



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

**“APLICACIÓN DE LA CAÑA GUADUA EN CIELOS FALSOS CON
AISLAMIENTO TERMO ACÚSTICO”**

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

Profesor Guía:

Arq. Francisco Javier Zaldumbide Zurita

Autor:

Alex Rolando Gavin Minga

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, APLICACIÓN DE LA CAÑA GUADUA EN CIELOS FALSOS CON AISLAMIENTO TERMO ACÚSTICO, a través de reuniones periódicas con el estudiante Alex Rolando Gavin Minga, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan el Trabajo de Titulación”

Arq. Francisco Javier Zaldumbide Zurita

C.C. 171890628-0

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, APLICACIÓN DE LA CAÑA GUADUA EN CIELOS FALSOS CON AISLAMIENTO TERMO ACÚSTICO, de Alex Rolando Gavin Minga, en el semestre 2018 - 2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Arq. Patricio Herrera Delgado

C.C 170357711-2

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se ha citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de los autores vigentes.”

Alex Rolando Gavin Minga

C. C: 060444656-7

AGRADECIMIENTOS

Un eterno agradecimiento a todas aquellas personas que formaron parte de mi equipo de trabajo, de la misma manera un eterno agradecimiento a mis familiares que de una u otra manera me apoyaron incondicionalmente para poder cumplir con el objetivo planteado, y aquellos docentes que fueron guías en el transcurso de la formación universitaria.

Alex Rolando Gavin Minga

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mi esposa e hijos, la misma que fueron un apoyo y ente de superación la cual me inculco a continuar con mis estudios universitarios.

Alex Rolando Gavin Minga

RESUMEN

En el presente proyecto investigativo a desarrollarse lo que se busca es reactivar en el mercado nacional la utilización de la caña guadua, para la fabricación de paneles de caña guadua con aislamiento termo acústico para la aplicación en cielos falsos de ciertas edificaciones, las mismas que puedan garantizar durabilidad considerando: los niveles de humedad, factores físicos, factores químicos, regiones y ambientes dentro de una edificación.

También se busca involucrar materiales que aporten como aislante termo acústico el cual nos permita reducir el ruido de impacto que se produce por el constante uso de un espacio habitable de un piso hacia el otro el cual causa molestias en los usuarios, con la aplicación y la combinación de ciertos materiales se desea crear un ambiente de confort, para determinados espacios de una vivienda en general.

Para poder tener una mejor comprensión del proceso de construcción de los paneles de caña guadua se ha desarrollado en planta y en isometría algunos de los gráficos utilizando el programa de AutoCAD; también se detalla el proceso de instalación del material aislante.

En el cual también se detalla las herramientas necesarias a utilizar en el proceso de construcción e instalación de los paneles.

Adicionalmente se incluye un análisis de precios de la construcción de los paneles de caña guadua y mixtos de madera y caña para poder obtener una factibilidad económica.

ABSTRACT

In this research project to be developed, what is sought is to reactivate in the national market the use of bamboo cane, for the manufacture of bamboo cane panels with thermo acoustic insulation for the application in false heavens of certain buildings, the same as guarantee durability considering: moisture levels, physical factors, chemical factors, regions and environments within a building.

It also seeks to involve materials that provide thermal acoustic insulation which allows us to reduce the impact noise that is produced by the constant use of a living space from one floor to the other which causes inconvenience to users, with the application and combination of certain materials you want to create a comfortable environment, for certain spaces of a home in general.

In order to have a better understanding of the process of construction of bamboo panels, some of the graphics have been developed in the plant and in isometry using the AutoCAD program; The process of installing the insulating material is also detailed.

In which is also detailed the necessary tools to be used in the process of construction and installation of the panels.

Additionally, a price analysis of the construction of bamboo and mixed bamboo cane and cane panels is included in order to obtain economic feasibility.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Tema o Título del proyecto.....	1
1.2.	Antecedentes	1
1.3.	Formulación del problema.....	6
1.3.1.	Descripción de las causas.....	7
1.3.1.1.	Desconocimiento de nuevos materiales aislantes alternativos	7
1.3.1.2.	Mala aplicación de los materiales para cielos falsos.....	7
1.3.1.3.	La aplicación de sistemas constructivos tradicionales	7
1.3.1.4.	Falta de diseños modernos sobre acabados en cielos falsos	8
1.3.2.	Descripción de los efectos	8
1.3.2.1.	No permite obtener un nivel de confort adecuado	8
1.3.2.2.	Transmisión de ruidos aéreos de impacto entre pisos.....	8
1.3.2.3.	No permite efectuar modificaciones y reparaciones	9
1.3.2.4.	No permite contar con diseños interiores versátiles.....	9
1.4.	Objetivos	9
1.4.1.	Objetivo General	9
1.4.1.1.	Objetivos Específicos.....	9
1.5.	Alcance	10
2.	MARCO TEÓRICO.....	11
2.1.	Cielos falsos.....	11
2.2.	Introducción.....	11
2.3.	Historia del tumbado	11
2.4.	El Gypsum.....	11
2.5.	Etimología	12
2.6.	Aljez	12
2.7.	El yeso	12
2.7.1.	Características del producto.....	13
2.7.2.	Ventajas	14
2.8.	Proceso de instalación	15
2.9.	El Armstrong	18

2.9.1.	Historia	18
2.9.2.	Características del producto.....	18
2.9.3.	Ventajas	19
2.10.	Proceso de instalación	20
2.11.	Aislamiento para ruidos aéreo.....	23
2.12.	Aislamiento de vibraciones e impactos de ruido	23
2.13.	Aislamiento acústico.....	23
2.14.	Vías de transmisión de los ruidos aéreos.....	24
2.15.	Tratamiento acústico de recintos	25
2.16.	Aislante térmico.....	26
2.17.	Materiales aislantes térmicos	26
2.17.1.	Fibras minerales	26
2.17.2.	Lana de roca	26
2.17.3.	Lana de vidrio	27
2.17.3.1.	Fabricación	27
2.17.3.2.	Fibra de madera	28
2.17.3.3.	Fabricación	28
2.17.3.4.	Fibra de lino.....	29
2.17.4.	Poliestireno expandido.....	30
2.17.4.1.	Propiedades del poliestireno	31
2.17.4.2.	Ventajas.....	32
2.17.4.3.	Usos	32
2.18.	Que es la guadua (bambú).....	32
2.18.1.	Partes de la caña guadua (bambú).....	33
2.18.2.	Generalidades.....	33
2.18.3.	Ciclo Biológico	34
2.18.4.	Particulares según su crecimiento	35
2.18.5.	Clasificación.....	36
2.18.6.	Tipos	37
2.18.7.	Aplicaciones.....	38
2.18.8.	Tratamiento de la caña	41
2.18.9.	Métodos de mantenimiento (curado)	42

