerchas, columnas ligeros), tabiques, techos, pisos, tejas de madera (shingles), carpintería general en casas tradicionales isleños.</p> <p>PROCEDIMIENTO (PASO A PASO) CORTAR A PUESTA EN OBRA 1. Tala y elección: preferir árboles rectos y sin nudos grandes. 2. Aserrado: optimizar para piezas de estructura y shingles. 3. Secado: air-dry hasta 20% MC, ideal 12-15 % MC para carpintería interior. El secado controlado mejora su estabilidad (reduce alabeo/trajido). 4. Tratamiento conservante: para uso exterior y en contacto con estructura de suelo, aplicar preservadores (presión o campo) — tratamientos a base de cobre, sales, o sistemas aprobados. 5. Acabado: pintura, barniz o sellador para limitar absorción de humedad; instalación con adecuada ventilación y separación del suelo.</p> <p>DURABILIDAD ESTIMADA Sin tratamiento (en clima marino / expuesto) puede durar poco (2-10 años en contacto directo con suelo/agua en condiciones tropicales, dependiendo de especie y condiciones). Con tratamiento (presión, recubrimiento y buen diseño); puede alcanzar 20-50 años para elementos estructurales según tipo de preservante y exposición (ej. columnas tratadas). Guías de preservación muestran que la vida útil se incrementa significativamente con tratamiento y diseño.</p>	<p>DISPONIBILIDAD / USO ACTUAL EN SAN ANDRÉS Históricamente abundante y la más usada para viviendas tradicionales (shingles, cerchas). Actualmente escasa localmente; la mayor parte del pino que se usa en la isla viene importado (continente colombiano o Centroamérica), debido a la reducción de masa forestal local y la demanda por turismo y construcción.</p>	 <p>DETALLE CONSTRUCTIVO DE CUBIERTA EN MADERA</p>  <p>TRONCO DE PINUS CARIBAEA</p>  <p>DETALLE DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MARCOS EN EL SISTEMA BALLJOINT FRAME</p>   <p>DETALLE DE LOS MARCOS EN EL SISTEMA PLATFORM FRAME</p>

Considerando la imagen anterior con la información extraída de (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. s.f.) El pino, conocido localmente como pino caribeño, fue una de las maderas más utilizadas en las viviendas tradicionales de San Andrés por su resistencia, durabilidad y facilidad de trabajo. Una vez bien curado, soporta la humedad y la salinidad, lo que ha permitido que muchas construcciones antiguas aún se conserven en pie. Su densidad varía entre 600 y 650 kg/m³, con buena relación entre resistencia y peso, aunque requiere tratamiento para evitar ataques de termitas y hongos. Tradicionalmente se empleaba en estructuras de techos, vigas, tabiques y carpintería general. Actualmente, su uso local ha disminuido debido a la escasez y la

reducción de masa forestal, por lo que la mayoría del pino utilizado en la isla es importada desde el continente colombiano o Centroamérica. Su presencia histórica se asocia con las zonas de asentamientos tradicionales y viviendas costeras.

Fichas técnicas de especies arbóreas importantes de san andrés en medellín

Tabla 5 Ficha técnica de IRON WOOD – Autoría Propia (información extraída de ((Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jammadass, R. & Anthony, S.2009), (Little, E. L., Wadsworth, F. H. 1964), (The Wood Database Meier, E., 2024))

IRON WOOD		CARACTERÍSTIAS DE ESPECIES ARBOREAS EN MEDELLIN	
NOMBRE CIENTIFICO:	Casuarina equisetifolia (en San Andrés se conoce como Iron Wood)	DURABILIDAD ESTIMADA	Sin tratamiento: excelente en contacto con agua (décadas). Hay postes históricos que perduran más de 50-100 años en ambientes costeros. Con tratamiento: vida útil muy alta; en pilotes industriales puede superar 30-50 años dependiendo del ambiente y mantenimiento.
PROPIEDADES FÍSICAS (VALORES REPRESENTATIVOS)	-740-1000 kg/m ³ ; valor típico usado en catálogos -750 kg/m ³	DISPONIBILIDAD / MEDELLÍN (ESCASEZ / IMPORTACIÓN)	En Medellín no es especie local; su compra implicaría importación (proveedores especializados de maderas duras tropicales o importación desde regiones donde crece). Debido a su coste, dureza y disponibilidad, en Medellín se usa muy raramente y casi siempre para piezas especiales o acabados de alto valor; más habitual es sustituir por maderas tratadas o soluciones no madereras (pilotes de hormigón).
Densidad (madera seca):			
Gravedad específica:	= 0.75 (varía por referencia)		
Dureza:	= 2.190 lbf (-9.7 kN), muy alta (madera extremadamente dura)		
Peso por m³ (madera seca):	= 750 kg/m ³ (valores reportados 750-1000 kg/m ³ según origen)		
COMPORTAMIENTO / MECÁNICA	Muy resistente a compresión, abrasión y ataque biológico (hongos, pudrición) en ambientes marinos; excelente para pilotes y postes en contacto con agua. Difícil de mecanizar (desgaste de herramientas, tendencia a partirse si se seca mal)		
USOS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES	Pilotes y pilotes de muelles, postes enterrados, piezas estructurales en obras marinas; raramente se usa para carpintería fina por la dureza. En ciudades como Medellín su uso es raro y más bien para piezas especiales o importación para proyectos específicos		TRONCO DE IRON WOOD
PROCEDIMIENTO (PASO A PASO) CORTAR A PUESTA EN OBRA	<ol style="list-style-type: none"> Selección del fuste (diámetro grande, sin pudrición). Tala y transporte (madera pesada; logística costosa). Aserrado / desbaste (herramientas robustas; prever mayor desgaste). Secado lento (air-dry prolongado; alto riesgo de fisuración si se seca demasiado rápido; objetivo 12-20 % MC según uso). Tratamiento superficial: aunque muy durable, se recomienda aceites marinos o sellantes para piezas expuestas; para uso industrial en pilotes se han usado tratamientos intensivos (históricos: creosota), pero revisar normativas ambientales antes. Maquinado final e instalación (herrajes inoxidable; anclajes reforzados). 		
			SE UTILIZA PRICIPALMENTE PARA ESTRUCTURAS DE VIVIENDAS

El Iron Wood, conocido en San Andrés por su gran resistencia, es una madera extremadamente dura y duradera, con una densidad promedio de 750 kg/m³ y alta resistencia a la compresión, abrasión y ataques biológicos. Su dureza la hace ideal para pilotes, muelles y estructuras expuestas en ambientes marinos, aunque es difícil de mecanizar y requiere un proceso de secado y tratamiento prolongado para evitar fisuras. Sin tratamiento puede durar décadas en contacto con el agua, y con tratamiento alcanza una vida útil de hasta 100 años. En Medellín no es

una especie local, por lo que su uso implica importación y altos costos; debido a ello, suele emplearse solo en piezas especiales o estructuras de alto valor, mientras que en la mayoría de los casos se sustituyen por maderas tratadas o soluciones no maderables como pilotes de hormigón.

Tabla 6. Ficha técnica de CEIBA – Autoría Propia (información extraída de ((Loupe, D. 2008), (Cárdenas, J. & Rangel, J. O.2010) (The Wood Database Meier, E., 2024))

CEIBA		CARACTERÍSTIAS DE ESPECIES ARBOREAS EN MEDELLIN	
NOMBRE CIENTIFICO:	Ceiba pentandra- kapok / ceiba	DISPONIBILIDAD / MEDELLÍN (ESCASEZ / IMPORTACIÓN)	La ceiba es más frecuente como árbol urbano o rural, no como fuente principal de madera para construcción en Medellín. Suele conservarse por su valor ambiental y cultural. En el mercado maderable de Medellín no es una especie demandada para estructuras.
PROPIEDADES FÍSICAS (VALORES REPRESENTATIVOS)	baja, ~220–320 kg/m³ (comúnmente ~230 kg/m³)		
Densidad (madera seca):			
Gravedad específica:	≈ 0.20–0.30		
Dureza:	muy baja (madera blanda)		
COMPORTAMIENTO / MECÁNICA	Madera ligera y fácil de maquinar, pero de baja resistencia mecánica y pobre durabilidad en exposición sin tratamiento. Usos: piezas interiores, tallado, cajonería, artesanías, contrachapados ligeros y en algunos casos material para fabricación de moldes o usos industriales no estructurales.		
USOS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES	Rara vez usada en elementos estructurales en Medellín; puede emplearse en remates, tallas, equipamiento interior o sustitución por maderas ligeras en menaje y artesanías. En Medellín su uso constructivo es poco frecuente.		TRONCO DE CEIBA PENTANDRA
PROCEDIMIENTO (PASO A PASO) CORTAR A PUESTA EN OBRA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Corte y clasificación. 2. Secado hasta 10–12 %MC para piezas interiores. 3. Tratamiento indispensable si se usa exteriormente (sellado/impregnación). 4. Acabado: pintura o barniz; su porosidad puede facilitar impregnación. 		
DURABILIDAD ESTIMADA	Sin tratamiento: baja; vulnerable a hongos e insectos. Con tratamiento preservativo: mejoría, pero difícilmente alcanza la durabilidad del cedro o del pino tratado.		

