



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE AISLAMIENTO ACÚSTICO PARA VIVIENDAS
CONSTRUIDAS EN CAÑA GUADÚA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA
FIBRA DE COCO COMO MATERIAL AISLANTE.

AUTOR

EDISON RODRIGO MURILLO MERO

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE AISLAMIENTO ACÚSTICO PARA VIVIENDAS
CONSTRUIDAS EN CAÑA GUADÚA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA
FIBRA DE COCO COMO MATERIAL AISLANTE.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Tecnólogo en Construcción y Domótica

Profesor guía:

ING ANDRÉ HERNÁNDEZ

Autor:

EDISON RODRIGO MURILLO MERO

Año

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, PROPUESTA DE AISLAMIENTO ACÚSTICO PARA VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN CAÑA GUADÚA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA FIBRA DE COCO COMO MATERIAL AISLANTE, través de reuniones periódicas con el estudiante, EDISON RODRIGO MURILLO MERO, en el semestre 2020, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.



ING. André Hernández

C.C. 171658974-0

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, PROPUESTA DE AISLAMIENTO ACÚSTICO PARA VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN CAÑA GUADÚA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA FIBRA DE COCO COMO MATERIAL AISLANTE, de EDISON RODRIGO MURILLO MERO, en el semestre 2020, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



ING. GERMAN VELEZ TERREROS
C.I. 0603782475

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

"Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes."

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Edison R. Murillo Mero', written over a horizontal line.

EDISON RODRIGO MURILLO MERO

C.C. 1310058167

AGRADECIMIENTOS

Agradecido con dios por permitirme vivir esta experiencia tan maravillosa como fue mi formación académica, también a todas las personas que compartieron todos sus conocimientos.

DEDICATORIA

Con todo cariño y amor a mi esposa, ella es el motor principal que me impulso a seguir hacia adelante en mi carrera profesional, también está toda mi familia y amigos que de alguna manera me alentaron a seguir hasta el final.

RESUMEN

Si bien es cierto uno de los aspectos primordiales a analizar para que una vivienda sea habitable y se base en los estándares de confort, es el ruido que se produce ya sea por agentes internos como externos a esta. Por lo que se ha tomado como caso a aplicar el ejemplo de una vivienda de caña guadua donde existe exceso de ruido, a causa de agentes diversos, por lo que se propone la inclusión de un sistema de insonorización a partir del uso de la fibra de coco, para lo cual se determinó como prioritario realizar un diagnóstico sonoro tanto cuantificable así como en torno a la construcción y las características básicas que dispone una casa de caña guadua, para en lo posterior proponer la inclusión de paneles de fibra de coco para producir reducción de ruido, por lo que en los resultados se pudo evidenciar que evidentemente hubo una reducción considerable de ruido a partir de la inclusión de fibra de coco en la vivienda en mención.

PALABRAS CLAVE

Vivienda, caña guadua, fibra de coco, ruido, sistema, insonorización

ABSTRACT

The principal aspects to analyze for a home to be habitable and based on comfort standards is true, it is the noise that is produced either by internal agents or external to it. Therefore, it has been taken as a case to apply the example of a Guadua cane house where there is excess noise, due to various agents, so it is proposed to include a soundproofing system from the use of fiber Coconut, for which it was determined as a priority to make a sound diagnosis both quantifiable as well as around the construction and the basic characteristics that a Guadua cane house has, to subsequently propose the inclusion of coconut fiber panels to produce reduction of noise, so the results showed that there was evidently a considerable reduction of noise from the inclusion of coconut fiber in the home.

KEYWORDS

Housing, cane guadua, coconut fiber, noise, system, soundproofing

ÍNDICE

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | CAPITULO I. GENERALIDADES..... | 3 |
| 1.1. | Antecedentes | 3 |
| 1.2. | Formulación del Problema | 4 |
| 1.3. | Objetivos | 6 |
| 1.4. | Objetivo General | 6 |
| 1.5. | Objetivos específicos..... | 6 |
| 1.6. | Alcance | 7 |
| 1.7. | Justificación del proyecto..... | 8 |
| 1.8. | Justificación Teórica | 8 |
| 1.9. | Justificación Práctica | 9 |
| 1.10. | Justificación Metodológica..... | 10 |
| 1.11. | Método descriptivo | 10 |
| 1.12. | Método inductivo | 13 |
| 1.13. | Método deductivo..... | 13 |
| 2. | CAPITULO II. MARCO TEÓRICO..... | 15 |
| 2.1. | El Ruido..... | 15 |
| 2.2. | Efectos del ruido..... | 16 |
| 2.3. | Efectos psicológicos y fisiológicos del ruido..... | 17 |
| 2.4. | Transmisión del ruido..... | 18 |
| 2.5. | Tipos de ruidos | 18 |
| 2.6. | Niveles sonoros según el tipo de transportes públicos..... | 20 |
| 2.7. | Efectos del ruido en la salud | 21 |
| 2.8. | El ruido dentro de la vivienda | 23 |
| 2.9. | Vías de transmisión del sonido entre habitaciones | 23 |
| 2.10. | Control del ruido | 25 |
| 2.11. | Técnicas de Control de Ruido..... | 26 |
| 2.12. | Reducción de ruido de la fuente emisora | 26 |
| 2.13. | Control del medio transmisor | 27 |
| 2.14. | Control del ruido ambiental | 28 |
| 2.15. | Métodos de protección contra ruidos..... | 29 |
| 2.16. | Absorción acústica..... | 29 |
| 2.17. | Aislación sonora | 30 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.18. | Aislamiento acústico | 30 |
| 2.19. | Tipos de aislamiento acústicos..... | 31 |
| 2.20. | Lana mineral..... | 32 |
| 2.21. | Lana de fibra de vidrio..... | 32 |
| 2.22. | Fibra de madera | 33 |
| 2.23. | Viroc | 33 |
| 2.24. | Yeso | 34 |
| 2.25. | Corcho | 35 |
| 2.26. | Vidrio celular | 36 |
| 2.27. | Espuma de poliestireno..... | 37 |
| 2.28. | Espuma de poliuretano | 38 |
| 2.29. | Fibra de coco | 39 |
| 2.30. | Coefficiente de absorción en materiales aislantes..... | 41 |
| 2.31. | Materiales antivibratorios..... | 42 |
| 2.32. | Factores que intervienen en el aislamiento acústico..... | 42 |
| 2.33. | Viviendas en Caña Guadua | 45 |
| 3. | CAPITULO III. METODOLOGÍA..... | 47 |
| 3.1. | Diseño de la investigación | 47 |
| 3.2. | Alcance de la investigación | 48 |
| 3.3. | Modalidad de la investigación..... | 48 |
| 3.4. | Técnica e instrumentos de recolección de datos..... | 49 |
| 3.5. | Técnicas | 49 |
| 3.6. | Instrumentos | 49 |
| 3.7. | Variables | 50 |
| 3.8. | Procesamiento de la información | 51 |
| 4. | CAPÍTULO IV. RESULTADOS | 52 |
| 4.1. | Resultados de las pruebas sonoras | 52 |
| 4.2. | Mediciones del ruido inicial | 52 |
| 4.3. | Aislamiento acústico | 57 |
| 4.4. | Medición de ruido en material de concreto vaciado frente a la fibra de coco | 61 |
| 5. | CAPÍTULO V. PROPUESTA | 63 |
| 5.1. | Detalle del proceso de construcción | 64 |
| 5.2. | Propiedades a la flexión de la caña guadua | 64 |
| 5.3. | Mantenimiento de la Caña Guadua | 65 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 5.4. | Tipos de tratamientos y mantenimiento..... | 67 |
| 5.5. | Proceso manual de la construcción con caña guadua | 71 |
| 5.6. | Selección y clasificación de la materia prima | 72 |
| 5.7. | Presentación de la caña guadua en concentración de agua | 73 |
| 5.8. | Herramientas..... | 75 |
| 5.9. | Proceso de construcción del aislamiento acústico..... | 77 |
| 5.10. | Cortes | 77 |
| 5.11. | Proceso de construcción de la fibra de coco en la vivienda..... | 87 |
| 5.12. | Descripción de rubros de aislamiento acústico..... | 96 |
| 6. | CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 98 |
| 6.1. | Conclusiones..... | 98 |
| 6.2. | Recomendaciones | 100 |
| | REFERENCIAS..... | 101 |
| | ANEXOS | 103 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Representación del ruido | 16 |
| Figura 2. Efectos del ruido..... | 17 |
| Figura 3. Banda de ruido..... | 20 |
| Figura 4. Vías directas del ruido..... | 24 |
| Figura 5. Techo suspendido y suelo flotante con ruido | 25 |
| Figura 6. Transporte del ruido | 26 |
| Figura 7. Lana mineral | 32 |
| Figura 8. Lana de fibra de vidrio..... | 32 |
| Figura 9. Fibra de madera | 33 |
| Figura 10. Viroc..... | 34 |
| Figura 11. Yeso..... | 35 |
| Figura 12. Corcho..... | 35 |
| Figura 13. Vidrio celular | 36 |
| Figura 14. Espuma de poliestireno..... | 37 |
| Figura 15. Espuma de poliuretano | 38 |
| Figura 16. Fibra de coco | 39 |
| Figura 17. Material antivibratorio | 42 |
| Figura 18. Factor de masa | 43 |
| Figura 19. Factor multicapas..... | 44 |
| Figura 20. Sonómetro..... | 50 |
| Figura 21. Medición del nivel de presión sonora (dB) inicial en construcción caña guadua..... | 52 |
| Figura 22. Presión sonora (diurno corregido)..... | 54 |
| Figura 23. Presión sonora (nocturno corregido)..... | 55 |
| Figura 24. Aislamiento acústico de la propuesta según (Hz) | 60 |
| Figura 25. Esquema del área de almacenamiento | 69 |
| Figura 26. Secado usando “el pulpo” | 70 |
| Figura 27. Proceso de tratamiento completo de la caña guadua | 72 |
| Figura 28. Paneles de fibra de coco..... | 77 |
| Figura 29. Unión de espárragos galvanizados | 79 |
| Figura 30. Unión con pasadores de fibra de coco en el bambú | 79 |
| Figura 31. Proceso para hacer pasadores | 80 |
| Figura 32. Proceso para usar los pasadores de fibra de coco | 81 |
| Figura 33. Relleno con grout | 82 |
| Figura 34. Criterio para fijar pasadores, cortado sobrante, alternación de cortes diagonales..... | 84 |
| Figura 35. Colocación de una varilla en el culmo..... | 84 |
| Figura 36. Proceso secado en el burro | 85 |
| Figura 37. Fijación de latas | 87 |
| Figura 38. Materia prima para la fibra de coco | 88 |
| Figura 39. Obtención de fibras de coco..... | 89 |

| | |
|---|----|
| Figura 40. Sector a ser intervenido | 90 |
| Figura 41. Medición del área a intervenir | 90 |
| Figura 42. Espacio interno y externo del área a intervenir | 91 |
| Figura 43. Ubicación de fibras de coco | 92 |
| Figura 44. Colocación de la fibra de coco en la caña guadua | 93 |
| Figura 45. Fijación de la pared interior con fibra de coco | 94 |
| Figura 46. Imagen del área de la pared terminada..... | 95 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Nivel sonoro según elementos | 21 |
| Tabla 2. Coeficiente de absorción en materiales aislantes | 41 |
| Tabla 3. Nivel de presión sonora (diurna corregida)..... | 54 |
| Tabla 4. Nivel de Presión sonora (nocturna corregido) | 55 |
| Tabla 5. Comparación de los LK eq de acuerdo a límites máximos permisibles | 56 |
| Tabla 6. Cálculo de aislamiento acústico | 60 |
| Tabla 7. Medición de ruido en material de concreto vaciado frente a la fibra de coco..... | 61 |
| Tabla 8. Propiedades flexión caña guadua | 64 |
| Tabla 9. Agentes químicos para conservar caña guadua | 66 |
| Tabla 10. Cuadro de comparación de concentración de agua | 73 |
| Tabla 11. Tipos de confort..... | 73 |
| Tabla 12. Nivel sonoro según edificaciones | 74 |
| Tabla 13. Herramientas generales para construir la plancha de fibra de coco en la casa de caña guadua | 75 |
| Tabla 14. Materiales y herramientas específicos por etapa de la construcción | 76 |
| Tabla 15. Costos de aislamiento acústico | 96 |
| Tabla 16. Tabla de análisis de precios unitarios. | 97 |

INTRODUCCIÓN

Si bien la fibra de coco es un material innovador y natural aplicado solo recientemente en la industria de la construcción, se ha tomado para la presente investigación como una opción oportuna a la necesidad de reducir el ruido en una casa de caña guadua, pues esta dispone tanto de ruido excesivo en el día como en la noche, por lo que se ha propuesto un sistema de insonorización compuesto por paneles de fibra de coco para incluirlos en la casa de caña guadua, una opción muy certera debido a que, al comparar la fibra de coco con material tradicional, se puede observar que esta amortigua más el ruido debido a que cumple con un proceso de reducción sonora eficiente.

El presente proyecto cuenta con cinco capítulos en donde se incluyen:

Capítulo 1.- Generalidades.- En este capítulo se muestra el problema, los objetivos a perseguir así como el alcance de la investigación.

Capítulo 2.- Marco Teórico.- El siguiente capítulo aborda muchos conceptos claves, que se mencionan en este documento para la construcción del presente proyecto en base a referencias bibliográficas.

Capítulo 3.- Metodología.- Se define el diseño, métodos, técnicas y herramientas a utilizar para medir el ruido y su mitigación en base al sistema de insonorización planteado con fibra de coco para una casa de caña guadua

Capítulo 4.- Resultados .- Aquí se presentan los resultados de la toma del ruido diurno y nocturno en la casa de caña guadua, así como se incluyeron las

mediciones una vez incluidos los paneles de fibra de coco, donde fue posible observar que, efectivamente si hubo una reducción de ruido acústico.

Capítulo 5.-Propuesta.- Se incluyó el manual sobre el proceso para incorporar los paneles de fibra de coco a la casa de caña guadua para disminuir los efectos sonoros.

Conclusiones y Recomendaciones.- Se incluye el análisis de conclusiones en base a los objetivos planteados al inicio y sus correspondientes recomendaciones.

1. CAPITULO I. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La falta de aislamiento acústico es un inconveniente que afecta a la mayoría de las viviendas construidas en caña guadua, esto se debe en gran parte por la falta de conocimiento técnico al momento de construir, dado que no se toma en cuenta factores tan importantes como el ruido.

El ruido en las zonas urbanas crece de forma acelerada año tras año, distintas organizaciones y entidades nacionales e internacionales han desarrollado campañas para difundir el concepto de que el ruido es perjudicial para la salud de toda la población. Los distintos sistemas de insonorización utilizados comúnmente como son, sistema absorbentes acústicos y sistema de aislamiento acústico, también presentan un problema ambiental debido a que los productos más eficientes han mostrado tener otro tipo de agente contaminante como son las espumas de poliuretano y materiales derivados del petróleo, para nuestra salud y para el medio ambiente, dentro de los principales agentes contaminantes se encuentran: el ruido de automotores y el ruido de conglomerados entre otros.

La fibra de coco es naturalmente inodora, tiene buenas propiedades térmicas y acústicas es de las pocas fibras naturales que son altamente resistentes a la putrefacción. Utilizada desde hace varias décadas, la fibra de coco tiene una gran diversidad de aplicaciones en campos tan diversos como la agricultura, la decoración o la construcción ecológica. (Barnacork, 2018)

Gracias a su gran capacidad aislante y excepcionales prestaciones acústicas, la fibra de coco contribuye a una reducción sustancial de los niveles sonoros, tanto de impacto como de reverberación, constituyendo la solución ideal a muchos de

los problemas acústicos, siendo difícil con otros materiales la obtención de resultados tan favorables.

Colocada bajo el pavimento, elimina los ruidos de pisadas, golpes o el molesto arrastrar de sillas y muebles.

Aplicada en la pared es especialmente efectiva como absorbente acústico, principalmente en las frecuencias bajas.

Es un producto natural, inodoro, imputrescible, fabricado mediante el reciclaje de la cascara del coco. Es estable dimensionalmente, presenta una excelente transpirabilidad y una muy buena resistencia mecánica a la compresión. (Barnacork, 2018)

Las fuentes emisoras de ruidos que afectan una vivienda son: vías vehiculares cercanas y viviendas contiguas, muchas de estas viviendas están en proceso de construcción o remodelación, además del ruido generado en el interior de la vivienda. El ruido en el hogar es un tema que afecta a todos. Es importante mitigar los efectos de contaminación auditiva que reciben las personas. Este es uno de los factores a considerar donde el problema es el ruido dentro de las viviendas se evidencia que es perjudicial para la salud de las personas afectando su vida social, su rendimiento laboral y produciendo niveles elevados de estrés e irritabilidad en el ser humano.

1.2. Formulación del Problema

El ruido, se entiende que son sonidos molestos que percibe el oído humano, puesto que deteriora y altera la calidad ambiental del espacio en donde realizamos nuestras actividades. (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2005) La exposición prolongada al ruido, ya sea en la vida cotidiana o en el puesto de trabajo, puede causar problemas médicos, como hipertensión

y enfermedades cardíacas. El ruido puede afectar adversamente a la lectura, la atención, la resolución de problemas y la memoria. Los fallos en el desempeño de la actividad laboral pueden producir accidentes. El ruido con niveles por encima de 80 dB puede aumentar el comportamiento agresivo. Además parece haber una conexión entre el ruido comunitario y ciertos problemas mentales, debido a la demanda de tranquilizantes y somníferos, la incidencia de síntomas psiquiátricos y el número de admisiones a hospitales psiquiátricos. El ruido puede causar otros muchos problemas, pero la principal consecuencia social es el deterioro de la audición, que produce incapacidad de entender una conversación en condiciones normales y que está considerado una desventaja social severa.

(Asociación Española de Normalización y Certificación, 2005) Son múltiples las afectaciones que el ruido puede causar en la salud auditiva, estas pueden ir desde, la disminución temporal o permanente de la capacidad auditiva hasta manifestaciones de sensaciones de molestia, nerviosismo, irritabilidad e interferencias en el sueño. La falta de descanso conlleva a: disminución del rendimiento, concentración y alteraciones del metabolismo auditivo, además ciertos trastornos en el sistema nervioso central.

Existen una variedad de materiales y mecanismos para realizar insonorización en las viviendas, las cuales suelen contar con diversos tipos de elementos como son esponjas adsorbentes de ruido materiales aislantes acústicos y una variedad de lana y fibras, al hablar de materiales contaminantes se habla de aquellos resonadores fibrosos, porosos o de tipo reactivo, lo cual se analizara y se tendrá

mucho en cuenta con el uso de fibra de coco de tal forma que evite la filtración del ruido.

1.3. Objetivos

1.4. Objetivo General

Proporcionar un adecuado aislamiento acústico utilizando la fibra de coco en viviendas construidas en caña guadua.

1.5. Objetivos específicos

- Generar un proceso para utilizar la fibra de coco, como un material de aislamiento acústico.
- Determinar la tipología y construcción de la vivienda para la aplicación de un sistema aislante a partir de la fibra de coco.
- Identificar las condiciones acústicas en las que se encuentra la vivienda a insonorizar.
- Elaboración de un sistema de aislamiento o un prototipo donde se detallan los procedimientos que serán necesarios para la construcción e instalación de los elementos aislantes.
- Identificar las propiedades con las cuales la fibra de coco nos aporta cualidades y características para la insonorización de la vivienda.

- Realizar un análisis comparativo entre el sistema aislante de fibra de coco con los sistemas tradicionales de aislamiento.
- Crear un manual que detalle correctamente el mantenimiento que se debe aplicar al sistema aislante.

1.6. Alcance

Elaborar un documento donde se detalle la instalación de un sistema aislante a través de la aplicación de la fibra de coco como un material aislante y de origen natural.

