

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**PERCEPCIÓN DE LA HABITABILIDAD Y VALORACIÓN
ACTUAL DE LA MADERA UTILIZADA EN PROYECTOS DE
VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL UBICADAS EN BATÁN,
HORQUETAS Y TURRIALBA**

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL CON EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIATURA

MARÍA DEL MILAGRO JIMÉNEZ RODRÍGUEZ

CARTAGO, COSTA RICA, 2019

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**PERCEPCIÓN DE LA HABITABILIDAD Y VALORACIÓN
ACTUAL DE LA MADERA UTILIZADA EN PROYECTOS DE
VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL UBICADAS EN BATÁN,
HORQUETAS Y TURRIALBA**

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL CON EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIATURA

MARÍA DEL MILAGRO JIMÉNEZ RODRÍGUEZ

CARTAGO, COSTA RICA, 2019

RESUMEN

María del Milagro Jiménez Rodríguez¹

Se estableció como objetivo principal determinar la percepción de la habitabilidad de la vivienda social construida con madera, a partir de la evaluación del estado actual del mantenimiento y el bienestar que experimentan sus usuarios, en tres asentamientos de interés social en Costa Rica. Para esto, fue necesario realizar una revisión bibliográfica de las principales variables relacionadas con el término habitabilidad y con la evaluación del mantenimiento en viviendas construidas con madera, posteriormente del total de viviendas en los tres proyectos se seleccionó una muestra de 83 viviendas, se aplicaron entrevistas, se llevaron a cabo grupos focales con niños y se evaluó el estado actual de la madera.

Con la información recopilada se determinaron las variables que más influyen en la percepción de la habitabilidad y el nivel de satisfacción de las familias, con lo cual se obtuvo que el 66,67 por ciento de las familias de Don Sergio y Noche Buena se encuentran satisfechas en su nuevo hogar mientras que en El Porvenir más del 80% de las personas se encuentran insatisfechas. Por otra parte, al realizar la evaluación del estado actual del mantenimiento, se obtuvo que el daño más frecuente en las piezas evaluadas es la presencia de nudos muertos, sin embargo, la pudrición y mohos presente en el baño es el daño que causa más preocupación a las familias.

Además, se realizó la prueba de bondad de ajuste con el estadístico Chi-cuadrado y se determinó que no existe relación entre el estado actual de mantenimiento de las viviendas y el nivel de satisfacción de las familias; por último, de acuerdo a los resultados obtenidos se redactó un manual de mantenimiento como propuesta de socialización para las familias.

Palabras clave: satisfacción, deterioro, bienestar, evaluación, mantenimiento.

¹Jiménez Rodríguez, M. (2019). Percepción de la habitabilidad y valoración actual de la madera utilizada en proyectos de viviendas de interés social ubicadas en Batán, Horquetas y Turrialba. (Tesis de Licenciatura en Ingeniería Forestal). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 91p.

ABSTRACT

The main objective was to determine the perception of the habitability of low-income housing built with wood, based on the evaluation of the current state of maintenance and welfare experienced by its users, in three settlements of social interest in Costa Rica. For this, it was necessary to carry out a bibliographic review of the main variables related to the term habitability and with the evaluation of the maintenance in houses built with wood, subsequently from the total of homes in the three projects a sample of 83 homes was selected, interviews were applied, focus groups with children were carried out and the current state of the wood was evaluated.

With the information collected, the variables that most influence the perception of habitability and the level of satisfaction of the families were determined, which obtained that 66,67 percent of the families of Don Sergio and Noche Buena are satisfied in their new home while in El Porvenir more than 80% of people are dissatisfied. On the other hand, with the evaluation of the current state of maintenance, it was obtained that the most frequent damage in the evaluated parts is the presence of dead knots, however, the rot and mold present in the bathroom is the damage that causes more concern to the families.

In addition, the goodness of fit test was performed with the Chi-square statistic and it was determined that there is not relationship between the current state of maintenance of the homes and the level of satisfaction of the families; finally, according to the results obtained, a maintenance manual was written as a proposal of socialization for families.

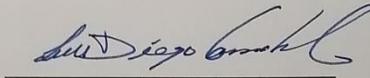
Keywords: satisfaction, deterioration, welfare, evaluation, maintenance.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

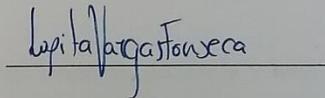
ACREDITACIÓN

Trabajo final de graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por MBA Diego Camacho Cornejo, M.Sc Lupita Vargas Fonseca, M.Sc Cynthia Salas Garita y Lic. Guiselle Mora Sierra como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Forestal, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.



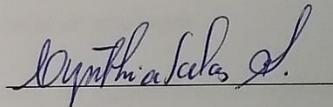
Diego Camacho Cornejo, MBA.

Director de tesis



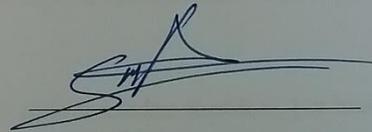
Lupita Vargas Fonseca, M.Sc.

Profesora lectora



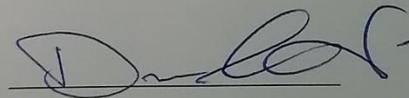
Cynthia Salas Garita, M.Sc.

Profesora lectora



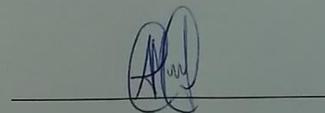
Guiselle Mora Sierra, Lic.

Lectora externa



Dorian Carvajal Vanegas, M.Sc.

Director de tesis



María del Milagro Jiménez Rodríguez.

Estudiante

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico primeramente a Dios y a mi hermosa familia; principalmente a mi papá, por ser mi ejemplo a seguir de esfuerzo y perseverancia, por amarme incondicionalmente.

A todas las personas que confiaron en mí y me apoyaron durante la carrera y todo el proceso de este trabajo.

A ellos porque han sido mi pilar, mi motor para seguir adelante, mi inspiración y porque me apoyaron aún cuando yo creía no poder más.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque con sus abundantes bendiciones logré concluir este proceso con éxito.

A mi familia, por estar incondicionalmente para mí, por amarme, por cada palabra y gesto de apoyo, porque sin ellos y sus consejos esto no sería posible.

Al Programa de Regionalización del TEC, por el apoyo financiero brindado durante este proceso.

A mi profesor guía, Diego Camacho Cornejo, por sus consejos, paciencia y todo el apoyo brindado durante la carrera y en este proceso.

A Don Carlos, Doña Sara, Don Fabricio y a todas las familias de las comunidades de El Porvenir, Don Sergio y Noche Buena, que hicieron posible la realización del estudio.

A mis familias de acogida durante la carrera y el proceso de recolección de datos, gracias por recibirme en sus hogares como un miembro más de la familia y formar parte de este logro.

Finalmente, un agradecimiento especial a mis 2015 (mis forestales queridos), por hacer de la carrera más que una rutina de estudio, por cada risa; principalmente a mi compañera (amiga) de aparta y a mis amigos incondicionales (Angelet, Osvaldo y Gustavo) por confiar en mí, por cada consejo, por ser mi segunda familia, que nuestra amistad sea eterna.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----|
| RESUMEN | i |
| ABSTRACT | ii |
| ACREDITACIÓN | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTOS | v |
| ÍNDICE GENERAL | vi |
| ÍNDICE DE CUADROS | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xi |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xii |
| 1.INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 Objetivo general | 3 |
| 2.2 Objetivos específicos | 3 |
| 3. HIPÓTESIS | 3 |
| 4. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 4.1. El sector forestal costarricense | 4 |
| 4.1.1. Historia..... | 4 |
| 4.1.2. Principales retos que enfrenta | 5 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2. La madera como material de construcción de viviendas | 5 |
| 4.2.1. Historia..... | 5 |
| 4.2.2. Generalidades de la madera | 6 |
| 4.2.3. Materiales sustitutos y alternativos..... | 7 |
| 4.2.4. Ventajas del uso de madera | 8 |
| 4.3. Proyectos de viviendas de interés social construidos con madera..... | 8 |
| 4.3.1. Ubicación..... | 9 |
| 4.3.2. Financiamiento..... | 9 |
| 4.3.3. Características | 9 |
| 4.4. Evaluación del estado actual del mantenimiento de la madera..... | 10 |
| 4.4.1. Mantenimiento..... | 10 |
| 4.4.2. Normas INTECO de Calidad de Madera Aserrada | 11 |
| 4.5. Percepción de los usuarios del material madera..... | 12 |
| 4.5.1. Aspectos sociales relacionados al uso de la madera | 12 |
| 4.5.2. Habitabilidad..... | 13 |
| 4.6. Mantenimiento de la madera..... | 13 |
| 4.6.1. Problemas más frecuentes..... | 14 |
| 4.6.2. Causas de la degradación..... | 14 |
| 4.6.3. Algunas recomendaciones y soluciones de mantenimiento..... | 14 |

| | |
|---|----|
| 5. MATERIALES Y MÉTODOS | 16 |
| 5.1. Descripción del área de estudio | 16 |
| 5.1.1. Características ambientales de cada sitio..... | 17 |
| 5.2. Selección de la muestra para el estudio | 17 |
| 5.3. Nivel de satisfacción de las familias | 18 |
| 5.3.1. Elaboración de entrevistas | 18 |
| 5.3.2. Grupos focales con niños..... | 18 |
| 5.3.3. Aplicación de entrevistas y análisis de información..... | 18 |
| 5.4. Estado actual del mantenimiento | 19 |
| 5.4.1. Identificación y definición de variables..... | 19 |
| 5.4.2. Elaboración de formularios de campo | 21 |
| 5.4.3. Recolección de información | 21 |
| 5.4.3. Análisis de la información | 23 |
| 5.5. Manual de mantenimiento | 24 |
| 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 25 |
| 6.1 Nivel de satisfacción de las familias | 25 |
| 6.1.1 Entrevistas aplicadas..... | 25 |
| 6.1.2 Grupos focales con niños | 31 |
| 6.1.3 Satisfacción de las familias..... | 33 |

| | |
|--|----|
| 6.2 Estado actual del mantenimiento | 34 |
| 6.2.1 Especie arbórea utilizada | 34 |
| 6.2.2 Humedad de las viviendas | 35 |
| 6.2.2 Daños detectados | 36 |
| 6.3 Relación entre el nivel de satisfacción y el mantenimiento aplicado | 41 |
| 6.4 Manual de mantenimiento | 42 |
| 7. CONCLUSIONES | 55 |
| 8. RECOMENDACIONES | 57 |
| 9. REFERENCIAS | 59 |
| 10. ANEXOS | 65 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Variables ambientales reportadas por el Instituto Meteorológico Nacional para los sitios según fecha más cercana a la visita. Fuente: IMN. | 17 |
| Cuadro 2. Peso asignado a cada una de las variables utilizadas en la entrevista aplicada a las familias..... | 19 |
| Cuadro 3. Métodos de recolección de datos en campo para la evaluación del estado del mantenimiento de las viviendas elaboradas con madera de tres proyectos de interés social en la Región Caribe de Costa Rica. | 22 |
| Cuadro 4. Criterios de percepción de la habitabilidad relacionados con el uso de madera en viviendas de interés social en términos porcentuales. | 26 |
| Cuadro 5. Índice de Temperatura Efectiva de cada proyecto calculado para el interior y exterior de las viviendas según humedad relativa y temperatura promedio. | 27 |
| Cuadro 6. Índice de Temperatura Efectiva según valores de humedad relativa y temperatura suministrados por el Instituto Meteorológico Nacional y los obtenidos con la Estación Portátil Kestrel 3000 en el exterior de la vivienda para cada proyecto. | 28 |
| Cuadro 7. Percepción de los niños sobre la habitabilidad en los tres proyectos de interés social visitados. | 33 |
| Cuadro 8. Contenido de humedad promedio según tipo de pieza evaluada en las viviendas para cada proyecto visitado. | 35 |
| Cuadro 9. Valor porcentual de los daños presentes en cada proyecto de interés social visitado. | 40 |
| Cuadro 10. Tipo de pieza más afectada y daño más frecuente en cada uno de los proyectos evaluados. | 41 |
| Cuadro 11. Resumen del estadístico Chi-cuadrado..... | 42 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ubicación de los proyectos de interés social según cantón en la Región Caribe. | 16 |
| Figura 2. Principales cambios percibidos por las familias al vivir en una vivienda construida con madera en los tres proyectos de interés social visitados. | 25 |
| Figura 3. Espacio disponible dentro de las viviendas en los tres proyectos visitados. | 29 |
| Figura 4. Relación con los vecinos en los tres proyectos de interés social visitados. | 30 |
| Figura 5. Daños detectados en la madera y mantenimiento aplicado a las viviendas evaluadas en los tres proyectos de interés social visitados. | 31 |
| Figura 6. Participación de los niños de la comunidad El Porvenir en el grupo focal. | 32 |
| Figura 7. Participación de los niños de la comunidad Don Sergio en el grupo focal. | 32 |
| Figura 8. Participación de los niños de la comunidad Noche Buena en el grupo focal. | 33 |
| Figura 9. Nivel de satisfacción de las familias en términos porcentuales para cada uno de los proyectos visitados. | 34 |
| Figura 10. Contenido de humedad medido con higrómetro en una vivienda del proyecto Don Sergio, Horquetas de Sarapiquí. | 36 |
| Figura 11. Daños presentes en las viviendas evaluadas en el proyecto Don Sergio, La Victoria de Sarapiquí. | 37 |
| Figura 12. Daños presentes en las viviendas evaluadas en el proyecto El Porvenir, Batán. | 38 |
| Figura 13. Daños presentes en las viviendas evaluadas en el proyecto Noche Buena, Turrialba. | 39 |
| Figura 14. Nivel de satisfacción y mantenimiento aplicado según proyecto de interés social visitado. | 41 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Entrevista aplicada a los habitantes mayores de 15 años de las viviendas de los proyectos de interés social. | 65 |
| Anexo 2. Material de apoyo para los grupos focales realizados con niños como parte del análisis de percepción en cada uno de los proyectos. | 66 |
| Anexo 3. Plantilla de evaluación en campo del estado actual del mantenimiento de la madera en los proyectos de interés social de tres comunidades diferentes. | 68 |
| Anexo 4. Escala de Hetschell utilizada por Cervantes y Barradas (2010) para la determinación de la sensación térmica relacionada con el índice de Temperatura Efectiva (TE). | 69 |
| Anexo 5. Grupos focales con niños realizados en las tres comunidades visitadas..... | 69 |
| Anexo 6. Relación existente entre el nivel de satisfacción de las familias y el mantenimiento aplicado (Estadístico Chi-cuadrado). | 73 |

1. INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad el ser humano ha utilizado la madera como fuente de calor y construcción, esto debido a que es un material muy versátil capaz de proyectar calidez y elegancia (Silva y Viteri, 2017). Sin embargo, con el pasar del tiempo el uso de la madera ha perdido popularidad ante otros materiales alternativos para la construcción como son el cemento, el concreto, el metal, el plástico, entre otros (Santamaría y Leandro, 2014), disminuyendo el consumo de la misma. FONAFIFO (2004) menciona que a partir de 1995 la tasa de reforestación en Costa Rica se ha reducido a niveles preocupantes, provocando la poca atracción de inversionistas para esta actividad. La Forest Stewardship Council (FSC) (2018) indica que la causa principal de la reducción en el uso de la madera es la percepción equivocada por parte de los consumidores acerca de su estabilidad estructural, capacidad de aislamiento térmico, susceptibilidad al deterioro por plagas e incendios, entre otras; lo cual repercute en la preferencia por utilizar otro tipo de materiales que sean más comunes, económicos y cuestionablemente satisfactorios, si se comparan con los resultados del uso de la madera (Silva y Viteri, 2017), para la construcción y decoración de espacios.

Por lo tanto, es importante fortalecer el sector forestal costarricense con fundamentos técnicos que permitan posicionar a la madera como material número uno para la construcción. La calidad es considerada como una serie de atributos que le confieren propiedades al material para usos específicos (Chávez, Hernández y Ruiz, 2010), por ello, se justifica la evaluación de la calidad de esta como parte fundamental del proceso que conlleva lograr un mayor consumo de la misma. Además, la percepción que tienen los usuarios acerca de la madera es un aspecto a considerar si se desea fortalecer el sector forestal, esto porque con las opiniones manifestadas por las personas se tiene un aspecto social que muestra las preferencias del usuario como fundamento para promover un auge en el sector, que otorgará beneficios a los productores de madera, a quienes se encargan del comercio de la misma, a los consumidores y al ambiente, ya que además la madera contribuye a la mitigación del cambio climático, por ser un material biodegradable y que reduce la huella de carbono al almacenar el CO₂ causante de esta problemática (FSC, 2018).

Durante muchos años los proyectos habitacionales financiados por el Banco Hipotecario de la Vivienda (BANHVI) bajo la modalidad de Bono Familiar de Vivienda, tanto en bloque como individuales, se construían con baldosa o cemento; sin embargo, el BANHVI en los últimos 5 años ha aprobado el financiamiento para la construcción de tres asentamientos de vivienda de interés social con madera, principalmente porque es un material sostenible y cuyas propiedades permiten la elaboración de estructuras resistentes; estos residenciales benefician a un total de 412 familias de las comunidades de Batán, Horquetas de Sarapiquí y Turrialba (BANHVI, 2019). El uso de la madera en estos proyectos habitacionales se justifica por las condiciones climáticas de la zona, en especial por el factor térmico ya que brinda una temperatura óptima de acuerdo a la región y por la severidad de las inundaciones, por lo que la construcción con madera sobre bases de concreto se consideró como una excelente opción (Fundación Costa Rica-Canadá, 2019). El uso de la madera en este tipo de proyectos es una ventaja para el sector forestal, porque nuevamente se percibe la madera como un material apto y digno de ser utilizado en la construcción, estos proyectos pueden ser considerados como un ejemplo a seguir ya que de acuerdo al nivel de satisfacción de las familias respecto a la madera en términos de habitabilidad, confort, mantenimiento y vida útil las entidades de gobierno y los mismos usuarios podrán valorar el uso de madera como material principal en la construcción.