La Ceiba, es una madera ligera y blanda con baja densidad (alrededor de 230 kg/m³) y muy poca resistencia mecánica. Es fácil de trabajar, pero presenta baja durabilidad cuando se expone sin tratamiento, siendo vulnerable a hongos e insectos. Por ello, se utiliza principalmente en interiores o para elementos no estructurales como tallas, artesanías, contrachapados, moldes y mobiliario. En Medellín su uso en construcción es poco frecuente, ya que se conserva más como árbol urbano o rural por su valor ambiental y cultural que como recurso maderable. Cuando se aplica tratamiento preservativo, su durabilidad mejora, acercándose a la del cedro o el pino tratado.

Tabla 7. Ficha técnica de CEDRO – Autoría Propia (información extraída de ((Pennington, T. D. & Muellner, A. N. 2010) (Cárdenas, J., Rangel, J. O. & Rivera, D. (2012) (The Wood Database Meier, E., 2024))

CEDRO		CARACTERÍSTIAS DE ESPECIES ARBOREAS EN MEDELLÍN	
NOMBRE CIENTIFICO:	Cedrela odorata (cedar en Latinoamérica)	DISPONIBILIDAD / MEDELLÍN (ESCASEZ / IMPORTACIÓN)	El cedro está más regulado y es menos abundante en Colombia debido a explotación histórica. En Medellín gran parte del cedro en comercios puede venir de plantaciones o ser cedro importado de otras regiones; se comercializa como madera fina y es relativamente cara frente al pino. Hay comercios en Medellín/Antioquia que procesan y venden cedro, pero a menor escala que pino.
PROPIEDADES FÍSICAS (VALORES REPRESENTATIVOS)	Típicamente 350–600 kg/m ³ , muchas fuentes citan alrededor de 380–470 kg/m ³ o incluso 0.60 g/cm ³ según ejemplar y anillos de crecimiento. En catálogos colombianos aparece densidad alrededor 0.6 g/cm ³ para ciertas poblaciones.		
Densidad (madera seca):	Variable (0.30–0.60 según fuente y muestra)		
Gravedad específica:	Variable (0.30–0.60 según fuente y muestra)		<p style="text-align: center;">TRONCO DE CEDRELA ODORATA</p>
Dureza:	Moderada; buena trabajabilidad y estabilidad dimensional		
COMPORTAMIENTO / MECÁNICA	Buena trabajabilidad, resistencia natural a ciertos insectos (aroma) y excelentes propiedades para carpintería fina (marcos, puertas, muebles). No es tan densa como las maderas duras pesadas, pero tiene buena estabilidad si secada correctamente. Carpintería fina (puertas, marcos, ventanas), muebles, acabados interiores, vigas secundarias donde se busca buen acabado y estabilidad dimensional. En Medellín es apreciado para ebanistería y acabados; sin embargo su disponibilidad local es reducida por control y manejo forestal		
USOS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES			
PROCEDIMIENTO (PASO A PASO) CORTAR A PUESTA EN OBRA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Corte y selección (evitar piezas con defectos). 2. Aserrado y secado controlado (importante: secado lento a 10–12 % MC para piezas finas). 3. Tratamiento: normalmente sellado superficial; para contacto exterior o suelo aplicar preservantes aprobados. 4. Acabado: barniz o aceitado para resaltar veta. 		
DURABILIDAD ESTIMADA	<p>Sin tratamiento exterior en clima húmedo: moderada; mejor que pino en resistencia a insectos.</p> <p>Con tratamiento y buen secado: permite piezas que duren décadas (ejemplos históricos de carpintería centenaria).</p>		

El Cedro es una madera moderadamente densa, con buena trabajabilidad, estabilidad dimensional y resistencia natural a insectos, gracias a su aroma característico. Su densidad varía entre 350 y 600 kg/m³, y su dureza es media, lo que la hace ideal para carpintería fina, como puertas, marcos, ventanas y muebles. Aunque no es tan resistente como maderas más pesadas, ofrece buena estabilidad y un acabado estético de alta calidad. En Medellín su uso se concentra en acabados y mobiliario, mientras que la disponibilidad ha disminuido por la sobreexplotación, siendo frecuente la importación o el uso de plantaciones. Con tratamiento preservativo su durabilidad mejora significativamente, pudiendo alcanzar una vida útil comparable a la del pino tratado, aunque su costo es más alto y su comercialización está más regulada.

Tabla 8 Ficha técnica de PINO – Autoría Propia (información extraída de ((FAO, 1986), (Cárdenas, J. & Rangel, J. O. 2010) (ICyYONTEC 2003))

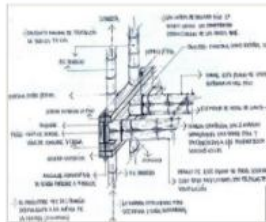
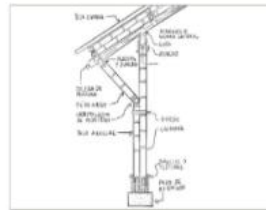
PINO		CARACTERÍSTIAS DE ESPECIES ARBOREAS EN MEDELLIN	
NOMBRE CIENTIFICO:	Pinus caribaea (en San Andrés se conoce como pino caribeño y pinos introducidos/plantados)	DISPONIBILIDAD / MEDELLÍN (ESCASEZ / IMPORTACIÓN)	Muy demandado en Medellín. Gran parte proviene de plantaciones en Colombia (regiones productoras) y de importaciones cuando se requieren stocks o calibres especiales. Datos de comercio muestran que las importaciones de madera de pino representan un volumen significativo dentro de las maderas importadas en Colombia (datos comerciales empresariales).
PROPIEDADES FÍSICAS (VALORES REPRESENTATIVOS)	Densidad (12 % MC): típicamente 350–650 kg/m ³ según origen; valor frecuente para Pinus caribaea = 600–650 kg/m ³ (medio 625 kg/m ³).	DURABILIDAD ESTIMADA	Sin tratamiento en clima tropical/urbano: limitada (puede variar de pocos años a una década si está expuesta continuamente). Con tratamiento y buen detalle constructivo: 20–50 años o más para elementos estructurales tratados y correctamente ventilados.
Densidad (madera seca):	= 0.51–0.63 (varía por crecimiento).		
Gravedad específica:	= 0.51–0.63 (varía por crecimiento).		
Dureza:	variable; pinos tropicales entre valores medios (ej. ~1.000–1.200 lbf según procedencia)		
Peso por m³	= 600–650 kg		
COMPORTAMIENTO / MECÁNICA	Buen equilibrio resistencia/peso; fácil mecanizado y sujeción (clavos, tornillos). Sus debilidades: susceptibilidad a insectos, pudriciones y ataque de hongos si se expone sin preservante		
USOS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES	Estructura de viviendas (vigas, cerchas, cerchas de techo), tabiques, enchapes, shingles (tejas de madera), contrachapados, encofrados y carpintería estructural liviana. En Medellín el pino es uno de los más usados por su disponibilidad y precio; mucha madera proviene de plantaciones y se comercializa localmente.		
PROCEDIMIENTO (PASO A PASO) CORTAR A PUESTA EN OBRA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selección fuste (rectitud, pocos nudos). 2. Aserrado para piezas estructurales y tablas. 3. Secado: air-dry hasta 18–20 % para pieza exterior; 12 % para interiores. Secado controlado evita alabeo/rajado; para tablas gruesas puede tardar semanas. 4. Tratamiento preservativo (recomendado para uso exterior): tratamiento por presión (ACQ, CuAzoles, sales cupríferas) o impregnación superficial. Para piezas en contacto con humedad usar tratamiento por presión. 5. Acabado y colocación (barnices, pintura o aceites; uso de herrajes resistentes a la corrosión). 		TRONCO DE PINUS CARIBAEA

El Pino es una madera de densidad media (600–650 kg/m³) con buena resistencia, estabilidad y facilidad de mecanizado, lo que la hace ampliamente utilizada en la construcción. Su dureza es moderada y ofrece un buen equilibrio entre peso y resistencia, aunque es susceptible a hongos y pudrición si no se trata adecuadamente. Se emplea comúnmente en estructuras de viviendas, techos, tablonés, enchapados y muebles, destacando por su versatilidad y bajo costo. En Medellín es una de las maderas más demandadas, proveniente en gran parte de plantaciones nacionales o importaciones. Su durabilidad depende del tratamiento preservativo, pudiendo alcanzar entre 20 y 50 años en ambientes secos y bien ventilados. Por su disponibilidad, economía y rendimiento constructivo, el pino es una de las especies más utilizadas en la región para estructuras tratadas y cubiertas.