Se entregará documentación que describa el proceso de instalación, también se proporcionarán estudios basados en el comportamiento del ruido dentro y fuera de la vivienda de este modo sabremos qué tipos de ruidos o alteraciones auditivas están vulnerando la vivienda.

Se describirán los procesos mediante documentación.

Se proporcionará planos de la vivienda para que exista una mejor comprensión de la implementación de la fibra de coco para lograr el aislamiento acústico.

Se realizará un informe económico que detalle los costos del proyecto.

También se entregará documentación adquirida mediante bibliografías y documentos de la web en donde se pueda visualizar y comprender las propiedades de la fibra de coco.

No se presentarán diseños 3D en viviendas donde se utilizará este sistema, tampoco se promocionará la utilización de este sistema de aislamiento acústico, este documento es elaborado con fines netamente educativos.

1.7. Justificación del proyecto

1.8. Justificación Teórica

El ruido es un sonido no deseado que puede llegar a alterar nuestra tranquilidad y la de las personas que nos rodean. El ruido es uno de los factores contaminantes más comunes en nuestro medio urbano y del cual somos causantes, además es uno de los contaminantes silenciosos que afecta directamente a nuestra salud.

Para determinar los niveles de ruido que afectan a la vivienda se utilizarán conocimientos adquiridos en Audio y Video debido a su relación directa con conceptos como aislamiento acústico que es el campo donde se desarrolla nuestro proyecto. Los materiales de construcción son una parte importante ya que ayuda a comprender la composición de los materiales y elementos que estaremos estudiando. Cada una de estas materias aporta herramientas y conceptos fundamentales en el desarrollo e investigación de los objetivos planteados en este proyecto de titulación.

1.9. Justificación Práctica

Con la elaboración y ejecución de este documento informativo se evidencia beneficiarios directos: como serian todos los habitantes de las diferentes viviendas y edificaciones que están expuestas a diferentes variaciones de ruidos y sonidos en general.

Este estudio se realiza para dar a conocer, e informar a la sociedad, que existen otros materiales con muy buenos resultados en el tema del aislamiento acústico, como son el corcho, fibra de madera, lana de roca etc., son amigables con el medio ambiente, y son económicamente asequibles a la comunidad que habita una construcción de este tipo.

Con el fin de dar a conocer que la contaminación auditiva es un verdadero problema que afecta a todos los seres humanos; y lo perjudicial que representa para nuestra salud, mediante este estudio presentaremos sus efectos y también la forma de prepararnos para enfrentar el problema..

Este estudio está dirigido para todos quienes poseen una construcción de caña guadua, ya sea una vivienda, un lugar de trabajo, un espacio para compartir con los suyos, y además para quien piensa construir o adquirir una vivienda de este tipo.

1.10. Justificación Metodológica

1.11. Método descriptivo

El presente estudio está basado en el método de construcción con un beneficio significativo para el usuario en general; y con un alto grado de aportación al conocimiento sobre este tema, los estudios realizados proporcionarán el conocimiento necesario y guiará en el trayecto de ejecución de este proyecto :

Paso uno

- Procesos para adquirir la fibra de coco, para la utilización en un sistema aislante
 - Para ejecutar este paso es necesario realizar una breve encuesta de todos los lugares donde se pueda obtener la materia prima, ya que es de origen local en la costa Ecuatoriana.
 - Se utilizarán datos proporcionados por la municipalidad de la ciudad de Portoviejo donde existen informes de empresas que extraen el agua de coco.

Paso dos

- Generar un proceso para utilizar la fibra de coco, como un material de aislamiento acústico.

- Se identificará los distintos procesos a los que será sometido la fibra de coco, como material de aislamiento.
- Proceso de aplicación de un producto para prolongar su funcionamiento y a su vez tratamiento de inmunización frente a las plagas o insectos.

Paso tres

- Determinar la tipología y construcción de la vivienda para la aplicación de un sistema aislante a partir de la fibra de coco.
- Elaborar un documento que detalle el tipo de construcción y la forma de mejorar el aislamiento acústico.
- Realizar una descripción gráfica de la vivienda para poder proyectar una mejor aplicación del sistema de aislamiento acústico.

Paso cuatro

- ° Identificar las condiciones acústicas en las que se encuentra la vivienda a insonorizar.
- Recopilar datos de ruidos a los cuales se encuentra sometido la vivienda, los cuales se los realizará por medio de dispositivos electrónicos
- Investigar la causa de los ruidos excesivos para tener un documento que respalde el trabajo.

Paso cinco

- Elaboración de un sistema de aislamiento o un prototipo donde se detalla los procedimientos que serán básicos para la construcción e instalación de los elementos aislantes.
- Escoger materiales propicios para aplicar el sistema de insonorización en la vivienda.
- Definir mediante una matriz los elementos que tienen compatibilidad y muestran gran beneficio al ser utilizados en la vivienda.

Paso seis

- Identificar las propiedades con las cuales la fibra de coco nos aporta cualidades y características para la insonorización de la vivienda.
- Recopilar la información necesaria para que nuestro proyecto tenga el sustento necesario al utilizar la fibra de coco como aislante natural.
- Tomar nota de los puntos que resultan de suma importancia para luego proporcionarlos en esta documentación.

Paso siete

- Realizar una comparación entre el sistema aislante de fibra de coco, con los sistemas tradicionales de aislamiento acústico.
- Realizar investigaciones basadas en construcciones con aislamientos tradicionales, para realizar la comparación con el sistema de fibra de coco.

Paso ocho

- Tomar nota sobre los procesos que son necesarios para que el sistema de aislamiento tenga un correcto funcionamiento.

Identificación de fuentes de generación de ruido

Las fuentes principales de generación de ruido identificadas son:

- Taladro
- Área del taller
- Área de generadores eléctricos
- Zona común

NOTA: Las fuentes de ruido mencionadas son las que se generan en la vivienda de caña guadua.

1.12. Método inductivo

Finalizando el estudio de diversos factores que constituyen esta propuesta y, tomando los resultados que se obtienen en los diferentes estudios que se realizarán, como resultado se procede a realizar esta guía de instalación y aplicación del sistema aislante en viviendas construidas en caña guadua para dar la solución a los diversos problemas como son el ingreso de ruidos de diversos índoles hacia la vivienda interior.

1.13. Método deductivo

Las agravantes por los cuales tenemos un incremento de viviendas que no cumplen con el confort acústico, son las siguientes: falta de conocimientos de los materiales locales, materiales con precios muy elevados, falta de información

de guías y documentos que promuevan la auto construcción y eco construcción con materiales locales materiales que no causan impacto en el medio ambiente, materiales cien por ciento naturales.

- Falta de conocimientos de los materiales locales.
- Materiales procesados con precios muy elevados.
- Falta de información de guías y documentos que promuevan el auto construcción y eco construcción.

2. CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. El Ruido.

El ruido puede ser determinado como el sonido que no es agradable al oído humano y en ciertas circunstancias produce muchas molestias el ruido tiene consecuencias muy negativas en la salud de las personas, siendo esto un acontecimiento que se ha convertido en algo desfavorable no solo en los núcleos urbanos sino en toda la ciudad. El ruido se convierte rápidamente en un agente de alto grado de contaminación acústica. (elruido.com, 2015)

Los sonidos escuchados por los distintos artefactos eléctricos puede ser agradable para una familia en una vivienda que sigue ciertos hábitos , pero puede resultar molesto para los vecinos que realizan otras actividades que exige un grado de concentración.El ruido tiene un componente subjetivo.

La contaminación acústica es todo el ruido próximo a nuestro entorno, normalmente es una combinación de sonidos desagradables procedentes de muchas fuentes sonoras.

La contención del ruido por medio de las tecnologías es necesaria para obtener niveles aceptables. El control del ruido se puede ejecutar por medio de diversas tecnologías que incluyen niveles de sonido a los que es posible exponerse, sin embargo, hay tecnologías que son costosas para la disminución del ruido por lo que hay alternativas en los mercados que incluyen material ecológico como en el caso de la costa Ecuatoriana donde se utiliza la cascara de coco para contrarrestar el ruido.



Figura 1. Representación del ruido

Tomado de: (EHU, 2015)

2.2. Efectos del ruido

El ruido puede influir en el comportamiento de las personas pues puede causar alteraciones a nivel fisiológico.

Los ruidos generan algunas molestias en las emociones humanas, ya que es posible que “a mayor ruido mayor irritabilidad, por la perturbación psicológica”, por ello es que en el ámbito fisiológico puede ser dañino y doloroso, y se intensifica conforme avanza la edad del ser humano.

Dentro de los principales efectos que causa se encuentran:



Figura 2. Efectos del ruido

Tomado de: (elruido.com, 2015)

2.3. Efectos psicológicos y fisiológicos del ruido

El ruido causa distorsión de tipo auditiva y también es una distracción para el ser humano ya que puede ocasionar desconcentración de las actividades cotidianas y estrés, así como fatiga, reducción de apetito, indigestión, irritación, jaquecas, y otras situaciones, sobre todo cuando el ruido es de alta intensidad, ya que es ahí cuando se generan efectos acumulativos sobre el mecanismo de audición humana, que incluso puede llegar a generar sordera permanente o temporal. (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2005)

Psicológicamente produce efectos desfavorables en la productividad de las actividades laborales. Los distintos ruidos emitidos por las máquinas son los que originan desgastes severos, daños físicos y a nivel emocional.

2.4. Transmisión del ruido

Uno de los principales elementos para la transmisión del sonido es el medio de propagación y este puede ser un elemento sólido líquido o gaseoso. Por otro lado para que las ondas de sonido se propaguen de un extremo a otro se deben cumplir tres condiciones básicas: que el medio de propagación sea elástico, que contenga inercia, se debe medir la temperatura, humedad y presión, así como la propagación de la onda sonora. (elruido.com, 2015)

Los ruidos que se producen por roces o impactos de elementos que se encuentran sobre una área determinada, tienden a emitir vibraciones que producen emisiones y distorsiones sonoras, esto depende mucho del nivel de oscilación de las ondas emitidas, del mismo modo la conformación del material para que estas variaciones sean trasladadas a otro cuerpo o superficie .

2.5. Tipos de ruidos

Se los puede clasificar de la siguiente manera: continuo, intermitente, impulsivo, de baja frecuencia, tonal, rosa y blanco.

Ruido continuo: este ruido es producto de artefactos o maquinarias que operan en modo continuo por ejemplo: bombas, motores, equipo de ventilación

Ruido intermitente: es emitido por maquinarias o equipos que operan en ciclos, transporte aéreo y terrestre, con variación en aumento y disminución del mismo de acuerdo a los periodos realizados.

Ruido impulsivo: se denomina ruido impulsivo a los impactos o explosiones, es breve brusco y con mucha energía, igualmente sorprende, causa incomodidad mayor molestias a la esperada de una simple onda sonora.

Ruido de baja frecuencia: es generado a partir de una energía significativa en un margen de frecuencia de 8 a 100 HZ, típico de motores de barcos, trenes que operan a base de diésel, este ruido es difícil de aplacar ya que se extiende fácilmente en todas las direcciones y puede ser percibido a muchos kilómetros de distancia. (elruido.com, 2015)

Ruido tonal: es originado por equipos y maquinarias que ocasionan impactos reiterativos, siendo la causa de ciertas vibraciones que se transmiten mediante el aire, y estas son captadas como tonos. Estas pequeñas variaciones pueden ser identificadas.

Ruido rosa: se lo denomina así al ruido que tiene un nivel sonoro ininterrumpido en todas las bandas de octava, normalmente es utilizado para determinar el nivel de aislamiento en laboratorios y para mediciones acústicas.

Ruido blanco: es la combinación de las distintas frecuencias con la misma amplitud, lo que en acústica se comprende como visión plana. Se diferencia del ruido rosa, ya que este más tiende a incrementar su patrón en 3 dB en la presión cada vez que se incrementa la banda de octava. (elruido.com, 2015)

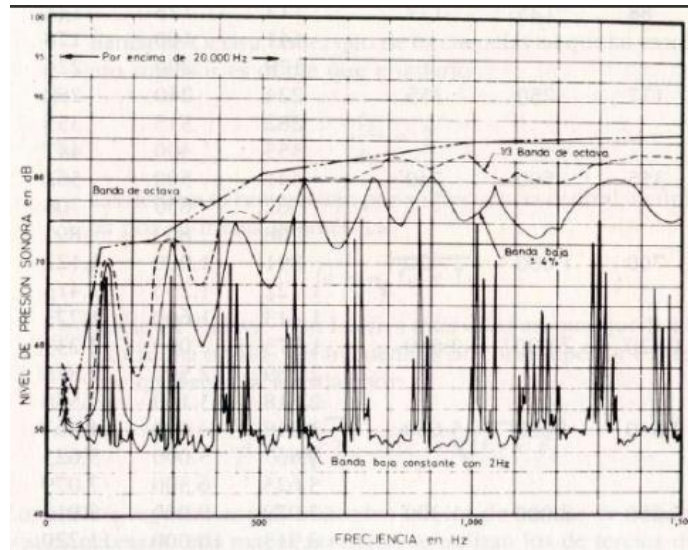


Figura 3. Banda de ruido

Tomado de: (Directindustry.es, 2017)

2.6. Niveles sonoros según el tipo de transportes públicos

Es evidente que el mayor ruido en especial en el entorno externo es provocado por los vehículos en especial de transporte público, por lo que se ha hecho necesario incluir una tabla donde se observa el nivel sonoro máximo que produce cada uno de los principales transportes públicos existentes en una ciudad, para entender la gran importancia de crear viviendas que aíslen el ruido.

Tabla 1. Nivel sonoro según elementos

| | NIVEL SONORO (L_{máx}) |
|--------------------------|---|
| AUTOBUS DIÉSEL | 87 dBA |
| AUTOBÚS ELÉCTRICO | 70 dBA |
| AUTOBÚS DE GNC | 74,5 dBA |
| AUTOBÚS HÍBRIDO | 75 dBA |
| TRANVÍA | 60 dBA |
| TRAMBÚS | 60 dBA |
| MEJOR ALTERNATIVA | TRANVÍA - TRAMBÚS |

Tomado de: (Directindustry.es, 2017)

2.7. Efectos del ruido en la salud

El ruido es un mal que afecta a todas las personas en general, es decir uno de los agentes contaminantes ambientales. Su evidente dimensión social aporta en gran medida a esto, y las fuentes que lo producen están muy unidas a nuestro desarrollo formando parte de la vida cotidiana.

(SALUD, 2019) En el año 2002 la OMS se pronuncia con el siguiente comunicado, en donde el ruido se encuentra dentro de los cinco elementos de riesgo para la salud, siendo esta una de las causas principales para perder la audición, por motivos de exposición a largos periodos de tiempo la pérdida de

la audición, a este desorden de la salud auditiva se la conoce con el nombre de hipoacusia, es una de las afectaciones en donde el individuo está expuesto al ruido por largos periodos de tiempo.

(AMBIENTE, 2017) Existen normativas legales que impiden al operario de maquinaria sobrepasar el número de horas definidas, para salvaguardar la salud evitando futuros contratiempos así como también las afectaciones al oído y las dolencias antes mencionadas

En el momento en que el organismo del ser humano se afecta por situaciones de deterioro auditivo es necesario determinar el nivel de afectación ya sea porque se manifieste con la alteración del estado de ánimo y otros factores de riesgo psicosociales.

Cuando se afecta la salud auditiva, es necesario analizar el entorno ocupacional del ser humano, aunque es preferible que toda empresa cree manuales de procesos de mejora laboral y seguridad o salud ocupacional para evitar que los trabajadores sufran anomalías en su estado anímico y de salud.

(Asociación Española de Normalización y Certificación, 2005) El ruido que se emite en este campo es el patrón más estudiado por quienes buscan mitigar este problema que se desarrolla dentro de las industrias, últimamente se ha dado una mayor importancia al ruido social y el ruido ambiental, cuando una persona tiene exposición a estos acontecimientos se dan problemas de carácter auditivos como son: irritabilidad, trastornos de sueño, y sobre todo problemas cardiovasculares acompañado de un bajo rendimiento en las actividades diarias.

La presencia del ruido afecta a toda la ciudadanía en general, (AMBIENTE, 2017)

En este sentido, el Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE) realiza el control y seguimiento del ruido a partir de la verificación del cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental con el que cuentan los distintos proyectos y actividades. Esto se lo realiza a través de auditorías ambientales y reportes de monitoreo ambiental, que son ejecutados con metodología estandarizada y mediante laboratorios acreditados. (AMBIENTE, 2017)

2.8. El ruido dentro de la vivienda

Es de vital importancia el tratamiento del ruido en la vivienda o lugares donde se realiza las actividades cotidianas de una persona como oficinas, salón de clase, etc. Además no solo para la protección de la confidencialidad sino también para la intimidad, El grado de intimidad depende no solo del aislamiento acústico de cualquier pared, muro o barrera que divide dos o más ambientes los cuales están destinados a las actividades antes mencionadas. (Gavin, 2018)

2.9. Vías de transmisión del sonido entre habitaciones

En lo referente a los edificios o casas existen vías de transmisión entre los techos, las paredes y las estructuras del edificio, estas vías pueden ser:

Directas.- Por particiones comunes, esto quiere decir que se presentan por elementos distintos de partición común.

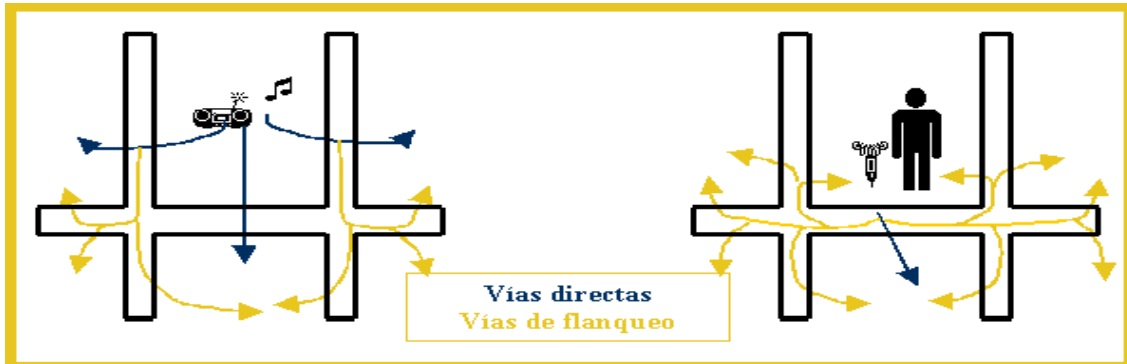


Figura 4. Vías directas del ruido

Tomado de: (Directindustry.es, 2017)

En una casa o edificación todos los niveles deben ser una unidad independiente generada de tal manera que dentro del edificio, pero en la realidad esto no se cumple, por eso “la tendencia es aproximarse a una estructuración próxima a la ideal utilizando elementos flexibles, materiales ligeros y livianos, entre otros”. (EHU, 2015)

Otra de las vías de transmisión es el paso del sonido por grietas o por agujeros dentro de la habitación esto se conoce como escape de sonido, estos escapes son más frecuentes en “los edificios o casas que tienen grietas en una paredes o alrededor de los bordes de puertas y las ventanas, aberturas, fisuras, huecos no sellados en las salidas” (EHU, 2015), el proceso normal para eliminar estos escapes es la reparación y sellado de estas partes.