En este sentido con el fin de aportar criterios técnicos para la toma de decisiones se realizó un estudio en las viviendas de interés social en las comunidades de Batán, Horquetas y Turrialba, para recopilar información que permitiera por una parte evaluar el estado actual del mantenimiento de la madera y su calidad como material de construcción y por otra, el grado de bienestar que los usuarios de este tipo de vivienda experimentan cuando habitan casas construidas con madera.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar la percepción de la habitabilidad de la vivienda social construida con madera, a partir de la evaluación del estado actual del mantenimiento y el bienestar que experimentan sus usuarios, en tres asentamientos de interés social en Costa Rica.

2.2 Objetivos específicos

1. Analizar el nivel de satisfacción de las familias que habitan viviendas de interés social construidas con madera en tres regiones del Caribe de Costa Rica.
2. Evaluar el estado actual del mantenimiento de la madera utilizada en la construcción de las viviendas con las Normas INTECO de Calidad de Madera Aserrada y otras fuentes de información.
3. Elaborar un manual de mantenimiento de la madera utilizada en las viviendas de interés social bajo los criterios sociales propios de cada proyecto.

3. HIPÓTESIS

La hipótesis del trabajo es que existe relación entre el estado actual del mantenimiento de las viviendas construidas con madera y la percepción de las familias de la habitabilidad.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. El sector forestal costarricense

4.1.1. Historia

Los bosques, plantaciones forestales y sistemas agroforestales han sido las principales fuentes de madera para uso industrial, construcción y doméstico (Arce y Barrantes, 2006). Con el paso del tiempo se han reconocido otros beneficios que la madera presta a la sociedad local, regional y global como lo es el beneficio ambiental (Arce y Barrantes, 2006). La sociedad costarricense en las últimas décadas se ha esforzado para impulsar mecanismos financieros que favorezcan el manejo sostenible de los bosques y plantaciones forestales, principalmente porque es fundamental en la generación de bases silviculturales para la producción de los bienes y servicios derivados en dichos ecosistemas (Arce y Barrantes, 2006). Adicionalmente, en el país se han realizado otras acciones que también han contribuido efectivamente con la recuperación y mantenimiento de la cobertura forestal como por ejemplo la creación de Áreas Silvestres Protegidas, el fortalecimiento de las instituciones relacionadas al sector mediante la promulgación de legislación forestal y ambiental, asimismo se ha impedido el cambio de uso del suelo y se ha implementado el Pago por Servicios Ambientales (PSA) (Barrantes, 2015).

A pesar de los esfuerzos que se han realizado, desde 1995 la tasa de reforestación en Costa Rica ha venido disminuyendo a niveles preocupantes que no garantizan la sostenibilidad del proceso, ni tampoco atraen inversionistas en esta actividad ni en áreas relacionadas como la industria forestal (Arce y Barrantes, 2006), además Barrantes menciona que a partir del 2007 la situación es aún más preocupante ya que se ha dado un proceso paulatino de cierre de industrias, reducción del área plantada, bajo aprovechamiento del potencial de producción de madera en bosques naturales, reducción del consumo aparente de madera, disminución de fuentes de empleo y, además existen nuevos proyectos de ley que buscan limitar la libre cosecha de árboles plantados (Barrantes, 2015), estos desajustes en el flujo de producción de madera repercuten en que el sector forestal de Costa Rica actualmente sea deficitario en lo que a madera y sus derivados se refiere (Arce y Barrantes, 2006).

4.1.2. Principales retos que enfrenta

Si los actores involucrados en el sector forestal no toman las medidas pertinentes para reactivar la producción local de madera en forma competitiva, el mercado nacional dependerá en un alto grado de las importaciones, lo cual es preocupante, porque la madera es un producto natural que puede ser producido en el país de manera eficiente evitando fuga de divisas (Arce y Barrantes, 2006). Asimismo, la producción sostenible de madera, se encuentra seriamente amenazada, la implementación de políticas forestales inadecuadas provoca un severo desabastecimiento de madera, con serios impactos en la industria, así como en la generación de empleo y oportunidades para el desarrollo rural del país, lo cual repercute en la reducción significativa de la tasa de reforestación y del manejo sostenible de los bosques (Arce y Barrantes, 2006).

Ante la creciente globalización, el sector forestal tiene el reto de competir con productos sustitutos de la madera principalmente en el ámbito de la construcción, esto se da principalmente porque la madera ha perdido competitividad en cuanto a precios, innovación, calidad e incluso resistencia del material (Santamaría y Leandro, 2014), además la industria local debe competir con la madera importada y el comercio ilegal de madera (Barrantes, 2015), esto repercute en una difícil promoción de nuevas inversiones en actividades relacionadas al sector forestal. Asimismo, para lograr un auge del sector es necesario profundizar en investigación, capacitación y formación del recurso humano, garantizar seguridad jurídica y procurar el control de la tala ilegal (Barrantes, 2015).

4.2. La madera como material de construcción de viviendas

4.2.1. Historia

Desde la antigüedad la madera ha sido uno de los productos más utilizados por la humanidad, pero sus usos y aplicaciones dependen tanto de la cultura como del mercado específico donde se implemente (Chaves, 2012). En Costa Rica, la madera como material de construcción ha sido empleada para la elaboración de formaleta, cuadro, tablas, vigas, columnas, madera laminada, paredes, entrepisos, pisos, bases de techos, cabañas rústicas, entre otros, asimismo es muy cotizada por sectores comerciales dedicados a la manufactura de productos como muebles,

embalajes, cajas, tarimas, puertas, ventanas, marcos, barcos, entre otros (Chaves, 2012). Sin embargo, con el pasar del tiempo el uso de la madera ha perdido popularidad ante otros materiales alternativos para la construcción, como lo son el cemento, el concreto, el metal, el plástico, entre otros (Santamaría y Leandro, 2014).

4.2.2. Generalidades de la madera

La madera proporciona materia prima para la construcción y generación de energía, además es un recurso renovable, esto lo ha posicionado como el quinto producto comercial más importante a nivel mundial, (Carrillo, Elissetche, Valenzuela y Teixeira, 2013). Algunos autores destacan que además de ser un material renovable artificialmente, es biodegradable y reciclable (Bonfante y Bustos, 2014). La madera se caracteriza por ser un material anisótropo (las propiedades varían con la dirección considerada), heterogéneo (las propiedades varían según la especie de madera y dentro de la misma especie, así como por la zona de procedencia), higroscópico (las propiedades varían en gran medida según su contenido de humedad) y orgánico (su estructura está formada por moléculas de tipo orgánico que requiere del empleo de técnicas de selección, diseño y tratamiento para asegurar su vida útil) (FSC, 2018).

Debido a esto, el análisis de las propiedades de la madera es fundamental para conocer si es un material apto para emplearlo en estructuras constructivas; para llevar a cabo el análisis las características de la madera se clasifican en propiedades físicas y mecánicas; las primeras dependen principalmente de las condiciones del sitio, edad, crecimiento, cantidad de humedad y además, varían en distintas partes del fuste, por otra parte, las propiedades mecánicas permiten dimensionar la madera aplicando esfuerzos de compresión, tracción, flexión y de cizallamiento o corte ya que se conoce la forma en que se puede utilizar la madera según su resistencia (Mora, 2016). Además de la heterogeneidad del material es importante mencionar que la madera es un material sostenible, por lo cual su uso ayuda a reducir el impacto ambiental que genera el proceso constructivo (FSC, 2018).

4.2.3. Materiales sustitutos y alternativos

Actualmente, algunos factores como la globalización de los mercados, la ingeniería de nuevos materiales y la merma en las fuentes de materia prima forestal, han provocado el posicionamiento de productos forestales importados y de materiales sustitutos como láminas de materiales prefabricados, plástico y acero, entre otros en el sector de la construcción. Esto último ha producido que el hábito de consumo vaya cambiando paulatinamente y propicie un terreno fértil para que la demanda de estos materiales desplace a la madera (Santamaría y Leandro, 2014).

La Oficina Nacional Forestal destaca que la madera aserrada es sustituida por acero, paneles de fibrocemento y yeso, así como concreto y PVC, menciona que la tablilla es sustituida por materiales de PVC y yeso, seguido de fibrocemento y metal, que las molduras son remplazadas por fibrocemento y PVC y en menor proporción por el poliestireno. Además, que los materiales más utilizados para sustitución de puertas y ventanas son el aluminio y PVC, en donde las puertas son remplazadas parcial o totalmente por metal y vidrio. Por otra parte, los pisos, son remplazados por cerámica y porcelanatos, mientras que los muebles presentan una mayor variedad de sustitutos como el metal y el plástico, los tableros y paneles son sustituidos por los de fibrocemento y yeso respectivamente, finalmente indica que las vigas son sustituidas generalmente con acero y concreto (Santamaría y Leandro, 2014).

La disminución de la oferta nacional de madera, provoca una mayor dependencia de productos sustitutos importados, en especial en la construcción, por lo tanto, las importaciones de productos derivados de hidrocarburos y bunker para la fabricación de plástico, cemento, acero, aluminio, entre otros, aumenta considerablemente, con la desventaja de que estos materiales no son biodegradables y requieren un alto consumo de energía, lo cual contribuye con el calentamiento global (Arce y Barrantes, 2006). A pesar de las repercusiones ambientales y de que el consumidor costarricense presenta mayor afinidad por productos de madera, factores como calidad, precios y la falta de conocimiento del material, hace que la mayoría de consumidores prefiera adquirir artículos confeccionados con materiales sustitutos, los cuales presentan mayor variedad y un costo más bajo (Santamaría y Leandro, 2014).

4.2.4. Ventajas del uso de madera

La madera ha sido utilizada como fuente de calor y construcción, esto debido a que es un material muy versátil capaz de proyectar calidez y elegancia (Silva y Viteri, 2017). En un estudio comparativo de cuatro ambientes simulados de oficina, se determinó que la madera en espacios de construcción reduce el estrés de los ocupantes y hace que el ambiente se perciba natural y cálido. (Watchman, Potvin, & Demers, 2017). Además, la madera es un producto natural, diferente a los habitualmente empleados en edificación, con especificidades particulares, por lo cual su uso se promueve mediante el conocimiento de sus propiedades y el control de su calidad. (Hermoso, Mateo, Cabrero y Fernández, 2015) ya que permiten garantizar su durabilidad.

Por otro lado, la madera es un material muy versátil, utilizado desde la producción de bioenergía hasta materia prima para la fabricación de productos de alto valor agregado (Arce y Barrantes, 2004). Uno de los aspectos más sobresalientes del uso de la madera, es que la mayor parte del proceso productivo se desarrolla en zonas rurales marginales, por lo que sus beneficios impactan la calidad de vida de los habitantes de las regiones más pobres, considerando que la materia prima que se genera está siendo procesada en las áreas cercanas a las plantaciones, contribuyendo principalmente en la generación de empleo (Arce y Barrantes, 2006). Es importante destacar que nuestra legislación reconoce que los bosques y las plantaciones forestales son fuentes de servicios ambientales, tales como mitigación de gases de efecto invernadero, biodiversidad, belleza escénica y protección del recurso hídrico (Arce y Barrantes, 2006) por lo que la madera es un material que garantiza sostenibilidad.

4.3. Proyectos de viviendas de interés social construidos con madera

El Estado debe reconocer los rangos mínimos de satisfacción en un conjunto de necesidades humanas básicas para toda la sociedad, así como asumir el compromiso de garantizar bienestar a todos aquellos hogares que por diferentes razones se encuentran excluidos y que son vulnerables como parte del proceso de integración social (Barreto, 2010). Es por esta razón que a través del Banco Hipotecario de la Vivienda se destinan recursos para el financiamiento de proyectos de interés social que garanticen una mayor calidad de vida y mejora en el bienestar de las familias beneficiadas, actualmente con asesoría técnica de profesionales con

conocimientos de las propiedades de la madera; el BANHVI ha optado por la implementación del material para la construcción de proyectos de interés social, principalmente por ser amigable con el ambiente (BANHVI, 2019).

4.3.1. Ubicación

En el país, se ha financiado la construcción de tres asentamientos de interés social construidos con madera, los cuales se encuentran en la región Caribe del país. El primer proyecto se construyó en la localidad de Batán, el segundo en Horquetas de Sarapiquí y el más reciente en Turrialba (figura 1) (BANHVI, 2019).

4.3.2. Financiamiento

Durante muchos años los proyectos habitacionales financiados por el Banco Hipotecario de la Vivienda (BANHVI) bajo la modalidad de Bono Familiar de Vivienda, tanto en bloque como individuales se construían con baldosa o cemento; sin embargo, el BANHVI en los últimos 5 años, en conjunto con la Fundación Costa Rica-Canadá, ha aprobado el financiamiento para la construcción de tres asentamientos de vivienda de interés social con madera, principalmente porque es un material sostenible y cuyas propiedades permiten la elaboración de estructuras resistentes; estos residenciales benefician a un total de 412 familias de las comunidades de Batán, Horquetas de Sarapiquí y Turrialba (BANHVI, 2019).

4.3.3. Características

El uso de la madera en estos proyectos habitacionales se justifica por las condiciones climáticas de la zona en especial por el factor térmico ya que brinda una temperatura óptima de acuerdo a la región y por la severidad de las inundaciones por lo que la construcción con madera sobre bases de concreto se consideró como una excelente opción (Fundación Costa Rica-Canadá, 2019), están dirigidos a familias de escasos recursos, mujeres jefas de hogar y personas con alguna discapacidad; en su mayoría tienen un área de 42 m² y la vivienda se encuentra suspendida sobre bases de concreto con el fin de garantizar una menor exposición a la humedad (BANHVI, 2019).

4.4. Evaluación del estado actual del mantenimiento de la madera

Uno de los mitos o tabúes más comunes entre los consumidores que no suelen construir con madera, es la durabilidad (FSC, 2018). La madera al igual que el resto de productos de la construcción, sufre degradación en su exposición por diferentes factores que afectan la vida útil del material tanto biológicos como abióticos (Ibáñez, Mantero, Rabinovich, Cecchetto y Cerdeiras, 2012), se dice que cuando la madera desarrolla su vida útil en una clase de servicio y de uso adecuadas a su exposición, su durabilidad está garantizada (FSC, 2018). La durabilidad se entiende como la resistencia de la madera a la destrucción por los organismos degradadores del material (UNE-EN ISO 13788, 2016), los materiales son durables o no de acuerdo con la interacción de los agentes causantes de la degradación, siendo necesario el que actúe uno o más agentes para provocar deterioro sobre un mecanismo o proceso (FSC, 2018), por estas razones el mantenimiento es fundamental en procesos constructivos.

4.4.1. Mantenimiento

El mantenimiento se define como el conjunto de trabajos y obras que se efectúan periódicamente para prevenir el deterioro de un edificio, con el fin de preservarlo de manera óptima para que cumpla con los requisitos básicos establecidos para construcciones (Martínez, 2015). Es una herramienta eficaz para mejorar la funcionalidad, seguridad, confort, imagen corporativa, salubridad e higiene de las edificaciones, asimismo realizar mantenimiento en el momento oportuno permite minimizar costos e incluso evitará posibles daños mayores, esto conlleva a conservar la estética, preservar el valor de la estructura y aumentar la vida útil de los materiales (Mora, 2016). El mantenimiento de viviendas elaboradas con madera puede ser de tipo correctivo o preventivo, el primero se realiza en sitios, en partes y piezas específicas así como en elementos que constituyen la infraestructura o bien el deterioro a raíz del uso normal, con el fin de mantener el buen funcionamiento de la estructura, por lo general se utiliza cuando el material afectado debe ser sustituido o reparado en su totalidad; por otra parte el mantenimiento preventivo se realiza periódicamente contemplando la protección superficial de la madera, lo cual conlleva a evitar problemas futuros como humedad, ataques por insectos, hongos, entre otros, este mantenimiento muchas veces se hace de manera básica con algún producto químico,

barnices o pinturas, y constituye una solución más fácil y económica que la correctiva (Mora, 2016).

4.4.2. Normas INTECO de Calidad de Madera Aserrada

La determinación de la calidad de la madera es una actividad no acostumbrada, esta se puede considerar como una serie de atributos que le confieren a la madera propiedades para usos específicos (Chávez, Hernández y Ruiz, 2010). Los controles de calidad son indispensables en los procesos de producción e industrialización de la madera, principalmente porque es un material heterogéneo y anisotrópico lo cual repercute en sus propiedades físicas y mecánicas (González, 2017), dentro del control de calidad de la madera, las propiedades son evaluadas bajo diferentes métodos ya sean destructivos o no destructivos, sin embargo se prefiere la evaluación no destructiva, ya que permite examinar los materiales sin que se vean afectadas sus propiedades, integridad y utilidad (Viquez, 2012).

El Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), fue reconocido como la entidad encargada de la normalización en el país, es una entidad de carácter privado, sin fines de lucro, que se encarga de brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor, además colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, con el fin de promover un mercado interno y externo competitivo (INTECO, 2009). En las generalidades de las normas se destaca que antes de clasificar la madera hay que normalizarla, por lo que INTECO ha realizado grandes esfuerzos creando normas para evaluar la calidad de la madera aserrada de uso general, con el fin de tener parámetros que permitan a comerciantes, ingenieros forestales, arquitectos, ingenieros civiles, profesionales en el área de construcción y diseño, así como a aserraderos y empresarios del sector forestal costarricense, normalizar las dimensiones de la madera para luego clasificarla de acuerdo a su calidad y de esta manera aumentar su valor agregado, con el fin de facilitar el proceso de comercialización y la diversificación de los productos forestales (Quesada, 2015).