Fichas técnicas de especies arbóreas utilizadas en Medellín

Tabla 9. Ficha técnica de *Guadua*- Autoría propia ambiental (extraído de Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, s.f.)

GUADUA (BAMBÚ)		CARACTERÍSTICAS DE ESPECIES ARBOREAS UTILIZADAS EN MEDELLIN	
NOMBRE CIENTÍFICO:	Guadua angustifolia Kunth	PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN OBRA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selección de culmos maduros (3-5 años). 2. Corte en manguante para reducir almidones. 3. Curado e inmunización (inmersión o inyección). 4. Secado natural (3-6 semanas). 5. Ensamble: atados, uniones con pernos o conectores metálicos.
ORIGEN:	Tropical de América del Sur; muy usada en Colombia (Eje Cafetero, Valle, Antioquia)		
PROPIEDADES FÍSICAS:		OBSERVACIONES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Material renovable y rápido (ciclo 3-5 años). 2. Ideal para Medellín y San Andrés por ligereza y flexibilidad.
Color:	Verde amarillento fresco, pardo al secar		
Textura:	Lisa, nudos marcados		
Densidad aparente (12% humedad):	500-650 kg/m ³		
Peso aproximado:	0.5-0.65 t/m ³		
Durabilidad natural:	Media; sensible a hongos e insectos si no se inmuniza		
PROPIEDADES MECÁNICAS	Resistencia a la tracción (paralela):		
Resistencia a la tracción (paralela):	160-230 MPa		
Resistencia a la compresión:	40-80 MPa		
Módulo de elasticidad:	15.000-20.000 MPa		
Estabilidad dimensional:	Buena, depende del secado		
Estabilidad dimensional:	Buena, depende del secado		
COMPORTAMIENTO CON RECUBRIMIENTOS			
Sin recubrimiento:	Vulnerable a xilófagos		
Con recubrimiento:	Inmunización con bórax/ácido bórico, barnices naturales aumenta su vida útil 20-30 años		
USOS EN CONSTRUCCIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estructuras principales (cerchas, columnas, vigas). 2. Cerramientos, entablados, cubiertas. 3. Viviendas sostenibles, bioclimáticas y sismo-resistentes. 		



Este tipo de especie está en áreas de protección en San Andrés islas, por lo que está prohibido su uso para beneficio humano

La Guadua es una especie tropical ampliamente utilizada en Colombia por su ligereza, resistencia y sostenibilidad. Posee buena estabilidad y alta resistencia a la tracción, ideal para estructuras como cerchas, columnas y cubiertas. Sin embargo, requiere inmunización para prolongar su durabilidad frente a hongos e insectos. En San Andrés Islas, su aprovechamiento está restringido debido a su ubicación en áreas de protección ambiental (extraído de Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, s.f.). Su densidad varía entre 500 y 650 kg/m³ y posee una excelente resistencia a la tracción (160–230 MPa) y compresión (40–80 MPa), lo que la convierte en una alternativa estructural eficiente para construcciones sostenibles, bioclimáticas y sismos resistentes.

Tabla 10. Ficha técnica de Eucalipto - Autoría propia (extraído de Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI s.f.)

EUCALIPTO		CARACTERÍSTIAS DE ESPECIES ARBOREAS UTILIZADAS EN MEDELLIN	
NOMBRE CIENTIFICO:	Eucalyptus spp	PROCEDIMIENTO (PASO A PASO) CORTAR A PUESTA EN OBRA <ol style="list-style-type: none"> 1. Selección y marcado: elegir piezas sin grietas longitudinales; marcar dejando margen de corte. 2. Aclarado y estabilización: si la madera fue recientemente aserrada, dejar que se aclimate (7–14 días o más). 3. Corte principal: usar sierra con disco de carburo, cortes lentos para evitar sobrecoqueamiento (el eucalipto puede quemarse). 4. Taladrado piloto: siempre perforar piloto en maderas densas; usar broca 2/3 del diámetro del eje del tornillo o brocos específicos de la medida. 5. Lijado y cepillado: usar lijas de grano 80 → 120 según acabado. 6. Tratamiento de extremos: sellar extremos con sellador o masilla para evitar ingreso de humedad. 7. Fijación: preferir tornillería inoxidable; clavos con cabeza ancha si se necesita. 8. Acabado: barniz o aceite; permitir que el aceite se asiente en fibras (teñido si se desea). 	 
ORIGEN:	Australia, ampliamente cultivado en Colombia (Cundinamarca, Antioquia, Valle)		
PROPIEDADES FÍSICAS:			
Color:	Rojizo a marrón claro		
Densidad aparente (12% humedad):	650-900 kg/m ³		
Peso aproximado:	0,65-0,9 t/m ³		
Durabilidad natural:	Media; susceptible a hongos sin tratamiento		
PROPIEDADES MECÁNICAS			
Compresión paralela:	55-80 MPa		
Módulo de elasticidad:	12.000-16.000 MPa		
Dureza:	4.000-5.000 N.		
COMPORTAMIENTO CON RECUBRIMIENTOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Admite inmunización por vacío-presión. 2. Requiere secado cuidadoso para evitar rajaduras. 		
USOS EN CONSTRUCCIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Postes, vigas, pisos, muebles. 2. Excelente para estructuras de cubiertas y pisos exteriores. 		
PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN OBRA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Corte a los 12-15 años. 2. Secado al aire/horno. 3. Aserado - inmunización. 4. Ensamble mecánico. 		
OBSERVACIONES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muy disponible en Medellín. 2. Buena opción estructural si se inmuniza. 		
		 	

El Eucalipto es una especie de origen australiano ampliamente cultivada en Colombia, especialmente en regiones como Cundinamarca, Antioquia y el Valle. Presenta un color rojizo a marrón claro, con una densidad aparente entre 650 y 900 kg/m³ y un peso aproximado de 0,65–0,9 t/m³. Posee una resistencia a la compresión paralela de 55–80 MPa, un módulo de elasticidad de 12.000–16.000 MPa y una dureza de 4.000–5.000 N. Aunque su durabilidad natural es media y es susceptible a hongos, puede inmunizarse por vacío-presión, lo que mejora su estabilidad y vida útil. Se utiliza principalmente en postes, vigas, pisos y cubiertas, destacando por su buena disponibilidad y comportamiento estructural en Medellín (extraído de Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI s.f.)

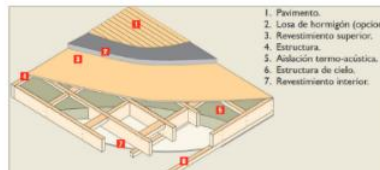
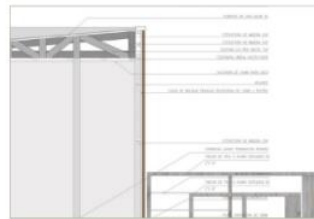
Tabla 11. Ficha técnica de Teca- Autoría propia (Extraído de Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.)

TECA		CARACTERÍSTIAS DE ESPECIES ARBOREAS EN MEDELLIN	
NOMBRE CIENTIFICO:	Tectona grandis	DISPONIBILIDAD / MEDELLÍN (ESCASEZ / IMPORTACIÓN)	Plantaciones (importada/plantada), pocas en Caribe.
PROPIEDADES FÍSICAS (VALORES REPRESENTATIVOS)	460–900 kg/m ³ (media común 600–750 kg/m ³ a 12% humedad).	DURABILIDAD ESTIMADA	Alta
Densidad (madera seca):	Media-alta, siempre que el culmo esté maduro (4–6 años) y se realice curado y preservación. variable; pino tropicales entre valores medios (ej. ~1.000–1.200 lbf según procedencia)		
Dureza:			
Peso por m³	≈ 600–650 kg		
USOS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES	Vigas, tarimas, postes, mueble		
PROCEDIMIENTO (PASO A PASO) CORTAR A PUESTA EN OBRA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza y marcado: marcar piezas y prever sentido de vetas para minimizar tensión. 2. Corte inicial: cortar con hoja de carburo; soportar bien la pieza para evitar vibraciones. 3. Desengrase previo (si va a encolar): limpiar zonas de unión con alcohol/acetona para eliminar aceites naturales antes de pegar. 4. Taladrado piloto: en teca obligatorio para tornillos; usar broca 3–4 mm para tornillos 4–5 mm, y 4–5 mm para tornillos 6 mm en maderas muy duras. 5. Avellanado: en cada tornillo avellanar para que la cabeza quede al ras o ligeramente hundida si va a engrasarse. 6. Fijación: usar tornillos inox 316; para decking usar tornillos con arandela o sistemas ocultos. 7. Acabado: aceite específico para teca (si se desea mantener tono dorado) o dejar gris natural con mantenimiento periódico. 8. Montaje: respetar juntas de dilatación 4–6 mm en decking, 2–4 mm en carpintería cerrada. 	  	