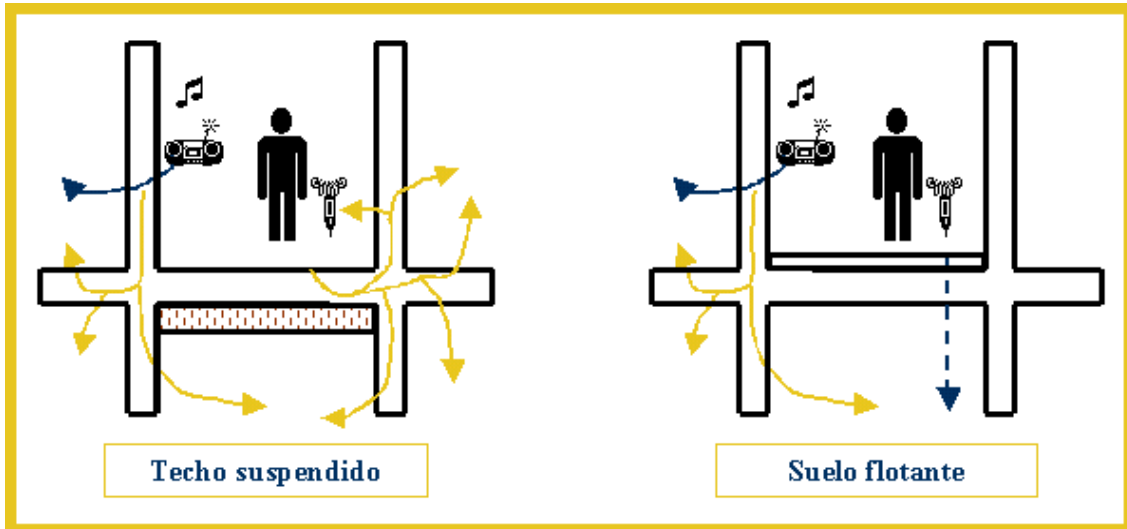


Figura 5. Techo suspendido y suelo flotante con ruido

Tomado de: (Directindustry.es, 2017)

2.10. Control del ruido

Se conoce que “el ruido puede ser un problema en lugares de vivienda y trabajo, no solo por las obras de construcción sino que es posible incluir situaciones que van desde las salas de conciertos así como la gente que pasa, ruidos de autos, entre otros factores” (Revista FACTS, 2015), es así que se requiere identificar los distintos tipos de riesgo para poder controlarlo fundamentándose en una técnica específica.

2.11. Técnicas de Control de Ruido

Dentro de las técnicas de control de ruido, es posible realizarlo desde el origen, en la propagación y en su recepción así como se puede incluir el control del ruido medioambiental, dependiendo el sitio donde se encuentre la construcción.

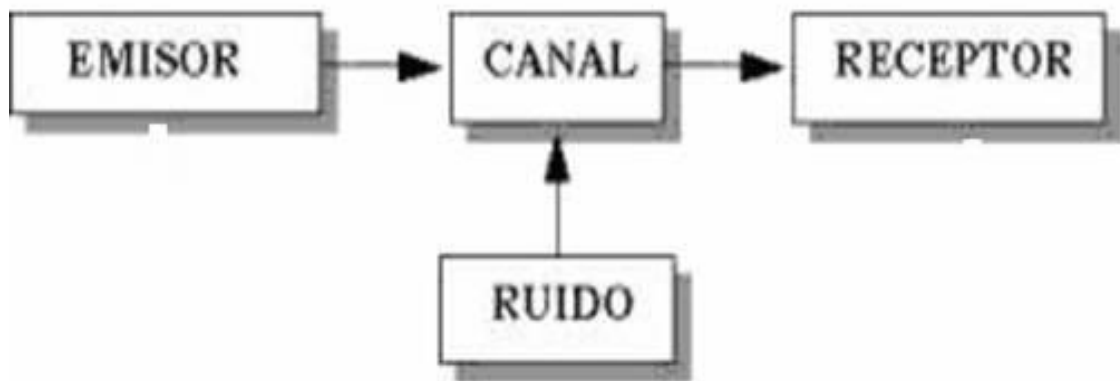


Figura 6. Transporte del ruido

Tomado de: (EHU, 2015)

2.12. Reducción de ruido de la fuente emisora

El control del ruido en la fuente es “el método más directo para la reducción de los niveles sonoros emitidos por las distintas fuentes, en la práctica es el más difícil de aplicar ya que requiere conocimiento de principios físicos y mecánicos de funcionamiento” (elruido.com, 2015), por medio de estos se genera una estructura de la fuente.

2.13. Control del medio transmisor

Esta técnica considera los siguientes puntos:

Una correcta ubicación de la fuente emisora de ruido, permite que disminuya las ondas sonoras, ya que mediante la distancia se logra la atenuación de las emisiones entre la fuente emisora y la receptora de sonido.

Una correcta organización en las construcciones esto muchas veces resulta ser una de las soluciones a ciertos problemas, la idea de organizar bien la construcción va desde la planificación de qué materiales se han de utilizar, costos, diferentes posibilidad, así como mano de obra directa e indirecta a utilizar, tiempos de ejecución de la obra, entre otras consideraciones.

Se puede interferir las transmisiones aéreas mediante las barreras u obstáculos colocados de manera estratégica, dichas barreras deben ser de un tamaño específico y que evite la prolongación de la onda emitida.

La consideración de técnicas de encierros permite obtener resultados que se pueden considerar como efectivos en el sentido de la atenuación del ruido, siempre y cuando estas técnicas sean diseñadas de acuerdo a la exigencia.

Las técnicas de absorción acústica resultan una de las grandes alternativas para la construcción, con la idea de generar absorción acústica, por ello estos materiales pueden ser empleados tanto en techos, como suelo, paredes evitando la mayor parte del ruido posible.

2.14. Control del ruido ambiental

En lo que respecta a las técnicas que se han dedicado para reducir el ruido por tráfico se clasifican en:

Medidas de reducción del tráfico.- “Existen ruidos sonoros de tráfico para lo cual se han creado zonas de circunvalación con la idea de sacar del centro urbano al tráfico cuyo tránsito por el interior del mismo no es necesario” (elruido.com, 2015); además se han tomado otras medidas como la generación de conciencia en la población de tal forma que se haga paso a la necesidad de conservar una ciudad pacífica sin ruidos excesivos.

También se han generado la eliminación de trayectos rectilíneos “se sabe que si la vía es recta y con buena visibilidad el conductor tiende a correr más y a aglomerarse” por eso se han hecho vías con jerarquización, es decir que “se trata de zonas de diferentes velocidades en función del uso “ (elruido.com, 2015); por ello en casos de calles interiores cuyo uso solo es para llegar a puntos finales, la velocidad debe ser reducida, evitando ruidos innecesarios y posibles accidentes.

Otras medidas en cuanto al entorno son las que se destinan a regularizar el tráfico, o la modificación del pavimento, donde el ruido de rodadura es importante a bajas velocidades y el logro de transporte público más silencioso.

Sin embargo, se ha tomado como opción independiente por los ciudadanos la construcción de viviendas que tengan materiales que aíslen el ruido.

2.15. Métodos de protección contra ruidos

Podemos considerar los siguientes puntos:

- Utilizar equipos de protección individual.
- Capacitación e información al personal.
- Ejercer un control personalizado sobre tipos de exposición.

2.16. Absorción acústica.

Absorción acústica es la determinación que toman ciertos materiales que se caracterizan por la absorción de la energía sonora, podríamos referirnos que es un conjunto de materiales que forman entre ellos un sistema, reduciendo de esta manera la energía sonora. Se puede decir que la absorción acústica es la modificación del sonido cuando este impacta en estos materiales

Muchos de estos materiales son utilizados para el control de la calidad del sonido en espacios cerrados, donde es necesario una reproducción de sonidos definidos y de alta calidad, es necesario la aplicación de ciertos sistemas aislantes.

Las viviendas con sistemas de absorción acústica tienen la capacidad de absorber el sonido el lugar de propagar su expansión, por lo tanto, si la vivienda está construida con materiales reflectivos al sonido, usualmente los materiales empleados para la construcción en la actualidad son: ladrillos, bloques, cerámicas, pues no absorben el sonido. Existen otros materiales como son las alfombras, espumas y la tradicional fibra de vidrio que tiene un sinnúmero de aplicaciones como aislante, y en este caso se la emplea como

absorbente acústico. Los materiales como la alfombra gruesa son muy absorbentes como también los paneles acústicos que están diseñados para este fin.

2.17. Aislación sonora

Es la técnica que se aplica en el control del ruido y se caracteriza por dividir las ondas sonoras, físicamente son barreras de materiales sólidos que disipan o retienen el sonido muchos de estos materiales son de tipo artificial.

2.18. Aislamiento acústico

Uno de los procedimientos que se utiliza para conseguir un aislamiento acústico es la implementación de las barreras de sonido, que es una de las técnicas que más son aplicadas en el campo de la acústica. Los materiales de construcción pueden atenuar los distintos tipos de frecuencias sonoras, como las de alta frecuencia y las de baja frecuencia solo con el incremento del tamaño de la pared de las construcciones.

Se puede señalar que los materiales de construcción o la combinación de los mismos, nos proporcionan un buen comportamiento frente a las emisiones de ruido. El Sound Transmission Class o STC es la forma estándar de describir el aislamiento acústico de las construcciones en los Estados Unidos principalmente, aunque actualmente ya es utilizado en países a nivel mundial. Los componentes de la construcción y cómo se ensamblan determinan la clasificación STC de una pared, piso o techo.

Muchos de estos materiales son de características impermeables y de gran densidad al paso del aire, teniendo grandes ventajas en el campo del aislamiento acústico.

2.19. Tipos de aislamiento acústicos

Podemos mencionar algunas de las características principales de los materiales aislantes acústicos: son rígidos, compactos de alta densidad y no son porosos una de estas características es que impiden el paso del aire y de esta forma interrumpen la onda de sonido, brindando así un mayor confort acústico, en el mercado existen un sinnúmero de paneles y materiales acústicos, estos son de diferentes áreas y longitudes en algunos casos se los utiliza para cubrir grandes áreas como por ejemplo: muros, paredes, techos y pisos, todo esto con la finalidad de obtener un mejor efecto acústico.

Entre los materiales que se emplean para el aislamiento acústico tenemos:

2.20. Lana mineral



Figura 7. Lana mineral

Tomado de: (Directindustry.es, 2017)

Es un material de textura flexible y ligero muy fácil de instalar, uno de sus principales componentes es la arena silíceo y roca basáltica; su principal característica es evitar que el ruido sea escuchado directamente por el ser humano, es de gran utilidad en la transportación de aire frío o caliente, colabora en su protección contra el fuego.

2.21. Lana de fibra de vidrio



Figura 8. Lana de fibra de vidrio

Tomado de: (Directindustry.es, 2017)

Material de características fibroso su componente principal es el vidrio, es el resultado de varios procesos como: fundición y centrifugación, además consta la aglomeración con resinas, proporcionando así protección acústica y térmica, es

resistente al fuego y a sustancias químicas como son los ácidos, tiene distintas aplicaciones en el campo de la construcción.

2.22. Fibra de madera



Figura 9. Fibra de madera

Tomado de: (Directindustry.es, 2017)

Este material se presenta en formas de placas cuyas medidas estándar son de 1.175 X 1000 mm y de 1000 X 1000mm y un grosor único de 40 mm, comercialmente conocida con el nombre de placa landa, se halla constituido esencialmente por un enlace de fibras de madera, químicamente impregnadas y adheridas con cemento bajo presión controlada. El resultado del proceso es la formación de celdillas que retienen aire, lo cual retiene el aislamiento acústico.

2.23. Viroc

Es un tablero de fibras de madera aglomerados con cemento, a veces se los denomina hormigón de fibra de madera. Por su aspecto corriente esencialmente, son empleados para el aislamiento de los muros y suelos de hormigón.



Figura 10. Viroc

Tomado de: (Directindustry.es, 2017)

2.24. Yeso

De amplia difusión, los tableros prefabricados de yeso reúnen las condiciones técnicas y decorativas para su aplicabilidad; están básicamente formados por yeso de escayola, lana mineral y papel metalizado, materiales incombustibles capaces de evitar la propagación de un posible incendio. Una de las características acústicas más importantes de estos paneles es la anulación de resonancia debido a su elevado grado de absorción del sonido, lo que resulta interesante en locales de trabajo como fábricas, talleres, oficinas.



Figura 11. Yeso

Tomado de: (Directindustry.es, 2017)

2.25. Corcho



Figura 12. Corcho

Tomado de: (EHU, 2015)

Es uno de los materiales que mejor resultado muestra en temas de aislamiento de temperaturas y aislamiento de la mayoría de sonidos. Es un material dócil y maleable, gracias a esto tiene un sinnúmero de aplicaciones. En el comercio se encuentran bajo diferentes formas y dimensiones: en placas, ladrillo, aserrín,

lana, losetas, etc. Para obtener un aislamiento adecuado en las paredes se debe utilizar los prefabricados de corcho de un espesor desde 25 a 33mm.

2.26. Vidrio celular



Figura 13. Vidrio celular

Tomado de: (Directindustry.es, 2017)

Es un vidrio que contiene gran cantidad de celdillas microscópicas repletas de gas, las cuales se obtiene inyectando a presión mediante procedimientos especiales. El vidrio celular tiene su aplicación como un aislante térmico ya que no posee el denominado puente térmico y tiene un uso como cielo raso . Generalmente aparecen en el mercado en dimensiones de 30 X 30 cm, y de 70 X 70 cm; con un espesor de 1,50 cm; y pesa aproximadamente 5 Kg/m². Posee además un coeficiente de atenuación sonora de 45 dB.

2.27. Espuma de poliestireno



Figura 14. Espuma de poliestireno

Tomado de: (Directindustry.es, 2017)

El poliestireno es un plástico que se obtiene por un proceso denominado polimerización, que consiste en la unión de muchas moléculas pequeñas para lograr moléculas muy grandes. La sustancia obtenida es un polímero y los compuestos sencillos de los que se obtienen se llaman monómeros. Para usar el poliestireno como aislante acústico debe recurrirse a sistemas masa+muelle+masa. Para esto existen planchas de poliestireno plastificado adheridas a placas de yeso laminado (o cartón-yeso). La espuma de poliestireno tiene su utilización para el relleno en lugares donde existen vacíos o lugares de difícil acceso, además este material es un aislante de temperaturas y aislante acústico. Los paneles de poliestireno pueden suministrarse en cualquier medida hasta un máximo de 200 x 100 x 50 cm, con una densidad aproximada que va desde los 10 a 35 Kg/m³.

2.28. Espuma de poliuretano



Figura 15. Espuma de poliuretano

Tomado de: (Directindustry.es, 2017)

La espuma de poliuretano es un excelente aislante acústico. Consigue una gran efectividad en la absorción de ruidos e insonorización de la vivienda. Entre sus propiedades acústicas se deben fundamentalmente a su capacidad de sellado, que proporciona óptimos resultados en el aislamiento acústico. En cuanto a sus propiedades como aislante acústico, la espuma más adecuada es la de baja densidad y celda abierta, ya que está específicamente diseñada para este tipo de trabajos: la espuma de poliuretano además tiene características muy superiores a otros elementos aislantes térmico, por lo que se puede recurrir a una combinación de ambos tipos para conseguir mejores resultados en aislamiento térmico y acústico.

2.29. Fibra de coco



Figura 16. Fibra de coco

Tomado de: (Directindustry.es, 2017)

La corteza del coco es un gran material con ciertas ventajas y propiedades al momento que hablamos sobre aislamiento acústico el coco tiene dos cáscaras: una externa que es fibrosa y verde (estopa), y otra interna que es dura, vellosa y marrón que tiene adherida la pulpa, que es blanca y aromática, la que almacena el contenido de agua. De ella se extrae fibra para elaborar pitas, alfombras, sacos, etc. El polvo de la estopa se usa como fertilizante y para enmendar suelos arenosos ya que mejora el poder de retención de agua y la textura. Sus principales componentes son la celulosa y lignina. Esta última, provee la resistencia y rigidez a la fibra. Se encuentra dentro de la categoría de fibras fuertes igual que el henequén, pita, agave y abacá. Estas características, hacen que la fibra de coco sea un material versátil que puede ser utilizado en cuerdas, colchones, alfombras, cepillos, entre otros. También es utilizada en obras civiles, tales como la prevención de la erosión, debido a que ayuda a sujetar el suelo y permite el crecimiento de cobertura vegetal, en este caso, se encuentra dentro de la denominación de los “geotextiles”. La utilización como

aislante térmico acústico, se está utilizando este material en las paredes que protegen del ruido a las viviendas que se encuentran en las orillas de la carretera.

La resistencia, durabilidad, convierten a la fibra de estopa de coco en un material versátil y perfectamente indicado para los mercados del aislamiento térmico y acústico.

Las ventajas que presenta la fibra de estopa de coco respecto a otros aislantes son las siguientes:

- No electrostática
- Inodora
- Resistencia a la humedad
- No atacable por roedores o termitas
- Imputrescible y no produce hongos
- Conductividad térmica: 0,043 a 0,045 W/mK
- Reducción de los ruidos de percusión (de acuerdo con los espesores):

25 a 35 db (en forjado)

- Reducción de ruidos aéreos: 47 db (en media)
- Comportamiento al fuego: clase B2

2.30. Coeficiente de absorción en materiales aislantes

Tabla 2. Coeficiente de absorción en materiales aislantes

| MATERIAL | FRECUENCIAS (Hz) | | | | |
|--|------------------|-------|------|-------|-------|
| | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 |
| Algodón, tela | 0,04 | 0,23 | 0,4 | 0,57 | 0,53 |
| Cartones de huevos | 0,02 | 0,05 | 0,2 | 0,66 | 0,53 |
| Caucho, alfombra | 0,04 | 0,04 | 0,07 | 0,11 | 0,03 |
| Corcho en general | 0,12 | 0,27 | 0,72 | 0,79 | 0,76 |
| Corcho, gránulos unidos con aglomerante | 0,12 | 0,27 | 0,72 | 0,9 | 0,75 |
| Enlucido rugoso | 0,025 | 0,026 | 0,06 | 0,085 | 0,043 |
| Espuma de poliuretano | 0,17 | 0,36 | 0,71 | 0,9 | 0,95 |
| Espuma recubierta de plástico | 0,79 | >1 | >1 | >1 | >1 |
| Fibra de amianto | 0,22 | 0,55 | 0,65 | 0,75 | 0,8 |
| Fibra de madera comprimida | 0,04 | 0,24 | 0,54 | 0,88 | 0,53 |
| Fibra de madera mineralizada | 0,11 | 0,19 | 0,4 | 0,79 | 0,55 |
| Fibra vegetal, estera | 0,08 | 0,17 | 0,22 | 0,25 | 0,31 |
| Fibra de vidrio | 0,43 | 0,98 | 0,91 | 0,92 | 0,88 |
| Fibra de vidrio a fieltro | 0,41 | 0,6 | 0,99 | 0,99 | 0,84 |
| Lana mineral | 0,42 | 0,66 | 0,73 | 0,74 | 0,76 |
| Madera ordinaria | 0,16 | 0,13 | 0,1 | 0,06 | 0,05 |
| Láminas de vidrio de 3 a 5 mm | 0,18 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,02 |
| Yeso, enlucido liso | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,06 |
| Lana de roca | 0,17 | 0,45 | 0,93 | >1 | >1 |
| Lana de roca revestida de una hoja de aluminio | 0,22 | 0,53 | >1 | >1 | 0,73 |

Tomado de: (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

2.31. Materiales antivibratorios

Utilizados para minimizar la transmisión de las vibraciones ocasionadas por motores de equipos y máquinas industriales o por el roce o golpe de objetos (impactos), empleando láminas de poliuretano o placas antivibratorias para aislar un elemento, aminorar el ruido y prevenir los daños auditivos.