Para la correcta aplicación de las normas, se recomienda una serie de pasos, los cuales se mencionan a continuación según el orden a seguir, primero se debe identificar la especie según la norma y uso final, se debe medir el contenido de humedad para realizar una clasificación

según presencia de agua, se miden las dimensiones de las piezas, se determina la cara de la pieza con más efectos para ser evaluada, se realiza la evaluación según los defectos y contenido de humedad para clasificarla y por último se codifica el lote para ser aceptado o no (Camacho, Salas y Rivera, 2017).

4.5. Percepción de los usuarios del material madera

La madera es percibida como un material elegante, cálido y muy versátil, las personas presentan mucha afinidad por la adquisición de productos elaborados con madera, sin embargo, esta percepción ha ido cambiando principalmente por la sustitución de la madera por otros materiales de construcción. La Organización Nacional Forestal, realizó consultas sobre la percepción de los productos sustitutos comparados con la madera a los distribuidores formales (comercios), empresas constructoras, maestros de obra, sector público y el consumidor final; específicamente sobre el precio, la facilidad de instalación, calidad, novedad, oferta, resistencia mecánica, resistencia al fuego y toxicidad, como resultado se obtuvo que la percepción de todos (oferantes y demandantes) en cuanto al precio coincide en que utilizar los sustitutos es más económico que usar madera (Chaves, 2012).

Además, de que los precios de la madera desalientan la utilización para algunos tipos de construcciones. Algunas personas mencionan que los productos sustitutos son más fáciles de instalar, más novedosos y con mayor resistencia mecánica y calidad (Santamaría y Leandro, 2014).

4.5.1. Aspectos sociales relacionados al uso de la madera

Los desarrolladores de proyectos de interés social destacan que entregar casas más estéticas, construidas en menos tiempo y que sean menos propensas a sufrir inundaciones son solo algunas de las ventajas de construir con madera, además ven en la madera una clave para luchar contra el cambio climático y contribuir con el ambiente, lo cual conlleva a mejorar el bienestar de las personas. Además, es importante destacar que el auge de la construcción de casas con madera permite generar empleo directo e indirecto a muchas personas, ya que con este tipo de proyectos se pretende que el pequeño productor dedicado al aprovechamiento de plantaciones forestales o

bosques pase a ser el proveedor de los mismos, promoviendo que los grupos sociales más vulnerables sean beneficiados (Umaña, 2016).

4.5.2. Habitabilidad

La habitabilidad se relaciona a las características del espacio, entorno social y medio ambiente que otorgan a la gente una sensación de bienestar personal y colectivo y, además, promueven la satisfacción de vivir en un asentamiento determinado, está estrechamente relacionada con la calidad de vida y como los usuarios disfrutan los espacios del entorno y de la vivienda (Municipalidad de San José, 2010). Por otra parte, el concepto de calidad de vida se relaciona al estudio de satisfactores y al estado de bienestar del ser humano es por esto que la calidad de vida está estrechamente relacionada con la habitabilidad ya que esta surge del interés por mejorar la vivienda principalmente porque al aumentar la población el déficit de casas genera la exigencia de construcción masiva orientada principalmente a la de interés social, esto con el fin de mejorar el bienestar de las poblaciones más vulnerables (Moreno, 2008).

Algunos factores relacionados a la construcción de proyectos en bloque de interés social en distintas comunidades como la falta de calidad y el poco espacio, el diseño de la estructura, la imposibilidad de interacción entre mobiliario y usuario y limitada privacidad y seguridad, repercuten en una pobre habitabilidad que impacta la calidad de vida de los habitantes de las viviendas (Hernández y Velásquez, 2014), es importante realizar estudios de habitabilidad en donde se tenga especial interés por mejorar la vivienda y la calidad de vida residencial con la garantía de que en el asentamiento se desarrollen las condiciones necesarias para satisfacer las necesidades de la población (Hernández y Velásquez, 2014).

4.6. Mantenimiento de la madera

Para poder definir el mantenimiento de una vivienda es importante detallar los principales problemas de deterioro que sufre la madera, las causas más comunes y, además las soluciones técnicas que se deben implementar para erradicarlos y prevenir deterioros futuros.

4.6.1. Problemas más frecuentes

La durabilidad de la madera depende del mantenimiento que se brinde al material, por lo tanto, es importante generar insumos como los manuales que permitan a los habitantes de viviendas conocer cuáles son las labores básicas a realizar con el fin de potenciar la vida útil de la edificación y prevenir deterioros severos en la infraestructura (Mora^a, 2016). En las viviendas elaboradas con madera los problemas más frecuentes son la humedad en el interior de la infraestructura, humedad del subsuelo, presencia de moho y hongos, falta de ventilación interior, filtraciones, pisos que vibran o crujen, infestación por insectos y plagas, deterioro de complementos metálicos como conectores (clavos, tornillos, placas dentadas) y pudrición de las piezas de madera (Mora^a, 2016).

4.6.2. Causas de la degradación

La degradación de la madera es provocada por agentes bióticos (organismos vivos) y abióticos (agentes de tipo natural e inanimados). Los factores biológicos (bacterias, hongos, insectos y huéspedes temporales) se caracterizan porque requieren de condiciones favorables para su proliferación, las cuales ocasionalmente son otorgadas por factores ambientales (temperatura, humedad relativa, luz natural e iluminación artificial) que ocasionan debilitamiento de las estructuras por exceso de humedad o sequedad. Es importante destacar que también existen factores físico-mecánicos que influirán en los defectos estructurales estos requieren de ambientes húmedos para su desarrollo principalmente porque la madera es orgánica e higroscópica; incluso algunos agentes químicos repercuten en la oxidación de metales complementarios, manchas en la madera y quebraduras (Navarrete, 2017).

4.6.3. Algunas recomendaciones y soluciones de mantenimiento

Para prevenir problemas causados por humedad es importante tener una adecuada ventilación en la vivienda y del suelo incluyendo en el diseño de la infraestructura celosías o rejillas, revisar de manera constante las tuberías con el fin de detectar fugas a tiempo e impermeabilizar las paredes que se encuentran mayormente expuestas a la humedad, esto contribuye a minimizar y evitar la proliferación de hongos y mohos en las estructuras así como el exceso de humedad en

el interior y exterior de la vivienda. Es importante mencionar que los problemas de filtración de agua conllevan a excesos de humedad en la vivienda, por lo cual es necesario realizar en primera instancia una revisión periódica de las uniones en las láminas de los techos, tornillos faltantes, pérdida de sellador o soldadura y deformaciones en alguna parte del techo o en la estructura, posteriormente, se podrá proceder a realizar las mejoras ya sea sustituyendo la parte por la que se infiltra el agua o realizando reparaciones por ejemplo las goteras (Morab, 2016).

Para problemas ocasionados por infestación de insectos, se sugiere una inspección por parte de un profesional al menos una vez al año para detectar las causas y controlar el ataque, además debe identificar las posibles rutas de entrada con el fin de colocar alguna barrera que impida su paso como por ejemplo usar placas metálicas entre la base de concreto y los pilotes para evitar el paso de termitas, adicionalmente se recomienda aplicar control químico (fumigación o aplicación directa al suelo) cuando el ataque es muy severo (Morab, 2016). Es importante destacar que, para proteger la madera expuesta a la intemperie en una casa, se debe aplicar algún producto que permita especialmente sellar los poros abiertos, en orden de importancia se puede mencionar el látex, aceite, barniz y masilla para tapar grietas, además para garantizar una mayor durabilidad (vida útil) la madera debe pintarse con al menos dos capas (Morab, 2016).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Descripción del área de estudio

El estudio se desarrolló en tres proyectos habitacionales financiados por el BANHVI en la Región Caribe del país, ubicados específicamente en las comunidades de Batán, Horquetas y Turrialba pertenecientes a los cantones de Matina, Sarapiquí y Turrialba respectivamente (Figura 1). Estas comunidades presentan un porcentaje de hogares pobres entre 27 y 29 por ciento y una tasa de desempleo entre un 9 y un 10% (MIDEPLAN, 2015), lo que hace importante el desarrollo de proyectos de interés social como los implementados por el BANHVI para el mejoramiento de calidad de vida ya que muchos de los habitantes viven en condiciones de extrema pobreza (MIDEPLAN, 2015).

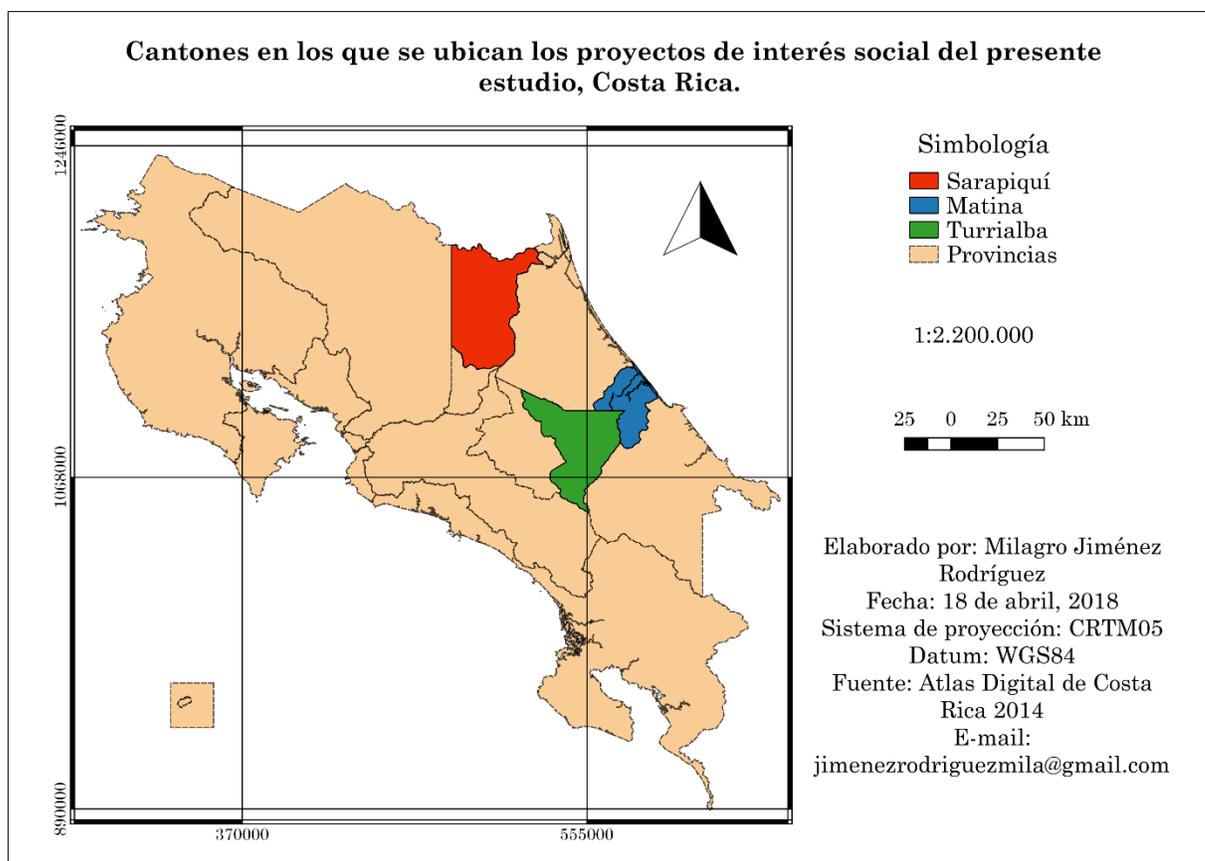


Figura 1. Ubicación de los proyectos de interés social según cantón en la Región Caribe.

5.1.1. Características ambientales de cada sitio

Se realizó la solicitud de datos de variables ambientales al Instituto Meteorológico Nacional (IMN) para las fechas en las que se visitaron los proyectos, la información suministrada se detalla en el cuadro 1.

Cuadro 1. Variables ambientales reportadas por el Instituto Meteorológico Nacional para los sitios según fecha más cercana a la visita. Fuente: IMN.

| Proyecto | Fechas de visita | Fechas de reporte | Variables | | |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|------------------|--------------------|
| | | | Humedad Relativa (%) | Temperatura (°C) | Precipitación (mm) |
| Don Sergio (Horquetas de Sarapiquí) | 8 al 10 de julio | 7 al 9 de julio | 94,67 | 25,2 | 76,8 |
| El Porvenir (Batán) | 22 al 27 de julio | 21 al 26 de julio | 92,67 | 25,5 | 118 |
| Noche Buena (Turrialba) | 12 y 18 de agosto | 11 y 17 de agosto | 90 | 22,4 | 132 |

5.2. Selección de la muestra para el estudio

La población total del estudio fue de 412 familias que han sido beneficiadas por el Bono Familiar de Viviendas en las tres comunidades, donde 91 familias se ubicaron en el proyecto Don Sergio, 233 familias en El Porvenir y 88 familias en el proyecto Noche Buena. El estudio fue aplicado a una muestra de 83 casas, la misma corresponde a una intensidad de muestreo del 20%, se realizó una distribución proporcional de la muestra para cada proyecto, por lo cual se evaluaron y entrevistaron 47 viviendas en Batán, 18 viviendas en Horquetas y esta misma cantidad en Turrialba, es importante destacar que las mismas se seleccionaron al azar con reemplazo mediante números aleatorios en Excel, de manera tal que cada una de las viviendas tuvo igual probabilidad de ser seleccionada.

5.3. Nivel de satisfacción de las familias

El nivel de satisfacción de las familias se obtuvo mediante la aplicación de entrevistas dirigidas a las personas que realizaron el trámite para obtener el bono familiar de la vivienda y con la implementación de grupos focales con los niños de la comunidad que se encontraban cursando la primaria.

5.3.1. Elaboración de entrevistas

Para la elaboración de las entrevistas se consideró una investigación de tipo cualitativo, donde se consultaron aspectos como la habitabilidad, confort, bienestar, percepción en cuánto a facilidad de propagación de incendios, ataque por insectos, sismos, calidad del material y sensación de aislamiento térmico de la madera respecto a otros materiales alternativos. Adicionalmente, se consultó el mantenimiento aplicado durante el período que tienen de habitar la vivienda (qué han hecho, cómo, cuándo y el costo) (Anexo 1).

5.3.2. Grupos focales con niños

Para analizar el nivel de satisfacción, se consideró de gran importancia conocer la percepción de la habitabilidad que tienen los niños al vivir en una casa de madera, por lo tanto, se conformaron grupos focales en cada comunidad en dónde se consultó a los niños de forma grupal cómo se sentían al vivir en una casa de madera y cuáles son las diferencias que perciben entre su nuevo hogar y el anterior, asimismo se realizó un pequeño conversatorio acerca de la importancia de la conservación de los bosques y el uso de la madera (Anexo 2). Es importante destacar que la escolaridad de los niños fue considerada con el fin de obtener datos más gráficos y acordes con la edad.

5.3.3. Aplicación de entrevistas y análisis de información

La aplicación de la entrevista fue dirigida a la muestra obtenida de la población total de cada proyecto, se recolectó la información en formularios impresos, a los cuales se asignó un código para ser asociada al estado de mantenimiento de las viviendas. Posteriormente, para el análisis se insertó la información recolectada en el programa Excel, y mediante la construcción de

gráficos y cuadros se analizó la influencia de las variables en la satisfacción de la familia en términos porcentuales. Para obtener el nivel de satisfacción de las familias se realizó una ponderación de las variables utilizadas en la entrevista, en donde se asignó un peso a cada una como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Peso asignado a cada una de las variables utilizadas en la entrevista aplicada a las familias.

| Variables | Peso | 0 | 1 | 2 |
|--------------------------------|-------------|----------|----------|----------|
| Cambios percibidos positivos | 15 | 0 | 15 | |
| Sensación de calor | 10 | 0 | 10 | |
| Espacio disponible | 12,5 | 0 | 12,5 | |
| Buena relación con los vecinos | 12,5 | 0 | 6,25 | 12,5 |
| Preferencia por otro material | 10 | 0 | 10 | |
| Calidad del material | 12,5 | 0 | 12,5 | |
| Comodidad | 12,5 | 0 | 12,5 | |
| Preocupación por daños | 15 | 0 | 15 | |
| TOTAL | 100 | | | |

La distribución del peso se asignó de la siguiente manera, para los cambios percibidos positivos y la preocupación por daños el peso fue de 15%, porque implican una reducción o aumento de costos para la familia, el valor de 12,5% se asignó a aquellas variables que repercuten en la calidad de vida de las personas pero, que no dependen del factor económico (espacio disponible, buena relación con los vecinos, calidad del material y comodidad) y por último se asignó un valor de 10% a las variables que implican factores externos a la familia (sensación de calor y preferencia por otro material). Es importante destacar que todas las fuentes de información se consideraron como anónimas.

5.4. Estado actual del mantenimiento

5.4.1. Identificación y definición de variables

Primeramente, se realizó una investigación de los parámetros utilizados generalmente para la evaluación del mantenimiento, posteriormente se identificaron las variables que se deben

incorporar para un adecuado mantenimiento de la madera en viviendas ya habitadas, para lograrlo se revisaron bases de datos, tesis, manuales de mantenimiento y la Norma INTECO de Calidad Visual de Madera Aserrada (INTE 06-07-01:2011 e INTE 06-07-02:2014). A continuación, se definen las variables utilizadas para la evaluación en el estudio y los daños específicos que se encuentran frecuentemente en la madera.

Especie: Es importante identificar la especie o especies que se utilizaron en la construcción de la vivienda, esto proporciona información de que tan adecuado es el uso que se le dio e incluso si puede ser implementada en otros proyectos.

Contenido de humedad: el agua que se encuentra en la madera o en productos derivados de la misma se representa como el contenido de humedad, y es una relación expresada en porcentaje del peso del agua contenida respecto al peso seco (Córdoba, 2005), al determinar el contenido de humedad, se puede conocer si la condición de la madera es óptima.

Humedad relativa: indica la máxima cantidad de vapor de agua que puede contener una masa de aire antes de transformarse en agua líquida, es decir, este valor da una idea de que tan cerca está una masa de aire de alcanzar la saturación (FECYT, 2004).