La Teca es una especie de madera tropical de densidad media a alta, con valores que oscilan entre 460 y 900 kg/m³, y una media común de 600–750 kg/m³ al 12% de humedad. Posee una alta durabilidad natural, ideal para exteriores, y una dureza de 1.000–1.200 según su procedencia. Su peso por metro cúbico se estima entre 600 y 650 kg, lo que la hace resistente y estable. En construcción, se utiliza principalmente en vigas, tarimas, postes y muebles. Para su puesta en obra, requiere limpieza, corte con hoja de carburo, desengrase con alcohol o acetona, perforado piloto y fijación con tornillos inoxidables. Es una madera muy valorada por su resistencia y durabilidad, aunque en Medellín su disponibilidad es limitada por ser importada o proveniente de plantaciones. Extraído de Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.

Tabla 12. Ficha técnica de Guayacán - Autoría propia (Extraído de Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.)

IPÉ / GUAYACÁN		CARACTERÍSTIAS DE ESPECIES ARBOREAS UTILIZADAS EN MEDELLIN	
NOMBRE CIENTIFICO:	Handroanthus spp. (Tabebuia spp. antes)	PROCEDIMIENTO (PASO A PASO) CORTAR A PUESTA EN OBRA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza y marcado: marcar piezas y prever sentido de vetas para minimizar tensión. 2. Corte inicial: cortar con hoja de carburo; soportar bien la pieza para evitar vibraciones. 3. Desengrase previo (si va a encolar): limpiar zonas de unión con alcohol/acetona para eliminar aceites naturales antes de pegar. 4. Taladrado piloto: en teca obligatorio para tornillos; usar broca 3-4 mm para tornillos 4-5 mm, y 4-5 mm para tornillos 6 mm en maderas muy duras. 5. Avellanado: en cada tornillo avellanar para que la cabeza quede al ras o ligeramente hundida si va a engrasarse. 6. Fijación: usar tornillos inox 316; para decking usar tornillos con arandela o sistemas ocultos. 7. Acabado: aceite específico para teca (si se desea mantener tono dorado) o dejar gris natural con mantenimiento periódico. 8. Montaje: respetar juntas de dilatación 4-6 mm en decking, 2-4 mm en carpintería cerrada.
ORIGEN:	América tropical (Brasil, Colombia, Perú)		
PROPIEDADES FÍSICAS:			
Color:	Marrón oscuro a verde oliva		
Densidad aparente (12% humedad):	1.000-1.200 kg/m ³		
Peso aproximado:	1-1,2 t/m ³ (se hunde en agua)		
Durabilidad natural:	Muy alta; inmune a xilófagos y humedad		
PROPIEDADES MECÁNICAS			
Compresión paralela:	90-110 MPa		
Módulo de elasticidad:	16.000-20.000 MPa		
Dureza:	13.000-16.000 N		
RECUBRIMIENTOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Difícil de encolar, requiere adhesivos especiales. 2. Muy estable sin recubrimiento. 		
USOS EN CONSTRUCCIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pisos exteriores, decks, puentes, pilotes. 2. Vigas y columnas en ambientes marinos. 		
PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN OBRA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aserrado con sierras de carburo. 2. Pre-taladro antes de clavar/atornillar. 3. Montaje con herrajes inoxidable. 		
OBSERVACIONES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Excelente para San Andrés por resistencia marina. 2. Costosa y escasa en Medellín (se importa). 		



El Ipé o Guayacán es una madera tropical de color marrón oscuro a verde oliva, proveniente de países como Brasil, Colombia y Perú. Posee una alta densidad aparente (1.000–1.200 kg/m³) y un peso aproximado de 1–1,2 t/m³, lo que la hace extremadamente resistente y duradera, incluso en ambientes húmedos o marinos. Su resistencia a la compresión alcanza entre 90 y 110 MPa y su módulo de elasticidad se sitúa entre 16.000 y 20.000 MPa, valores que reflejan su gran estabilidad estructural. Es muy apreciada en la construcción de pisos exteriores, puentes y columnas, especialmente en zonas costeras como San Andrés, gracias a su resistencia a la humedad y a los xilófagos. Sin embargo, es una madera costosa y escasa en Medellín, generalmente importada.

Tabla 13. Ficha técnica de Roble – Autoría propia (Extraído de Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.)

ROBLE		CARACTERÍSTIAS DE ESPECIES ARBOREAS UTILIZADAS EN MEDELLIN	
NOMBRE CIENTIFICO:	Quercus spp	<p>PROCEDIMIENTO (PASO A PASO) CORTAR A PUESTA EN OBRA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Selección y tala: Se eligen árboles maduros, rectos y sin grietas, cortados en época seca para evitar exceso de humedad. 2. Transporte y troceado: Los troncos se trasladan al aserradero y se cortan según el uso (vigas, tablas, pisos). 3. Aserrado: Corte radial o tangencial; se usan sierras duras por la densidad del roble. 4. Secado: Al aire o en horno hasta alcanzar 12-14 % de humedad, evitando deformaciones. 5. Cepillado y mecanizado: Se cepilla y lija en dirección de la veta para obtener una superficie lisa. 6. Tratamiento: Aplicar sellador, barniz o aceite protector para mejorar resistencia a la humedad. 7. Puesta en obra: Ensamble con tornillos galvanizados o adhesivos resistentes. 8. Mantenimiento: Limpieza y reaplicación de sellador cada 1-2 años. 	  
ORIGEN:	América tropical (Brasil, Colombia, Perú)		
PROPIEDADES FÍSICAS:			
Color:	Marrón claro a oscuro; textura media a gruesa; veta recta y bien marcada		
Densidad aparente (12% humedad):	700 – 850 kg/m ³ (madera semipesada a pesada).		
Durabilidad natural:	Alta frente a hongos y termitas (mejor con sellador a aceite).		
PROPIEDADES MECÁNICAS			
Compresión paralela:	90–110 MPa		
Módulo de elasticidad:	12,000 – 13,500 MPa.		
Dureza:	6,000 – 6,500 N		
RECUBRIMIENTOS	1. Difícil de encolar, requiere adhesivos especiales. 2. Muy estable sin recubrimiento.		
USOS EN CONSTRUCCIÓN	1. Pisos exteriores, decks, puentes, pilotes. 2. Vigas y columnas en ambientes marinos.		
PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN OBRA	Buena, aunque requiere herramientas bien afiladas por su dureza.		
OBSERVACIONES	1. Ideal para interiores, pisos y mobiliario por su estabilidad y belleza.		

El roble, es una especie proveniente de América tropical, especialmente de países como Brasil, Colombia y Perú, reconocida por su alta resistencia y durabilidad natural frente a hongos y termitas. Su madera presenta un color marrón claro a oscuro, con una textura media a gruesa y una veta marcada que le otorgan gran valor estético. Posee una densidad aparente entre 700 y 850 kg/m³ y excelentes propiedades mecánicas, con resistencia a la compresión de 90 a 110 MPa y módulo de elasticidad de hasta 13.500 MPa, lo que la convierte en un material estructuralmente sólido. En la construcción se utiliza en pisos, pilotes, vigas, columnas y mobiliario interior, destacándose por su estabilidad y belleza. Su correcta puesta en obra requiere un proceso cuidadoso que incluye la selección de árboles maduros, secado adecuado, cepillado, inmunización y sellado final, garantizando mayor resistencia y durabilidad en ambientes húmedos o marinos.