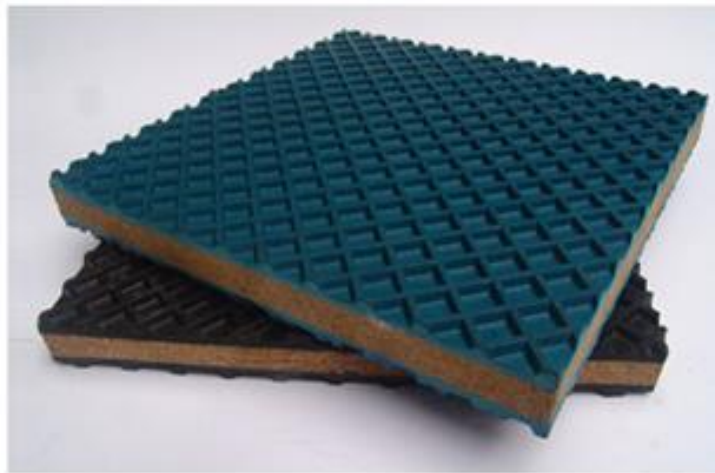


Figura 17. Material antivibratorio

Tomado de: (Directindustry.es, 2017)

2.32. Factores que intervienen en el aislamiento acústico

Al incidir la onda acústica sobre un elemento de construcción, parte de la energía reflejada, otra es absorbida y otra es transmitida al lado contrario. El aislamiento ofrecido por el elemento representa la diferencia entre la energía incidente y la energía transmitida, es decir, es el equivalente a la suma de la parte reflejada y la parte absorbida. Existen varios factores que intervienen directamente y que mediante estos se permite alcanzar un óptimo aislamiento acústico.

Factor de masa

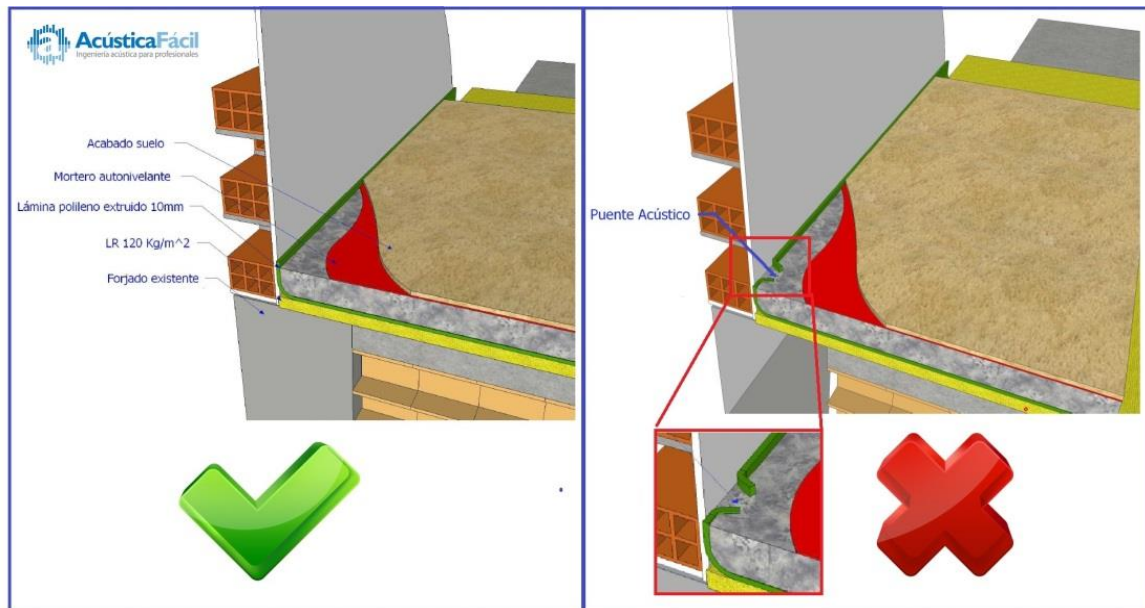


Figura 18. Factor de masa

Tomado de: (Gavin, 2018)

Se obtiene el aislamiento acústico fundamentalmente por la masa de los elementos de construcción, por tanto, mientras mayor sea la masa, mayor resistencia se obtiene al choque de la onda sonora y la atenuación es superior. Predice aislar el sonido en 6 dB. A cada vez que duplico la masa en particiones simples. Por lo que no se pueden referir a aislantes acústicos específicos, debido a que corresponde a materiales normales.

Factor de multicapas

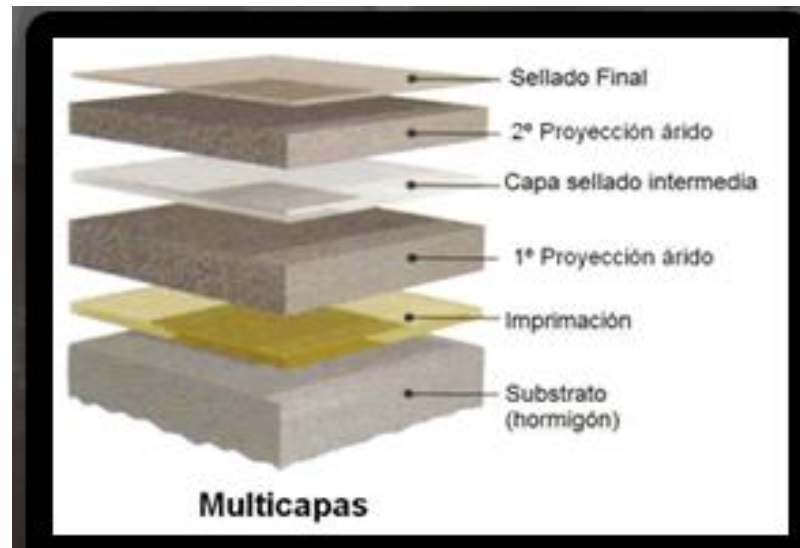


Figura 19. Factor multicapas

Tomado de: (EHU, 2015)

Cuando se trata de elementos de construcción conformados por varias capas, una adecuada disposición de estas puede mejorar el aislamiento acústico hasta un nivel superior al obtenido por la suma del aislamiento individual que cada capa pudiera alcanzar. Cada capa o elemento posee una frecuencia de resonancia que es dependiente del material que lo compone y del espesor, por lo tanto, si el sonido que llega al elemento tiene esa frecuencia originará resonancia y al vibrar el elemento producirá un sonido que se sumará al transmitido. Es por ello que si se disponen dos capas del mismo material y distinto espesor, es posible alcanzar una calidad adecuada de aislamiento acústico.

2.33. Viviendas en Caña Guadua

La técnica de construcción con estructuras en caña guadua son milenarias, especialmente fue implementada por lo montubios de la Costa Ecuatoriana.

Es así que, “la cadena para el procesamiento de este tipo de material sigue la tradición de los pueblos autóctonos, los Tsáchilas por ejemplo prefieren la variedad de caña brava para construir sus chozas” (Velasco, 2017), en el Ecuador existen “alrededor de 10000 hectáreas de bambú, de acuerdo a lo dicho por la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones, por ello se dice que “hay un total de 5000 hectáreas de las especies angustifolia y dendrocalamus asper, que al momento se aprovechan en distintas construcciones especialmente en la Costa del Ecuador” (Velasco, 2017) El uso de la caña en construcciones toma fuerza desde que se aprobó la “Norma Ecuatoriana de la Construcción en Guadúa, realizada el 18 de agosto del 2016” (Velasco, 2017).

Cabe mencionar también que en el Ecuador “la caña crece de forma silvestre en toda la región insular, y en pocas cantidades en otros climas que no son cálidos” (Poveda, y otros, 2010); por ello es que este es un material considerado tradicional.

Cuando se compara un muro de bambú con uno de mampostería hay una relación de resistencia-peso “del primero es aproximadamente 2 veces mayor que la del segundo, es decir, la guadua es más liviana, tiene alta resistencia y gran flexibilidad” (Poveda, y otros, 2010). Las estructuras con guadua pesan casi un 40% menos que las tradicionales

Entre los servicios a nivel ambiental que presenta la guadua se encuentra: “el control de la erosión, la regulación del caudal hídrico, aporte de materia orgánica, contribución a la biodiversidad” (Velasco, 2017); es así que se genera diversidad de flora y fauna, en lo que se refiere a la producción de oxígeno.

3. CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño de la investigación

El presente trabajo se encontrará guiado por la investigación de reconocer, investigación Descriptiva y de Campo.

- **Investigación Exploratoria**

La Investigación Exploratoria permitirá consumir en base al objetivo planteado, el estudio del problema de indagación que responderá a una búsqueda de información por los propios medios del investigador, para lo cual se fijaran los objetivos y se verán los medios de búsqueda de información necesaria para el éxito del análisis que vamos a realizar.

- **Investigación Descriptiva**

La Investigación Descriptiva o también llamada diagnóstica, facultará especificar las características importantes del objeto de estudio por medio del uso de teorías y escritos sobre el tema de seguridad laboral, además permitirá obtener una visión global de las construcciones con caña guadua y su capacidad de aislamiento del ruido.

- **Investigación de campo**

En adhesión con el origen principal de información se realizará la Investigación de Campo. Ya que permite trabajar en el ambiente natural en que conviven las personas y las fuentes consultadas, de las que obtendrán los datos más relevantes a ser analizados fuente imprescindible de información para realizar la

investigación, es decir en base a la observación directa de los trabajadores y su criterio acerca de si se sienten seguros en el trabajo o no.

3.2. Alcance de la investigación

La investigación se ajusta a las construcciones de caña guadua especialmente utilizadas en la Costa Ecuatoriana, se excluye todas aquellas viviendas que no estén construidas con este material, pues se requiere enfocarse en este y su capacidad de aislamiento acústico, esta investigación se hará para el año 2019.

3.3. Modalidad de la investigación

La investigación cualitativa se basa en la comparación y la observación de los datos y su análisis para comprender la manera que piensan o actúan los actores sociales mas no en una determinación numérica de resultados su análisis es más abstracto, es así que se toma en cuenta la definición que dan los investigadores en su libro Metodología de la investigación.

Para los investigadores (Roberto Hernandez Sampieri, 2010) la investigación cualitativa “Utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afirmar preguntas de investigación en el proceso de interpretación”.

Debido a la presente investigación se ha sometido también a este tipo de investigación ya que no solamente de una investigación objetiva se puede obtener resultados, también se lo puede hacer de lo subjetivo de lo pragmático de lo que piensan los que intervienen en este proyecto esto también ha arrojado resultados

que se ha tomado muy en cuenta en el momento de valorar la relevancia de la aplicación de la propuesta que se establece en la presente investigación como lo es la guía sobre el proceso de construcción de viviendas con caña guadua para lograr el aislamiento acústico.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

3.5. Técnicas

Se incluirá la observación no participativa, como parte de la investigación, ya que esta permite analizar y recopilar datos según el propio criterio cualitativo del investigador, sin que este intervenga o persuada en los eventos que analiza, es decir se evidenciará la opinión de expertos como son arquitectos y personal técnico en construcción para conocer según su percepción los beneficios de la construcción de vivienda de caña guadua, en torno a los asuntos de aislamiento acústico.

3.6. Instrumentos

El instrumento de investigación para el presente proyecto será el uso para la medición del ruido el sonómetro (Sourid level meter, YF-20), el mismo que se lo cataloga como:

Un medidor de sonido de clase 2, que es capaz de detectar el sonido en rangos de 40 dB a 120 dB.

dB low: Es aquel rango de medición mínimo del sonómetro que va desde 40 dB a 80dB y se representa en el tablero con color azul.

dB Hi: Es aquel rango de medición máximo del sonómetro va desde 80 dB a 120 dB y se representa en el tablero con color rojo.



Figura 20. Sonómetro

Fuente: (Directindustry.es, 2017)

3.7. Variables

Variable Independiente:

Vivienda de caña guadua.- Viviendas con materiales autóctonos de la campiña de Manabí que por lo general se realiza en viviendas rurales, porque son sencillas.

Variable dependiente:

Aislamiento acústico.- Se refiere al conjunto de materiales, técnicas y tecnologías desarrolladas para aislar o atenuar el nivel sonoro de un determinado espacio.

3.8. Procesamiento de la información

Luego de recopilada la información se procede a clasificarla entre información oportuna y fallida

- Se vuelve a analizar los datos para saber si lo recolectado es relevante con el tema de investigación
- Se analiza cualitativamente los datos encontrados
- Se definen los aportes hacia el presente estudio
- Se escriben las conclusiones de dichos aportes según análisis cualitativo.

4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de las pruebas sonoras

Se ha realizado un proceso específico para lograr los resultados de las pruebas sonoras, más adelante se define dicho proceso a donde se ha adjuntado gráficos específicos de la casa de caña guadua a la que se incorporó la fibra de coco, lo cual se realizó el día Sábado 6 de Julio del presente año. (Ver desde página 81 a la 88)

4.2. Mediciones del ruido inicial

Se ha establecido un rango de 20 puntos de monitoreo, donde se ejecutaron mediciones iniciales identificando los puntos críticos de la vivienda de caña guadua tomada como ejemplo en comparación con los límites permitidos por la normativa ambiental actual.

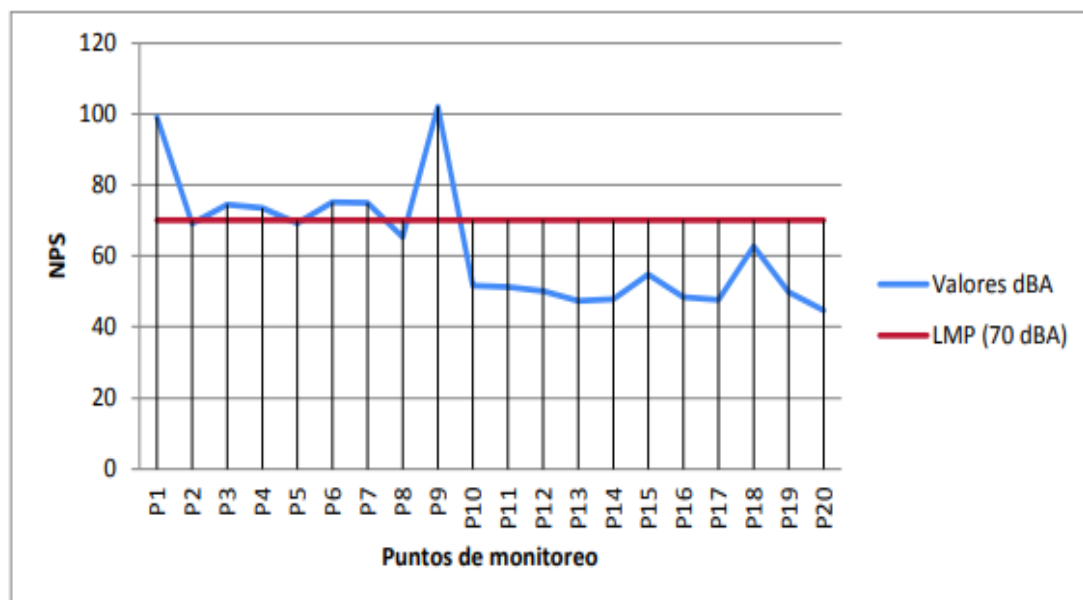


Figura 21. Medición del nivel de presión sonora (dB) inicial en construcción caña guadua

Tomado de: Investigación propia

Tal como se observa en la figura 2, están visibles los 20 puntos de monitoreo y cada uno con su respectiva medición del NPS, de los que se puede ver que del P1 al P9 se encuentra el área de influencia directa, y del P10 al P19 está el área indirecta y en el punto P20 se encuentra el ruido de fondo.

Tal como se observa, las mediciones preliminares que no han sido corregidas sobrepasan los límites permitidos por las normas ambientales en especial lo que respecta a los puntos P1 y P9.

A continuación se presenta el nivel de presión sonora que equivale al horario diurno corregido (tabla 1) y al horario nocturno corregido (tabla 2)

Tabla 3. Nivel de presión sonora (diurna corregida)

| P.P. | Intervalo de Medición | Nivel de Presión Sonora LEQ dB | Ruido de Fondo dB | Corrección Aplicable | Sonora Equivalente Corregido (Leq Corr)dB | Incertidumbre (dB) | Temp (°C) |
|------|-----------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|---|--------------------|-----------|
| P1 | 3 de 3 min | 98,8 | 45,2 | 0,0 | 98,8 | 2,1 | 27,3 |
| P2 | 3 de 3 min | 68,7 | 45,2 | 0,0 | 68,7 | 3,4 | 28,4 |
| P3 | 3 de 3 min | 74,1 | 45,2 | 0,0 | 74,1 | 1,9 | 27,3 |
| P4 | 3 de 3 min | 73,2 | 45,2 | 0,0 | 73,2 | 2,7 | 27,3 |
| P5 | 3 de 3 min | 68,9 | 45,2 | 0,0 | 68,9 | 3,6 | 24,6 |
| P6 | 3 de 3 min | 74,9 | 45,2 | 0,0 | 74,9 | 2,9 | 27,8 |
| P7 | 3 de 3 min | 74,7 | 45,2 | 0,1 | 74,6 | 3,8 | 27,3 |
| P8 | 3 de 3 min | 64,1 | 45,2 | 0,0 | 64,1 | 4,1 | 27,0 |
| P9 | 3 de 3 min | 101,8 | 45,2 | 0,1 | 101,7 | 3,7 | 27,4 |
| P10 | 3 de 3 min | 51,3 | 45,2 | 0,0 | 51,3 | 2,6 | 25,3 |
| P11 | 3 de 3 min | 50,7 | 45,2 | 0,0 | 50,7 | 2,8 | 25,4 |
| P12 | 3 de 3 min | 49,2 | 45,2 | 0,0 | 49,2 | 2,4 | 25,3 |
| P13 | 3 de 3 min | 46,4 | 45,2 | 0,0 | 46,4 | 2,7 | 24,1 |
| P14 | 3 de 3 min | 47,1 | 45,2 | 0,0 | 47,1 | 3,2 | 24,3 |
| P15 | 3 de 3 min | 55,9 | 45,2 | 0,1 | 55,8 | 3,5 | 24,6 |
| P16 | 3 de 3 min | 47,8 | 45,2 | 0,3 | 47,5 | 4,9 | 24,6 |
| P17 | 3 de 3 min | 47,1 | 45,2 | 0,9 | 46,2 | 7,1 | 28,1 |
| P18 | 3 de 3 min | 62,2 | 45,2 | 0,0 | 62,2 | 4,6 | 26,4 |
| P19 | 3 de 3 min | 49,5 | 45,2 | 0,0 | 49,5 | 4,9 | 27,0 |
| P20 | 3 de 3 min | 45,2 | 45,2 | 0,0 | 45,2 | 4,7 | 26,7 |

Tomado de: Investigación propia

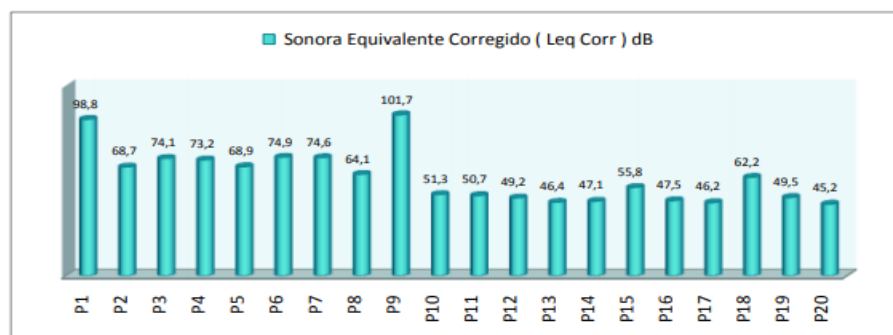


Figura 22. Presión sonora (diurna corregida)