Temperatura: refleja la cantidad de calor de un cuerpo, ambiente u objeto, asimismo puede hacer referencia a la noción común de calor o ausencia de calor.

Defectos de las piezas: al ser una evaluación de casas en pie, en esta se incluyen defectos como torceduras, agujeros, mordidas de cuchillas y manchas (Viquez, 2012).

Rajaduras y grietas: son rupturas en la madera en donde se da una separación de las fibras longitudinalmente (González, Moya y Monge, 2004), se pueden dar por un secado deficiente e incluso por las condiciones a las que se encuentra expuesto el material.

Presencia de nudos: existen dos tipos de nudos que se dan en la madera producto de la operación de poda, estos pueden ser vivos o muertos, el nudo vivo forma parte del material e incluso da un buen aspecto, sin embargo, los nudos muertos se desprenden de las piezas lo cual perjudica su apariencia y disminuye su calidad (Meza y Torres, 2004).

Daños específicos causados por agentes externos

Ataque por insectos: los agentes biológicos contribuyen con el deterioro de la madera y se asocian a desequilibrios en el contenido de humedad del material. Los principales agentes de biodeterioro de la madera seca son las termitas, estas abren galerías o aprovechan grietas y ranuras para hacer pequeños agujeros que se conectan al exterior (Berrocal, 2007), lo cual ocasiona que las piezas estéticamente se vean mal y, además, se deterioren.

Pudrición y mohos: ante la presencia de humedad los mohos y hongos empiezan a presentar signos en la madera. Los mohos no influyen en las propiedades de resistencia mecánica de la madera al ser superficiales sin embargo visualmente si afectan al material, por otra parte, los hongos causantes de pudrición permanecen ocultos lo cual hace difícil su detección y esto repercute en cambios de coloración o presencia de micelio (Berrocal, 2007).

Oxidación de piezas metálicas: algunos agentes químicos e incluso la humedad repercuten en la oxidación de metales complementarios que se utilizan en la construcción, esto puede afectar la madera y ocasionar su deterioro.

5.4.2. Elaboración de formularios de campo

Para la elaboración de los formularios de campo se utilizó el Programa Excel, en este se insertaron las variables definidas en el punto anterior, una columna para el tipo de pieza, número y ubicación (interior o exterior de la vivienda). Además, se agregó una columna para adjuntar el código de las fotos que permite evidenciar el estado de las viviendas (Anexo 3).

5.4.3. Recolección de información

La evaluación del estado de mantenimiento se llevó a cabo mediante la recolección de datos en los formularios de campo impresos, los mismos se aplicaron a la muestra seleccionada para cada uno de los proyectos de forma aleatoria siendo la misma que se utilizó para el análisis del nivel de satisfacción, además se tomaron fotografías de los daños que se evaluaron para la posterior elaboración de una propuesta de manual de mantenimiento.

La evaluación del estado del mantenimiento de la madera se aplicó a diferentes tipos de piezas (vigas, paredes, pisos y entrepisos) y a cuatro muestras de cada tipo, tanto en el exterior como el interior de las viviendas. En el cuadro 3 se indica la manera en la que se recolectó la información para las variables definidas.

Cuadro 3. Métodos de recolección de datos en campo para la evaluación del estado del mantenimiento de las viviendas elaboradas con madera de tres proyectos de interés social en la Región Caribe de Costa Rica.

| Variable | Método de recolección de datos |
|--------------------------------|--|
| Especie arbórea | Se anotó la especie principal utilizada en la construcción. |
| Contenido de humedad | Se tomaron mediciones mediante el método eléctrico utilizando un higrómetro, en diferentes tipos de piezas de las paredes externas e internas de la vivienda. |
| Humedad relativa | Se tomaron al menos dos mediciones (una en el interior de la vivienda y otra en el exterior) utilizando el método eléctrico con una estación meteorológica Kestrel 3000. |
| Temperatura | Se tomaron al menos dos mediciones (una en el interior de la vivienda y otra en el exterior) utilizando el método eléctrico con una estación meteorológica Kestrel 3000. |
| Índice de Temperatura Efectiva | Con las variables medidas con la estación Kestrel 3000, se determinó la sensación térmica en cada proyecto mediante el Índice de Temperatura Efectiva con la fórmula 1: $TE = T - 0.4(T-10)(1-HR/100) \quad (1)$ Dónde: TE: Índice de Temperatura Efectiva (°C) T: Temperatura (°C) HR: Humedad relativa (%) |
| Defectos de piezas | Para la determinación de esta variable se realizó una inspección de carácter visual, de existir defectos se anotaron con el nombre y la cantidad de piezas que presentaban el defecto, y se tomaron fotografías de los mismos. |
| Rajaduras y grietas | Para determinar esta variable se realizó una inspección visual en donde se anotó la presencia de rajaduras o grietas, además se tomaron fotografías para evidenciarlas. |

| Variable | Método de recolección de datos |
|-------------------------------|--|
| Presencia de nudos | Para la determinación de esta variable se tomó como referencia dos muestras de cada uno de los tipos de piezas utilizados en la construcción, se anotó si existía presencia de nudos muertos y se contabilizaron, además se tomaron fotografías. |
| Ataque por insectos | Para determinar esta variable se realizó una inspección visual en dos muestras de los diferentes tipos de piezas utilizadas en la construcción de la vivienda, se registró con ausencia o presencia de signos de infestación y se evidenció con fotografías. |
| Pudrición y mohos | La determinación de esta variable se hizo de forma visual, se tomaron fotos para evidenciar los daños localizados, además, se anotó si el daño estaba presente y en qué parte de la estructura, adicionalmente, se evidenció el daño con fotografías. |
| Oxidación de piezas metálicas | Para determinar el estado en el que se encontraba esta variable se realizó una inspección visual de los tornillos, clavos y placas dentadas utilizadas en la construcción, para cada vivienda se anotaba el número aproximado y nombre de los complementos que presentaban algún grado de oxidación. Asimismo, se tomaron fotografías para evidenciar el daño. |

5.4.3. Análisis de la información

La información recopilada se digitalizó en el Programa Excel, se generó una base de datos y posteriormente se analizó el estado actual del mantenimiento comparando las viviendas evaluadas según cada proyecto, además se determinó el grado de deterioro de la madera y se relacionó con el nivel de satisfacción de las familias mediante cuadros y gráficos. Se utilizó el estadístico de prueba de bondad de ajuste Chi-cuadrado para relacionar el nivel de satisfacción de las familias con el mantenimiento aplicado, utilizando la fórmula 2, siendo la hipótesis nula si existe relación entre el nivel de satisfacción de las familias y el mantenimiento aplicado.

$$X^2 = \frac{\sum (fo - fe)^2}{fe} \quad (2)$$

Dónde:

X^2 : estadístico calculado Chi-cuadrado

fo: frecuencia observada

fe: frecuencia esperada

5.5. Manual de mantenimiento

Una vez recopilada y analizada la información de la evaluación del estado actual del mantenimiento, se procedió a redactar la propuesta de manual con las variables identificadas, su descripción, principales causas del deterioro y algunas soluciones y recomendaciones para aumentar la durabilidad (vida útil) de las viviendas; además se agregaron fotografías tomadas durante la recolección de datos para mayor facilidad en la identificación de daños. La propuesta fue redactada en un documento Word, detallando qué es el mantenimiento, importancia de realizarlo, causas del deterioro, daños más frecuentes (descripción, soluciones y recomendaciones, fotografías) y acabados de la madera. Es importante destacar que como parte del estudio se realizó una propuesta de socialización, la cual consistió en hacer una devolución a las comunidades de los resultados obtenidos principalmente de las recomendaciones para lograr un adecuado mantenimiento de las viviendas.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Nivel de satisfacción de las familias

6.1.1 Entrevistas aplicadas

A partir de las entrevistas aplicadas en los proyectos de interés social visitados, se obtuvieron las variables de mayor influencia en la percepción de la habitabilidad, considerando que la misma está estrechamente relacionada con la calidad de vida de las personas (Moreno, 2008). Primeramente, se obtuvo el desglose porcentual de los cambios percibidos al empezar a vivir en una vivienda construida ya sea en su totalidad o en parte con madera, en la figura 2 se muestra que el mayor cambio percibido por las familias en los tres proyectos corresponde al no pago de alquiler de vivienda, lo cual implica un aumento en el bienestar de las personas al contar con una vivienda propia, dando gran importancia a los proyectos masivos de construcción de viviendas de interés social, principalmente porque se percibe una mejora en la calidad de vida de las poblaciones más vulnerables del país (Moreno, 2008).

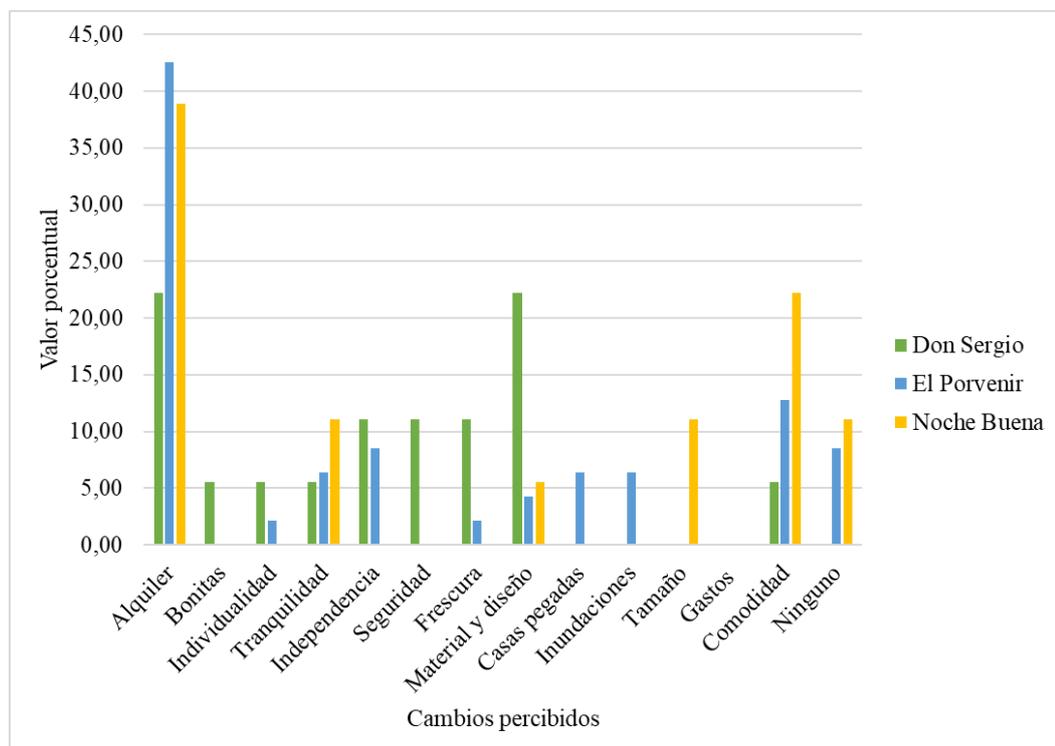


Figura 2. Principales cambios percibidos por las familias al vivir en una vivienda construida con madera en los tres proyectos de interés social visitados.

La FSC (2018) menciona que la reducción en el uso de la madera tiene como causa principal la percepción equivocada por parte de los consumidores acerca de su estabilidad estructural, capacidad de aislamiento térmico, susceptibilidad al deterioro por plagas e incendios, entre otras; al realizar la evaluación se determinó que el 50,63 por ciento de las personas entrevistadas en los tres proyectos perciben como cierto que la madera es más susceptible al deterioro como se muestra en el cuadro 3, aunado a esto el 59,70 por ciento de las personas en el proyecto El Porvenir y Noche Buena indicaron que, por los motivos mencionados anteriormente, tienen preferencia por el uso de materiales alternativos para la construcción como el block, baldosa y cemento (Cuadro 4).

Cuadro 4. Criterios de percepción de la habitabilidad relacionados con el uso de madera en viviendas de interés social en términos porcentuales.

| Criterio | Proyecto | | |
|--|----------------|-----------------|-----------------|
| | Don Sergio (%) | El Porvenir (%) | Noche Buena (%) |
| Deterioro de la madera | | | |
| Cierto | 61,11 | 57,45 | 33,33 |
| No cierto | 38,89 | 36,17 | 50 |
| Desconoce | 0 | 6,38 | 16,67 |
| Preferencia por material de construcción | | | |
| Si | 27,78 | 63,83 | 55,56 |
| No | 72,22 | 36,17 | 44,44 |
| Sensación de calor | | | |
| Reducción | 55,56 | 36,17 | 66,67 |
| Aumento | 44,44 | 63,83 | 33,33 |

Además, al analizar la opinión de las familias respecto a la sensación térmica dentro de las viviendas, se obtuvo como se muestra en el cuadro anterior (cuadro 4) que en el proyecto El Porvenir las familias concuerdan en que la madera no ayuda a reducir la sensación de calor lo cual hace que sientan menor satisfacción al vivir en estas viviendas, sin embargo, en Don Sergio y Noche Buena la mayoría de las personas entrevistadas indicaron que la madera sí ayuda a minimizar la sensación de calor lo cual implica mayor confort para las familias. En el cuadro 5, se muestra los valores obtenidos para el Índice de Temperatura Efectiva (TE) de cada proyecto.

Cuadro 5. Índice de Temperatura Efectiva de cada proyecto calculado para el interior y exterior de las viviendas según humedad relativa y temperatura promedio.

| Proyecto | Variables recopiladas | | TE (interior) (°C) | Variables recopiladas | | TE (exterior) (°C) |
|---|-------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------|
| | Humedad Relativa (%) | Temperatura (°C) | | Humedad Relativa (%) | Temperatura (°C) | |
| Don Sergio (Horquetas de Sarapiquí) | 79,00 | 31,83 | 29,96 | 79,12 | 31,47 | 29,66 |
| El Porvenir (Batán) | 78,04 | 31,68 | 29,76 | 78,48 | 31,19 | 29,36 |
| Noche Buena (Turrialba) | 83,69 | 27,25 | 26,12 | 83,06 | 26,92 | 25,77 |

En el cuadro anterior (Cuadro 5), se muestra que para la sensación térmica relacionada al índice de Temperatura Efectiva, los valores resultantes indican que según la escala utilizada por Cervantes y Barradas (2010) (Anexo 4), la sensación de calor dentro de las viviendas es moderada ya que los valores oscilan entre los 24°C y 30°C, lo cual concuerda con la opinión de las familias de los proyectos Don Sergio y Noche Buena pero, difiere de lo que perciben las personas que habitan la comunidad El Porvenir. Asimismo, en el cuadro 5 se observa que el TE para el exterior de las viviendas también se encuentra en el rango de calor moderado, pero, estos valores son menores respecto al Índice Promedio de Temperatura Efectiva calculado para el interior de la vivienda, aunque la diferencia entre índices es mínima se infiere que dentro de la vivienda se percibe mayor calor.

Por lo mencionado, se debe destacar que las diferencias en la sensación de calor que perciben las familias pueden darse por las condiciones climáticas propias de cada sitio y no debido al material de construcción; en el cuadro 6, se observa la comparación de datos de humedad relativa y temperatura obtenidos de dos fuentes distintas (IMN y Estación Portátil Kestrel 3000 para el exterior de las viviendas) en el mismo se muestra una diferencia marcada entre los valores obtenidos, la cual puede deberse a la calibración de los instrumentos utilizados en la medición, la ubicación de las estaciones meteorológicas del IMN respecto al lugar dónde se tomaron los datos con la estación portátil, la hora de medición, entre otros,

asimismo en el cuadro 6 se muestra el Índice de Temperatura Efectiva obtenido para el sitio donde se ubica cada proyecto y para el exterior de las viviendas.

Cuadro 6. Índice de Temperatura Efectiva según valores de humedad relativa y temperatura suministrados por el Instituto Meteorológico Nacional y los obtenidos con la Estación Portátil Kestrel 3000 en el exterior de la vivienda para cada proyecto.

| Proyecto | Variables reportadas | | TE (sitio visitado) (°C) | Variables recopiladas | | TE (exterior) (°C) |
|-------------------------------------|----------------------|------------------|--------------------------|-----------------------|------------------|--------------------|
| | Humedad Relativa (%) | Temperatura (°C) | | Humedad Relativa (%) | Temperatura (°C) | |
| Don Sergio (Horquetas de Sarapiquí) | 94,67 | 25,20 | 24,88 | 79,12 | 31,47 | 29,66 |
| El Porvenir (Batán) | 92,67 | 25,50 | 25,05 | 78,48 | 31,19 | 29,36 |
| Noche Buena (Turrialba) | 90 | 22,40 | 21,90 | 83,06 | 26,92 | 25,77 |

En el cuadro anterior (Cuadro 6), además de la comparación de variables ambientales se observa que el Índice de Temperatura Efectiva según sitio presenta valores que oscilan entre 21% y 25%, por lo tanto para los sitios Horquetas de Sarapiquí y Batán (proyectos Don Sergio y El Porvenir respectivamente) la sensación térmica es calor moderado al igual que el TE resultante para el exterior de las viviendas, por otra parte para Turrialba (proyecto Noche Buena) la sensación térmica se clasifica como calor placentero ya que el valor obtenido se encuentra dentro del rango 18 a 24% de la escala utilizada por Cervantes y Barradas (2010), según los resultados obtenidos se puede mencionar que la sensación de calor que perciben los habitantes en los proyectos puede variar sustancialmente entre una vivienda y otra por factores como el sitio, la posición de la vivienda, la ventilación, entre otros, lo cual repercute al igual que las condiciones ambientales en el confort térmico que las familias perciben.