2.18.9.1.	Curado en la mata	42
2.18.9.2.	Curado por inmersión en agua	43
2.18.9.3.	Curado al calor	44
2.18.9.4.	Curado por humo	45
2.18.9.5.	Curado por bouchiere	45
2.18.10.	Propiedades Físicas de la caña guadua	46
2.18.11.	Deformación.....	46
2.18.11.1.	Densidad	46
2.18.12.	Propiedades térmicas y elásticas.....	47
2.18.12.1.	Como elemento de construcción	47
2.18.12.2.	Conductividad Térmica	47
2.18.12.3.	Durabilidad	47
2.18.12.4.	Humedad	47
2.18.12.5.	Determinación del contenido de humedad	48
2.18.12.6.	Absorción del agua	48
2.18.13.	Propiedades Mecánicas.....	48
2.18.13.1.	Dureza	49
2.18.13.2.	Resistencia a la compresión.....	49
2.18.13.3.	Resistencia a la tracción.....	49
2.18.13.4.	Resistencia a la flexión y módulo de elasticidad.....	50
2.18.14.	Preservación de la caña guadua.....	50
2.18.14.1.	Agentes químicos utilizados para el tratamiento de la caña guadua.....	50
2.18.14.2.	Tratamientos de preservación	51
2.18.14.3.	Tratamiento aprovechando la transpiración de las hojas.....	51
2.18.14.4.	Tratamiento por el método de boucherie	51
2.18.14.5.	Tratamiento por inmersión en secciones longitudinales	52
2.18.14.6.	Tratamiento por método del tanque abierto en frio	52
2.18.14.7.	Tratamiento por método con baño frio y caliente.....	52
2.18.14.8.	Preservantes utilizados de acuerdo a la aplicación de la caña.....	52
2.18.15.	Selección de métodos.....	53
2.18.16.	Agentes químicos	53

2.18.17.	Secado de la caña	54
2.18.18.	Secado al aire	54
2.18.19.	Secado en estufa o secado artificial	54
2.18.20.	Secado mixto	54
2.18.21.	Procesamiento manual de la caña guadua	55
2.18.22.	Proceso de tratamiento	55
2.18.23.	Selección y clasificación de la materia prima	56
2.18.24.	Preparación de la materia	56
2.18.25.	Tratamiento químico	56
2.18.26.	Variables de tratamiento	56
2.18.27.	Humedad	56
2.18.27.1.	Presentación de la caña guadua en concentración del agua	57
2.18.27.2.	Normativa NEC-11 Capitulo 13.....	57
2.18.27.3.	Confort.....	57
2.18.27.4.	Confort térmico	58
2.18.27.5.	Confort acústico.....	58
3.	EJECUCIÓN DEL PROYECTO	60
3.1.	Introducción.....	60
3.2.	Tipos de corte de la Caña Guadua	60
3.2.1.	Cortes para uniones.....	63
3.3.	Tipos de uniones.....	66
3.3.1.	Uniones empernadas y con platinas	66
3.3.2.	Uniones longitudinales	67
3.3.3.	Uniones perpendiculares.....	67
3.3.4.	Uniones perpendiculares con disco y media caña metálica	68
3.3.5.	Uniones diagonales.....	69
3.3.6.	Uniones zunchadas.....	69
3.4.	Tipos de marcos donde puede ser anclada la caña guadua	70
3.5.	Tipos de paneles.....	70
3.5.1.	Paneles con estructura de caña guadua	70
3.5.1.1.	Paneles con estructura de Madera	77

3.6.	Herramientas que se emplearan para la construcción de los paneles de caña guadua.....	83
3.6.1.	Cómputos métricos	86
3.6.2.	Proceso de montaje de los culmos de caña guadua en los marcos....	86
3.6.3.	Procedimiento para rellenar los paneles con material aislante termo acústico	91
3.6.4.	Procedimiento para instalar los paneles.....	93
3.7.	Método de almacenamiento de los paneles de caña guadua	98
3.8.	Métodos de instalación de los paneles de caña guadua	100
3.9.	Análisis de precios unitarios	101
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
4.1.	Conclusiones.....	107
4.2.	Recomendaciones.....	108
	REFERENCIAS.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Detalle de cielo falso en épocas antiguas.	1
Figura 2 Ciclo de transformación del yeso	2
Figura 3 Choza en épocas antiguas.....	3
Figura 4 Detalle de Cielo Falso tipo gypsum.....	4
Figura 5 Detalle de cielo falso con carrizo.....	4
Figura 6 Construcción con caña guadua.....	5
Figura 7 Espacios con diseños innovadores	5
Figura 8 Árbol del problema	6
Figura 9 Piedra aljez	12
Figura 10 Yeso en polvo	13
Figura 11 Plancha de Gypsum	14
Figura 12 Trazado de altura	15
Figura 13 Instalación de ángulos perimetrales	15
Figura 14 Colocación de tornillos en el tumbado.....	16
Figura 15 Colocación de omegas conectoras	16
Figura 16 Anclaje de planchas de gypsum.....	17
Figura 17 Sellado de juntas.....	17
Figura 18 Proceso de acabado en tumbado	18
Figura 19 Tipos de paneles Armstrong, materiales y medidas.....	19
Figura 20 Marcado de altura	20
Figura 21 Trazado en todo el perímetro	21
Figura 22 Colocación de ángulos primarios	21
Figura 23 Sujeción de perfiles al tumbado	22
Figura 24 Colocación de perfiles secundarios.....	22
Figura 25 Instalación de paneles Armstrong	22
Figura 26 Ejemplos de transmisión vibratoria.....	23
Figura 27 Transmisión de la energía sonora a través de un edificio.	25
Figura 28 Presentación de la Fibra mineral.....	26
Figura 29 Presentación de la Lana de roca.....	27
Figura 30 Presentación de la lana de vidrio	27