Tomado de: Investigación propia

Tabla 4. Nivel de Presión sonora (nocturna corregido)

| P.P. | Intervalo de Medición | Nivel de Presión Sonora LEQ dB | Ruido de Fondo dB | Corrección Aplicable | Sonora Equivalente Corregido (Leq Corr)dB | Incertidumbre (dB) | Temp (°C) |
|------|-----------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|---|--------------------|-----------|
| P1 | 3 de 3 min | 99,3 | 51,70 | 0,0 | 99,30 | 2,0 | 26,2 |
| P2 | 3 de 3 min | 64,2 | 51,70 | 0,0 | 64,20 | 2,5 | 26,9 |
| P3 | 3 de 3 min | 64,6 | 51,70 | 0,0 | 64,60 | 2,9 | 26,4 |
| P4 | 3 de 3 min | 65,4 | 51,70 | 0,0 | 65,40 | 2,1 | 26,3 |
| P5 | 3 de 3 min | 62,1 | 51,70 | 0,0 | 62,10 | 2,2 | 23,7 |
| P6 | 3 de 3 min | 63,3 | 51,70 | 0,0 | 63,30 | 2,7 | 26,5 |
| P7 | 3 de 3 min | 62,8 | 51,70 | 0,1 | 62,80 | 5,8 | 26,7 |
| P8 | 3 de 3 min | 61,7 | 51,70 | 0,0 | 61,70 | 2,1 | 26,1 |
| P9 | 3 de 3 min | 102,7 | 51,70 | 0,1 | 102,70 | 4,0 | 25,9 |
| P10 | 3 de 3 min | 51,9 | 51,70 | 0,0 | 51,90 | 2,9 | 24,8 |
| P11 | 3 de 3 min | 51,2 | 51,70 | 0,0 | 51,20 | 2,7 | 24,9 |
| P12 | 3 de 3 min | 50,1 | 51,70 | 0,0 | 50,10 | 2,3 | 24,3 |
| P13 | 3 de 3 min | 48,8 | 51,70 | 0,0 | 48,80 | 2,1 | 23,2 |
| P14 | 3 de 3 min | 48,2 | 51,70 | 0,0 | 48,20 | 3,0 | 23,8 |
| P15 | 3 de 3 min | 56,3 | 51,70 | 0,1 | 56,30 | 2,9 | 23,7 |
| P16 | 3 de 3 min | 49,4 | 51,70 | 0,3 | 49,40 | 3,1 | 22,9 |
| P17 | 3 de 3 min | 48,9 | 51,70 | 0,9 | 48,90 | 2,1 | 23,3 |
| P18 | 3 de 3 min | 58,5 | 51,70 | 0,0 | 58,50 | 2,6 | 25,5 |
| P19 | 3 de 3 min | 50,1 | 51,70 | 0,0 | 50,10 | 2,9 | 25,7 |
| P20 | 3 de 3 min | 51,7 | 51,70 | 0,0 | 51,70 | 3,7 | 24,7 |

Tomado de: Investigación propia

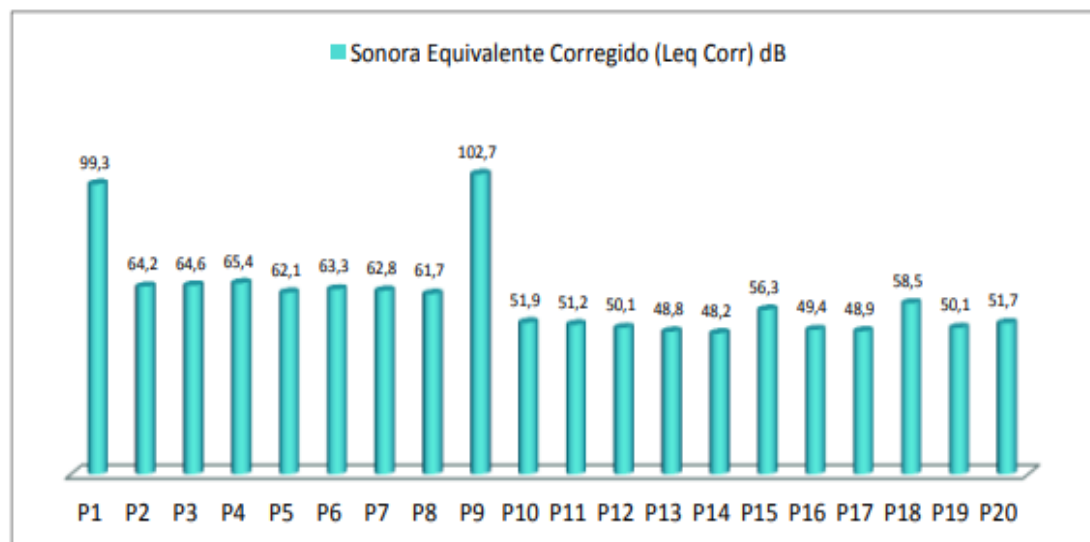


Figura 23. Presión sonora (nocturno corregido)

Tomado de: Investigación propia

Tal como se observa según la presión sonora nocturna corregida, fue posible verificar que los puntos críticos son P1 y P9, donde mayor ruido se produce superando los límites permisibles.

Tabla 5. Comparación de los LK eq de acuerdo a límites máximos permisibles

| PUNTOS DE MUESTREO | | LKeq Db (A) | | LMP Db (A)* | |
|--------------------|---------------------------|--------------|--------------|-------------|-----------|
| Punto | Detalle | Diurno | Nocturno | Diurno | Nocturno |
| P1 | Vértice 1 | 98,8 | 99,3 | 70 | 65 |
| P2 | Vértice 2 | 68,7 | 64,2 | 70 | 65 |
| P3 | Vértice 3 | 74,1 | 64,6 | 70 | 65 |
| P4 | Vértice 4 | 73,2 | 65,4 | 70 | 65 |
| P5 | Unión 1 | 68,9 | 62,1 | 70 | 65 |
| P6 | Unión 2 | 74,9 | 63,3 | 70 | 65 |
| P7 | Unión 3 | 74,6 | 62,8 | 70 | 65 |
| P8 | Cuarto principal | 64,1 | 61,7 | 70 | 65 |
| P9 | Cuarto 1 | 101,7 | 102,7 | 70 | 65 |
| P10 | Cuarto 2 | 51,3 | 51,9 | 70 | 65 |
| P11 | Cuarto 3 | 50,7 | 51,2 | 70 | 65 |
| P12 | Cuarto 4 | 49,2 | 50,1 | 70 | 65 |
| P13 | Sala | 46,4 | 48,8 | 70 | 65 |
| P14 | Comedor | 47,1 | 48,2 | 70 | 65 |
| P15 | Tanques de almacenamiento | 55,8 | 56,3 | 70 | 65 |
| P16 | Ventanas | 47,5 | 49,4 | 70 | 65 |

| | | | | | |
|-----|-----------------|------|------|----|----|
| P17 | Ruido disperso | 46,2 | 48,9 | 70 | 65 |
| P18 | Ruido de fondo | 62,2 | 58,5 | 70 | 65 |
| P19 | Ruido posterior | 49,5 | 50,1 | 70 | 65 |
| P20 | Ruido anterior | 45,2 | 51,7 | 70 | 65 |

Tomado de: Investigación propia

Se puede observar que, el punto P9 tanto en la presión sonora diurna y nocturna supera el límite permitido superando la normativa, por lo que este punto se lo considera como crítico y sobre todo donde se ha de fomentar la inclusión de material con aislamiento acústico en la casa de caña guadua.

4.3. Aislamiento acústico

Se ha observado en base a los resultados anteriores que la vivienda excede los límites permisibles sonoros, por lo que se propuso la ejecución de un aislamiento acústico, de tal forma que cuando se generen las ondas de sonido choquen con las barreras del sistema de insonorización mediante el uso de un panel de fibra de coco.

Se conoce que dicho sistema se generó como limitante a las presiones sonoras, que provocan variaciones sonoras con vibraciones, por lo que una parte de la energía emitida fue disipada al interior del sistema de insonorización lo que hace que sea menor la energía que se transmite al exterior y se disminuye de esta forma el ruido en el ambiente de la vivienda.

Se propuso para ello una pantalla de caña guadua, ya que “el nivel de presión sonora diurna se mide luego de la pantalla de caña guadua, siendo el receptor a un valor de 88,1 dB(A).

Así la energía acústica que se transmite por medio de una pared se la calcula por la diferencia de logaritmos entre el nivel de presión sonora incidente y el aislamiento acústico que se genera gracias al material, por lo que con estos datos reportados se calcula el índice de aislamiento acústico:

$$L_{P1} = 101.7 \text{ dB}$$

$$L_{P2} = 88.1 \text{ dB}$$

$$R = L_{P1} - L_{P2}$$

$$R = 101.7 \text{ dB} - 88.1 \text{ dB}$$

$$R = 13.6 \text{ dB}$$

De acuerdo a los datos indicados se obtuvo un aislamiento acústico considerable de 13.6 dB, gracias a la pared alterna de fibra de coco colocada de caña guadua en el nivel del P9.

Adicionalmente, se ejecutó el cálculo del aislamiento de una pared simple, pues la pantalla construida con fibra de coco adicional en la vivienda de caña guadua no es del todo homogénea, ya que se presenta formada por ciertos espacios no habitados por lo que se usa la siguiente ecuación:

$$R = 20 \log M + 20 \log f - 43$$

M=masa por unidad de superficie (kg/m²)

$$f = 1\text{Hz}/\text{periodo de señal} \quad (f = 1/T)$$

f = (a la frecuencia del sonido incidente, ósea a la frecuencia de sonido que esperamos evaluar para ver qué sucede con el aislamiento)

1Hz = (Un hercio es la frecuencia de un suceso o fenómeno repetido por segundo)

T = (donde T representa el período o cantidad de tiempo necesario para completar la oscilación de una sola onda.

Ejemplo de cálculo:

Pared frontal con relleno de fibra de coco

$$R = 20 \log 0.06 + 20 \log 125 - 43 = -25.49 \text{ dB}$$

Se obtiene el siguiente cálculo de aislamiento acústico:

En la operación anterior se realiza el cálculo del aislamiento acústico de una pared de nuestro proyecto y como resultado se obtiene un valor negativo en decibeles, esto se debe a que la densidad del material como lo es la caña guadua es menor comparado con otros materiales como el hormigón o los ladrillos y hasta los bloques, lo cual termina en un valor negativo contrario a lo del aislamiento acústico, es por este motivo que se utilizó un sistema aislante conformado de dos paredes de cana guadua y en su interior un material absorbente del sonido como lo es la fibra de coco. Existen varios métodos de cálculo para el aislamiento acústico donde se puede obtener un resultado más específico y con mejores parámetros la caña guadua es un material de poco volumen y que no es considerado acústica mente para aislar ciertos tipos de

sonidos sin embargo se lo tomo en cuenta en este proyecto por ser un material de construcción versátil, económico al que se le puede dar varias formas y acabados, este material nos puede dar resultados interesantes como complemento de este sistema aislante con fibra de coco como relleno y material adsorbente

| Descripción | Area | Calculo de aislamiento (dB) de acuerdo a la frecuencia (Hz) | | | | | |
|----------------------|------|---|--------|--------|-------|-------|------|
| | | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Pared de caña guadua | 50 | -25,49 | -19,47 | -13,45 | -7,43 | -1,41 | 4,6 |

Tabla 6. Cálculo de aislamiento acústico

Tomado de: Investigación propia



Figura 24. Aislamiento acústico de la propuesta según (Hz)

Tomado de: Investigación propia

Es importante entonces verificar que, los índices de aislamiento acústico de acuerdo a las frecuencias, aumentan mientras mayor índice de aislamiento acústico presentan, por lo cual en lo que respecta a la casa de caña guadua como material absorbente se ha visto totalmente esto proporcional con el aislamiento acústico que provee, por ello es que desde la frecuencia 500,1000,200 y 4000 Hz, el nivel del ruido exterior en la casa de caña guadua con el sistema de insonorización con fibra de coco presenta niveles de ruido dentro de los límites aceptables por la norma ambiental, ya que cuando no se había incluido el sistema se encontraba fuera de la normativa.

4.4. Medición de ruido en material de concreto vaciado frente a la fibra de coco

Tabla 7. Medición de ruido en material de concreto vaciado frente a la fibra de coco

| DETALLE | CONCRETO VACIADO | | | | FIBRA DE COCO | | | |
|---------|------------------|----------|-------------------|-------------------|---------------|----------|-------------------|-------------------|
| | RUIDO | | ABSORCIÓN (dB) | % DE REDUCCIÓN | Ruido | | ABSORCIÓN (dB) | % DE REDUCCIÓN |
| | Exterior | Interior | | | Exterior | Interior | | |
| 1 | 58 | 52 | 6 | 10,34% | 56 | 42 | 14 | 25% |
| 2 | 70 | 60 | 10 | 14,29% | 70 | 54 | 16 | 22,86% |
| 3 | 80 | 66 | 14 | 17,50% | 80 | 60 | 20 | 25% |
| 4 | 90 | 74 | 16 | 17,78% | 90 | 62 | 28 | 31,11% |
| 5 | 100 | 80 | 20 | 20,00% | 100 | 70 | 30 | 30% |

Tomado de: Investigación propia

Los parámetros de medición incluyen tres dimensiones que son: el ruido, la absorción del ruido (dB), y el porcentaje de reducción de ruido que se midió con el sonómetro definido en la metodología.

El lugar específico en el que se realizaron las mediciones y se incluirá la fibra de coco para reducir el ruido es en una casa de la Costa Ecuatoriana hecha en base a caña guadúa, en la provincia de Manabí, la misma que se encuentra en una avenida un tanto transitada y donde se encuentra gran conglomeración de personas, razón por la que es aquí donde se realizó la investigación.

Tal como se puede observar, al hacer una comparación entre el concreto vaciado y la fibra de coco, se puede observar que, el concreto vaciado dispone de menor absorción, y muestra más ruido en varias direcciones, mientras que la fibra de coco, incluye menor cantidad de ruido tanto en el exterior como en el interior según las cinco mediciones efectuadas.

Por otro lado, la absorción (dB) es menor en el concreto vaciado que en la fibra de coco, incluso supera en casi el doble por la absorción de la fibra de coco en la primera medición frente al concreto vaciado.

De igual forma, el porcentaje de reducción de ruido se presenta mucho más alto con la fibra de coco, incluso duplica o triplica valores según las distintas mediciones realizadas.

5. CAPÍTULO V. PROPUESTA

TEMA: Manual aplicación de mantenimiento con sistema aislante sonoro con fibra de coco para vivienda de caña guadua.

OBJETIVO:

Proponer un manual para la aplicación del sistema aislante sonoro con fibra de coco para una vivienda hecha con caña guadua.

ANTECEDENTES

La fibra de coco tiene una gran variedad de aplicaciones en campos tan diversos tales como la decoración, la agricultura y uno que está en boga es el campo de la construcción.

Esto se genera por su capacidad aislante y excepcionales prestaciones acústicas, se conoce que este material reduce de manera sustancial los niveles sonoros, tanto de impacto como de reverberación, lo que hace que sea la solución correcta hacia problemáticas acústicas, siendo difícil con otros materiales la obtención de resultados tan favorables.

Se conoce que la fibra de coco, cuando se coloca bajo el pavimento, elimina los ruidos de pisadas, golpes o el molesto arrastrar de sillas y muebles, mientras que para paredes es eficaz como absorbente acústico, principalmente de las frecuencias bajas.

Es un elemento natural, inodoro, imputrescible, que se obtiene mediante el reciclaje de la cascara del coco. Es uniforme dimensionalmente, presenta una

excelente transpirabilidad y una excelente capacidad y resistencia mecánica a la compresión. Al comparar un material tradicional con el sistema aislante sonoro de fibra de coco se han encontrado las siguientes diferencias:

5.1. Detalle del proceso de construcción

DETALLE DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA CON BAMBÚ PARA EN BASE A DICHAS CARACTERÍSTICAS INCLUIR LA FIBRA DE COCO COMO MATERIAL AISLANTE SONORO

5.2. Propiedades a la flexión de la caña guadua

Se han ejecutado pruebas de flexión en tablas de cañas sin haber pasado por un tratamiento específico, frente a tablas de caña que han sido procesadas con distintas soluciones, de donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 8. Propiedades flexión caña guadua

| PROPIEDAD | UNIDAD | GUADÚA | PINO |
|-----------------------|--------------------|--------|-------|
| Tensión | Kg/cm ² | 335 | 416 |
| Módulo de rotura | Kg/cm ² | 621 | 740 |
| Módulo de elasticidad | Kg/cm ² | 70195 | 93300 |
| Tensión de rotura | Kg/cm ² | 92 | 100 |
| Carga Máxima | Kg/cm ² | 288 | 285 |

Tomado de: (EHU, 2015)

Tal como se puede observar en torno a la tensión la guadua dispone de mayor capacidad, lo mismo sucede con la carga máxima, mientras que el pino tiene mayor flexión y elasticidad.

5.3. Mantenimiento de la Caña Guadua

A continuación se incluyen los dos tipos principales de preservantes utilizados para ser disueltos y que sea posible el correcto tratamiento de la caña guadua:

- Preservantes oleo solubles.- Uso de creosota alquitranada y petróleo que se usa con un aceite oscuro, de tipo tóxico para insectos, lo cual también puede matar los microorganismos que pretenden destruir la caña, tiene una fácil aplicación.
- Preservantes hidrosolubles.- Se disuelven en agua, mediante los ingredientes activos de cloruro de sodio, ácido bórico, sulfato de cobre, y otros cuando se hace la mezcla de cantidades iguales de sulfato de cobre y de bicromato de potasio, esto previene contra hongos e insectos a la caña guadua.

Cabe destacar también que, los productos químicos cuando se aplican estos hacen el papel de preservantes los cuales previenen contra hongos, insectos, bacterias, efectos nocivos del agua y fuego.

Por lo que se conoce que la caña puede ser tratada con estos agentes químicos por alrededor de 80 años según las condiciones de su uso, para lo cual se utilizan los siguientes agentes químicos:

Tabla 9. Agentes químicos para conservar caña guadua

| Ítem | Detalle | Cantidad | % |
|------|------------------------------------|----------|-----|
| 1 | Solución de ácido bórico | 1 kg | 5% |
| 2 | Solución de ácido bórico | 1kg | 10% |
| 3 | Solución de Bórax | 1 kg | 2% |
| 4 | Solución de Bórax | 1kg | 5% |
| 5 | Solución de Bórax | 1 kg | 10% |
| 6 | Solución de Hidróxido de Sodio | 1kg | 2% |
| 7 | Solución de Hidróxido de Sodio | 1 kg | 4% |
| 8 | Solución de Hidróxido de Sodio | 1kg | 6% |
| 9 | Solución de Ácido Bórico con Bórax | 1 =1 | 2% |
| 10 | Solución de Ácido Bórico con Bórax | 1=1 | 4% |
| 11 | Solución de Ácido Bórico con Bórax | 1=1 | 6% |
| 12 | Solución de Alcohol Etílico | 1 kg | 10% |
| 13 | Solución de Alcohol Etílico | 1kg | 20% |
| 14 | Solución de Alcohol Etílico | 1kg | 30% |
| 15 | Solución de Cloruro de Sodio | 1kg | 5% |
| 16 | Solución de Cloruro de Sodio | 1kg | 10% |

| | | | |
|----|----------------------------------|-----|-----|
| 17 | Solución de Cloruro de Sodio | 1kg | 15% |
| 18 | Solución de Sulfato de Cobre | 1kg | 4% |
| 19 | Solución de Sulfato de Cobre | 1kg | 6% |
| 20 | Solución de Sulfato de Cobre | 1kg | 10% |
| 21 | Solución de dicromato de potasio | 1kg | 2% |
| 22 | Solución de dicromato de potasio | 1kg | 3% |

Tomado de: (Directindustry.es, 2017)

5.4. Tipos de tratamientos y mantenimiento

Se evidencia una operación de secado, en donde se obtiene una humedad entre el 10% al 15% siendo un porcentaje adecuado para suministrar en estos casos los preservantes.

- Tratamiento con el uso de transpiración de hojas

Cuando la savia ha sido escurrida se procede a la colocación del tallo, la cual se absorbe hasta arriba ya que las hojas transpiran

- Tratamiento con el método de boucherie

Se ejecuta un tratamiento dependiendo del tipo de aditivo, para lo cual se realiza una precipitación, en torno a las influencias de la hinchazón de la caña en la pared, también se conoce que, el secado de esta debe ser lento y ha de lograrse la penetración del aditivo en el tejido fino.

- Tratamiento por método del tanque abierto al frío

Este se genera cuando en la solución de aditivos solubles en agua se introducen por varios días en la solución para mejorar las lisaduras y cicatrices se recomienda el trabajo con cañas secas de preferencia por su alto contenido de humedad.