Matriz multicriterio para la evidencia de datos expuestos

Teniendo en cuenta las fichas técnicas anteriores, se lleva a cabo la siguiente matriz multicriterio para la toma de decisiones, se sacan algunos datos útiles para entender por cual tipo de madera podría ser la más adecuada para la vivienda raizal ubicada en una isla como San Andrés:

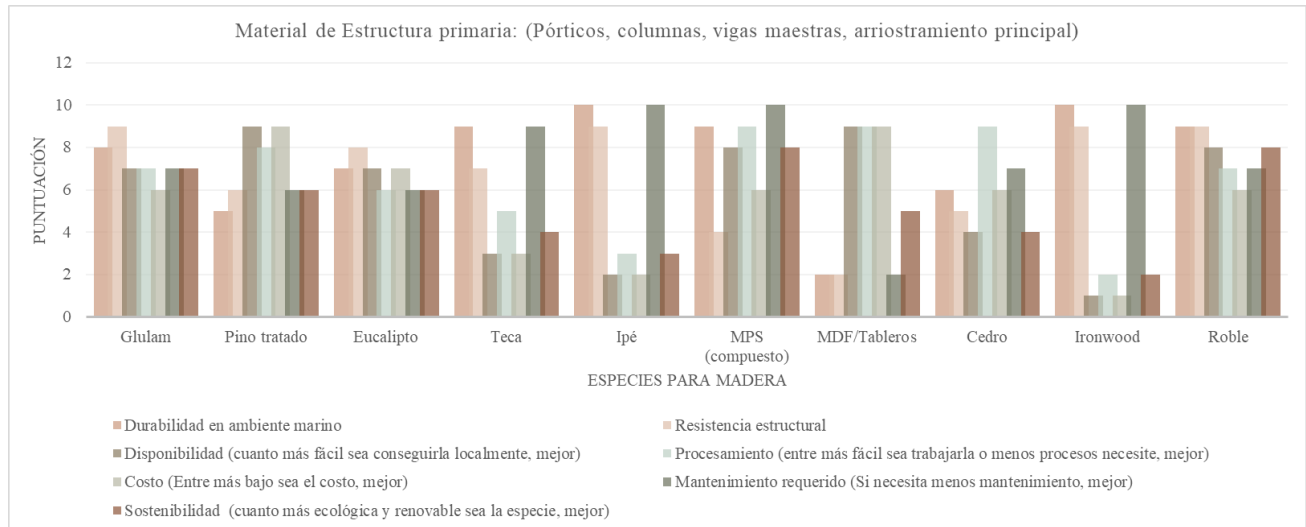


Figura 13. Matriz de puntaje dependiendo el mejor tipo de madera para la estructura primaria, (Pórticos, columnas, vigas maestras, arriostramiento principal) – Autoría propia

Para estos tipos de estructuras el tipo de especies mas adecuadas son Glulam (madera laminada encolada) o Pino tratado (MPS), por lo que, el Glulam combina estabilidad dimensional y alta resistencia ($\approx 24\text{--}35$ MPa en flexión, modulable según adhesivo y diseño). Es ideal para marcos principales, ya que permite controlar humedad y reducir desperdicio. El Pino tratado (autoclave, CCA o boratos) es una opción más económica, localmente disponible y ligera (≈ 550 kg/m³), util para ensamblaje rápido.

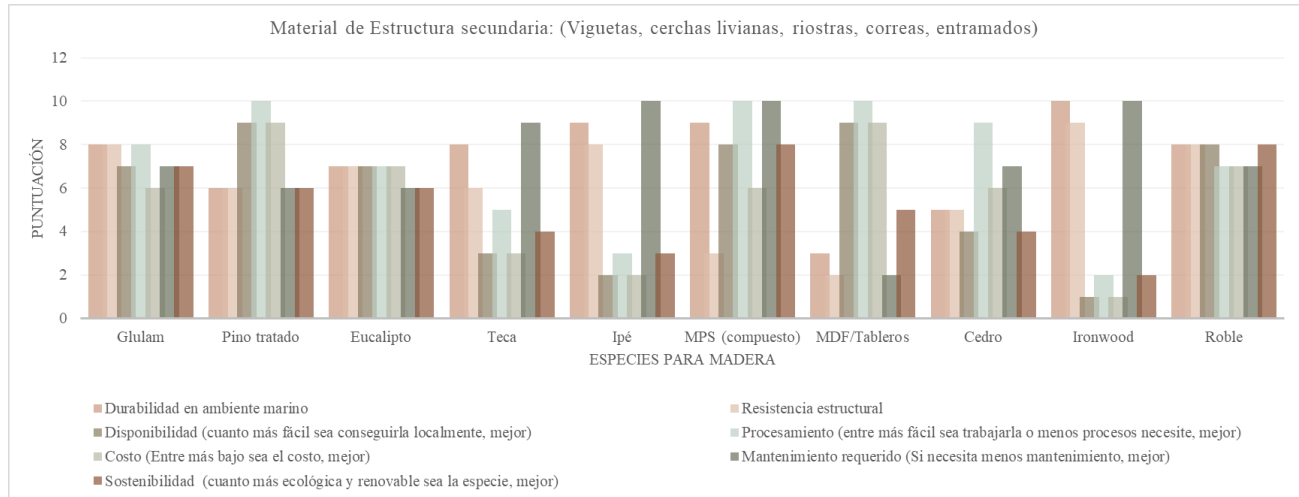


Figura 14. Matriz de puntaje dependiendo el mejor tipo de madera para la estructura secundaria, (Viguetas, cerchas livianas, riostras, correas, entramados) – Autoría propia

Con base al anterior grafico es claro que para las estructuras secundarias los tipos de especies mas factibles son Eucalipto inmunizado o Pino tratado buena relación con peso y resistencia, teniendo encuesta fácil mecanizado y rápida disponibilidad en Colombia. El eucalipto (densidad $\approx 700 \text{ kg/m}^3$) es una alternativa local sostenible si se aplica tratamiento contra xilófagos. Ideal para marcos livianos, cerchas, o rigidizadores secundarios.

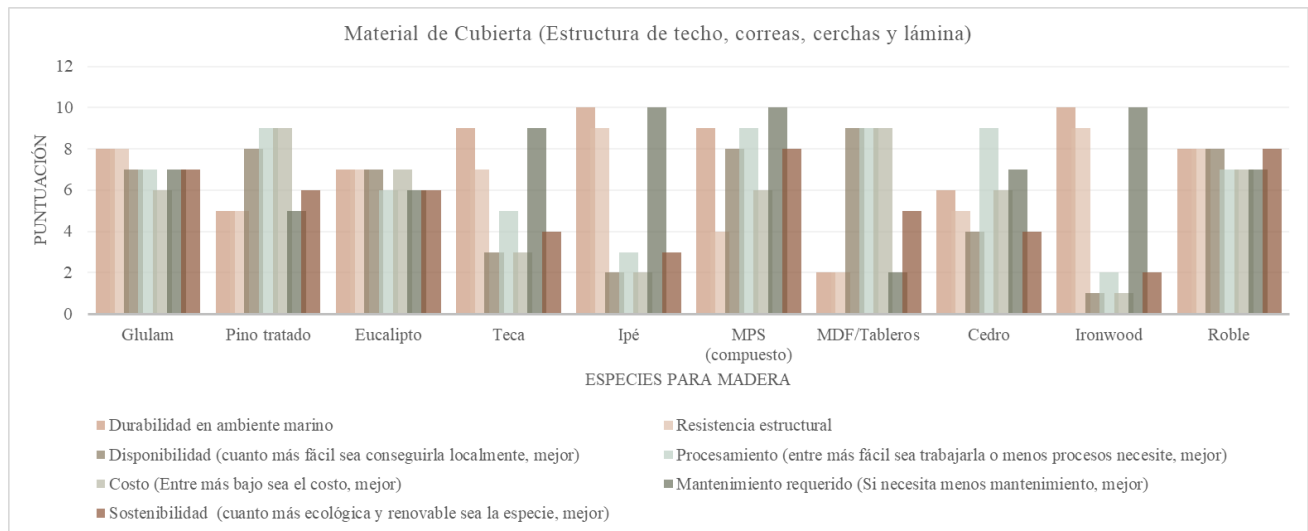


Figura 15. Matriz de puntaje dependiendo el mejor tipo de madera para la cubierta – Autoría propia

Para la cubierta es adecuado el uso de el Glulam con recubrimiento de teca o Pino laminado tratado, por lo que, El Glulam permite cubrir luces amplias (hasta 8–10 m sin apoyos intermedios), con buen comportamiento ante cargas de viento si se diseña con juntas metálicas tipo “hurricane strap”. La teca o pino laminado tratado en la capa superior actúa como protección natural ante radiación solar y lluvia.

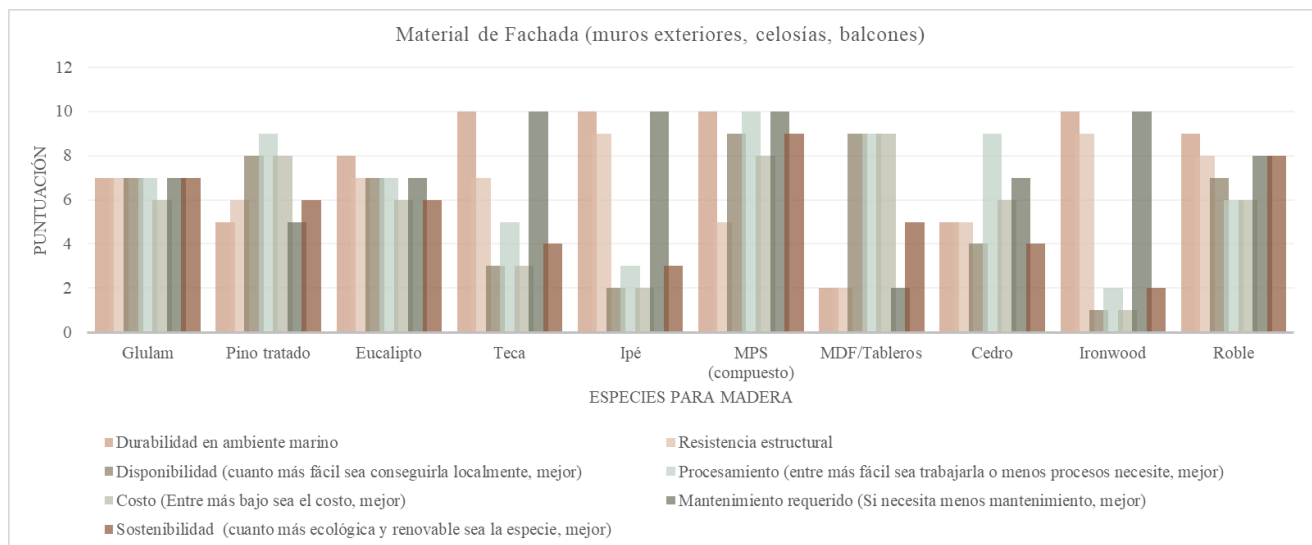


Figura 16. Matriz de puntaje dependiendo el mejor tipo de madera para la fachada – Autoría propia