Figura 31 Presentación de la fibra de madera.....	28
Figura 32 Presentación de la fibra de lino	30
Figura 33 Presentación de poliestireno expandido.....	30
Figura 34 Identificación de las partes de la caña guadua (bambú).	33
Figura 35 Ciclo biológico de la caña guadua.....	35
Figura 36 Caña guadua tipo simpodial.....	37
Figura 37 Caña guadua tipo monopodial.	37
Figura 38 Madera tipo tablón.....	38
Figura 39 Aplicación de la caña guadua como estructura.	38
Figura 40 Foto de cogollos de caña.	39
Figura 41 Foto de cartón luego de procesar la caña guadua.	39
Figura 42 Componentes de la caña guadua para procesar medicamentos.	40
Figura 43 Foto de una prenda fabricada con fibras de caña.	40
Figura 44 Foto de obtención de carbón.....	40
Figura 45 Foto de decoración de espacios interiores.....	41
Figura 46 Detalle de viviendas construidas con caña guadua.	41
Figura 47 Detalle de corte de caña guadua.....	42
Figura 48 Detalle de método de almacenamiento en el punto de siembra.....	43
Figura 49 Detalle de método de curación por inmersión.	44
Figura 50 Detalle de curado al calor.....	44
Figura 51 Foto de método de curado por exposición al humo.	45
Figura 52 Foto de método de curado por bouchiere.	45
Figura 53 Proceso de tratamiento	55
Figura 54 Aislamiento Acústico	59
Figura 55 Pieza completa de caña guadua	60
Figura 56 Corte en dos piezas de la caña guadua	61
Figura 57 Corte de la caña guadua en 4 partes	61
Figura 58 Cortes en 5 de la caña guadua	62
Figura 59 Corte de caña guadua a 45°.....	62
Figura 60 Corte de la caña guadua a 60°.....	62
Figura 61 Corte de la caña guadua a 0°.....	63
Figura 62 Cortes para uniones	63

Figura 63 Corte recto	64
Figura 64 Corte boca de pescado	64
Figura 65 Corte pico de flauta	64
Figura 66 Corte con una oreja.....	65
Figura 67 Corte con dos orejas	65
Figura 68 Corte ovalado	66
Figura 69 Uniones empernadas y con platinas	67
Figura 70 Uniones longitudinales	67
Figura 71 Uniones perpendiculares.....	68
Figura 72 Uniones perpendiculares con disco y media caña metálica	68
Figura 73 Uniones diagonales.....	69
Figura 74 Uniones zunchadas.....	69
Figura 75 Uniones de Culmos	70
Figura 76 Detalle de unión a 45°	71
Figura 77 Detalle de corte a 45°.....	71
Figura 78 Cortes de largueros horizontales	71
Figura 79 Cortes de largueros horizontales a 45°	72
Figura 80 Cortes de largueros verticales.....	72
Figura 81 Cortes de culmos a 45° de largueros horizontales	73
Figura 82 Marco de caña guadua.....	73
Figura 83 Detalle de unión de los culmos de caña a 45° en los cuatro lados... 74	
Figura 84 Bambú corte a bisel 45°	74
Figura 85 Unión de bambú corte bisel a 45°	74
Figura 86 Detalle 2 unión de refuerzos interiores intermedios	75
Figura 87 Armado del panel con refuerzos intermedios	75
Figura 88 Detalle 1 de unión de refuerzos esquineros	76
Figura 89 Estructura del panel a 45°	76
Figura 90 Isometría del panel terminado.....	77
Figura 91 Marco de madera	77
Figura 92 Largueros horizontales a 0°	78
Figura 93 largueros verticales a 0°	78
Figura 94 Listón de madera.....	79

Figura 95 Armado de marco de madera.....	79
Figura 96 Detalle de unión de listones de madera a 90° en los cuatro lados ...	79
Figura 97 Unión de listones de madera con tornillos.....	80
Figura 98 Panel con refuerzo esquineros.....	80
Figura 99 Detalle 1 de unión de refuerzos esquineros	81
Figura 100 Detalle 2 de unión de refuerzos intermedios	82
Figura 101 Estructura del panel de madera	82
Figura 102 Panel de caña guadua con marco de madera terminado.....	82
Figura 103 Zona donde se instalará el cielo falso	85
Figura 104 Realización del marco de madera	87
Figura 105 Vista Superior de la Madera Aserrada	87
Figura 106 Perforación de la caña guadua.	88
Figura 107 Unión del panel de caña guadua y el marco de madera aserrada .	88
Figura 108 Ensamble del panel de caña guadua en el eje (X;Y).....	89
Figura 109 Isometría del panel de caña guadua con la fibra de lino	90
Figura 110 Panel de caña guadua con marco de madera.....	90
Figura 111 Vista frontal del panel de caña guadua	91
Figura 112 Lámina de fibra de lino.	92
Figura 113 Corte de la fibra de lino	92
Figura 114 Colocación de la fibra de lino en la caña guadua.....	93
Figura 115 Panel de caña guadua con fibra de lino utilizado como aislante	93
Figura 116 Trazo en paredes	94
Figura 117 Instalación de perfiles.....	95
Figura 118 Colocación de ángulos secundarios.....	95
Figura 119 Colocación de los paneles	96
Figura 120 Estructura del cielo falso.	96
Figura 121 Plano isométrico de la estructura del cielo falso	97
Figura 122 Vista de planta de la estructura del cielo falso	97
Figura 123 Bodega de almacenamiento.....	98
Figura 124 Indicaciones de almacenamiento	98
Figura 125 Forma correcta de apilar el panel.....	99
Figura 126 Forma incorrecta de apilar los paneles	99

Figura 127 Andamios para instalacion	100
Figura 128 Forma de levantar el panel.....	100
Figura 129 Anclaje de la estructura.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores máximos de los índices de ruidos permitidos.....	24
Tabla 2 Ficha técnica	29
Tabla 3 Aspectos físicos de la caña guadua.....	46
Tabla 4 Comparación de las características mecánicas de algunas de las clases de bambú.....	48
Tabla 5 Características mecánicas del bambú.....	49
Tabla 6 Resistencia a la flexión de la caña guadua en relación al álamo y al pino.....	50
Tabla 7 Agentes químicos utilizados.....	53
Tabla 8 Cuadro comparativo de concentración del agua	57
Tabla 9 Niveles de sonido en edificaciones.....	59
Tabla 10 Herramientas.....	83
Tabla 11 Cómputos métricos.....	86
Tabla 12 Descripción de rubros de cielo falso con madera y caña	101
Tabla 13 Análisis de Precios Unitarios Formulario N°1	102
Tabla 14 Presupuesto de instalación de cielo falso con madera y caña	103
Tabla 15 Descripción de rubros de cielo falso con caña guadua	104
Tabla 16 Análisis de Precios Unitarios Formulario N° 2	105
Tabla 17 Presupuesto de instalación de cielo falso con caña guadua	106

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Tema o Título del proyecto

Aplicación de la caña guadua en cielos falsos con aislamiento termo acústico.