Es importante destacar que algunos factores relacionados a la construcción de proyectos masivos de interés social como lo son la falta de calidad y el poco espacio, diseño de la

estructura y limitada privacidad y seguridad, repercuten en una pobre habitabilidad que consecuentemente impacta la calidad de vida de quienes habitan las viviendas (Hernández y Velásquez, 2014). El espacio disponible dentro de la vivienda juega un papel muy importante en el bienestar de las familias al igual que las interacciones de las mismas con el entorno, en la figura 3 se muestra el porcentaje de conformidad de las familias con el espacio disponible dentro de la vivienda, en esta se observa que la mayoría de personas entrevistadas en los proyectos Don Sergio y Noche Buena se encuentran conformes con esta variable, mientras que en El Porvenir la mayor parte de la muestra entrevistada asegura que el espacio es muy reducido para familias tan grandes, además en la figura 4, las personas entrevistadas indican que la relación con los vecinos y el entorno es buena.

La habitabilidad está relacionada con la satisfacción de vivir en un asentamiento determinado y cómo los habitantes disfrutan los espacios del entorno y de la vivienda (Municipalidad de San José, 2010); es por esto que, al analizar ambas variables se infiere que mayoritariamente las personas en los proyectos perciben una sensación de bienestar personal y colectivo lo cual repercute en una mejor calidad de vida para las familias.

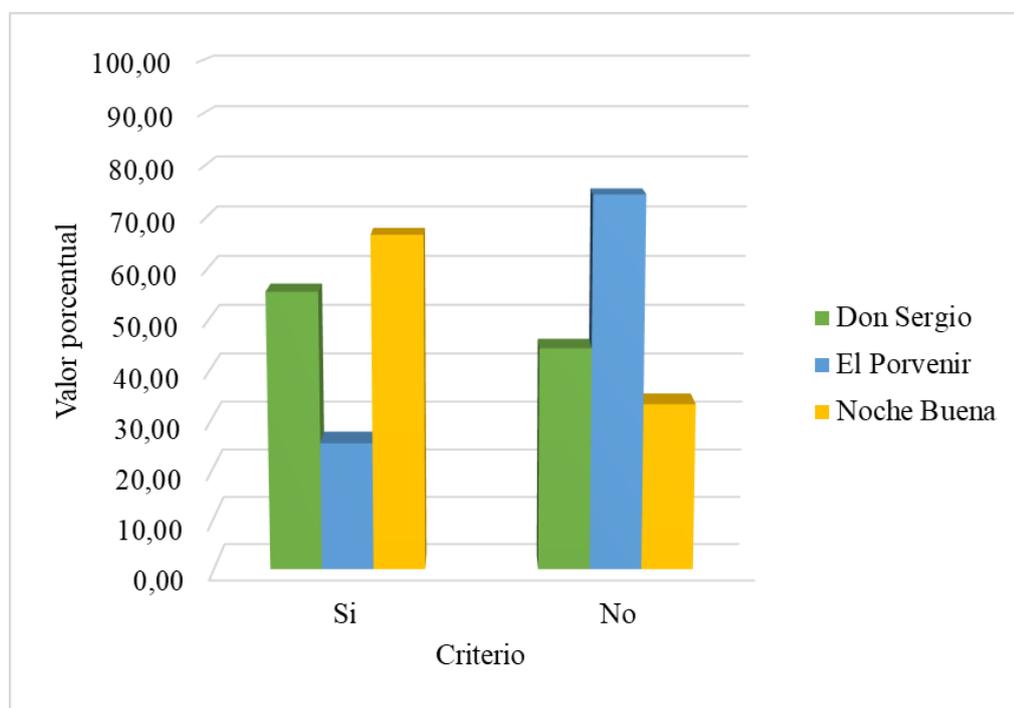


Figura 3. Espacio disponible dentro de las viviendas en los tres proyectos visitados.

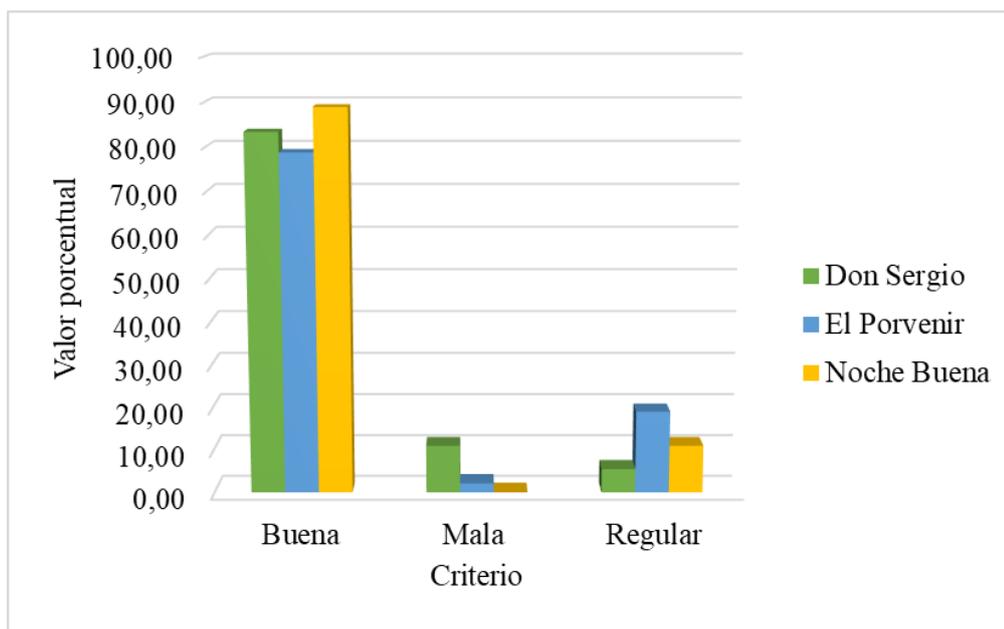


Figura 4. Relación con los vecinos en los tres proyectos de interés social visitados.

Otro factor importante a considerar en el tema de habitabilidad es el diseño de la estructura, ya que es importante tener especial interés por mejorar la vivienda y así garantizar que los proyectos se desarrollen en condiciones necesarias que permitan satisfacer las necesidades de la población; por esto la detección de daños en la madera es fundamental para evaluar la calidad del material. Según la información recopilada se obtuvo que un 84,22% de las familias de los proyectos Don Sergio y El Porvenir detectaron algún tipo de deterioro lo cual causa gran preocupación en las familias, principalmente por miedo de que afecte la durabilidad de la vivienda, caso contrario en el proyecto Noche Buena donde un 72,22% de las personas afirman que la madera se encuentra en muy buen estado (Figura 5).

Ante la preocupación por los daños detectados algunas familias han optado por realizar modificaciones y aplicar algún tipo de mantenimiento a la vivienda con el fin de garantizar la durabilidad del inmueble; en la figura 5 se muestra el porcentaje de familias que han aplicado algún tipo de mantenimiento y se puede notar que a pesar de una mayor detección de daños en los proyectos Don Sergio y El Porvenir, es en la comunidad de Noche Buena donde más se han realizado labores de mantenimiento; es importante destacar que en los tres proyectos el mantenimiento se ha basado en la aplicación de barniz y pintura, asimismo en Noche Buena las familias han optado por colocar cerámica en el piso para prevenir el deterioro del mismo.

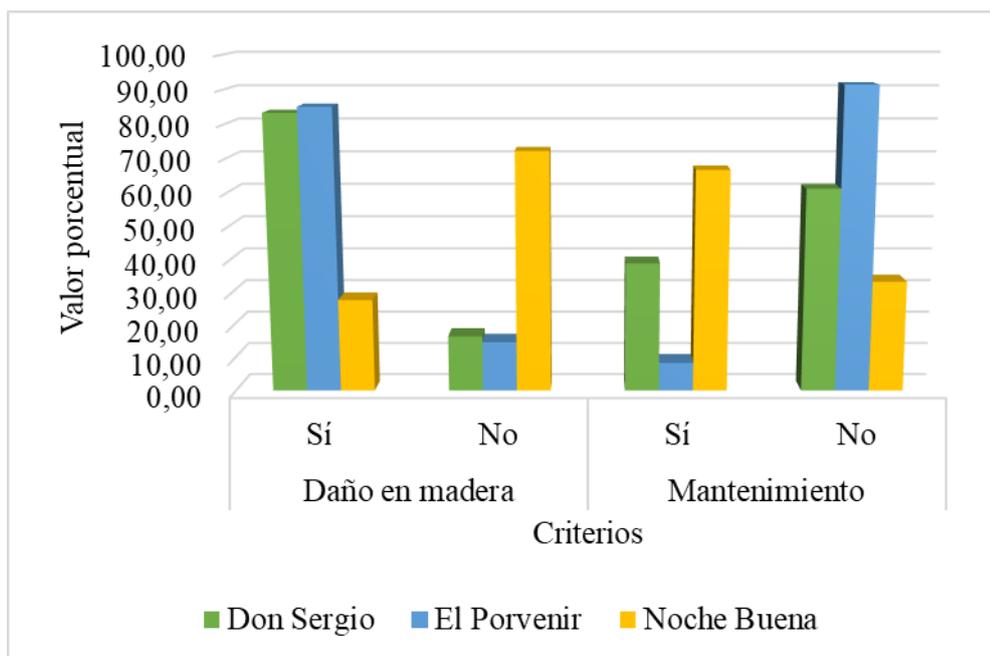


Figura 5. Daños detectados en la madera y mantenimiento aplicado a las viviendas evaluadas en los tres proyectos de interés social visitados.

6.1.2 Grupos focales con niños

A partir de los grupos focales realizados en los tres proyectos (Figura 6, 7 y 8), se obtuvo la información detallada en el cuadro 7, en donde se muestra que en los tres proyectos los niños concuerdan con que en las casas construidas con madera la sensación térmica es mayor durante el día respecto a la noche, además indican que se encuentran felices en sus nuevos hogares y que la relación con los vecinos es buena, a excepción del proyecto Don Sergio en donde los niños participantes del grupo focal mencionaron que tienen una relación regular con los vecinos, en el anexo 5 se incluyen fotografías de los grupos focales llevados a cabo en cada comunidad. Es importante destacar que la cantidad de niños participantes en los grupos focales fue muy limitada y que durante la ejecución de los mismos fue necesario realizar pequeñas actividades interactivas, que permitieran captar una mayor atención, mantener más la concentración y promover una participación más activa de los niños.



Figura 6. Participación de los niños de la comunidad El Porvenir en el grupo focal.



Figura 7. Participación de los niños de la comunidad Don Sergio en el grupo focal.

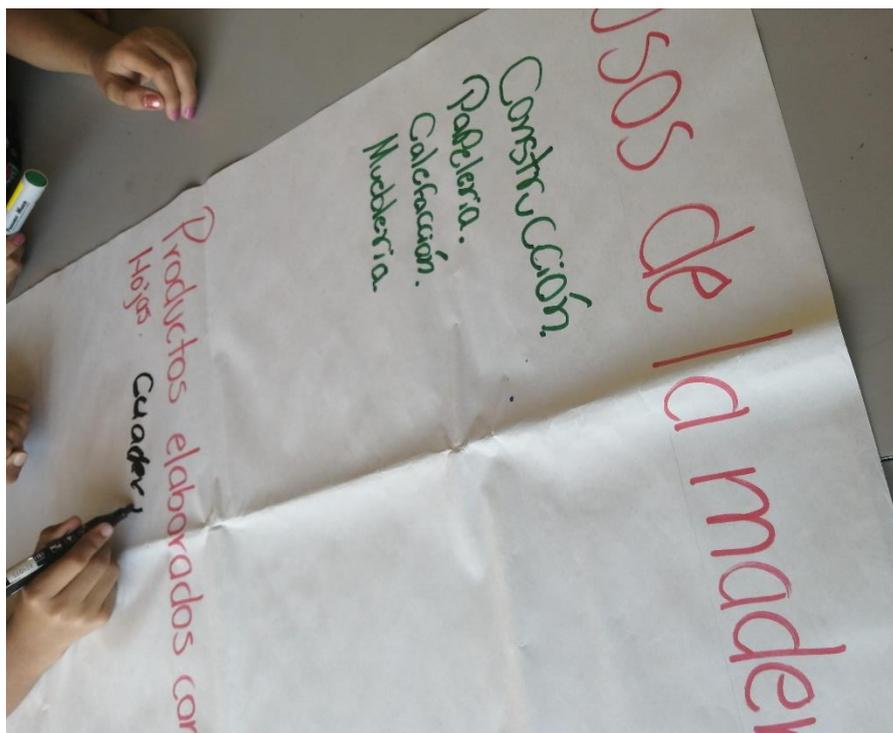


Figura 8. Participación de los niños de la comunidad Noche Buena en el grupo focal.

Cuadro 7. Percepción de los niños sobre la habitabilidad en los tres proyectos de interés social visitados.

| Criterio | Proyecto | | |
|--|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | Don Sergio | El Porvenir | Noche Buena |
| Percepción | | | |
| Participantes | 11 | 7 | 5 |
| Les gusta su nuevo hogar | Sí | Sí | Sí |
| Del 1 al 10, ¿qué tan felices se sienten al vivir en una casa construida con madera? | Entre 5 y 10 | 10 | 10 |
| ¿Sienten más frío o más calor? | Calor en el día y fresco en la noche | Calor en el día y frío en la noche | Calor en el día y frío en la noche |
| ¿Cómo es su relación con los vecinos? | Regular | Buena | Regular |

6.1.3 Satisfacción de las familias

Mediante la ponderación de las variables resultantes de la entrevista aplicada se obtuvo el nivel de satisfacción de las familias (Figura 9); para los proyectos Don Sergio y Noche Buena

se obtuvo que el 66,67 por ciento del total de las familias se encuentran satisfechas habitando una vivienda elaborada con madera, no obstante, en el proyecto El Porvenir más del 80 por ciento de las personas entrevistadas indicaron que se encuentran insatisfechas con la vivienda; donde las variables más influyentes en el nivel de satisfacción son los cambios percibidos al vivir en su nuevo hogar y la preocupación por los daños detectados en las viviendas.

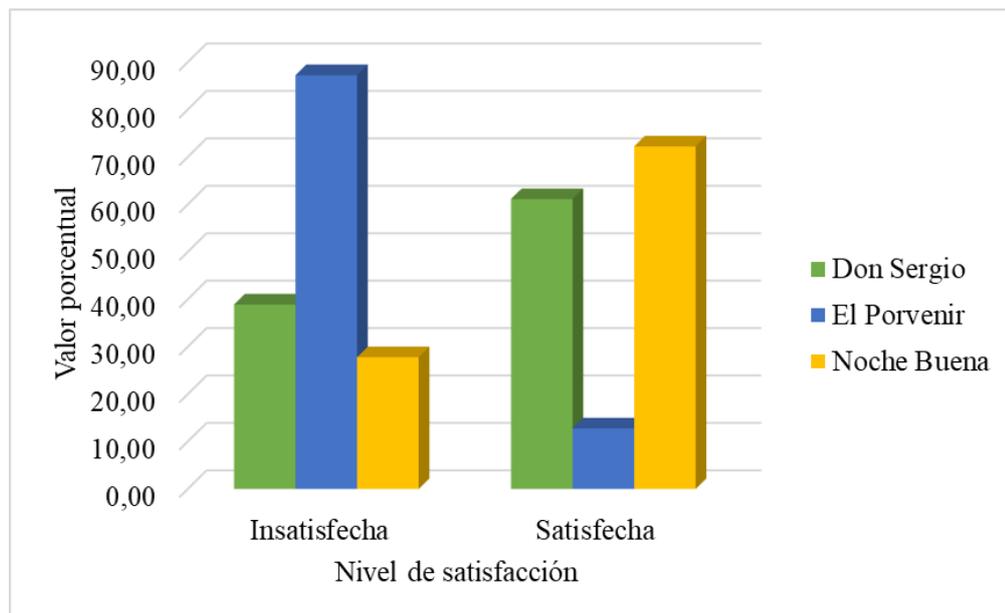


Figura 9. Nivel de satisfacción de las familias en términos porcentuales para cada uno de los proyectos visitados.

6.2 Estado actual del mantenimiento

6.2.1 Especie arbórea utilizada

Para la construcción del proyecto Don Sergio se utilizó *Pinus radiata* (Pino chileno) al igual que en el proyecto Noche Buena, por otra parte, en El Porvenir la especie arbórea utilizada corresponde a *Pinus taeda* L. (Pino amarillo del Sur), es importante destacar que la identificación de la especie o especies que se utilizaron en la construcción de la vivienda, es necesaria porque proporciona información de que tan adecuado es el uso que se le dio y si puede o pueden ser implementadas en proyectos futuros.

6.2.2 Humedad de las viviendas

El contenido de humedad promedio según el tipo de pieza evaluada en cada proyecto se muestra en el cuadro 8, asimismo se indica el contenido de humedad promedio resultante para cada proyecto, la desviación estándar y el coeficiente de variación obtenido para la variable.

Cuadro 8. Contenido de humedad promedio según tipo de pieza evaluada en las viviendas para cada proyecto visitado.

| Proyecto | Tipo de pieza | CH promedio/ pieza (%) | CH promedio/ proyecto (%) | Coficiente de variación (%) | Desviación estándar (%) |
|-------------|---------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Don Sergio | PE | 12,57 | 12,85 | 45,50 | 5,91 |
| | PI | 12,66 | | | |
| | Puerta | 12,96 | | | |
| | VE | 12,49 | | | |
| | VI | 13,81 | | | |
| El Porvenir | EP | 13,92 | 14,19 | 45,80 | 6,44 |
| | PE | 16,03 | | | |
| | PI | 13,70 | | | |
| | VE | 13,23 | | | |
| | VI | 13,43 | | | |
| Noche Buena | EP | 12,27 | 14,10 | 25,69 | 3,61 |
| | PiE | 14,80 | | | |
| | PiI | 15,25 | | | |

*PE: Pared externa, PI: Pared interna, VE: Viga externa, VI: Viga interna, EP: Entrepiso, PiE: Piso Externo, PiI: Piso interno.