En la fachada de la vivienda lo mas conveniente seria utilizar Teca o Cedro, por lo tanto, la teca resiste salinidad y humedad, no requiere barniz continuo y puede dejarse al natural (grisáceo). El cedro es más liviano y económico, pero debe recibir aceite. Ideal para fachadas ventiladas o rain-screen. Y para zonas exteriores como balcones y barandas es necesario utilizar el Ipé es la madera más duradera para exterior, incluso sin recubrimiento (vida útil más de 40 años en exposición directa). Alternativamente, el MPS (mezcla de fibras vegetales + polímero) ofrece bajo mantenimiento y estabilidad frente a humedad y rayos UV.

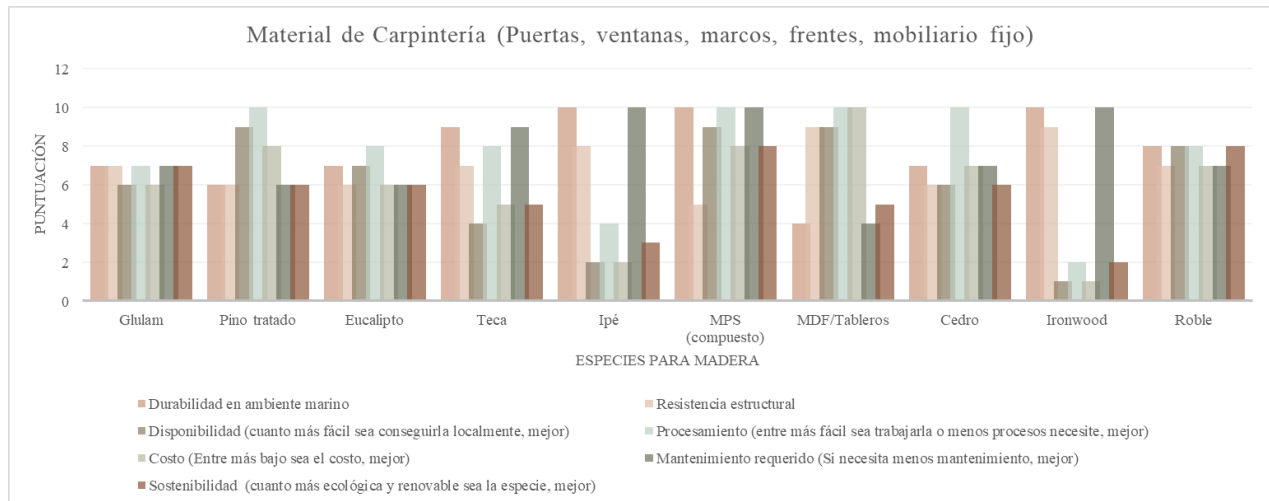


Figura 17. Matriz de puntaje dependiendo el mejor tipo de madera para la carpintería – Autoría propia

Para el mobiliario es factible utilizar la especie de cedro, ya que, posee buena estabilidad dimensional y fácil tallado. Y además se podría utilizar el pino tratado, si se sella correctamente, puede ser una opción más económica sin sacrificar estética tropical.

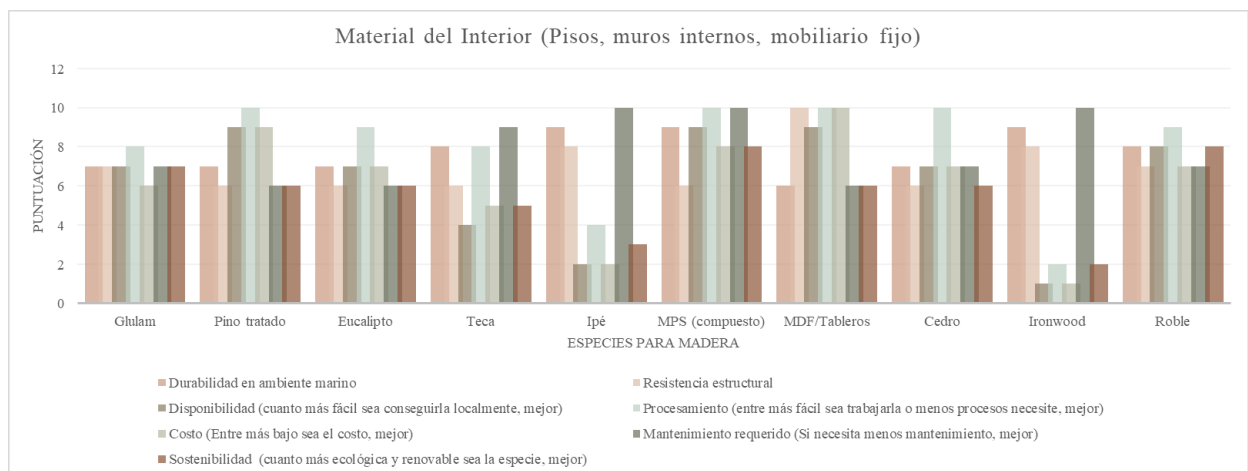


Figura 18. Matriz de puntaje dependiendo el mejor tipo de madera para el interior – Autoría propia

Teniendo en cuenta estas zonas interiores sería adecuado el uso de el Cedro se destaca por su textura fina, olor agradable y excelente comportamiento en espacios interiores, además de ser resistente a insectos. Y madera laminada más económicas, uniformes y adecuados para mobiliario y cerramientos secos.

Tabla general de datos

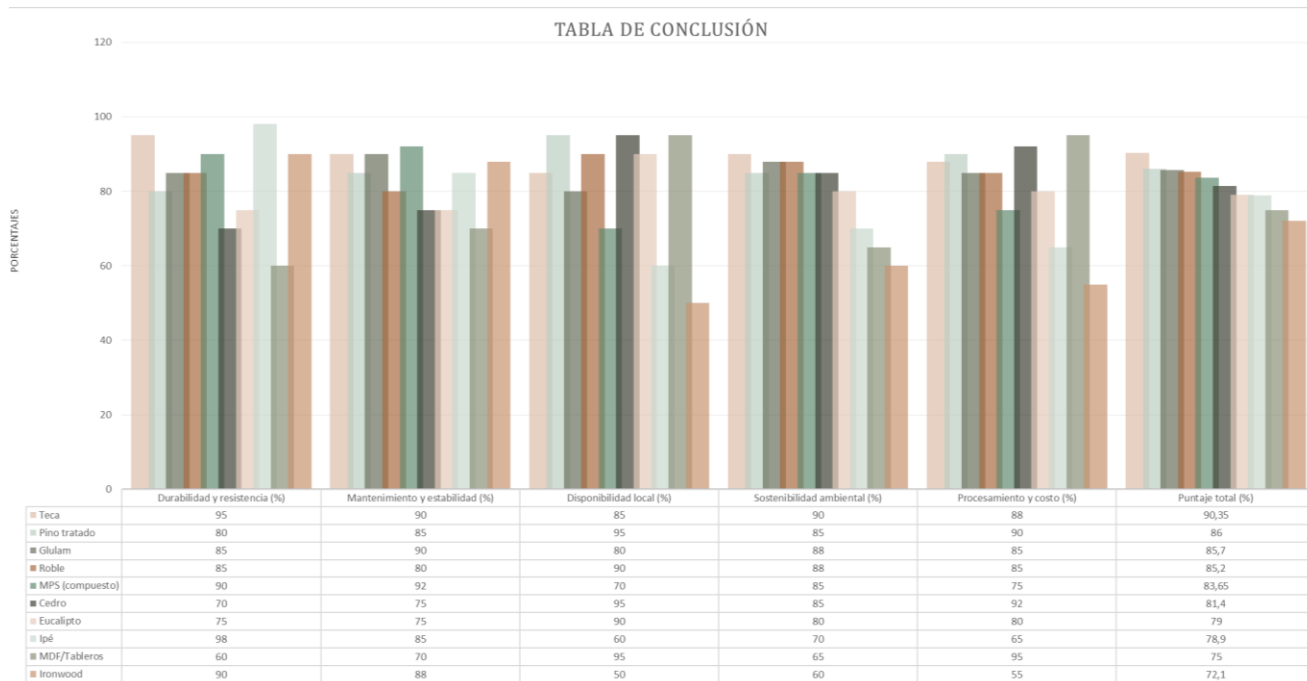


Figura 19. Matriz de puntaje general de la información concluida – Autoría propia