1.2. Antecedentes

Desde la más remota antigüedad, los cielos falsos han estado presente en el progreso del hombre tanto en la construcción como en la decoración siendo elementos, arquitectónicos, constructivos muy utilizados en las edificaciones, que se sitúa a una cierta distancia del techo, en los cuales se aplicaban pieles de animales y combinaciones de distintos materiales como son el barro, carrizo, yeso.



Figura 1 Detalle de cielo falso en épocas antiguas.

El yeso es uno de los materiales más antiguos empleados en la construcción, por poseer buenas propiedades en el periodo Neolítico, con el aporte del fuego se empezó a elaborar yeso calcinado aljez, y era utilizado para unir piezas de mampostería, sellar juntas de muros, revestir paredes, elaborar piezas para cielos falsos.

En el siglo XVIII el uso del yeso en construcción se generaliza en Europa, por ser un material proveniente de la naturaleza que posee grandes propiedades para la elaboración de piezas para cielo falso, pero se puede asegurar que este antiquísimo material sigue proporcionando un gran confort ya que es un aislante acústico y térmico que hasta se puede conseguir con gran facilidad en piezas artesanales prefabricadas.

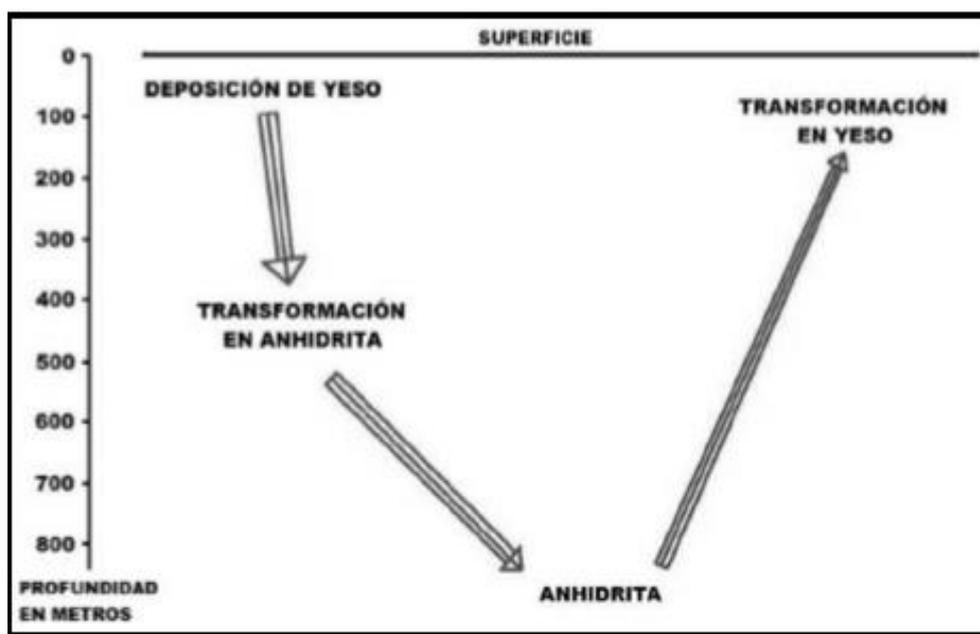


Figura 2 Ciclo de transformación del yeso
Tomado de: Antecedentes del yeso

En el siglo XIV los colonizadores españoles trajeron a nuestro continente una especie vegetal llamado carrizo gigante, con evidentes beneficios como elemento útil para conservar el suelo, su uso y aplicación como material para la construcción de viviendas, techos, paredes, barcos, lanchas y fabricación de instrumentos musicales.

El mismo que es proveniente del continente asiático, dispersándose al Sureste de Europa y al Norte de África, también por Estados Unidos, California, hoy en día es considerada invasora de los cuerpos de agua dulce de ambas costas de la unión americana, en el Ecuador también se puede obtener en ciertas

regiones, mismos que han sido aprovechado de una manera muy eficiente en el campo de la construcción en edificaciones de zonas urbanas y rurales.

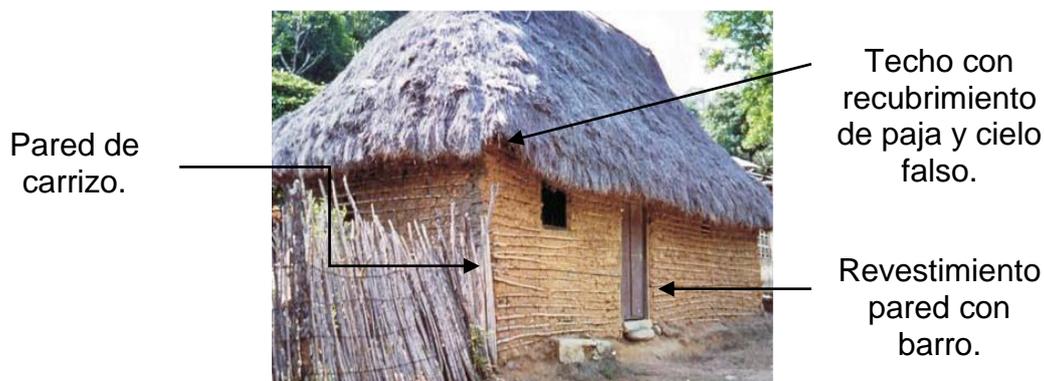


Figura 3 Choza en épocas antiguas.
Tomado de: (Nuestro Sonora Etnias, 2018)

A finales del siglo 19, inicio del siglo 20 el negocio del yeso en América del Norte se encontraba fragmentado en mercados regionales, donde treinta empresas independientes de extracción de roca de yeso y de fabricación de yeso se unieron para consolidar sus recursos y formar USG (United States Gypsum Yeso de Estados Unidos), la compañía combina las operaciones de 37 plantas de minería y calcinación en la producción de yeso agrícola y de construcción. Desde aquella época año tras año conjuntamente con el avance tecnológico se ha venido perfeccionando, la calidad, durabilidad, combinación de materiales, creando nuevos paneles de gypsum que se han puesto a la venta y distribución en mercados de los diferentes Países.