De acuerdo a los resultados que se muestran en el cuadro anterior (Cuadro 8), se determinó que la madera utilizada para la construcción de las viviendas se encuentra seca ya que, los valores de contenido de humedad promedio para los proyectos son menores al 19% (valor estipulado como referencia para esta variable) (Camacho, Salas y Rivera, 2017), además en la figura 10 se muestra un ejemplo de la medición del contenido de humedad en una de las viviendas del proyecto Don Sergio. En el cuadro 8, también se muestra el coeficiente de variación para el contenido de humedad de cada proyecto, según los resultados obtenidos la dispersión de los datos es mayor al 20% pero, menor al 50% para los tres proyectos, según

Rustom estos valores indican que los datos presentan una homogeneidad moderada (Rustom, 2012), asimismo se presenta la desviación estándar, en este caso los valores obtenidos para los proyectos reflejan poca diferencia entre los datos y la media del contenido de humedad de cada proyecto, Noche Buena fue el proyecto que presentó una menor variabilidad (3,61%) entre los datos y el promedio de los mismos, seguido de Don Sergio (5,91%) y El Porvenir (6,44%).



Figura 10. Contenido de humedad medido con higrómetro en una vivienda del proyecto Don Sergio, Horquetas de Sarapiquí.

6.2.2 Daños detectados

El deterioro de la madera es provocado por agentes bióticos y abióticos (Navarrete, 2017), es por esto que la durabilidad del material depende del mantenimiento que se brinde con el fin de potenciar la vida útil de la edificación e incluso prevenir daños severos en la misma (Mora, 2016). A continuación, se detalla en términos porcentuales los daños detectados en las viviendas evaluadas según cada proyecto de interés social.

Proyecto Don Sergio

Para las viviendas evaluadas en el proyecto Don Sergio se determinó que el mayor daño es ocasionado por la presencia de nudos muertos (60%) y en una menor proporción por la oxidación de metales (14%), rajaduras y grietas (12%) y pudrición y mohos (11%), mientras que los defectos en piezas y el ataque por insectos no repercuten significativamente en el deterioro del material (Figura 11).

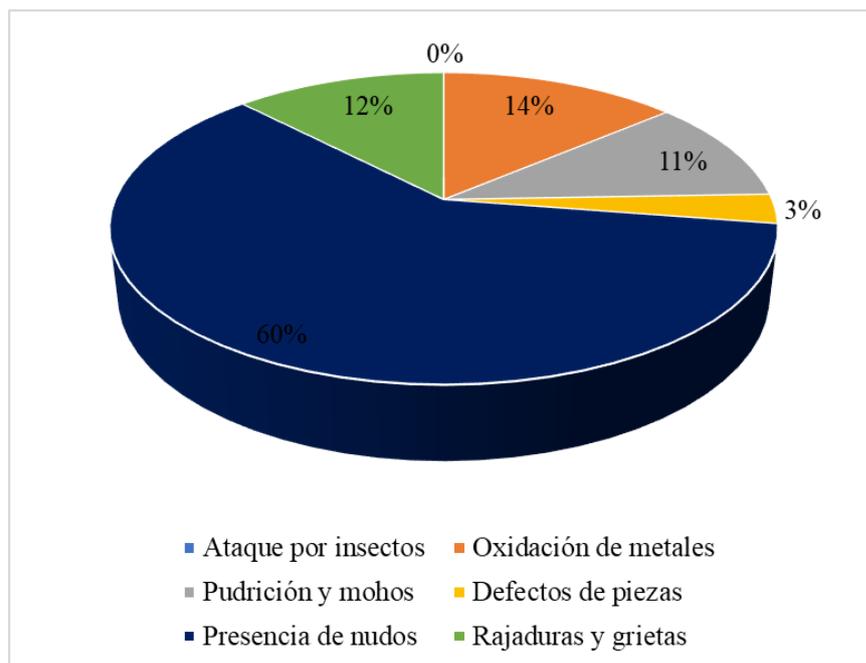


Figura 11. Daños presentes en las viviendas evaluadas en el proyecto Don Sergio, La Victoria de Sarapiquí.

Proyecto El Porvenir

En el caso del proyecto El Porvenir, al igual que en Don Sergio el mayor daño es representado por la presencia de nudos muertos (48%), seguido por pudrición y mohos (20%), oxidación de metales (17%) y rajaduras y grietas (10%), asimismo las variables defectos de piezas (5%) y ataque por insectos (0%) representan los valores porcentuales más bajos como se observa en la figura 12.

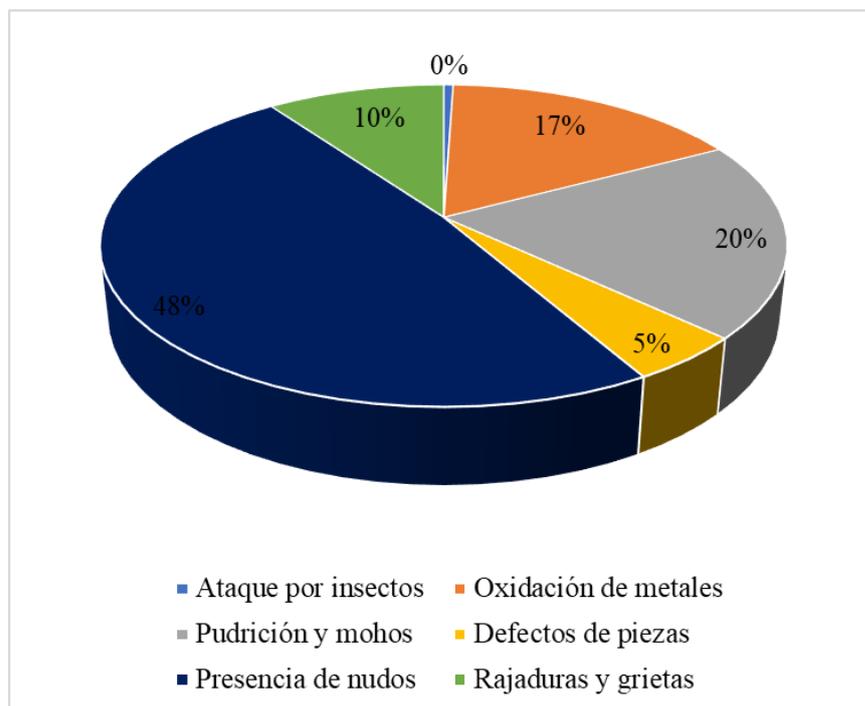


Figura 12. Daños presentes en las viviendas evaluadas en el proyecto El Porvenir, Batán.

Proyecto Noche Buena

Al igual que en los dos proyectos mencionados anteriormente, en la figura 13 se muestra que la presencia de nudos muertos es el daño más representativo del proyecto Noche Buena, seguido en igual proporción (10%) por los daños oxidación de metales, defectos de piezas y rajaduras y grietas, además, es importante destacar que la pudrición y mohos y el ataque por insectos no repercuten en el deterioro de la madera en este proyecto.

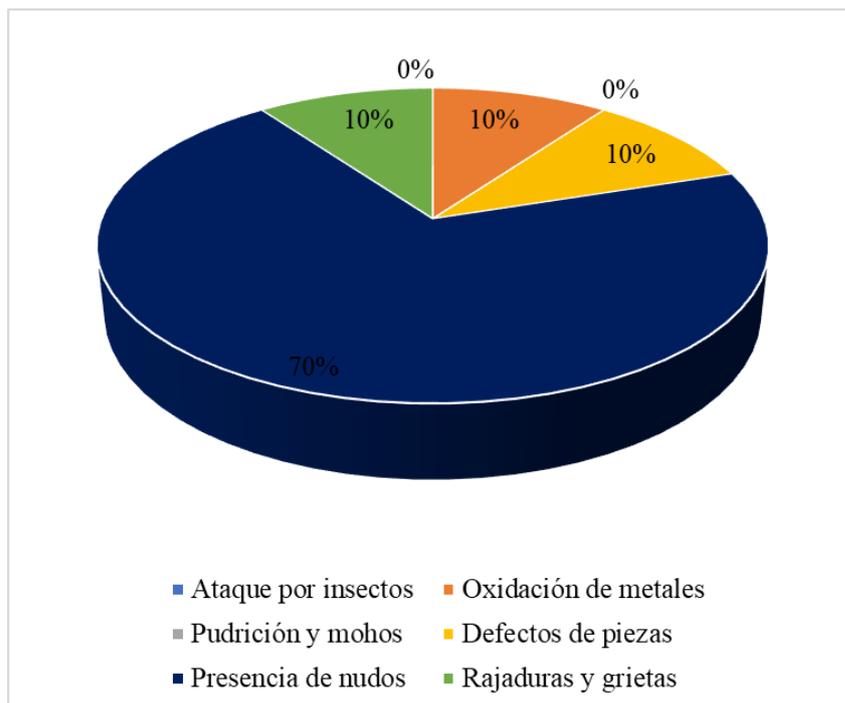


Figura 13. Daños presentes en las viviendas evaluadas en el proyecto Noche Buena, Turrialba.

Según lo mencionado anteriormente, el nudo muerto representa el mayor daño en las piezas de madera evaluadas, lo cual indica que no se está utilizando madera de calidad 1 para la elaboración de las viviendas. En el cuadro 9, se resume de manera porcentual la frecuencia de los daños detectados, en este caso la evaluación del estado actual de la madera indica que, para los tres proyectos de interés social visitados, el daño más frecuente en las viviendas como se ha mencionado anteriormente es la presencia de nudos muertos y el menos frecuente es el ataque por insectos. En el proyecto Noche Buena la variable pudrición y mohos no representa ningún daño en las viviendas mientras que en El Porvenir es el segundo daño más frecuente, por otra parte, en Don Sergio el daño que ocupa el segundo lugar en presencia es la oxidación de metales, estos daños se resumen con valores porcentuales en el cuadro 9.

Cuadro 9. Valor porcentual de los daños presentes en cada proyecto de interés social visitado.

| Proyecto | Daños detectados | | | | | |
|-------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| | Infestación por insectos (%) | Oxidación de metales (%) | Pudrición y mohos (%) | Defectos de piezas (%) | Presencia de nudos muertos (%) | Rajaduras y grietas (%) |
| Don Sergio | 0,00 | 13,74 | 10,69 | 3,05 | 60,31 | 12,21 |
| El Porvenir | 0,52 | 16,67 | 19,79 | 4,69 | 48,44 | 9,90 |
| Noche Buena | 0 | 10 | 0 | 10 | 70 | 10 |

Además, en el cuadro 10 se muestra el tipo de pieza más deteriorada y el daño más frecuente en la misma, para los tres proyectos evaluados el daño más representativo corresponde a la presencia de nudos muertos en pared externa a excepción del proyecto Noche Buena, en el cual la pieza más dañada corresponde al entrepiso, es importante destacar que los proyectos Don Sergio y El Porvenir se construyeron en su totalidad con madera, mientras que las viviendas en Noche Buena presentan una combinación de materiales (fibrolit, gypsum y madera), en donde la madera fue utilizada únicamente en la elaboración del piso, entrepiso y escaleras, lo cual explica la diferencia en la pieza más dañada para este proyecto en comparación con los otros dos.

Cuadro 10. Tipo de pieza más afectada y daño más frecuente en cada uno de los proyectos evaluados.

| Proyecto | Tipo de pieza más dañada | Tipo de daño frecuente |
|-------------|--------------------------|----------------------------|
| Don Sergio | Pared externa | Presencia de nudos muertos |
| El Porvenir | Pared externa | Presencia de nudos muertos |
| Noche Buena | Entrepiso | Presencia de nudos muertos |

6.3 Relación entre el nivel de satisfacción y el mantenimiento aplicado

En la figura 14, se observa en términos porcentuales la satisfacción y la aplicación oportuna de labores de mantenimiento, en donde se observa que en Noche Buena y El Porvenir estas variables se relacionan muy bien ya que a mayor nivel de satisfacción más labores de mantenimiento se han aplicado, por otra parte, en Don Sergio a pesar de que más del 60% de las familias están satisfechas con sus nuevas viviendas, menos del 20% ha aplicado labores de mantenimiento.

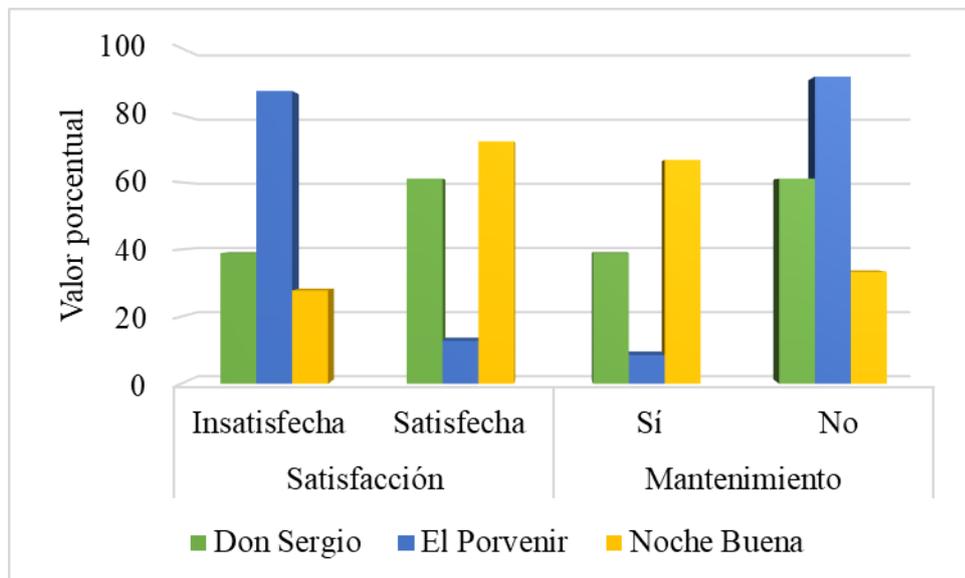


Figura 14. Nivel de satisfacción y mantenimiento aplicado según proyecto de interés social visitado.

Además, al realizar la prueba estadística Chi-cuadrado (Anexo 6) se obtuvo que las variables satisfacción y mantenimiento aplicado no se relacionan entre sí, ya que el valor del estadístico calculado (5,72) es mayor al valor obtenido en la Tabla de Chi-cuadrado (3,72) para 1 grado de libertad con un nivel de confianza de 0,050 (Cuadro 11) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

Cuadro 11. Resumen del estadístico Chi-cuadrado.

| Resumen | Valor |
|------------------------|--------------|
| Chi-cuadrado observado | 5.72 |
| Grados de libertad | 1 |
| Nivel de significancia | 0.05 |
| Chi-cuadrado esperado | 3.84 |

6.4 Manual de mantenimiento

La propuesta de manual tiene como fin práctico informar a los habitantes de viviendas elaboradas con madera las labores básicas de mantenimiento que se deberían realizar para potenciar la vida útil de las viviendas, el mismo es una herramienta de fácil consulta en donde se describen los daños más frecuentes, posibles soluciones y recomendaciones, a continuación, se presenta la propuesta de socialización a entregar a las comunidades visitadas.

**MANUAL DE MANTENIMIENTO DE VIVIENDAS DE
INTERÉS SOCIAL ELABORADAS CON MADERA
IMPORTADA**



María del Milagro Jiménez Rodríguez

Costa Rica, 2019

¿Qué es el mantenimiento?

El mantenimiento es el conjunto de trabajos que se realizan para prevenir el deterioro de las viviendas, con el fin de preservarlas de manera adecuada y que cumpla con los requisitos básicos establecidos para las construcciones (Martínez, 2015). Es considerado una herramienta de gran utilidad para mejorar la funcionalidad, seguridad, confort e higiene de los edificios, además, es importante destacar que realizar mantenimiento oportuno permite reducir costos y evitar posibles daños mayores, lo cual es importante para conservar la estética, preservar el valor de la estructura y aumentar la durabilidad de los materiales (Mora, 2016).



Importancia del mantenimiento

La durabilidad de la madera depende del mantenimiento que se brinde al material, por esto, es necesario generar insumos como los manuales que permitan a los usuarios conocer las labores básicas a realizar para potenciar la vida útil de las viviendas y prevenir el deterioro del material (Mora, 2016).



Causas del deterioro de la madera

El deterioro es provocado por organismos vivos y agentes de tipo natural; los organismos vivos que degradan la madera requieren de condiciones favorables (temperatura, humedad relativa, luz natural e iluminación artificial) que ocasionan humedad o sequedad en la madera y por ende contribuyen con el deterioro del material; agentes físicos, mecánicos y químicos pueden ocasionar defectos en las estructuras, oxidación de metales complementarios, manchas en la madera y quebraduras (Navarrete, 2017). A continuación, se describen los daños encontrados con mayor frecuencia en viviendas construidas con madera.