PARTE DE LA VIVIENDA	ESPECIE RECOMENDADA	DURABILIDAD (25%)	RESISTENCIA (20%)	DISPONIBILIDAD (15%)	TRABAJABILIDAD (10%)	COSTO (10%)	MANTENIMIENTO (10%)	SOSTENIBILIDAD (10%)	PUNTAJE TOTAL (0-100)
Fundación / Pilotes / Vigas	Ipé (Guayacán) / Teca	10	10	6	5	4	10	7	86
Estructura primaria (pórticos, columnas, vigas)	Glulam / Pino amarillo tratado	9	9	9	8	7	8	8	87
Estructura secundaria (vigas entrepiso, marcos livianos)	Eucalipto inmunizado / Pino tratado	8	8	8	8	8	7	8	82
Cubierta / Cerchas / Techumbre	Glulam + recubrimiento Teca / Pino laminado tratado	9	9	8	7	7	8	8	84
Fachada exterior / Celosías	Teca / Cedro rosado	8	7	8	9	8	7	9	82
Zonas exteriores (deck, balcones, barandas)	Ipé (Guayacán) / MPS (madera plástica compuesta)	10	9	7	6	6	10	8	84
Interiores (pisos, cielos rasos, divisiones)	Hevea (caucho) / MDF-MDP (Tablemac, Duratex)	7	6	9	9	9	7	9	80
Carpintería (puertas, ventanas, mobiliario)	Cedro / Pino tratado barnizado	8	7	9	9	9	8	8	83

Figura 20. Matriz de puntaje general de la información concluida – Autoría propia

Este estudio propone alternativas constructivas en madera para viviendas sostenibles en San Andrés, considerando las condiciones de humedad, salinidad y exposición a vientos fuertes del

entorno insular. A través del análisis técnico de diferentes especies, se determinó que la Teca (*Tectona grandis*) y el Ipé (*Handroanthus* spp.) son las más adecuadas para estructura y cubierta por su alta resistencia y durabilidad, mientras que el Cedro (*Cedrela odorata*) y el Roble (*Quercus* spp.) resultan óptimos para interiores. Se concluye que es viable y sostenible construir en madera en la isla, promoviendo viviendas más ligeras, resistentes y adaptadas al clima tropical, utilizando materiales renovables y sistemas constructivos eficientes.

Asimismo, este estudio propone alternativas constructivas en madera para viviendas sostenibles en San Andrés, considerando las condiciones de humedad, salinidad y exposición a vientos fuertes del entorno insular. A través del análisis técnico de diferentes especies, se determinó que la Teca (*Tectona grandis*) y el Ipé (*Handroanthus* spp.) son las más adecuadas para estructura y cubierta por su alta resistencia y durabilidad, mientras que el Cedro (*Cedrela odorata*) y el Roble (*Quercus* spp.) resultan óptimos para interiores. Se concluye que es viable y sostenible construir en madera en la isla, promoviendo viviendas más ligeras, resistentes y adaptadas al clima tropical, utilizando materiales renovables y sistemas constructivos eficientes.

Detalles constructivos

Los detalles constructivos desarrollados en esta etapa surgen como la síntesis proyectual de todo el proceso investigativo. Luego del análisis de las especies de madera, la caracterización climática del territorio y la valoración de los saberes tradicionales raizales se hace necesario traducir los resultados en propuestas técnicas y visuales que materialicen las estrategias planteadas.

Estos detalles que se mostraran a continuación buscan demostrar la viabilidad estructural, funcional y ambiental del uso de la madera en la vivienda isleña, articulando conocimiento empírico local con criterios contemporáneos de sostenibilidad y adaptación climática:

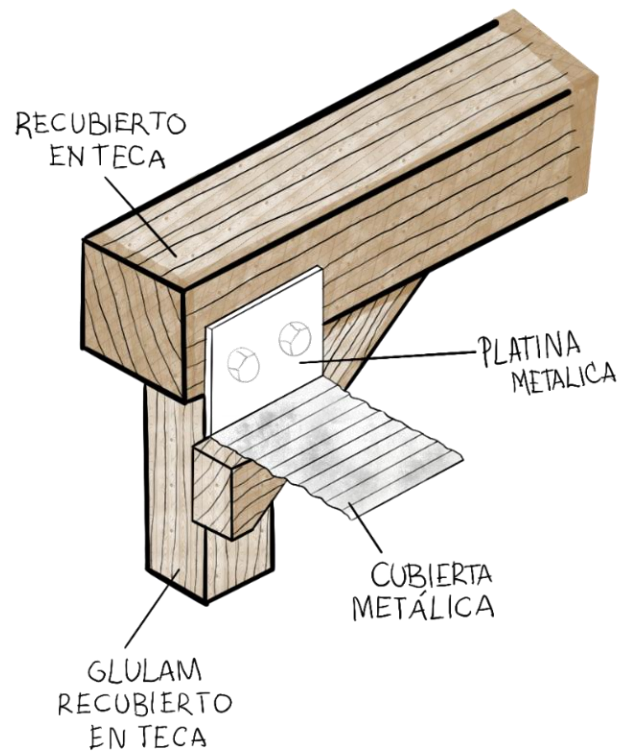


Figura 21. Detalle constructivo de la estructura con base a la información extraída anteriormente- Autoría propia

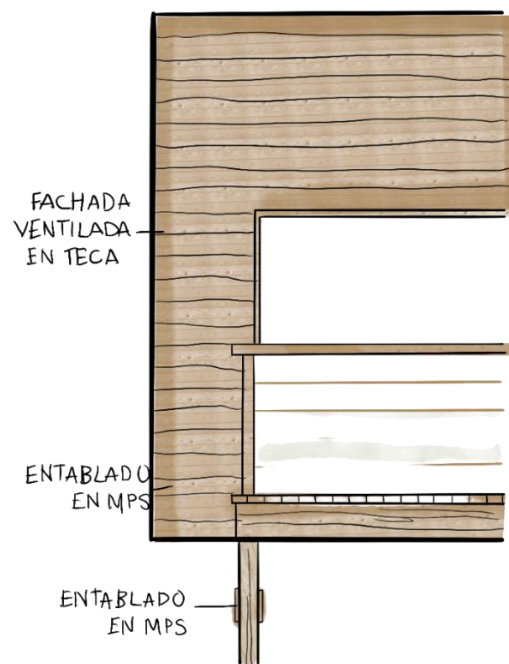


Figura 22. Detalle constructivo de la fachada con base a la información extraída anteriormente- Autoría propia

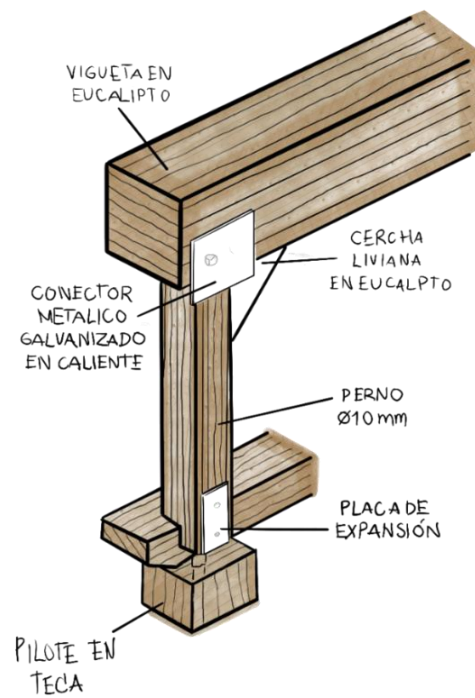


Figura 23. Detalle constructivo de la estructura en madera con base a la información extraída anteriormente- Autoría propia

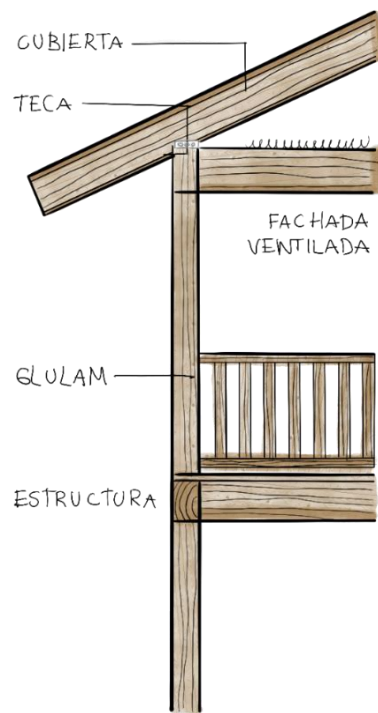


Figura 24. Detalle constructivo de la cubierta con base a la información extraída anteriormente- Autoría propia

Imaginarios de vivienda raizal con alternativas propuestas

A través de los detalles constructivos, se representan soluciones específicas para la estructura, fachada, cubierta e interiores, considerando el comportamiento del material frente a la humedad, la salinidad y los vientos propios del archipiélago. Por su parte, los imaginarios arquitectónicos teniendo como base toda la información recopilada es un insumo para lograr la fase final, que es proponer alternativas constructivas en madera que sean viables y sostenibles para el entorno insular de San Andrés, proyectando escenarios posibles donde la arquitectura en madera no solo responde al clima tropical, sino que también preserva la identidad cultural de la comunidad raizal. En conjunto, estas representaciones constituyen un puente entre la investigación teórica y la aplicación práctica, evidenciando cómo la madera puede seguir siendo el eje estructural, simbólico y sostenible de la vivienda en San Andrés.