En la actualidad se conoce que existen paneles de yeso alivianado de: fibra de vidrio, drywall, pvc, superboard, machihembrado con madera, y aluminio los que son fijados con perfiles y tornillos.

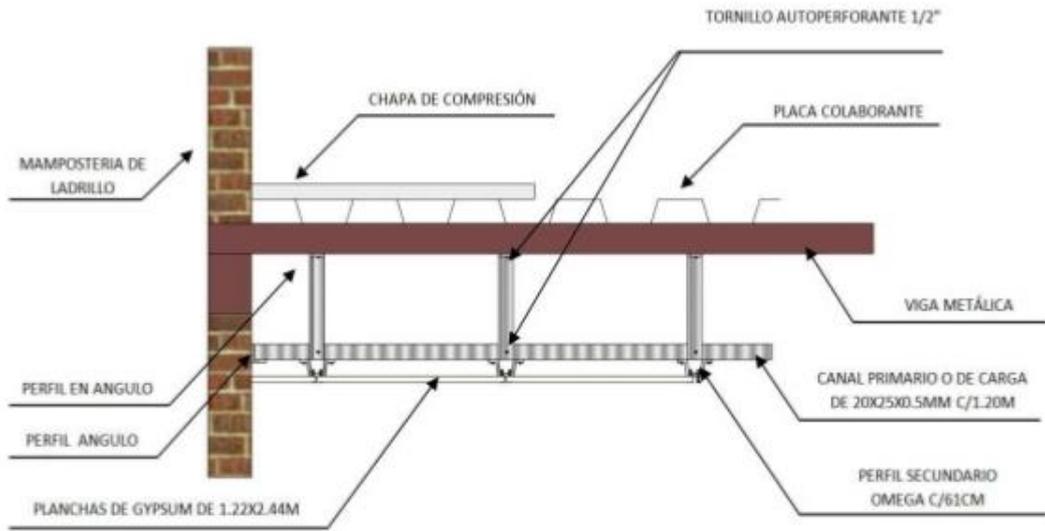


Figura 4 Detalle de Cielo Falso tipo gypsum.
Tomado de: (Arquitectura Fibro-Mineral, 2013)

Al plantear este proyecto se busca recobrar de manera efectiva el uso de la caña guadua en cielos falsos (tumbados), misma que contendrá una combinación de varios materiales como son: la caña guadua, el poliestireno expandido, aditivos, entre otros y obtener como resultado paneles con aislamiento acústico.

A fin de garantizar, durabilidad, calidad constructiva, ofertar y contribuir con la sociedad ofreciendo un nuevo sistema de paneles de caña guadua con grandes beneficios y a la vez ofrecer confort, bienestar, y la conservación de edificios que se construyeron en patrimonios culturales.



Figura 5 Detalle de cielo falso con carrizo.

En la actualidad se conoce que en el País existe un gran interés por los constructores de ciertos lugares el aprovechar los materiales naturales como son la caña guadua, para la fabricación de viviendas eco amigable, renovable, sismo resistente.



Figura 6 Construcción con caña guadua.
Tomado de: (Delgado, 2017)

La cual permite generar fuentes de empleo en una gran parte del país donde el material permite, dar varios diseños y terminados de acuerdo a la necesidad y requerimientos del usuario.



Figura 7 Espacios con diseños innovadores
Tomado de: (Bambú, 2016)