1. Nudos muertos

| Descripción | Soluciones y recomendaciones |
|---|---|
| <p>Existen dos tipos de nudos que se dan en la madera producto de la operación de poda de los árboles, estos pueden ser vivos o muertos; los nudos muertos son considerados un daño en la madera porque estos se desprenden de las piezas perjudicando su apariencia y disminuyendo su calidad (Meza y Torres, 2004).</p> | <p>Si su presencia origina abultamientos conviene cepillar y lijar hasta que su altura se iguale a la de la pieza. Se debe evitar que el nudo provoque grietas e incluso que llegue a desprenderse de la pieza, antes de que esto ocurra, se recomienda encolar los nudos o introducir en ellos una pequeña cantidad de serrín mezclado con cola, para prevenir que el nudo se separe de la madera.</p> |



2. Pudrición y mohos

| Descripción | Soluciones y recomendaciones |
|---|--|
| <p>Ante la presencia de humedad los hongos y mohos empiezan a presentar signos en la madera, los mohos afectan visualmente al material dando una apariencia estética poco deseable, mientras que los hongos que causan la pudrición permanecen ocultos lo cual hace difícil su detección y provoca cambios de color en la madera (Berrocal, 2007), se identifican por la acumulación de pequeñas manchas negras o zonas de tonos grises y azulados.</p> | <p>Detectar de dónde proviene la humedad que causa estos daños. Se recomienda revisar de manera constante las tuberías, uniones, tornillos faltantes, pérdida de sellador o soldadura con el fin de detectar fugas o filtraciones de agua a tiempo, una vez concluida la inspección se pueden realizar las reparaciones pertinentes o como última opción la sustitución de la pieza cuando el daño sea severo (Morab, 2016).</p> |



3. Oxidación de metales

| Descripción | Soluciones y recomendaciones |
|--|---|
| <p>La humedad causa la oxidación de piezas metálicas utilizadas en la construcción, es importante prestar atención a las piezas metálicas complementarias ya que cuando existe un deterioro severo puede afectar la madera y provocar daños en la misma.</p> | <p>Detectar de dónde proviene la humedad que causa estos daños. Se recomienda revisar de manera constante las piezas metálicas complementarias (sombros chinos, tornillos, bisagras), una vez concluida la inspección se recomienda pintar de color negro las piezas para evitar una mayor corrosión o bien realizar la sustitución de la pieza cuando el daño sea severo (Morab, 2016)</p> |



4. Rajaduras y grietas

| Descripción | Soluciones y recomendaciones |
|--|--|
| <p>Son rupturas en la madera, se observa una separación en la pieza (González, Moya y Monge, 2004), una causa son las condiciones ambientales a las que se encuentra expuesto el material.</p> | <p>Se recomienda la aplicación de algún producto que permita sellar los poros como por ejemplo látex, aceite, barniz o masilla para tapar grietas, asimismo para garantizar durabilidad se debe pintar la madera con al menos dos capas (Morab, 2016).</p> |



Filtraciones de agua en baños

Como se mencionó en la sección de daños más frecuentes, en viviendas elaboradas con madera las filtraciones de agua causan grandes problemas relacionados con el aumento del contenido de humedad en las piezas. Según la evaluación y la entrevista realizada, se detectó que el principal problema de humedad se presenta en piezas que se ubican en el baño de las viviendas (tanto en el interior como exterior) y que la misma es causada principalmente por el contacto directo de la madera con el agua y por filtraciones de agua en la tubería y entre piezas de cerámica, ante esta situación, es importante la realización de revisiones periódicas.



Para solucionarlo primero se debe sellar donde se ha detectado alguna fuga, si el daño es directamente en el entrepiso se infiere que la fragua de la cerámica se aplicó inadecuadamente por lo tanto, cuando exista la posibilidad se debe aplicar fragua por segunda vez, si el entrepiso se siente falseado es decir se mueve o se nota algún desnivel en el mismo lo recomendable sería realizar una sustitución ya que existe el riesgo de desprendimiento de las piezas. Por otra parte, ante la existencia de humedad en las paredes, igualmente se debe buscar las posibles filtraciones y sellarlas lo antes posible para prevenir un mayor daño, es importante destacar que debido a que las paredes utilizadas en la construcción del baño son de madera y fibrolit y estas se encuentran muy expuestas a la humedad se debe aplicar algún

tipo de acabado, siendo el más recomendado el impermeabilizante al reducir la absorción de humedad en las piezas de madera.

Acabados en las viviendas

La madera requiere la aplicación de productos que alarguen su vida útil principalmente cuando se encuentra expuesta directamente a agentes atmosféricos como la humedad y la radiación solar, es importante destacar que existen distintos niveles de exposición del material (madera protegida, madera parcialmente protegida y madera expuesta) y por lo tanto el mercado ofrece diferentes acabados según la necesidad del cliente como tintes, ceras, lacas, barnices e impermeabilizantes (Sáenz, 2008).



Tintes: se encuentran en tonalidades claras para resaltar el color natural de la madera y en tonalidades pigmentadas para oscurecer la madera, estos se pueden utilizar en exteriores al contener elementos que protegen la madera de los rayos ultravioleta. Se deben aplicar sin ningún tipo de acabado previo.

Ceras: es un producto fácil de aplicar, las coloraciones de las ceras permiten asemejar maderas claras, su principal ventaja es que otorga al material un aspecto natural.

Lacas: se pueden encontrar transparentes o pigmentadas, se recomienda su uso en estructuras de madera que no tengan mucha exposición a agentes climáticos y que presenten contenidos de humedad bajos, un ejemplo muy común de laca es el barniz, caracterizado por su larga duración y resistencia.

Impermeabilizantes: se utilizan en estructuras que se encuentran en exteriores y que son propensas a cambios en su dimensión (tamaño) por la exposición al sol o la lluvia; algunos

de estos productos contienen fungicidas que brindan una protección mayor, los aceites son los impermeabilizantes de mayor uso, estos no forman una película o capa y realza el aspecto cálido de la madera.

Recomendaciones para un rendimiento óptimo de los acabados

1. Lijar muy bien las superficies en donde se aplicará el acabado.
2. Aplicar dos manos o capas de acabado sobre la superficie.
3. Elegir el producto de acuerdo al sitio dónde se desea aplicar (interior o exterior) y al aspecto estético que se desea obtener.
4. Es muy difícil saber con certeza cuánto durará el acabado, por lo cual es recomendable realizar una inspección visual de la apariencia del mismo, cada uno o dos años, con el fin de conocer cuando debe renovarse.

Ejemplo de visualización de acabado en pared externa decolorada por la exposición a la radiación solar y lluvia.



Ejemplo de visualización del acabado con pintura en una viga externa



Ejemplo de visualización del acabado con pintura en pared externa



Referencias bibliográficas (manual)

- Berrocal, A. (2007). Clasificación de daños producidos por agentes de biodeterioro en la madera. *Kurú: Revista Forestal*. 4.10. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/276834370_Damage_classification_due_to_wood_biodeterioration_agents p4, 7-8.
- González, G., Moya, R. y Monge, F. (2004). Defectos comunes encontrados en las piezas aserradas y cepilladas de melina (Segunda parte). *Kurú: Revista Forestal*. 1.3. p2.
- Martínez, E. (2015). Modelo para la planificación y registro del mantenimiento en edificios existentes de viviendas. Recuperado de: <http://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/5149/tfg774.pdf?sequence=1&isAllowed=y> p4.
- Meza, A. y Torre, G. (2004). Efecto de la poda forestal en la calidad de la madera. *Kurú: Revista Forestal*. 1.1. Costa Rica. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/318572811_Efecto_de_la_poda_forestal_en_la_calidad_de_la_madera p1.
- Mora_a Vicarioli, L. (2016). Diseño y validación de una metodología para la inspección y el mantenimiento de viviendas con sistemas constructivos en madera. (Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica). Recuperado de: http://biblioteca.tec.ac.cr/F/KVBMDH9TBEJ96A5TUAC13VD7PTV3M3VTXUEQIQFTJQNS46H8TN-14116?func=short-0-b&set_number=000787&request=WRD%20%3D%20%28%20mora%20lino%20%29 p3-28.
- Mora_b Vicarioli, L. (2016). Manual para el mantenimiento de casas de madera. Recuperado de: <https://vicarioli.wixsite.com/manualmantenimiento/blank-fi39x>.
- Navarrete, A. (2017). Análisis sobre las principales causas del deterioro de la retablística. Recuperado de:

<https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/67461/tesis.pdf?sequence=1> p175-184.

Sáenz, M. (2008). Serie: Madera para construcción. Acabados de madera. *Kurú: Revista Forestal*. 5.14. Costa Rica. Recuperado de: <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/431/362> p2-3.

7. CONCLUSIONES

En lo que respecta al nivel de satisfacción, se tiene que el 66,67 por ciento de las personas entrevistadas en los proyectos Don Sergio y Noche Buena se encuentran satisfechas habitando una vivienda fabricada con madera, mientras que en el proyecto El Porvenir más del 80% de las personas se encuentran insatisfechas; siendo los cambios percibidos por las familias al vivir en su nuevo hogar y la preocupación por los daños detectados en las viviendas las variables que más influyen en la percepción de la habitabilidad de la familia.

Todos los niños participantes de los grupos focales realizados en las tres comunidades coinciden en que están satisfechos en su nuevo hogar ya que se encuentran más felices viviendo en una casa de madera, asimismo los niños de los proyectos El Porvenir y Noche Buena mantienen una buena relación con los vecinos y en Don Sergio se llevan regularmente con los mismos.

El 34,55 por ciento de las familias en los tres proyectos coinciden en que el cambio percibido que otorga mayor satisfacción al vivir en su nuevo hogar corresponde a la tranquilidad de no pagar alquiler; sin embargo, las familias se encuentran insatisfechas con las viviendas porque el 65,41 por ciento de las personas han detectado daños en la infraestructura.

Actualmente, entre la población siguen existiendo mitos y tabúes sobre la calidad de la madera respecto a otros materiales alternativos para la construcción, para este estudio más del 50 por ciento de las familias consideran que la madera es más susceptible al deterioro y un 59,70 por ciento de las mismas prefieren otros materiales alternativos para la construcción.

En la evaluación del estado actual del mantenimiento se tiene con la medición del contenido de humedad que las piezas de madera en los proyectos Don Sergio, El Porvenir y Noche Buena se encuentran completamente secas al presentar contenidos de humedad promedio de 12,85%, 14,19% y 14,10% respectivamente, los cuales son menores al valor utilizado como referencia (19%).

El daño menos frecuente localizado en las viviendas corresponde al ataque por insectos, mientras que el daño más frecuente en las piezas de madera corresponde a la presencia de

nudos muertos en la pared externa, aunado a esto los principales problemas de humedad presentes en las viviendas se encuentran en la madera utilizada en el baño (paredes y estructura del entrepiso) y escaleras.

Es evidente que se ha tomado relevancia sobre la calidad general de la madera pero debe incursionarse en que realmente se dé el cumplimiento de las normas de calidad referido a la calidad estructural, principalmente porque según la normativa la presencia de nudos muertos no debería permitirse.

A pesar de que el mantenimiento juega un papel importante en la durabilidad de las viviendas solo el 27,71 por ciento del total de las familias entrevistadas ha realizado labores de mantenimiento en las mismas, siendo la aplicación de barniz la más común.

Al realizar la prueba de bondad de ajuste Chi-cuadrado se obtuvo que existe relación entre el nivel de satisfacción que las familias perciben al vivir en una casa de madera con el mantenimiento aplicado por las mismas a sus viviendas.

El manual de mantenimiento abarca tres ejes distintos (descripción de los daños más frecuentes, soluciones y recomendaciones y tipos de acabado) para aplicar y comprender las labores de mantenimiento necesarias para potenciar la vida útil de las viviendas.

8. RECOMENDACIONES

Para potenciar el uso de madera en la construcción con fundamentos técnicos, es importante realizar más estudios que involucren la percepción del consumidor sobre el material y más evaluaciones de la habitabilidad como por ejemplo en territorios indígenas; asimismo se recomienda que las personas e instituciones involucradas en el sector forestal brinden mayor información a la población costarricense sobre los beneficios del uso de la madera a fin de erradicar los mitos y tabúes existentes.

Además, se recomienda llevar a cabo procesos de capacitación dirigidos a empresas constructoras, maestros de obra, profesionales, fiscalizadores y técnicos involucrados en los procesos constructivos de proyectos masivos, a fin de garantizar que las viviendas sean construidas adecuadamente y que la materia prima utilizada cumpla con los estándares de calidad estipulados.

En cuanto al uso de madera como material constructivo se recomienda seguir utilizando madera seca (contenido de humedad menor al 19%) y que cuente con tratamiento de preservación previo. Asimismo, para la construcción de proyectos futuros se recomienda considerar la combinación de materiales constructivos en el área del baño y escaleras como una solución para prevenir que la madera se encuentre en contacto directo con la humedad, así como procurar el uso de este material con menor cantidad de nudos muertos.

En cuanto a las labores de mantenimiento se recomienda realizar una capacitación a las familias y así motivarlas a utilizar la propuesta de socialización (manual) como guía práctica para solucionar los problemas detectados en las viviendas, así como a seguir realizando revisiones periódicas de la estructura para prevenir daños severos. Asimismo, se recomienda que mediante otro estudio se realice la validación de la propuesta de manual elaborada en este trabajo.

Se recomienda al BANHVI como entidad responsable del financiamiento de estos proyectos, establecer vínculos con profesionales del sector forestal y llevar a cabo capacitaciones sobre los problemas más comunes que se han detectado en los proyectos y como se podrían

prevenir, con el fin de mejorar las viviendas, otorgar garantía de la calidad constructiva de las mismas y que sean entregadas a las familias con la menor cantidad de defectos constructivos posibles.

Se recomienda a la Escuela de Ingeniería Forestal la inclusión de contenidos que estén relacionados con la sensibilización social de los estudiantes en los cursos que se imparten en la carrera, a fin de facilitar la interacción de los mismos con las comunidades, pequeños productores y demás personas relacionadas al sector forestal.

9. REFERENCIAS

- Arce, H. y Barrantes, A. (2004). La madera en Costa Rica situación actual y perspectivas. Recuperado de: http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Industria/2004_Arce_Barrantes_maderacr_2004.pdf p3.
- Arce, H. y Barrantes, A. (2006). La madera en Costa Rica: Situación Actual y perspectivas. Recuperado de: <https://www.onfcr.org/media/uploads/documents/madera-en-costa-rica-situacion-actual-y-perspectivas-2006.pdf> p3-4,10-11,18-19.
- Banco Hipotecario de la Vivienda (BANHVI). (2019). Proyectos de Vivienda. Recuperado de: <http://www.banhvi.fi.cr/proyectos/>.
- Barrantes, A. (2015). Situación forestal en Costa Rica: una perspectiva. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú (Costa Rica)*, 12, 1.
- Barreto, M. (2010). El concepto de “hábitat digno” como meta de una política integral de áreas urbanas deficitarias críticas, para la integración social desde los derechos humanos. *Revista INVI*, 25. Recuperado de: <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/517/521>.
- Berrocal, A. (2007). Clasificación de daños producidos por agentes de biodeterioro en la madera. *Kurú: Revista Forestal*. 4.10. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/276834370_Damage_classification_due_to_wood_biodeterioration_agents p4, 7-8.
- Bonfante Polo, A. y Bustos Molina, K. (2014). Caracterización, clasificación y patología de las especies de maderas más usadas en la construcción como elementos estructurales permanentes en la ciudad de Cartagena. Recuperado de:

<http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/11227/246/2/TESIS%20BONFANTE%2C%20BUSTOS.pdf> p21.

Camacho, D., Salas, C. y Rivera, M. (2017). Estándares para Calidad Visual de Madera Aserrada en Costa Rica: Manual básico para la aplicación y uso de las Normas INTE-07-01:2011 e INTE 06-07-02:2014 para Madera Aserrada de Uso General. *INTECO-TEC*. p4-5.

Carrillo, I., Elissetche, J. P., Valenzuela, S. y Texeira, R. (2013). Formación de elementos anatómicos en maderas duras: una revisión desde una perspectiva genómica. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-221X2013000100009.

Cervantes, J. y Barradas, V. (2010). Ajuste de escalas de sensación térmica para Xalapa, Veracruz, México. *Investigación y Ciencia*. 18,48. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/674/67413203005.pdf> p32.

Chaves, E. (2012). Competitividad de los productos de madera en el mercado de la construcción en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica. Recuperado de: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3112/competitividad_productos_madera_mercado.pdf?sequence=1&isAllowed=y p1, 21-22.

Chávez, L., Hernández, C. y Ruiz, C. (2010). Determinación de la calidad de la madera de construcción. Recuperado de: <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/viewFile/71/58> p5.

Córdoba, R. (2005). Conceptos básicos sobre secado de la madera. *Kurú: Revista Forestal*. 2.5. p3-4.

De la Mata, J. (2011). Influencia de la humedad de la madera en la evaluación de las propiedades mecánicas del pino silvestre mediante técnicas no destructivas. (Proyecto de carrera, Universidad Politécnica de Madrid). Recuperado de: http://oa.upm.es/36492/1/PFC_JAIME_DE_LA_MATA_JIMENEZ.pdf p80.

- FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología). (2004). Unidad didáctica: Meteorología y climatología. Recuperado de: <https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>.
- FSC (Forest Stewardship Council). (2018). En madera, otra forma de construir. Recuperado de: <https://es.fsc.org/preview.en-madera-otra-forma-de-construir-el-material-constructivo-sostenible-del-siglo-xxi.a-485.pdf> p6-233.
- Fundación Costa Rica – Canadá. (2019). Proyectos concluidos. Recuperado de: <http://www.fundacioncostaricacanada.org/nuestro-trabajo/acciones-que-impactan/153>.
- González Soto, A. (2017). Control de calidad de madera en pie y madera aserrada para el mercado de construcción del Grupo Empresarial El Almendro. (Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica). Recuperado de: <https://www.repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14153/Control%20de%20calidad%20de%20madera%20en%20pie%20y%20madera%20aserrada%20para%20el%20mercado%20de%20construcci%C3%B3n%20del%20Grupo%20E.pdf?sequence=2&isAllowed=y> p7.
- González, G., Moya, R. y Monge, F. (2004). Defectos comunes encontrados en las piezas aserradas y cepilladas de melina (Segunda parte). *Kurú: Revista Forestal*. 1.3. p2.
- Hermoso, E., Mateo, R., Cabrero, J. y Fernández, J. (2015). Evaluación y análisis de propiedades estructurales de productos de madera. *Informes de la construcción*, 67.
- Hernández, G. y Velásquez, S. (2014). Vivienda y calidad de vida. Medición del hábitat social en el México occidental. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 24, 2. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/html/748/74830875016/> p2-6.
- Ibáñez, C., Mantero, C., Rabinovich, M., Cecchetto, G. y Cerdeiras M. (2012). Deterioro y preservación de madera. *Revista Digital Universitaria*, 13. Recuperado de: <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num5/art55/#a>.

INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica). (2015). Normalización. Recuperado de: https://www.inteco.org/page/inteco_standards_development.

INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica). (2019). Sobre INTECO: ¿Qué es INTECO? Recuperado de: https://www.inteco.org/page/inteco_about_us.