Figura 25. Imaginario interior de la vivienda raizal con base a las alternativas propuestas - Autoría propia



*Figura 26. Imaginario exterior de la vivienda raizal con los materiales más factibles para esta
-Autoría propia*



Figura 27. Imaginario de la vivienda raizal- Autoría propia

En San Andrés, las especies más viables para la construcción en madera son la Teca y el Ipé, por su durabilidad natural, estabilidad dimensional y resistencia a la humedad salina. El Eucalipto inmunizado representa una alternativa técnica más económica y accesible, mientras que el Cedro e Ironwood pueden rescatarse como parte de la identidad cultural y constructiva tradicional. La Guadua y el Roble, aunque valiosas en el continente, presentan limitaciones normativas y ecológicas para su uso en la isla. En el contexto ecológico y normativo de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, que conforman la Reserva de la Biosfera Seaflower, solo algunas especies pueden emplearse en construcción, siempre bajo control ambiental de la autoridad CORALINA. En conjunto, estas especies reflejan la necesidad de equilibrar la durabilidad y eficiencia estructural con la preservación ecológica y normativa ambiental que caracteriza al territorio insular.

Conclusión

La presente investigación permitió analizar los métodos constructivos en madera y su adaptación al clima insular de San Andrés, partiendo del reconocimiento del valor cultural, ambiental y arquitectónico que este material representa para la comunidad raizal. A través del estudio; técnico, contextual, cualitativo y cuantitativo, se comprendió cómo la madera, históricamente vinculada a la identidad isleña, puede mantenerse vigente como un material sostenible si se optimizan sus propiedades y se aplican estrategias adecuadas de diseño bioclimático y protección frente a los agentes climáticos característicos del archipiélago.

El cumplimiento de los objetivos específicos permitió, en primer lugar, identificar el uso de la madera en diferentes tipologías arquitectónicas y sectores de la isla, evidenciando la importancia del cedro, el pino y el ironwood como especies tradicionales que forman parte del patrimonio cultural raizal. En segundo lugar, el análisis de los factores ambientales como la humedad, la salinidad y los vientos fuertes evidenció que el deterioro de las construcciones en madera proviene de la falta de tratamientos adecuados y del reemplazo progresivo por materiales menos resilientes. Finalmente, se propusieron alternativas constructivas sostenibles, integrando especies tropicales como la teca, el ipé y el eucalipto inmunizado, que ofrecen mayor durabilidad y desempeño estructural. Estas propuestas, acompañadas de detalles constructivos y estrategias bioclimáticas, demuestran la viabilidad técnica y ambiental de la madera como material base para una vivienda más adaptada y resistente en el contexto insular.

En síntesis, la investigación confirma que es viable y sostenible construir en madera en San Andrés, siempre que se priorise el conocimiento ancestral raizal con los avances técnicos contemporáneos. La madera no solo garantiza edificaciones más ligeras, flexibles y eficientes frente al clima tropical, sino que también actúa como un elemento importante que fortalece la memoria cultural y el vínculo entre la comunidad y su entorno natural. Este trabajo reafirma que la arquitectura en madera, creada desde la sostenibilidad, la adaptación climática y el respeto por la tradición, constituye una oportunidad para proyectar una vivienda isleña resiliente, segura.

Referencias

Albis, J. (2021). *Transformaciones arquitectónicas en la vivienda tradicional del Caribe insular colombiano*. Universidad Nacional de Colombia. Extraído de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82612>

Bent Castro, E. (2024). *Especies arbóreas de importancia ecológica en San Andrés Islas*. CORALINA.

Cárdenas, J., Rangel, J. O., & Rivera, D. (2012). *Propiedades de maderas tropicales en Colombia*. Instituto SINCHI. Extraído de: <https://sinchi.org.co>

CASTRO, M. G. (2012). *Los principios de la construcción sustentable como una medida para abatir el síndrome del edificio enfermo*. Instituto Politécnico Nacional, México. Extraído de: <https://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/8843>

Escobar Guevara, J. (s.f.). *Comportamiento de la madera frente a la humedad y la salinidad en entornos tropicales*. ICONTEC.

FAO. (2020). *Propiedades físicas y mecánicas de especies tropicales de interés forestal*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Extraído de: <https://www.fao.org/forestry/es/>

García, L., & López, P. (2022). *Sistemas constructivos resilientes frente a fenómenos extremos en el Caribe colombiano*. Universidad del Atlántico.

González, C. C., Gutiérrez, L. V. H., Gallego, C. M., & Londoño, I. V. R. (2019). *Procesos de gestión: edificios sostenibles vs. edificios tradicionales*. *Revista Activos*, 17(2), 177–203. Extraído de: https://www.researchgate.net/publication/340954302_Procesos_de_gestion_edificios_sostenibles_vs_edificios_tradicionales

Guerra, D. (2013). *Arquitectura vernácula en madera en el Caribe colombiano: identidad y sostenibilidad*. Universidad de Cartagena.

Howard, D. (2019). *Arquitectura tradicional en madera del Caribe insular*. *Revista de Arquitectura Vernácula del Caribe*, 15(2), 22–36.

ICONTEC. (2015). *Norma Técnica Colombiana NTC 5525: Madera estructural – clasificación y requisitos*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas.

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI). (s.f.). *Fichas técnicas de especies maderables colombianas*. Extraído de: <https://sinchi.org.co>

Kalani Hardwoods. (s.f.). *Propiedades del Ironwood (árbol de hierro)*. Extraído de: <https://www.kalaniwood.com>

Londoño-Díaz, L. (2015). *Clima y sostenibilidad en entornos insulares del Caribe colombiano*. Universidad de Antioquia.

Maldonado, R. (2020). *Durabilidad de la madera tratada frente a ambientes costeros: caso San Andrés*. Universidad Nacional de Colombia.

Martínez, C., & Pérez, S. (2023). *Arquitectura sostenible en contextos tropicales: materiales naturales y su adaptación*. Universidad de los Andes.

Meier, E. (2024). *The Wood Database: Wood Species Guide*. Extraído de: <https://www.wood-database.com>

Morgan, D. (2009). *Cultura y arquitectura en San Andrés y Providencia*. Universidad del Norte.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). *La contaminación del aire es una de las mayores amenazas medioambientales para la salud humana*. Extraído de: <https://www.who.int/es/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>

Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., & Anthony, S. (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide*. World Agroforestry Centre. Extraído de: <https://www.worldagroforestry.org/output/agroforestry-database>

Pennington, T. D., & Muellner, A. N. (2010). *Meliaceae: Cedrela odorata species profile*. Royal Botanic Gardens, Kew.

PNUD. (2023). *Atlas territorial de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Extraído de: <https://www.undp.org/es/colombia>

Sánchez Gama, C. E. (2016). *La casa isleña, patrimonio cultural de San Andrés*. *Revista Aleph*, (177), 88–98. Extraído de: <https://www.revistaaleph.com.co/casa-islena-patrimonio-cultural-san-andres/>

Tiwari, S., & Talreja, P. (2023). *Physical and mechanical performance of tropical hard woods in humid environments*. *Journal of Wood Science and Technology*.

UNESCO. (2000). Reserve de Biosfera Safflower (Colombia). *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. Extraído de: <https://whc.unesco.org/en/biosphere/525/>

Winrock International. (s.f.). Tropical Hardwood Database: Ironwood (Casuarina equisetifolia). Extraído de: <https://winrock.org>

WWF. (2019). Uso sostenible de los recursos forestales en regiones tropicales. Fondo Mundial para la Naturaleza. Extraído de: <https://www.wwf.org/>