- Tratamiento por método con baño frío y caliente

Este tipo de tratamiento se da cuando se sumerge en un tanque lleno de aditivo a una temperatura de aproximadamente 90°C, por alrededor de 20 a 30 minutos y en lo posterior se refresca, para que el tratamiento sea eficaz, se perfora el diafragma y se otorga un lento secado.

Secado de la Caña Guadua

El bambú es un material de tipo higroscópico que atrae las moléculas de agua y poroso, el cual absorbe el agua de tal forma que se genera vapor y líquido, si la caña se humedece, la cáscara se hincha y sus propiedades mecánicas tienden a disminuir” (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015).

Es necesario secar el bambú en un área cubierta y que se encuentre totalmente seca, con amplios aleros, además se conoce que, “Los culmos se aplicarán por capas separadas entre sí de tal forma que exista una ventilación correcta, dicho proceso puede durar entre dos y tres meses según el clima del sitio” (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015).

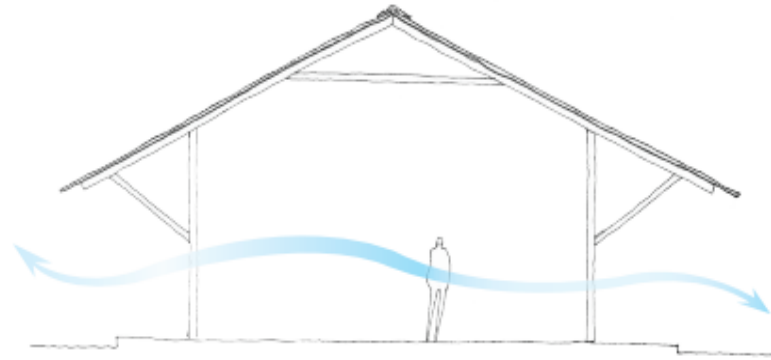


Figura 25. Esquema del área de almacenamiento

Tomado de: (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

Se conoce que este proceso es vital, porque ayuda a eliminar la humedad, también previene el ataque de hongos y de insectos, así como también hace que la caña se haga más liviana evitando que se deforme.

- Secado al aire

Se produce este secado cuando se secan las tablas de caña en capas paralelas a dirección paralela, a distancia de aproximadamente 1.5 metros de distancia entre los tallos que deben ser construidos de medio diámetro, el cual dura dos meses para secarse.

- Secado al fuego

Las cañas son apiladas y se introducen en hornos, donde se proporciona vapor y aire caliente, así se obtiene una velocidad de secado efectiva y no costosa.

- Secado mixto

Aquí se incluyen dos métodos de secado, pues una vez se ha incluido el secado natural para evitar la humedad de la caña, se la seca también de forma artificial para procurar mejor calidad de secado.

NOTA: Con el fin de acelerar el proceso de secado, es posible usar el “Pulpo”, este es un soplador de tipo eléctrico que usa mangueras conectadas entre sí, por cada culmo, el cual permite la inyección de aire caliente, dicho método “reduce en el 50% el tiempo de secado comparado con el secado solar que reduce solo el 1% de la humedad por día”, el grado correcto de humedad a alcanzar por los culmos es entre 15 a 17% para la obtención de dichos valores se usa un humidómetro, pues se estima que con este método del pulpo se alcanza el estado adecuado en diez días.

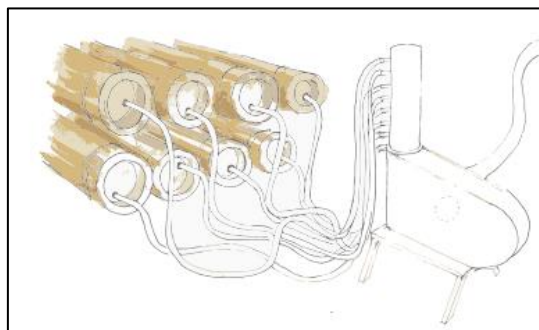


Figura 26. Secado usando “el pulpo”

Tomado de: (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

5.5. Proceso manual de la construcción con caña guadua

Luego de haber realizado los procesos de secado y tratamiento de la caña guadua, se incluye el siguiente proceso de tratamiento:

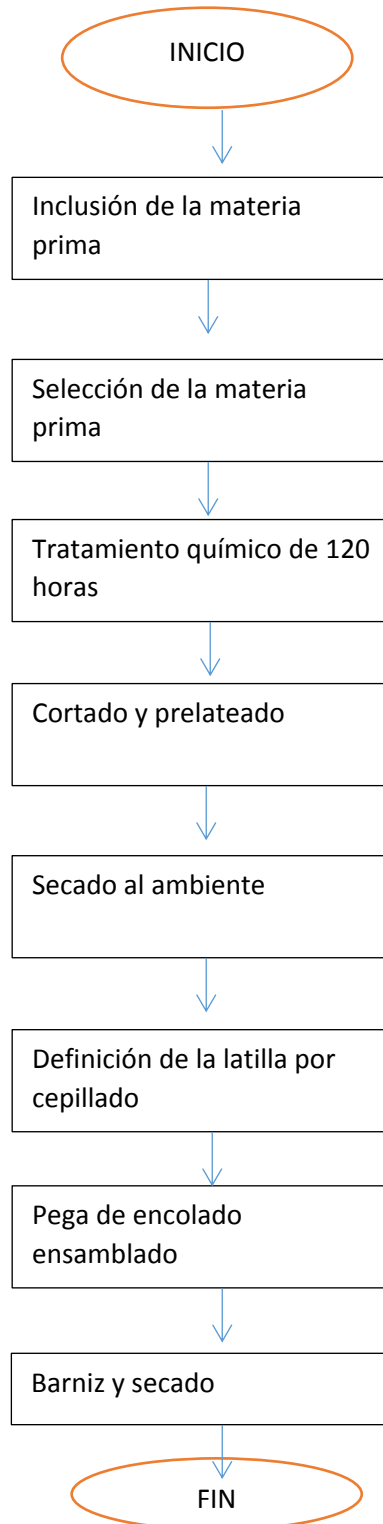


Figura 27. Proceso de tratamiento completo de la caña guadua

5.6. Selección y clasificación de la materia prima

Se ha de seleccionar y clasificar la caña guadua, para lo cual se genera una asociación de los ciclos lunares y la edad, para lo que se utiliza cañas maduras de 5 a 6 centímetros.

Preparación de la materia

Las cañas guaduas han de ser aptas para la construcción dependiendo de la humedad por eso se recomienda que su edad sea entre 5 a 6 años, ya que la humedad se encuentra en el 20% en relación con la humedad relativa del medio ambiente.

Tratamiento Químico

Debido a los agentes químicos es posible la mejora de las capacidades físicas de la caña guadua, para la obtención de materia prima con calidad y que sea posible su uso en varios segmentos de la construcción.

VARIABLES DE TRATAMIENTO

Para la determinación del agente químico y la solución correcta para prevenir hongos, insectos y otro tipo de microorganismos se ha de hacer pruebas anteriores.

Humedad

La caña cumple con la característica de ser higroscópica, pues las paredes presentan espacios intracelulares que se encuentran saturados de agua, por lo que es allí donde se ha de observar el contenido máximo de humedad que almacenan.

5.7. Presentación de la caña guadua en concentración de agua

A continuación se presenta un cuadro comparativo de concentración de agua:

Tabla 10. Cuadro de comparación de concentración de agua

| Esfuerzos | | Condiciones de servicio | C _t | | |
|--------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | | | T ≤ 37 C | 37 C ≤ T ≤ 52 C | 52 C ≤ T ≤ 65 C |
| Flexión | F _b | Húmedo | 1.0 | 0.60 | 0.40 |
| | | Seco | | 0.85 | 0.60 |
| Tracción | F _t | Húmedo | | 0.85 | 0.80 |
| | | Seco | | 0.90 | |
| Compresión paralela | F _c | Húmedo | | 0.65 | 0.40 |
| | | Seco | | 0.80 | 0.60 |
| Compresión perpendicular | F _p | Húmedo | | 0.80 | 0.50 |
| | | Seco | | 0.90 | 0.70 |
| Corte | F _y | Húmedo | | 0.65 | 0.40 |
| | | Seco | | 0.80 | 0.60 |
| Módulo de elasticidad | E | Húmedo | 0.80 | 0.80 | |
| | | Seco | 0.90 | | |

Tomado de: (Bambusa, 2017)

Por otra parte, se habla también del confort es decir se conoce como confort, al bienestar de la vivienda, por lo que se determina un confort tanto de tipo térmico como acústico, tal como se puede observar a continuación:

Tabla 11. Tipos de confort

| Confort térmico | Confort acústico |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - La temperatura del aire debe estar entre 18° a 26° C - La velocidad del aire entre 0.05 y 0.15 m/s - La humedad entre el 40 al 65% | <ul style="list-style-type: none"> -Aislamiento acústico -Acondicionamiento acústico <p>Donde se incluyen los materiales específicos para impedir el ruido que proviene desde el exterior.</p> |

| | |
|--|--|
| - La temperatura radiante media entre 18 a 26°C | |
|--|--|

Tomado de: (Gavin, 2018)

Es así que, los niveles sonoros en edificaciones están reglamentado según las normas NEC-11 de tal forma que se incluyen los niveles de sonido específico en edificaciones que incluyen los siguientes:

Tabla 12. Nivel sonoro según edificaciones








| Detalle | Nivel sonoro (Db) |
|--|-------------------|
| Local y reciento comercial | 70 |
| Vivienda, estudio, dormitorio, hotel, biblioteca | 50 |
| Aulas | 55 |
| Lugar de estar | 50 |
| Hospitales | 45 |
| Otros lugares no establecidos anteriormente | 75 |

Fuente: (Construcción, 2011)

5.8. Herramientas

Dentro de las herramientas que se utilizarán para la construcción de una casa de caña guadua se encuentran las siguientes:

Tabla 13. Herramientas generales para construir la plancha de fibra de coco en la casa de caña guadua

| N° | Detalle | Gráfico | Uso |
|----|---------------------|--|--|
| 1 | Machete |  | Se ejecutan cortes sin causar deterioro al material y/o desperdicios del mismo |
| 2 | Sierra circular |  | Se usa para el proceso de corte de la caña |
| 3 | Taladro |  | Se usa para realizar perforaciones para anclar la caña sobre el marco estático |
| 4 | Brocas |  | Se cuenta con un juego de brocas de distintos diámetros dependiendo de las perforaciones que se deben realizar |
| 5 | Prensas |  | Permiten sujetar la caña con el marco para la ejecución del anclaje al marco diseñado |
| 6 | Martillo |  | Sirve para clavar marcos de madera para anclarlos con la caña guadua de forma manual |
| 7 | Destornillador (es) |  | El juego de destornilladores sirve para el anclaje de marcos pequeños |

Tomado de: (Gavin, 2018)

A continuación se detallan las herramientas para cada parte de la construcción específica:

Tabla 14. Materiales y herramientas específicos por etapa de la construcción

| ETAPA DE CONSTRUCCIÓN | |
|---|--|
| 1) Marcar los cimientos y las plantillas | <ol style="list-style-type: none"> 1. Estacas de madera 2. Martillos y mazos 3. Cuerdas 4. Cinta métrica de 25 m 5. Nivel de manguera 6. Picos y palas |
| 2) Preparar los materiales según la lista de corte | <ol style="list-style-type: none"> 7. Flexómetros y cinta métrica 8. Lápices bicolor 9. Sierra, para cortar culmos se usa para segueta, serrucho, motosierra y sierra de disco 10. Limas, para afinar cortes 11. Set de sierra copa (50-100 mm) para hacer el corte de boca de pescado con mayor precisión |
| 3) Preparación de vigas y columnas | <ol style="list-style-type: none"> 12. Cuerdas, de entre 15 a 18 mm de grosor 13. Talado eléctrico preferible de 1200 kw, 800 rpm, con extensión de cable de pro lo menos 20m y brocas de entre 10mm y 12mm 14. Martillo para meter pasadores de bambú 15. Pasadores de bambú o varilla roscada con tuercas y arandelas. Para la unión de los elementos 16. Esmeriladora para hacer el corte de los excesos de varilla roscada y pulir bordes |
| 4) Ensamble de cerchas | <ol style="list-style-type: none"> 17. Estacas para realizar la marcación de la posición final de los elementos en la plantilla 18. Varilla roscada, para la unión de elementos 19. Sierras copa de 25 a 40 mm para la realización de perforaciones de entrenudos y relleno |
| 5) Elevación de cerchas | <ol style="list-style-type: none"> 20. Trípodes y polipasto 21. Escalera |

22. Culmos de bambú para usar de forma temporal como brazo de apoyo
23. Nivel de manguera y plomada para la realización del nivel de la estructura
24. Concreto, varillas de acero y de cimbras

Tomado de: (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

5.9. Proceso de construcción del aislamiento acústico



Figura 28. Paneles de fibra de coco

Tomado de: (EHU, 2015)

5.10. Cortes

Los sistemas de la construcción que usan a la fibra de coco como principal material, tienen la ventaja de que no usan en la mayoría maquinarias pesadas para su ejecución, por lo que incluso en ciertos lugares se usan utensilios específicos como cuchillos para elevar construcciones de este tipo.

En lo que se refiere a los cortes, se conoce que “la fibra de coco es una planta leñosa, y con pelos lo que le proporcionan cierta rigidez”, es así que para la realización de los cortes se requiere:

- Uso de sierras para el corte de metal, por la solidez de la capa de sílice

- Corte a no más de 4 dedos u 8cm de un nudo
- Realizar cortes en forma perpendicular a las fibras, para evitar rajamientos.

Construir la boca de Pescado

Herramientas:

- Taladro percutor
- Sacabocados o copa sierra bimetálicas de 3-4"

Proceso

1. Marcar con tiza el corte en el culmo de guadua
2. Fijación del culmo de guadua a cortar para evitar desplazamientos
3. Organizar un corte de ángulo de 90°, para elaborar el pico de flauta es necesario alinear el ángulo solicitado para un corte perfecto
4. Iniciar con el corte de alta velocidad pero baja presión y se incrementa a medida que se perfora
5. Corte por secciones según tamaño de la copa
6. Presentar la unión y si se requiere pulir para que se ajuste al culmo de unión
7. Para fijar la unión de boca de pescado se usa el método de los pasadores de fibra de coco

Para lo cual se debe:

Unir con espárragos galvanizados o pasadores de fibra de coco en el bambú

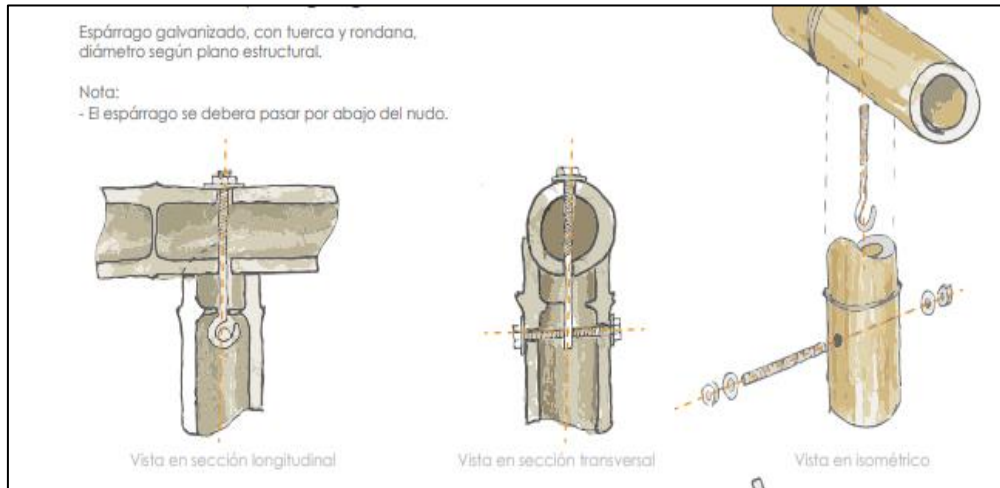


Figura 29. Unión de espárragos galvanizados

Tomado de: (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

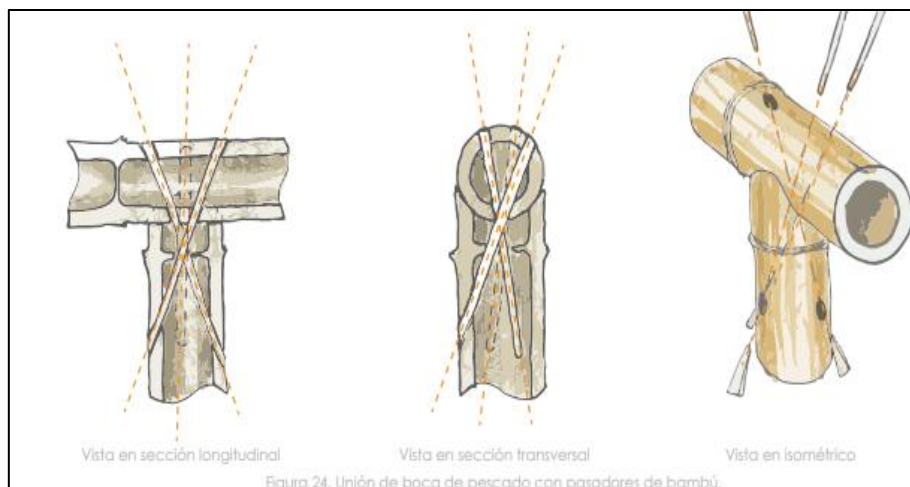


Figura 30. Unión con pasadores de fibra de coco en el bambú

Tomado de: (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

Pasadores de fibra de coco

Los pasadores de fibra de coco fijan las uniones de las estructuras de bambú, por lo que el proceso es el siguiente:

1. Se requiere usar los primeros dos entrenudos
2. Una vez obtenidos los fragmentos de entrenudos se deben dividir en segmentos longitudinales dependiendo el diámetro se podrán obtener de entre 12-18 partes
3. Fabricar un modelo de metal con agujeros de diferentes proporciones según se requiera los pasadores
4. Poner cada sector del culmo sobre la abertura de la plantilla de metal y haciendo uso de un mazo de madera para ejercer presión y golpear de forma vertical hasta lograr sacar el pasador por el orificio
5. Si es necesario se pule con estilete
6. Se pone a secar a la intemperie los pasadores durante los días necesarios y se les debe dar movimiento continuo para que se provea de un secado uniforme (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

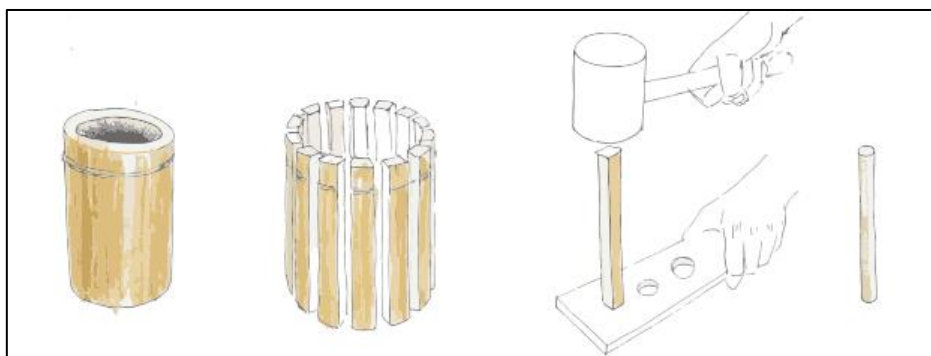


Figura 31. Proceso para elaborar pasadores

Tomado de: (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

- Se pone a secar a la intemperie los pasadores durante los días necesarios y se les debe dar movimiento continuo para que se provea de un secado uniforme
- Los pasadores deben estar totalmente secos
- Pasadores rajados son un problema al momento de ensamblar
- El diámetro del pasador tiene que ser menos de 1 mm mayor al diámetro del orificio hecho con taladro
- Se usa martillo de madera para introducir en los culmos.