Martínez, E. (2015). Modelo para la planificación y registro del mantenimiento en edificios existentes de viviendas. Recuperado de: <http://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/5149/tfg774.pdf?sequence=1&isAllowed=y> p4.

Meza, A. y Torre, G. (2004). Efecto de la poda forestal en la calidad de la madera. *Kurú: Revista Forestal*. 1.1. Costa Rica. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/318572811_Efecto_de_la_poda_forestal_en_la_calidad_de_la_madera p1.

MIDEPLAN (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica). (2017). Costa Rica: Estadísticas Regionales 2010-2015. Recuperado de: <http://obturcaribe.ucr.ac.cr/documentos-publicaciones/planes-y-programas/mideplan-1/312-costa-rica-estadisticas-regionales-2010-2015/file> p24-30.

Mora_a Vicarioli, L. (2016). Diseño y validación de una metodología para la inspección y el mantenimiento de viviendas con sistemas constructivos en madera. (Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica). Recuperado de: http://biblioteca.tec.ac.cr/F/KVBMDH9TBEJ96A5TUAC13VD7PTV3M3VTXU_EIQFTJQNS46H8TN-14116?func=short-0-b&set_number=000787&request=WRD%20%3D%20%28%20mora%20lino%20%29 p3-28.

Mora_b Vicarioli, L. (2016). Manual para el mantenimiento de casas de madera. Recuperado de: <https://vicarioli.wixsite.com/manualmantenimiento/blank-fi39x>.

- Moreno, S. (2008). La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida. *Redalyc*, 3, 51. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/948/94814774007.pdf> p51.
- Municipalidad de San José. (2010). Estudio de las condiciones de habitabilidad urbana del cantón de San José. Recuperado de: https://www.msj.go.cr/informacion_ciudadana/SiteAssets/PERFIL%20ESTUDIO%20DE%20CONDICIONES%20DE%20HABITABILIDAD.pdf.
- Navarrete, A. (2017). Análisis sobre las principales causas del deterioro de la retablistica. Recuperado de: <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/67461/tesis.pdf?sequence=1> p175-184.
- Quesada Montero, J. (2015). Estudio de mercado de productos forestales a partir de la factibilidad de un punto de venta basado en el manejo forestal en CODEFORSA. (Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica). Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6350> p24.
- Rustom, A. (2012). Estadística descriptiva, probabilidad e inferencia: Una visión conceptual y aplicada. Recuperado de: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120284/Rustom_Antonio_Estadistica_descriptiva.pdf?sequence=1 p20.
- Sáenz, M. (2008). Serie: Madera para construcción. Acabados de madera. *Kurú: Revista Forestal*. 5.14. Costa Rica. Recuperado de: <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/431/362> p2-3.
- Santamaría, J. y Leandro, L. (2014). Anexo 01. Análisis de la oferta y la demanda de madera, derivados y sustitutos en Costa Rica. Recuperado de: https://onfcr.org/media/uploads/documents/analisis_de_mercado_anexo01.pdf p83, 96, 110.

- Silva, C. y Viteri, G. (2017). Estudio de maderas en acabados interiores y mobiliario para conjuntos habitacionales en Ambato. Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26750> p3, 52.
- Umaña, J. (16 de agosto 2016). Casas de interés social de madera combinan muchos beneficios: estética, ambiente y prevención de inundaciones. *Hoy en el TEC*. Recuperado de: <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2016/08/16/casas-interes-social-madera-combinan-muchos-beneficios-estetica-ambiente-prevencion>.
- UNE-EN ISO 13788. (2016). Características higrotérmicas de los elementos y componentes de edificación. Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial. Métodos de cálculo. (ISO 13788:2012). AENOR.
- Viquez Benavides, A. (2012). Validación de la Norma INTE 06-07-02:2011 de Clasificación Visual de la Madera en grados de calidad en madera verde aserrada sin cepillar de *Tectona grandis*. L.F. (Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica). Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3113> p24.
- Watchman, M., Potvin, A. & Demers, C. (2017). A Post-occupancy Evaluation of the Influence of Wood on Environmental Comfort. Recuperado de: http://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_12_4_8704_Watchman_Post_Occupancy_Evaluation_Wood p.8714.

10. ANEXOS

Anexo 1. Entrevista aplicada a los habitantes mayores de 15 años de las viviendas de los proyectos de interés social.

| | | | |
|---|----|----|------------------------------------|
| Fecha | | | Observaciones generales |
| Nombre de proyecto | | | |
| Ubicación | | | |
| Código de casa | | | |
| Nombre entrevistado | | | |
| Permiso para evaluar vivienda | SÍ | NO | |
| Permiso para grabar conversación | SÍ | NO | |
| Percepción del material madera | | | |
| ¿Cuáles son las diferencias que percibe al vivir en esta vivienda respecto a su anterior hogar? | | | |
| ¿Considera que la madera ayuda a minimizar la sensación de calor? O, por el contrario, ¿percibe más calor dentro de la vivienda? | | | |
| Del 1 al 10 ¿qué puntaje le otorga a la madera en cuánto a su calidad como material para construcción? | | | |
| ¿Cuál es su opinión respecto a comentarios sobre la facilidad de propagación de incendios, infestación por insectos, sismos, entre otros que indican que la madera no es buena para construcción? | | | |
| Del 1 al 10 ¿qué tan comfortable se siente en la vivienda? ¿Es suficiente el espacio (m ²) disponible dentro de la vivienda? | | | |
| En cuanto a servicios básicos brindados en las residencias, ¿Qué tan accesibles y eficientes son? ¿Con qué frecuencia falta el agua? | | | |

| | | | | |
|--|---|---------------------------------|----|---------------------------------|
| ¿Cómo es su relación con los vecinos? ¿Considera que el ambiente en los alrededores de su casa es adecuado, se siente cómodo (a) viviendo aquí? | | | | |
| Del 1 al 10, ¿Cuál es su nivel de satisfacción con la estructura de la vivienda?, ¿Tiene preferencia por algún otro material de construcción? De ser esta última afirmativa, justificar. | | | | |
| En el tiempo que tiene de habitar la vivienda, ¿ha detectado algún daño o deterioro en la madera? Si la respuesta es afirmativa, del 1 al 10 ¿cuál es su nivel de preocupación respecto al daño o deterioro detectado? | | | | |
| Mantenimiento aplicado | | | | |
| ¿Ha realizado algún tipo de mantenimiento en la vivienda? Si la respuesta es afirmativa pasar a las siguientes preguntas. | <table border="1"> <tr> <td>SÍ</td> <td>NO</td> <td>Observaciones de mantenimiento:</td> </tr> </table> | SÍ | NO | Observaciones de mantenimiento: |
| SÍ | NO | Observaciones de mantenimiento: | | |
| ¿Qué tipo de mantenimiento ha realizado? | | | | |
| ¿Cómo lo realizó?, ¿Contó con asesoría técnica? | | | | |
| ¿Cuándo lo realizó? | | | | |
| ¿Cuál fue el costo aproximado del mantenimiento? | | | | |

Anexo 2. Material de apoyo para los grupos focales realizados con niños como parte del análisis de percepción en cada uno de los proyectos.

Anexo 2.1 Interrogantes

¿Qué es lo que más les gusta de su nuevo hogar?, ¿de qué material era su vivienda anterior?

Del 1 al 10, ¿qué tan felices están de vivir en una casa de madera?

¿Qué otros productos conocen que estén hechos con madera?, ¿de dónde se obtiene la madera?

Anexo 2.2 Material de apoyo importancia de la madera

¿Cuál es la importancia de cuidar los bosques?

Se realizó un mural en papel periódico con hojas recolectadas en los alrededores del sitio de encuentro, con el fin elaborar un mural que exprese un árbol. Posteriormente, se reflexionó acerca de la importancia de los bosques para la biodiversidad mediante un conversatorio.

Anexo 3. Plantilla de evaluación en campo del estado actual del mantenimiento de la madera en los proyectos de interés social de tres comunidades diferentes.

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------|--|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Fecha | | | | Observaciones: | | | | | | |
| Nombre de proyecto | | | | | | | | | | |
| Ubicación | | | | | | | | | | |
| Código de casa | | | | | | | | | | |
| Especie arbórea | | | | | | | | | | |
| Número de pieza | Tipo de pieza | Ubicación (Interior o exterior) | Contenido de humedad | Daños específicos | | | | | | Código de fotos |
| | | | | Defectos de piezas | Rajaduras y grietas | Presencia de nudos | Infestación por insectos | Pudrición y mohos | Oxidación de metales | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Anexo 4. Escala de Hetschell utilizada por Cervantes y Barradas (2010) para la determinación de la sensación térmica relacionada con el índice de Temperatura Efectiva (TE).

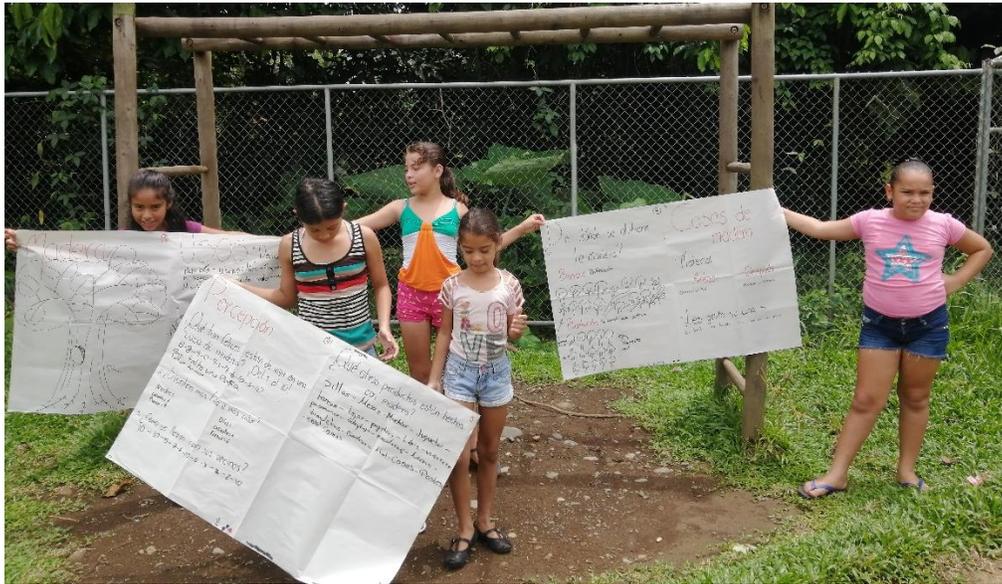
Tabla 1. Escalas de sensaciones térmicas asociadas a TE (tomada de Hetschell, 1986) y K (tomada de Terjung, 1966)

| Rangos de la TE | Sensación térmica | Rangos de la K | Sensación térmica |
|-----------------|------------------------|----------------|-------------------|
| >30 | Calor pesado | | |
| 24 a 30 | Calor moderado | | |
| 18 a 24 | Calor placentero | < 200 | Caluroso |
| 12 a 18 | Placentero | 200 a 300 | Confortable |
| 6 a 12 | Fresco | 300 a 600 | Fresco |
| 0 a 6 | Muy fresco | 600 a 800 | Relente |
| - 6 a 0 | Frío ligero | 800 a 1000 | Frío |
| -12 a -6 | Frío | 1000 a 1200 | Muy frío |
| -18 a -12 | Muy frío | 1200 a 1400 | Frío mordaz |
| -24 a -18 | Frío intenso | > 1400 | Congelación |
| < -24 | Peligro de congelación | | |

Anexo 5. Grupos focales con niños realizados en las tres comunidades visitadas.

Anexo 5.1 Participantes grupo focal del proyecto Don Sergio, Sarapiquí, Heredia.

Anexo 5.1.1 Participantes



Anexo 5.1.2 Ejecución del grupo focal



Anexo 5.2 Participantes grupo focal del proyecto El Porvenir, Batán, Limón.

Anexo 5.2.1 Participantes

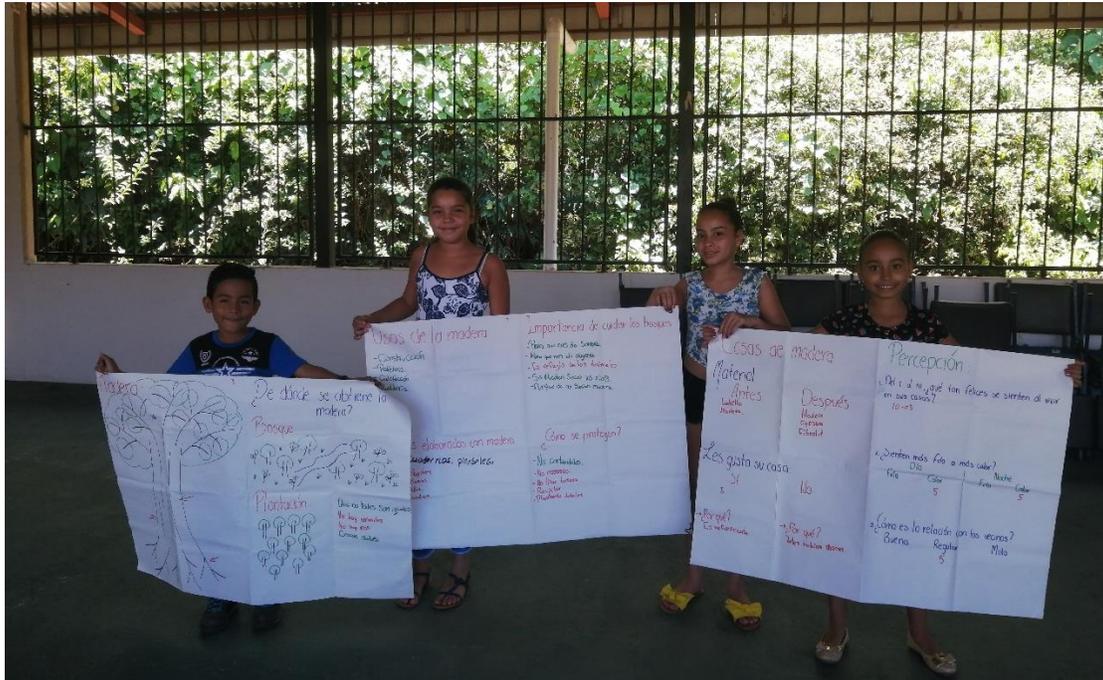


Anexo 5.1.2 Ejecución del grupo focal

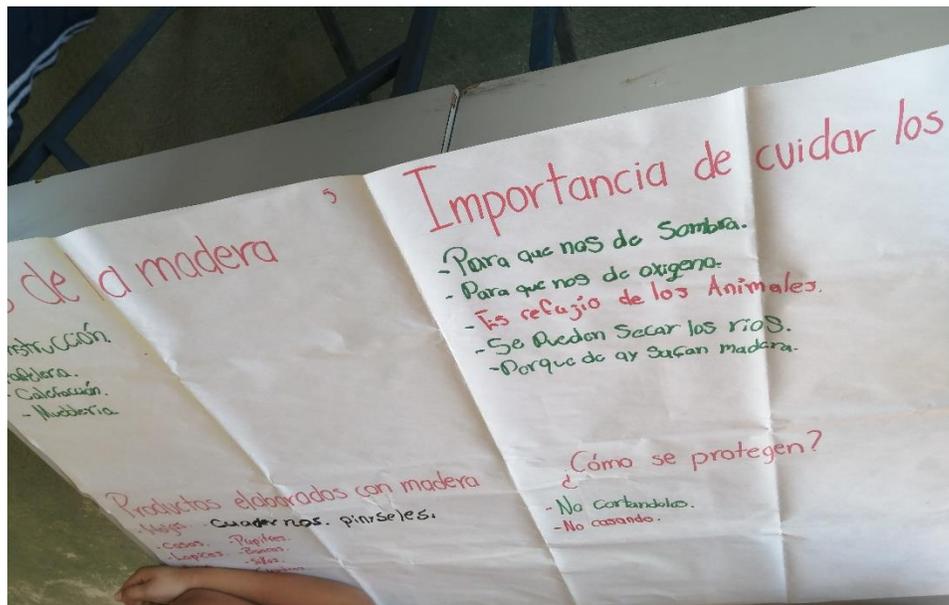


Anexo 5.3 Participantes grupo focal del proyecto Noche Buena, Turrialba, Cartago.

Anexo 5.3.1 Participantes



Anexo 5.3.2 Ejecución del grupo focal



Anexo 6. Relación existente entre el nivel de satisfacción de las familias y el mantenimiento aplicado (Estadístico Chi-cuadrado).

Anexo 6.1 Tabla de contingencia para cálculo de estadístico Chi-cuadrado.

| | Satisfacción | |
|---------------|--------------|--------------|
| Mantenimiento | Satisfecho | Insatisfecho |
| Sí | 13 | 10 |
| No | 17 | 43 |

Anexo 6.2 Frecuencia observada y esperada para el cálculo del estadístico Chi-cuadrado.

| Frecuencia observada | Satisfacción | | |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| Mantenimiento | Satisfecho | Insatisfecho | Total |
| Sí | 13 | 10 | 23 |
| No | 17 | 43 | 60 |
| Total | 30 | 53 | 83 |
| Frecuencia esperada | Satisfacción | | |
| Mantenimiento | Satisfecho | Insatisfecho | Total |
| Sí | 8,31 | 14,69 | 23 |
| No | 21,69 | 38,31 | 60 |
| Total | 30 | 53 | 83 |

Anexo 6.3 Cálculo del estadístico Chi-cuadrado.

$$X^2 = \frac{(13 - 8,31)^2}{8,31} + \frac{(10 - 14,69)^2}{14,69} + \frac{(17 - 21,69)^2}{21,69} + \frac{(43 - 38,31)^2}{38,31}$$

$$X^2 = 5,72$$

Anexo 6.4 Resumen del resultado del estadístico Chi-cuadrado.

| Resumen | Valor |
|------------------------|--------------|
| Chi-cuadrado observado | 5.72 |
| Grados de libertad | 1 |
| Nivel de significancia | 0.05 |
| Chi-cuadrado esperado | 3.84 |