1.3. Formulación del problema

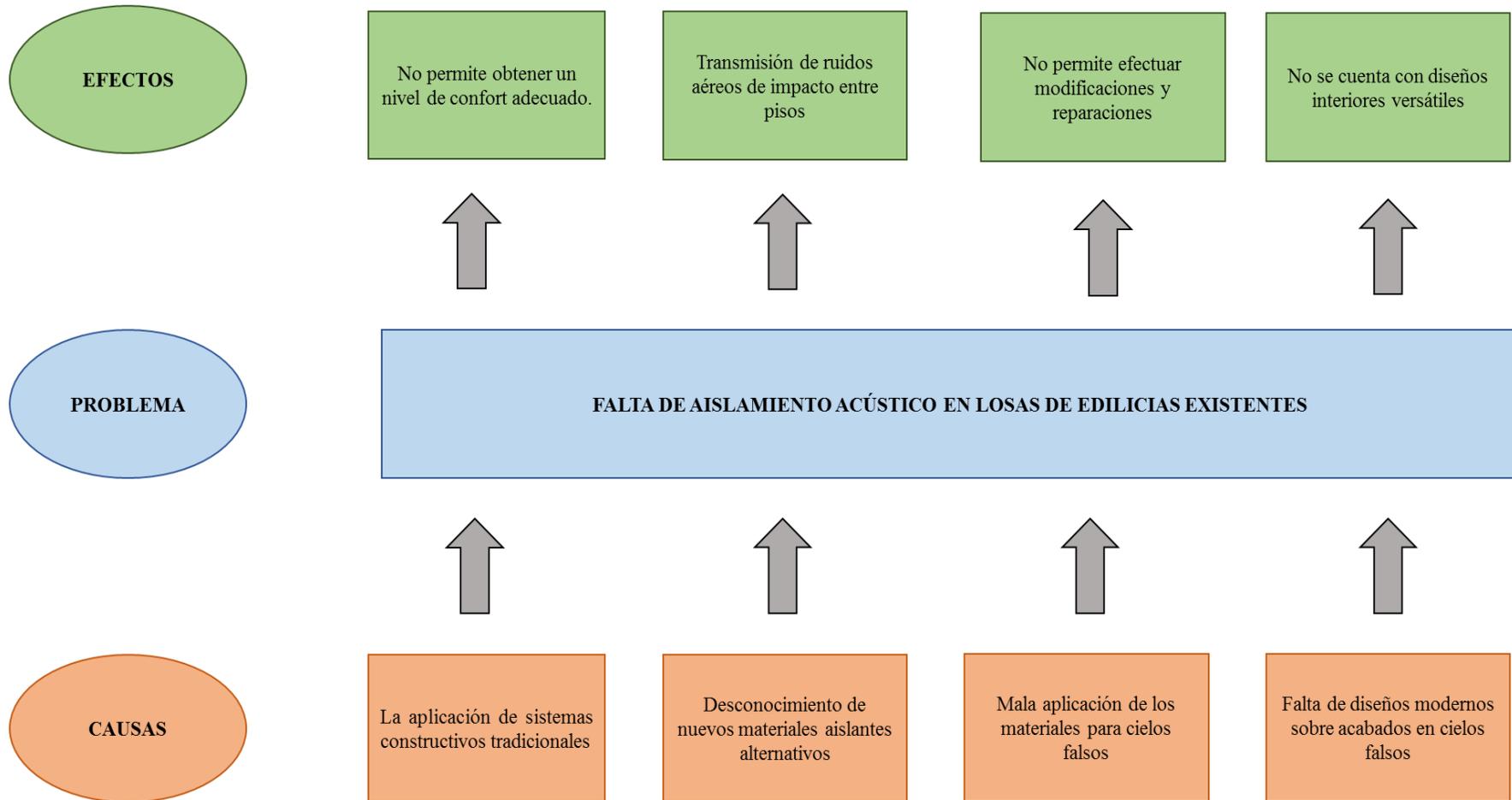


Figura 8 Árbol del problema

1.3.1. Descripción de las causas

1.3.1.1. Desconocimiento de nuevos materiales aislantes alternativos

Al no obtener una información adecuada y comprender las propiedades, y campos de aplicación de los materiales aislantes térmicos acústicos existentes en el mercado, ha permitido desarrollar nuevos sistemas de aislamientos en edificaciones de nuestro país con materiales alternativos que la naturaleza nos proporciona, pudiendo ser de mejor costo ya que en países desarrollados como Estados Unidos, España, México, Argentina, existe un aprovechamiento del 100% de los recursos naturales para poder crear nuevos materiales aislantes.

1.3.1.2. Mala aplicación de los materiales para cielos falsos

Desde hace muchos años atrás se ha venido desarrollando la aplicación de cielos falsos o también llamados cielos rasos en diferentes tipos de materiales como son de: madera, pvc, aluminio, yeso, los mismos que no han tenido un previo análisis a la instalación de acuerdo al ambiente, temperatura donde se va colocar y a la vez adaptarse a la necesidad del usuario, para poder garantizar su durabilidad.

1.3.1.3. La aplicación de sistemas constructivos tradicionales

En la sociedad el ser humano se ha familiarizado con un solo tipo de sistema constructivo como es el de la losa maciza, la cual no, nos permite ejecutar de manera oportuna el dar una solución inmediata a los diferentes inconvenientes que se presentan en una losa de una vivienda, tomando un cierto tiempo para poder hallar las fallas existentes como son de: filtración de agua, caída de enlucido, averías en las instalaciones eléctricas, las mismas que tomaran un mayor tiempo de, demora para su solución o reparación.

1.3.1.4. Falta de diseños modernos sobre acabados en cielos falsos

La aplicación de los cielos falsos en la construcción ha evolucionado, por un simple motivo el cual permite brindar espacios decorativos, con aislante termo acústico, y sistemas de iluminación, las mismas que están presentes en todo tipo de tipologías arquitectónicas, con alternativas diferenciadas para viviendas, locales comerciales, industrias, oficinas, las mismas que no se ofertan al usuario al momento de realizar un acabado en un cielo falso de cierta edificación.

1.3.2. Descripción de los efectos

1.3.2.1. No permite obtener un nivel de confort adecuado

En una edificación al no cumplir con ciertos aspectos muy importantes como son: confort Higrotérmico, salubridad, iluminación, y habitabilidad, esto conlleva a que dicha edificación se convierta en una vivienda que no garantiza la calidad de vida, del usuario en el inmueble, la misma que influye mucho por la calidad de materiales empleados en la construcción, grado de temperatura que ofrece el inmueble, sistema de ventilación que posee, sistema de iluminación artificial y natural que es aprovechada.

1.3.2.2. Transmisión de ruidos aéreos de impacto entre pisos

Inevitablemente una vivienda está expuesta a ciertos factores de ruidos los cuales son generados por: vecinos, por el uso de espacios muy continuamente, el cual genera un grado de inconformidad del usuario del piso inferior, ocasionado un ruido de impacto el cual es producido por el desplazamiento de personas o por golpes que se producen en la superficie, la misma que ocasiona una vibración de la superficie debido a la rigidez de los elementos constructivos utilizados en la edificación.

1.3.2.3. No permite efectuar modificaciones y reparaciones

Al contar con una losa de hormigón todas las instalaciones están empotradas a la misma y están ubicadas de acuerdo a lo establecido en los diferentes planos de las ingenierías correspondientes, para poder realizar una operación de mantenimiento se debería picar y seguir el ducto o instalación la cual se desea solucionar la misma que tendrá un mayor costo de inversión en la reparación, como también para poderle convertir a una vivienda en oficinas, clínicas, etc. se deberá derrocar las paredes y hacer nuevas instalaciones que casi en su mayoría quedan vistas.

1.3.2.4. No permite contar con diseños interiores versátiles

Se define por la correcta utilización de los materiales en las construcciones, especialmente en acabados interiores de cielos falsos, con materiales alternativos de fácil manipulación, livianos, eco amigable, ecológico, con variedad de acabados, variedad de colores, variedad de diseños, creando ambientes de acuerdo a las necesidades de los usuarios los mismos que brinden confort y garanticen un inmueble saludable.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Obtener un adecuado aislamiento termo acústico en cielos falsos de edificaciones, para elevar la calidad de vida, confort de los usuarios de un inmueble, reduciendo el ruido de impacto, y bajando la contaminación intradomiciliaria.

1.4.1.1. Objetivos Específicos

- Generalidades de la caña guadua.

- Clasificación de la caña guadua y tipos.
- Métodos de tratamiento y mantenimiento para preservar la caña guadua.
- Propiedades físicas y mecánicas de la caña guadua.
- Características mecánicas de la caña guadua.
- Ventajas y desventajas del sistema de paneles termo acústicos.
- Materiales aislantes y térmicos.
- Detalle de las normativas más importantes sobre aislamiento acústico.
- Descripción de las herramientas necesarias para la construcción e instalación.
- Análisis de costos de materiales
- Análisis de costos de mano de obra.
- Método de almacenamiento e instalación de los paneles termo acústicos.