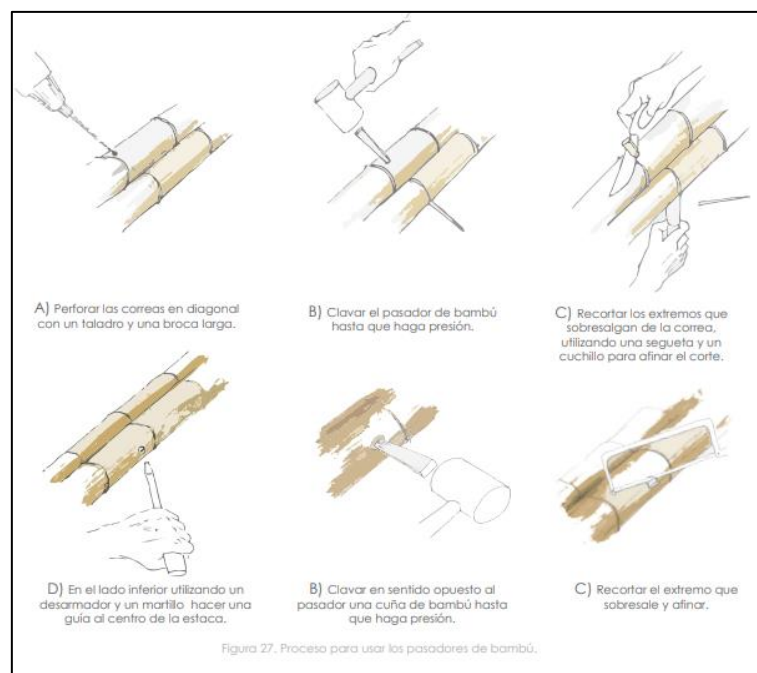


Figura 32. Proceso para usar los pasadores de fibra de coco

Fuente: (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

Relleno con Grout

- 1.- Se ubican los entrenudos a rellenar con grout y se identifica el extremo a perforar, lo cual debe elevarse para que el grout fluya por gravedad
2. Se hace el orificio usando una copa sierra o saca bocado con 1.5" de diámetro
- 3.- Se prepara el grout
- 4.- Se rellena todo el entrenudo al usar un cuello de botella como embudo para vaciar el grout
- 5.- Se coloca la tapa de bambú extraída con el sacabocados y se deja secar por dos días. (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

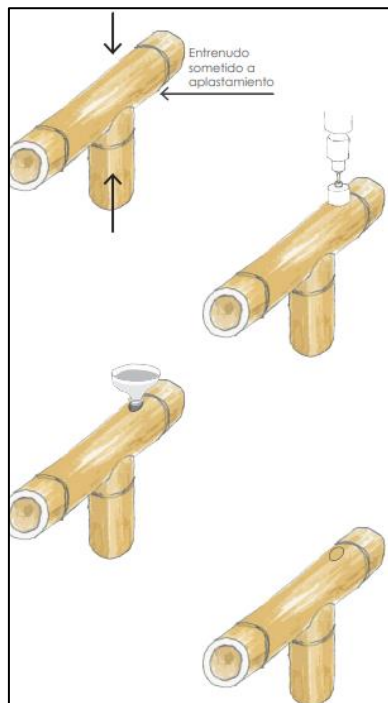


Figura 33. Relleno con grout

Tomado de: (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

Unir culmos de forma longitudinal

1. Los culmos a unir deben ser similares en diámetro
2. Los extremos a unir deben tener un nudo a una distancia de mínimo 10 cm
3. se procede a cortar uno de los extremos de un ángulo de 60° aproximadamente
4. utilizar y preparar los elementos de unión debe ser longitudinal, rígido y resistente

Dentro de los elementos que pueden usarse se encuentran:

Latas de fibra de coco, palo de madera, tubo metálico

NOTA: Se debe considerar que el culmo tiene un diámetro de 9 cm, y el elemento de unión debe tener un diámetro de 2" y una longitud aproximada de 50 cm u 8 diámetros del culmo

5. Se rompe los diafragmas de los primeros dos nudos
6. Se introduce la mitad del elemento de unión en cada culmo
7. Se fija con 3 pasadores de fibra de coco o espárrago galvanizado preferible de 7/16" de diámetro en donde se requiere perforar con el taladro perpendicular a las fibras.
8. Cortar los sobrantes de los pasadores
9. Pulido de bordes

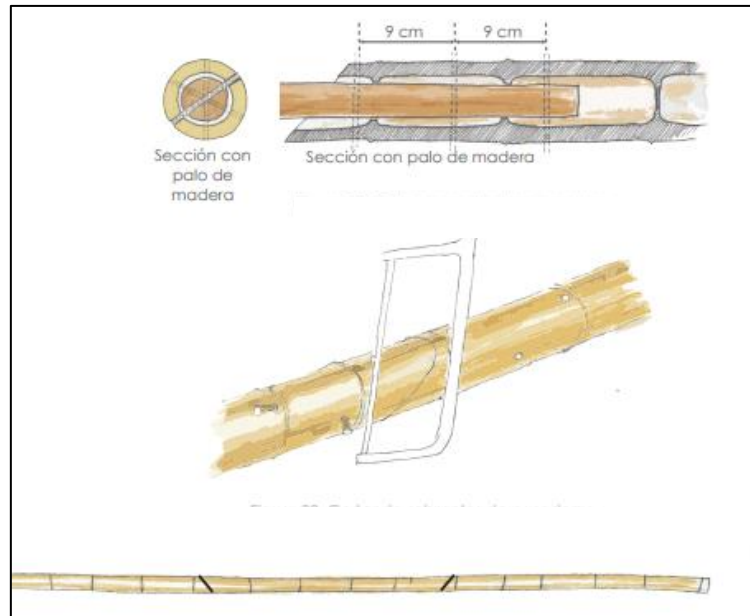


Figura 34. Criterio para fijar pasadores, cortado sobrante, alternación de cortes diagonales

Tomado de: (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

Colocación de la varilla en el culmo

1. Dividir los diafragmas de dos entrenudos en la base de los culmos
2. Cortar una parte de la varilla hasta alcanzar la forma de U
3. Incrustar los extremos de la varilla en culmos
4. Preparación del concreto y el relleno de las bases de culmos
5. Se deja en secado por lo menos durante dos días.

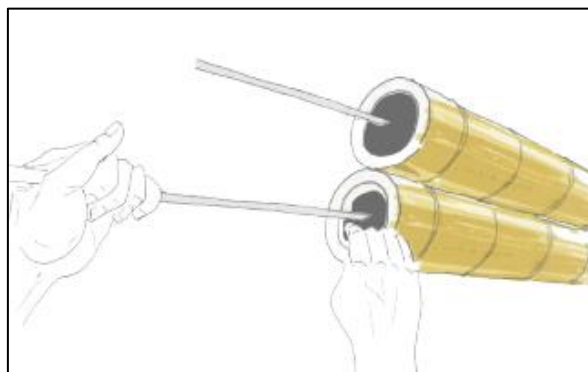


Figura 35. Colocación de una varilla en el culmo

Tomado de: (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

Esterilla

1. Colocación del panel de fibra de coco en el suelo o en superficie con nivel
2. hacer cortes con el hacha de mano estos deben de ser sucesivos y profundos en el sentido de las fibras con separación entre dos y tres cm
3. Uso de una pala para abrir de forma longitudinal por un lado al romper los compartimientos interiores
4. Apertura de la esterilla con la mano hasta aplanarla y con la ayuda de una pala remover la capa blanda interna y segmentos de nudos
5. Limpieza y lavado con agua a presión
6. Introducir los culmos en solución de pentaborato al 5% por cuatro días
7. Orear al aire libre (proceso secado en el burro)
8. Almacenamiento amontonando y dejando espacio entre estas para ventilarlas (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

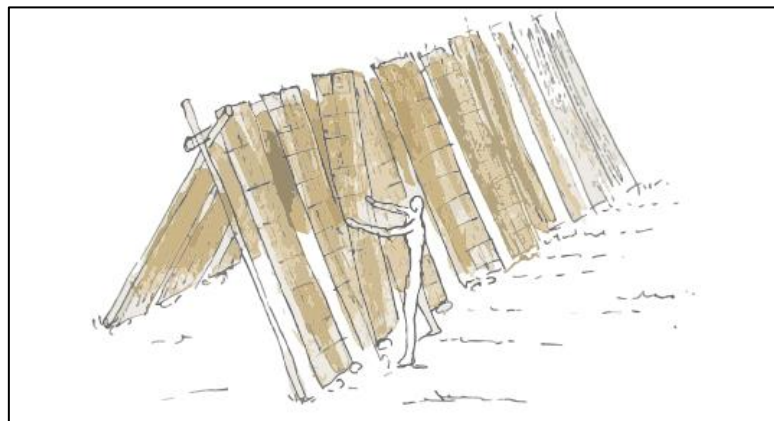


Figura 36. Proceso secado en el burro

Tomado de: (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

Pinboo

Materiales:

- Latas de caña guadua curadas con pentaborato - 4 cm de ancho - Cepilladas y sin nudos.
- Listones de madera – con el debido Tratamiento antipolilla - Diámetro 1/2" - Rectos y regulares

Herramientas:

- Taladro eléctrico o inalámbrico - Recomendable de 1200 kw •Broca para metal - Diámetro de 1/2"
- Martillos y mazos - De hule y madera
- Flexómetro
- Lápiz bicolor

Proceso

1. En una banca marcar una línea de referencia con la longitud específica
2. Poner latas sobre la banca con el lado interno hacia arriba y alinearlas hasta cubrir la longitud necesaria
3. Sobre el eje principal de las latas marcar puntos a cada 35 o 40 cm
4. Perforación de puntos usando el taladro con una broca de 1/2" de diámetro
5. Introducir un listón de madera en cada orificio atravesando las latas de caña guadua

6. Preparación de la segunda capa de latas al alternar la orientación de su cara y traslapando las uniones
7. Clavar las latas en los palos
8. Repetir el proceso hasta conseguir apilar hasta la altura necesaria
9. Corte de sobrantes de palos
10. Para fijar las latas y evitar que estas se muevan, se clava una estaca en la superficie del palo de madera a los dos extremos. (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

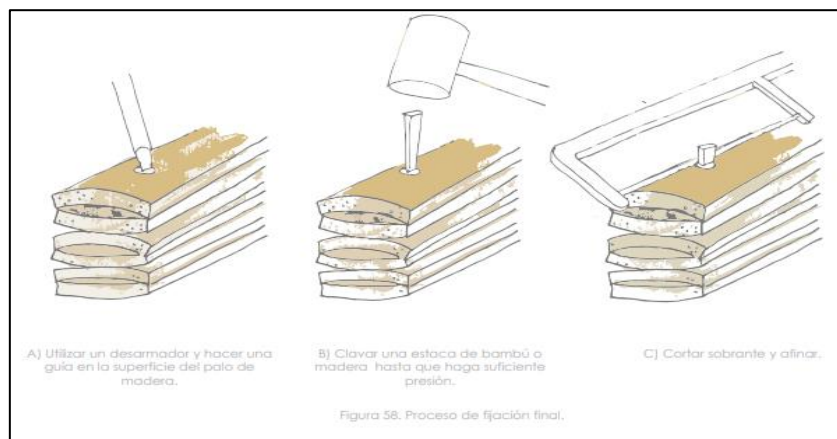


Figura 37. Fijación de latas

Tomsdo de: (Lucia Aguilar Arquitectos, 2015)

5.11. Proceso de construcción de la fibra de coco en la vivienda

La materia prima la encontramos en donde tengamos palmas de coco ya que este es un material que abunda en el sector de Crucita es una parroquia que pertenece al cantón Portoviejo que está ubicada en la provincia de Manabí. Para

el ejemplo de este documento tomamos la vivienda del señor Rene Demera que está ubicada en el sector antes mencionado



Figura 38. Materia prima para la fibra de coco

Tomado de: Investigación propia

Los cocos secos los podemos encontrar a lo largo de toda la costa Ecuatoriana y estos en gran cantidad donde se elaboran las típicas cocadas de coco, también esta materia prima la podemos encontrar en los centros de acopio donde la materia prima es la fruta de coco seco para la elaboración de dulces e demás productos alimenticios elaborados en gran cantidad.



Figura 39. Obtención de fibras de coco

Tomado de: Investigación propia

Las fibras de coco se la puede desprender del centro de una forma manual no se necesita de maquinarias, para la elaboración de este documento se elaboró un prototipo en la vivienda antes mencionada con los materiales locales y de una forma muy tradicional aprovechando la mano de obra local y la materia prima que se encuentra en el sector de Crucita. A continuación las fotografías que detallan el procedimiento que se realizó y la forma como se ubicó el material para obtener el rendimiento correspondiente a lo que es el aislamiento acústico en paredes de caña guadua.



Figura 40. Sector a ser intervenido

Tomado de: Investigación propia

A continuación se marca con un recuadro el sector donde se va a intervenir y su aplicación de los materiales para proceder con el aislamiento acústico de la pared determinada.



Figura 41. Medición del área a intervenir

Tomado de: Investigación propia



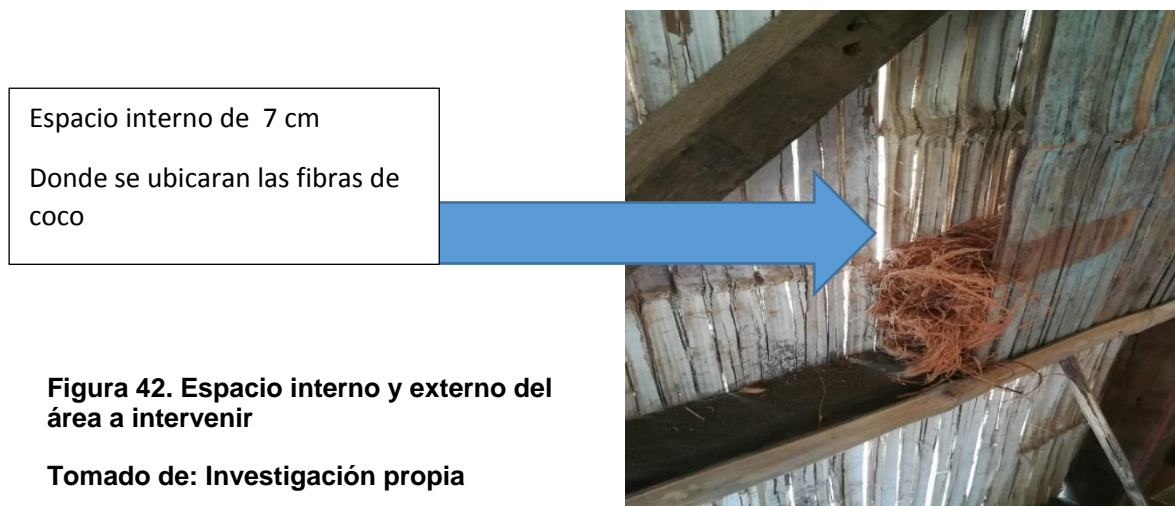
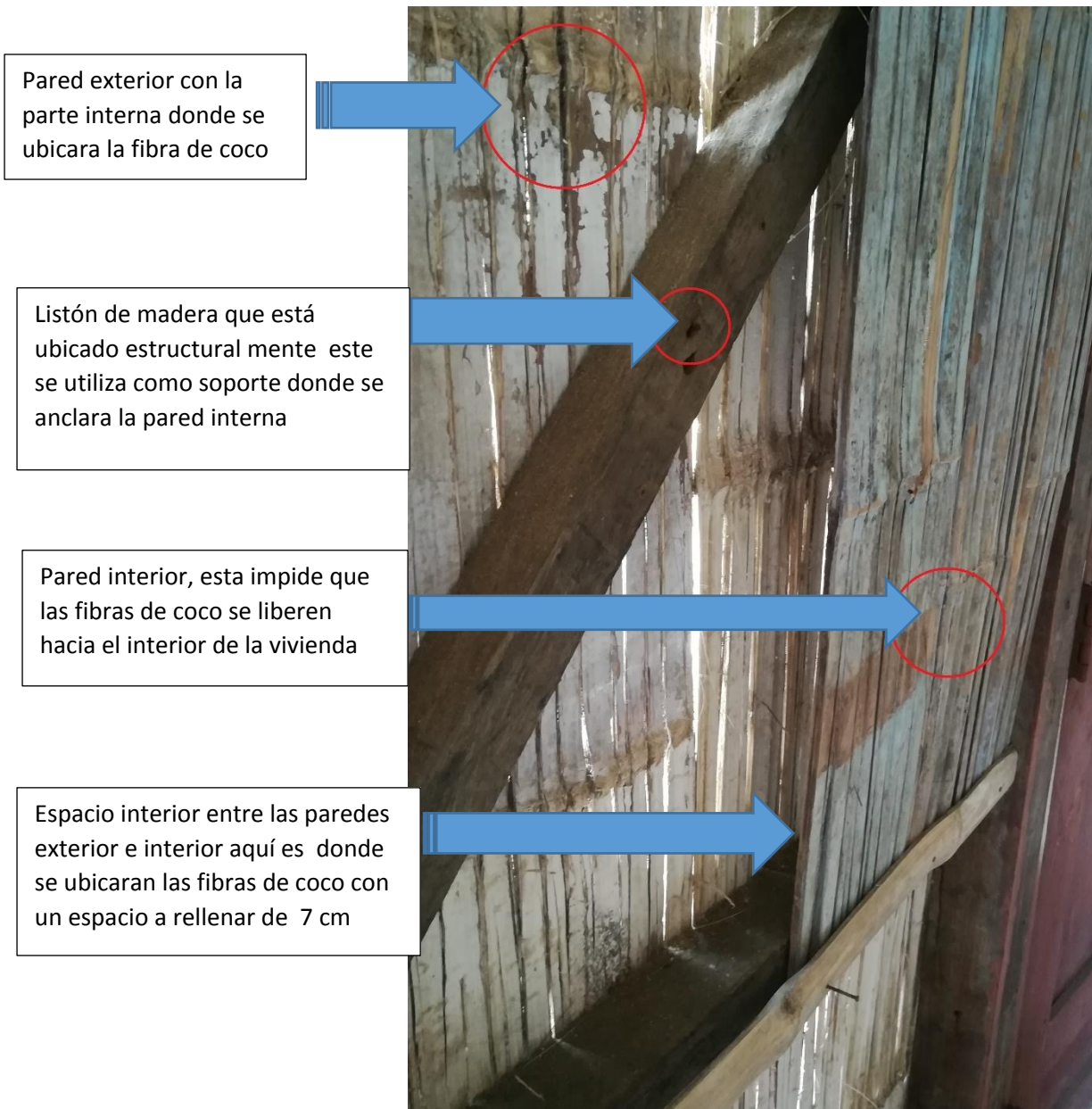


Figura 42. Espacio interno y externo del área a intervenir

Tomado de: Investigación propia

Fibras de coco ubicadas en el espacio que dejan las dos paredes se introducen de forma manual teniendo en cuenta la uniformidad de las mismas

Nota:

Las fibras de coco deben Ser desmenuzadas ya que

No deben quedar en rollos

Esto produce vacíos y no es uniforme

Figura 43. Ubicación de fibras de coco

Tomado de: Investigación propia



Fibra de coco introducida uniformemente entre pared exterior y pared interior de una vivienda construida en caña guadua.



Figura 44. Colocación de la fibra de coco en la caña guadua

Tomado de: Investigación propia

La parte superior de la pared interior se la sujeta con una latilla de caña de aproximadamente entre 4 y 5 cm de ancho con clavos de dos pulgadas, el mismo procedimiento se lo realiza en la parte inferior, los clavos van fijados solo en las vigas superior y vigas inferior de la estructura, también existen listones de madera que están fijados a las vigas principales o vigas secundarias y que sirven para reforzar la fijación de la pared interior, donde se procede a clavar las latillas que sujetan la pared interior.

El rectángulo de color rojo marca el área terminada consta de pared exterior y pared interior las dos en caña guadua y en su interior 7cm de fibra de coco que sirve de aislante natural del ruido y variaciones climáticas

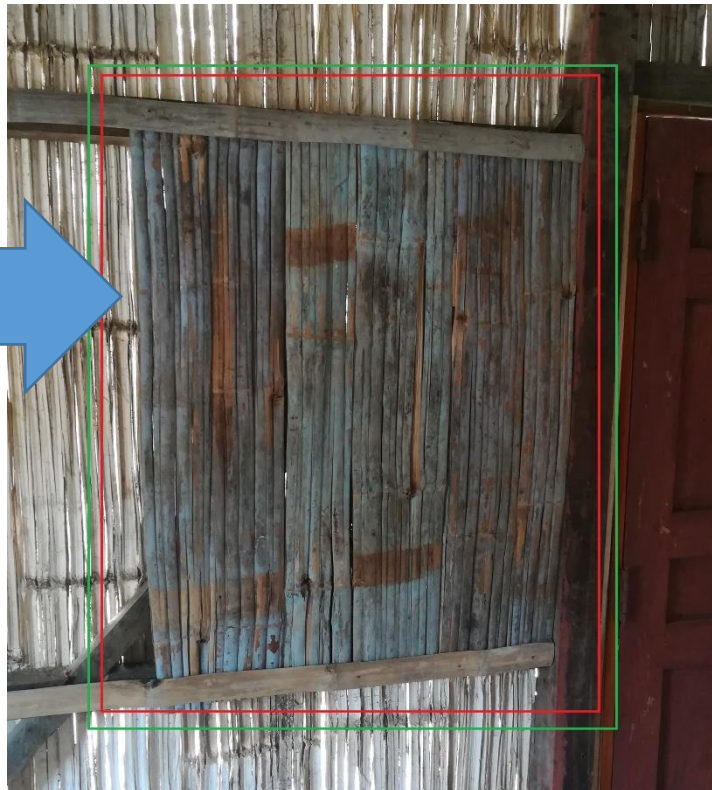


Figura 45. Fijación de la pared interior con fibra de coco

Tomado de: Investigación propia




Figura 46. Imagen del área de la pared terminada.

Tomado de: Investigación propia


5.12. Descripción de rubros de aislamiento acústico

Tabla 15. Costos de aislamiento acústico

|  UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS Laureate International Universities® | | TECNOLOGIA EN CONSTRUCCION Y DOMOTICA | | | | |
|--|--------|--|--------|----------|-----------------|-------------|
| NOMBRE DEL OFERENTE | | EDISON RODRIGO MURILLO MERO | | | | |
| TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS Y UNIDADES | | | | | | |
| N° | CODIGO | DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | P. TOTAL |
| | 1 | AISLACION ACUSTICA CON FIBRA DE COCO | | | | |
| 1 | 1,1 | CAÑA GUADUA | M2 | 1 | 0,8 | 0,8 |
| 2 | 1,2 | CLAVOS DE 2" | U | 12 | 0,01 | 0,12 |
| 3 | 1,3 | FIBRA DE COCO 7CM | M2 | 1 | 0,35 | 0,35 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| TOTAL PRESUPUESTO | | | | | | 1,27 |
| QUITO VIERNES 12/07/2019 SON : un dólar con veintiete centavos EDISON MURILLO | | | | | | |

Tomado de: Investigación propia

Tabla 16. Tabla de análisis de precios unitarios.

|  | | TECNOLOGIA EN CONSTRUCCION Y DOMOTICA | | | |
|---|---|---------------------------------------|--------------------|-----------------|---------------|
| NOMBRE DEL OFERENTE | | EDISON RODRIGO MURILLO MERO | | | |
| OBRA : | PROYECTO DE TITULACION | | | | |
| RUBRO : | INSTALACION DE FIBRA DE COCO COMO MATERIAL AISLANTE | | | | |
| CODIGO : | | | | UNIDAD : | M2 |
| DETALLE : | | | | RENDIMIENTO : | 8h |
| EQUIPO | | | | | |
| Descripción | Cantidad (A) | Tarifa (B) | Costo Hora (C=A*B) | Rendimiento (R) | Costo (D=C*R) |
| HERRAMIENTA NEMOR | 100 | 1,73 | 1,73 | 0,05 | 0,09 |
| INPLE SEGURIDAD | 100 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,04 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | SUBTOTAL M | 0,13 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| Descripción | Cantidad (A) | Jornal/Hr (B) | Costo Hora (C=A*B) | Rendimiento (R) | Costo (D=C*R) |
| CARPINTERO | 100 | 2,50 | 6,00 | 0,20 | 120 |
| AYUDANTE | 100 | 1,50 | 3,50 | 0,150 | 0,53 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | SUBTOTAL N | 1,73 |
| MATERIALES | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad (A) | Precio Unit. (B) | Costo (C=A*B) | |
| PANEL DE CAÑA GUADUA | M2 | 100 | 1,27 | 127 | |
| FIBRA DE COCO PARA AISLAMIENTO | M2 | 100 | 0,35 | 0,35 | |
| | | | | | |
| | | | | SUBTOTAL O | 1,62 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad (A) | Tarifa (B) | Costo (C=A*B) | |
| | | | | | |
| | | | | SUBTOTAL P | 0,00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) | | | | | 3,47 |
| INDIRECTOS Y UTILIDADES | 0,00% | | | | 0,00 |
| OTROS INDIRECTOS | 20,00% | | | | 0,69 |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO | | | | | 4,16 |
| VALOR OFERTADO | | | | | 4,16 |
| QUITO 12/07/2019 | | | | | |
| LUGAR Y FECHA | | | FIRMA | | |
| NOTA : PRECIOS Y VALORES NO INCLUYEN IVA | | | | | |

Tomado de: Investigación propia

6. CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- La vivienda está situada en un lugar donde la materia prima es abundante en el medio y su proceso de obtención no es complejo ni laborioso, es posible percibir que como primer punto se incluyó el lugar específico que es una casa de caña guadua ubicada en la costa Ecuatoriana. Además en dicho documento se detalla su proceso para la adecuación que consiste en despendar las fibras de coco de la corteza y desmenuzar manualmente para la insonorización de las paredes de la vivienda.
- De acuerdo a la tipología y construcción de la vivienda para la aplicación de un sistema aislante a partir de la fibra de coco, el tipo de construcción que se tomó en cuenta es una vivienda de caña guadua, este tipo de vivienda por lo general está construido en madera y caña guadua lo que facilita el ensamblado de las paredes y la puesta de las fibras de coco en su interior, se toman los listones de madera como una subestructura para la fijación de la pared interior.
- Para identificar las condiciones acústicas en las que se encuentra la vivienda a insonorizar, fue posible realizar una investigación técnica que, demostró que la vivienda de caña guadua está más expuesta a una mayor cantidad de ruido que sobrepasaba los permitidos, por lo que en base a ello se decidió definir la propuesta de incorporación del material aislante de ruido que en este caso fue la fibra de coco.

- Para la elaboración de un sistema de aislamiento donde se detallan los procedimientos que serán necesarios para la construcción e instalación de los elementos aislantes, fue posible encontrar que la fibra de coco es un excelente material aislante ya que se observó mayor efecto de insonorización que otros materiales tradicionales para aislamiento acústico.
- Se realizó un estudio investigativo entre los sistemas más comunes que se utilizan en aislamiento acústico y fue posible encontrar que la fibra de coco mantiene mayor absorción de ruido, además también se observó que tanto en el interior como en el exterior de la vivienda el porcentaje de mejora de insonorización del ruido fue superior por parte de la fibra de coco.
- Este documento detalla la forma correcta para el mantenimiento que se debe aplicar al sistema aislante, es posible definir un proceso específico haciendo énfasis en la durabilidad, resistencia, mantenimiento periódico que requiere la fibra de coco y que está ligada directamente a los materiales como son la madera y la caña guadua.

6.2. Recomendaciones

- Concientizar sobre la importancia de utilizar materiales naturales para viviendas, de tal forma que se fomente su uso garantizando su calidad tanto acústica como en torno a medidas de confort.
- Se recomienda a los constructores leer el manual de incorporación de la fibra de coco para entender cómo se realiza el proceso de incorporación de un sistema aislante acústico para el caso de viviendas de caña guadua
- Este tipo de sistema tiene un mayor beneficio si se aplica en viviendas que están siendo afectadas por variaciones o pérdidas de temperatura, además de ser un sistema aislante acústico tiene mayores ventajas como sistema aislante térmico, se pudo notar en nuestro proyecto que en temporadas de verano nos proporciona un nivel de confort muy considerable.
- Es recomendable que se brinden capacitaciones a constructores sobre este y otros tipos de materiales naturales que se pueden usar para la construcción de casas más económicas y de gran durabilidad, como alternativa para personas de bajos recursos económicos.
- En la construcción de este proyecto se utilizó otros materiales a parte de la caña guadua, como fue las planchas de triples, estas se utilizaron en reemplazo de las paredes interiores y aportaron con un nivel de acabado mucho mayor y en relación de costos resulta más barato que la caña guadua.

REFERENCIAS

- Cámara de Quito, Q. (2016). *Sectores Económico*. Quito: CCE.
- Directindustry.es. (2017). Obtenido de <http://www.directindustry.es/prod/temarstenmars-electronics/product-31769-581082.html>.
- EHU. (2015). Obtenido de <http://www.ehu.eus/acustica/espanol/ruido/cones/cones.html>
- elruido.com. (2015). Obtenido de <http://www.elruido.com/portal/web/guest/control-de-ruido-en-la-fuente>
- Gavin, A. (2018). *Aplicación de la Caña Guadua en Cielos Falsos con Aislamiento Termo Acústico*. Quito: UDLA. Obtenido de UDLA.
- Lucia Aguilar Arquitectos. (2015). *Manual para la Construcción con Bambú*.
- Poveda, G., Franco, Z., Pilco, M., Suriaga, M., Rivera, G., & Sacoto, D. (2010). *Construcción de viviendas con caña guadúa en el Ecuador, una realidad amigable y sustentable*. Obtenido de <http://www.eumed.net/libros-gratis/actas/2016/filosofia/construccion-viviendas-guido-poveda.pdf>
- Revista FACTS. (2015). Obtenido de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Rev_INSHT/2005/36/FactS_58.pdf
- Roberto Hernandez Sampieri, C. F. (2010). *Metodología de la investigación Quinta Edición*. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. .

Sampieri, R. (2009). *Metodología de la investigación*. México.

Velasco, B. (2017). *La Construcción Ancestral con Caña se utiliza en las casas de Hoy*. Obtenido de

<https://www.elcomercio.com/construir/construccionancestral-cana-casas-santodomingo-intercultural.html>

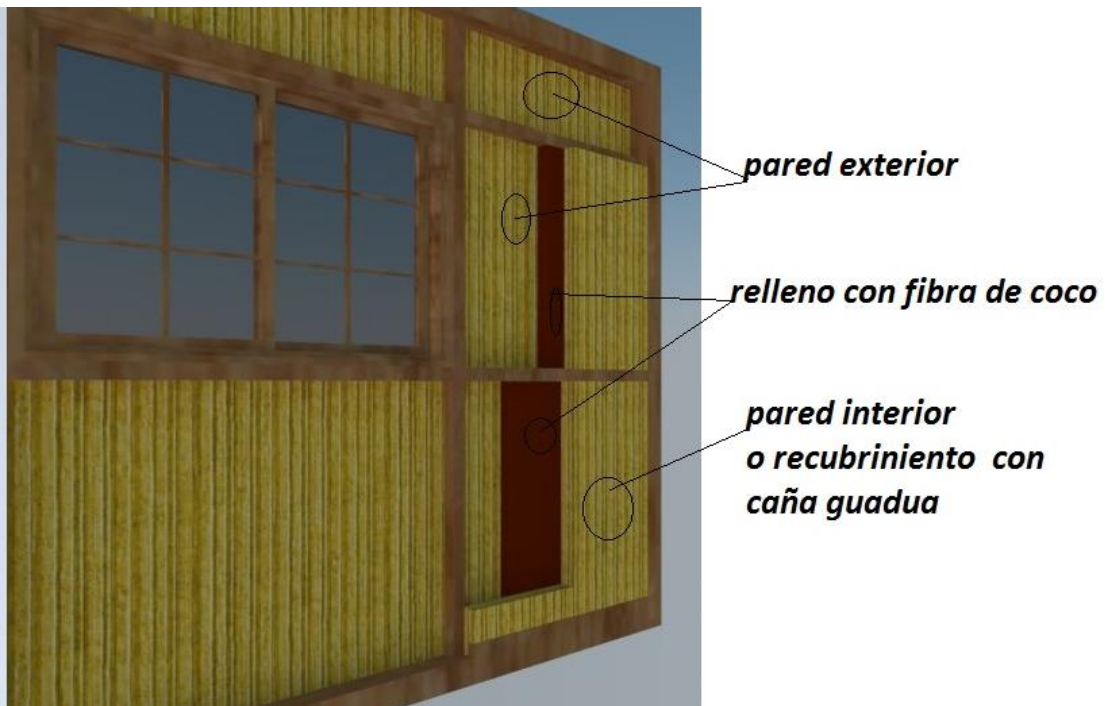
ANEXOS

Anexo 1. Vista de la pared interior de una vivienda de caña guadua



Vista de la pared interior de una vivienda construida en caña guadua

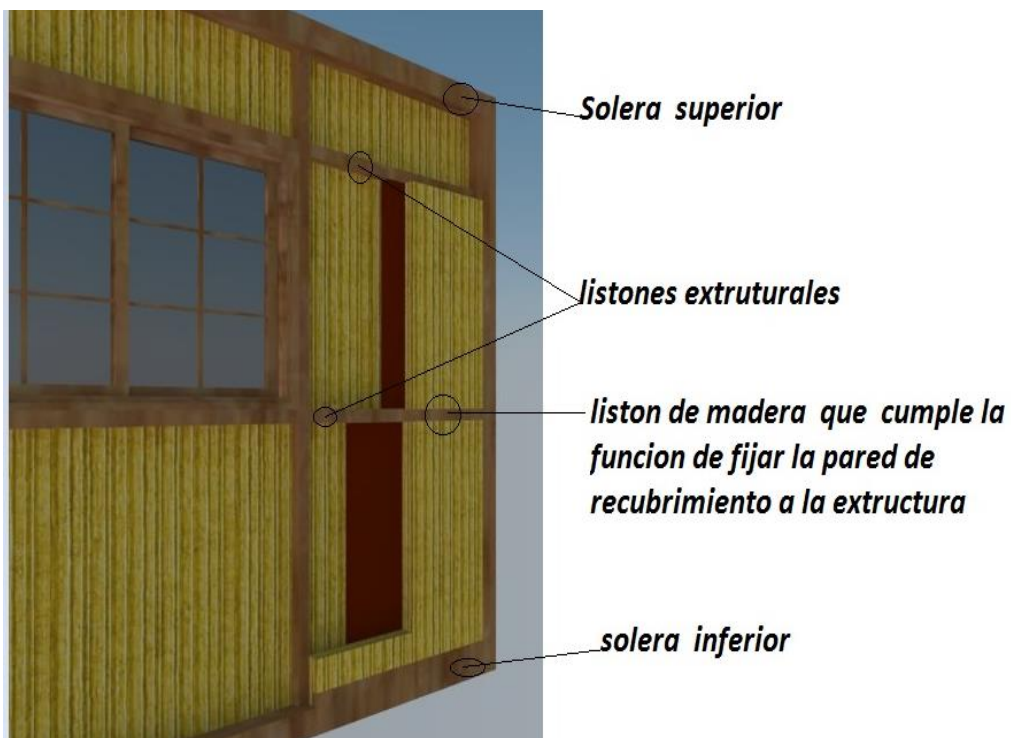
Anexo 2. Pared exterior y relleno con fibra de coco, pared interior



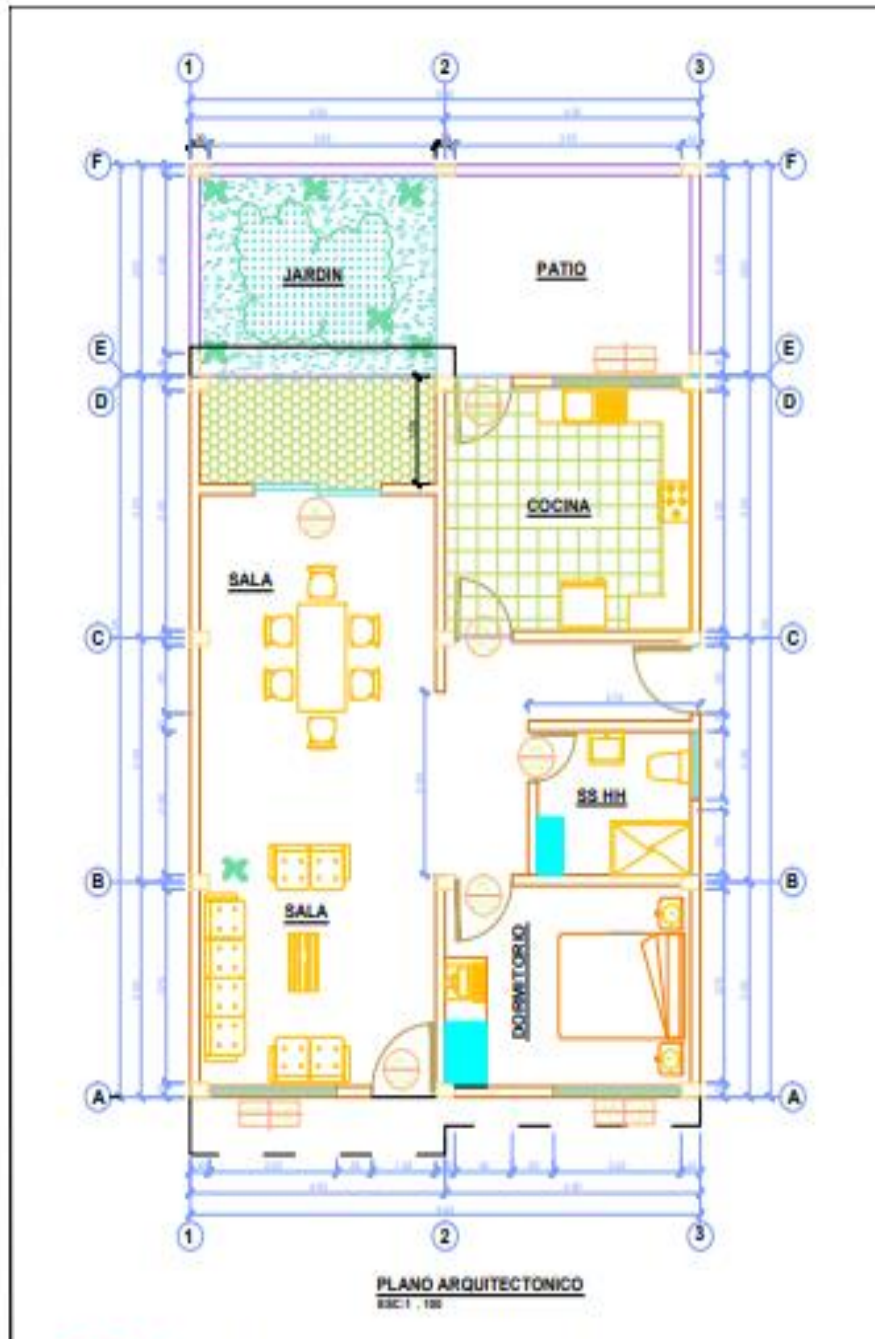
Anexo 3. Partes de la casa de caña guadua en el interior




Anexo 4. Partes específicas de solera



Anexo 5. Plano de la planta arquitectónica



| | | | | |
|--|---|-------------------------------------|---------------------|------------------------|
|  UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS FACULTAD DE INGENIERIA | PROYECTO: VIVIENDA DE LA SR. RENE DEMERA | CONTENIDO PLANOS ARQUITECTONICOS | | |
| | REALIZADO: EDISON MURILLO | REGION: IN | PROVINCIA: BAHIA | CANTON: PORTOVELAZO |

Anexo 6. Plano del área de Intervención