1.5. Alcance

Al plantear aplicar la caña guadua, y la combinación de materiales alternativos, para cielos falsos se busca obtener un aislamiento termo acústico para lo cual se creó un prototipo para su demostración, como se puede mencionar en los objetivos específicos se realizará una recopilación de información, y análisis de todo lo necesario para utilizar los paneles termo acústicos, ecológicos. Y a la vez se hará un análisis de precios unitarios de los materiales y mano de obra que intervienen en un sistema constructivo tradicional vs al que se plantea en un proyecto constructivo que se está ejecutando de departamentos, en la ciudad de Quito, en la Av. América y Ramírez Dávalos el mismo que solo quedara en un proyecto propuesto.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cielos falsos

Son todos aquellos elementos colgantes que se colocan por debajo del techo conocido generalmente de piezas prefabricadas y distintos materiales.

2.2. Introducción

Con el avance de la ciencia, desarrollo tecnológico y transcurrir del tiempo que se viene trabajando en el diario vivir en cada uno de los países subdesarrollados, ha permitido construir paneles para cielos falsos con aislamiento acústico, el mismo que garantiza confort, diseños de acabados, y la combinación de materiales, cabe indicar que el Ecuador es un país productor de materia prima como el yeso que se encuentra en la Provincia de Loja, y no de productos terminados, por ello en el siguiente desarrollo se mencionara sobre los: cielos falsos con Gypsum, y cielos falsos con Armstrong.

2.3. Historia del tumbado

Desde la antigüedad el yeso ha caminado de la mano con el hombre, en la construcción, decoración, medicina, alimentación, por su adaptabilidad de aplicación y ventajas, la cual le ha permitido gradualmente incorporarse a la arquitectura civil como material de revoco.

2.4. El Gypsum

Es considerado como una placa de yeso formado por un núcleo de roca de yeso bihidratado ($\text{CaSO}_4+2\text{H}_2\text{O}$) y dos caras de papel de celulosa especial muy resistente.

Es un producto aplicable en la construcción, decoración, remodelación de tumbados, divisiones de interiores y muy resistente en edificios, la cual cumple con normas de seguridad como: anti-fuego, anti-humedad, reduce el costo en una construcción en valor monetario y material.

2.5. Etimología

Del latín *Gypsum*, y este del griego Gypos.

2.6. Aljez

Es una roca sedimentaria compuesta de sulfato de calcio, de una forma cristalina, con una molécula de sulfato de calcio por dos de agua, es de color blanco.



Figura 9 Piedra aljez
Tomado de: (Construmatica, Google, 2010)

2.7. El yeso

Llamado yeso cocido se fabrica a partir del aljez la cual es una piedra natural, el mismo que se prepara mediante calcinación, se le puede añadir adiciones para modificar sus características tanto como resistencia, fraguado, adherencia, densidad, y retención de agua.



Figura 10 Yeso en polvo
Tomado de: (Construmatica, Google, 2008)

2.7.1. Características del producto

Generalmente las planchas de yesos tienen una medida estándar de 1.22 m de ancho x 2.44 m de largo, en espesores de 12.7 mm y 15.7 mm, permite que las juntas queden desapercibidas, máximo aprovechamiento, menos desperdicios y excelentes acabados (Armijo Quiroz, 2012).

Medidas

1.22 m x 2.44 m

Usos

- Tumbados
- Paredes
- Centros comerciales
- Viviendas
- Escuelas
- Auditorios
- Hospitales
- Edificios

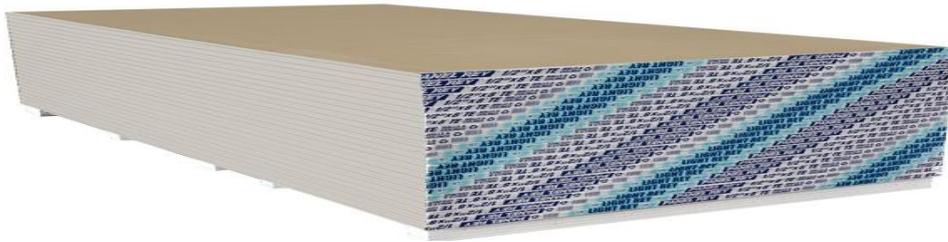


Figura 11 Plancha de Gypsum
Tomado de: (Sicon, s.f.)

2.7.2. Ventajas

Protección y seguridad. La resistencia al fuego es inherente a la construcción.

Resistencia al fuego. No contribuyen a la combustión.

Control acústico. Ofrecen una excelente resistencia a la transmisión de ruidos.

Durabilidad. Ofrecen durabilidad en áreas de tráfico pesado.

Bajo peso. Son ligeros de manejar y por ende un mejor rendimiento en instalación.

Bajos costos de instalación. Facilidad para instalar accesorios eléctricos y sanitarios.

Rápida instalación. Facilidad de corte y aplicación inmediata.

Fácil decoración. Se puede realizar varios diseños de acabados.

Versatilidad. Son adaptables para cualquier tipo de construcción.

Resistencia al maltrato. Alta resistencia a los golpes (Warc Panama, s.f.).

2.8. Proceso de instalación

1. Antes de empezar es necesario conocer la altura que va a quedar y considerar por lo menos 30 cm por debajo de las instalaciones sanitarias.
2. Con un nivel se procede a trazar las líneas donde irán los perfiles.



Figura 12 Trazado de altura
Tomado de: (El Oficial, 2018)

3. Se instala los ángulos perimetrales con el borde superior en la línea marcada.



Figura 13 Instalación de ángulos perimetrales
Tomado de: (Encryted, 2018)

4. Para las uniones en esquinas se cortan los ángulos interiores 90° y exteriores a 45° .
5. Colocar una piola para verificar que los omegas principales queden bien nivelados.

6. Colocar una piola donde irán los omegas conectores para identificar donde irán las ranuras de las omegas principales.
7. Colocar tonillos en el tumbado a 50 cm, luego amarrar con alambres colgantes galvanizado 18 como extensores de 25 cm.



Figura 14 Colocación de tornillos en el tumbado
Tomado de: (El Oficial, 2018)

8. Doblar los alambres a $\frac{3}{4}$ sobre la línea de la piola.
9. Cortar las omegas principales para que se unas con las omegas conectoras.
10. Colocar las omegas conectoras y pasar los alambres por la misma.



Figura 15 Colocación de omegas conectoras
Tomado de: (El Oficial, 2016)

11. Comenzar a colocar las planchas de gypsum en la estructura desde una esquina y terminando fila a fila.



Figura 16 Anclaje de planchas de gypsum
Tomado de: (El Oficial, 2018)

12. Se procede a sellar todas las juntas con cinta tipo malla.



Figura 17 Sellado de juntas
Tomado de: (El Oficial, 2018)

13. Se procede al empastado, lijado y pintado como último paso.

Nota: Todo el proceso de instalación fue tomado de Fuente: (Chiguano & Caiza, 2014)



Figura 18 Proceso de acabado en tumbado
Tomado de: (El Oficial, 2018)

2.9. El Armstrong

Los sistemas de suspensión están diseñados para lograr el mejor efecto estético y dar un aislamiento acústico en combinación con los paneles Armstrong.

2.9.1. Historia

Los 150 años de historia de Armstrong se han desarrollado a través de los techos de fibra mineral, por sus sistemas de techos metálicos se han convertido con el tiempo en un éxito, atrayendo el interés y la creatividad de los prescriptores a nivel mundial (Soluciones, 2008).

2.9.2. Características del producto

- Fabricado con doble lamina en el alma.
- Ensamblados diseñados que permiten una unión perfecta.
- Acero galvanizado por inmersión en caliente (Rey, 2018).

Medidas

- 1.22 cm x 0.61 cm
- 0.61 cm x 0.61 cm

Usos

- Tumbados
- Paredes
- Centros comerciales
- Aulas
- Auditorios
- Salas de espera
- Comedores
- Bodegas
- Viviendas
- Edificios



Figura 19 Tipos de paneles Armstrong, materiales y medidas
Tomado de: (Rey, 2018)

2.9.3. Ventajas

Diseño. Crea un ambiente agradable y relajado con varios diseños, colores.

Iluminación. El techo juega un papel crucial optimizando la reflexión de la luz a través de energías renovables.

Acústica. Los ruidos generados por las zonas adyacentes pueden ser atenuado y la absorción acústica.

Integración de servicios. Puede incorporarse sin ningún inconveniente cualquier accesorio en el techo.

Durabilidad. Aseguran un riesgo mínimo de daños en la manipulación, la capa de pintura en polvo proporciona un acabado duradero.

Fuego. Las propiedades que posee ante el fuego son muy buenas.

Desmontaje. Esto permite realizar sin ningún inconveniente mantenimiento de las instalaciones sanitarias y o eléctricas.

Limpieza. Tienen una protección contra la bio-contaminación y son fáciles de limpiar.

15 años de garantía. Son productos lavables, menos daños más durabilidad.

Contenido reciclado. Pueden ser totalmente reciclados y reprocessados para una reutilización.

Confort visual. La luz del día y la iluminación eléctrica representan las dos fuentes principales de luz de un lugar de trabajo (Soluciones, 2008).

2.10. Proceso de instalación

1. Marcar la altura deseada



Figura 20 Marcado de altura
Tomado de: (Panel El Rey, 2016)

2. Trazar en el perímetro de la pared la medida establecida de altura.



Figura 21 Trazado en todo el perímetro
Tomado de: (Panel El Rey, 2016)

3. Clavar la moldura de la pared a los montantes de la pared.



Figura 22 Colocación de ángulos primarios
Tomado de: (Panel El Rey, 2016)

4. Marcar distancias en las vigas principales.
5. Atornillar los sujetadores de alambre.
6. Enroscar el alambre de suspensión.



Figura 23 Sujeción de perfiles al tumbado
Tomado de: (Panel El Rey, 2016)

7. Retirar la piola de nivelación después de doblar los alambres.
8. Recortar el extremo de la primera viga.



Figura 24 Colocación de perfiles secundarios
Tomado de: (Panel El Rey, 2016)

9. Una vez terminado la estructura se procede a instalar los paneles (Armstrong proceso de instalacion, s.f.).



Figura 25 Instalación de paneles Armstrong
Tomado de: (Panel El Rey, 2016)

2.11. Aislamiento para ruidos aéreo

Son los ruidos aéreos que se propagan por el aire, llamados ruidos de impactos o de choque los mismos que son transmitidos a través de las losas de los diferentes pisos, de acuerdo a la actividad que se desarrolle en cada uno de los pisos.

2.12. Aislamiento de vibraciones e impactos de ruido

Son los originados por el tráfico rodado los cuales se propagan a través de las paredes en forma de ondas de compresión, flexión e incluso como ondas de torsión, cuenta con una rapidez con la que se atenúan y la distancia a la cual se propagan, dependen de una forma muy significativa de las propiedades de los materiales por medio del que se propaga.

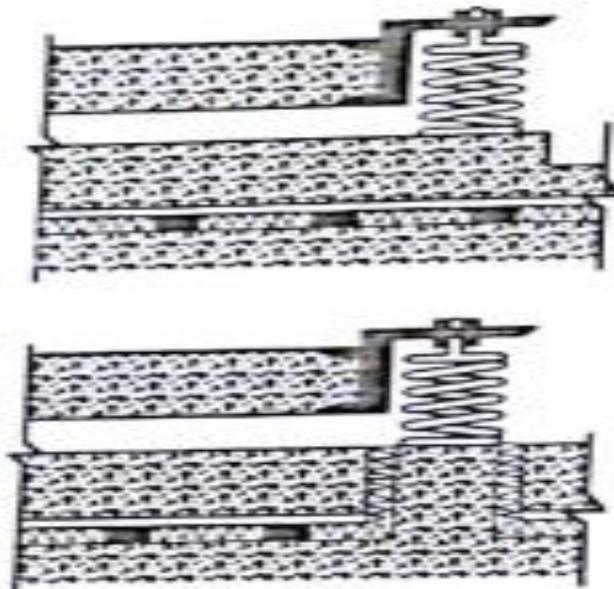


Figura 26 Ejemplos de transmisión vibratoria
Tomado de: (Recuero, 1999, pág. 158)

2.13. Aislamiento acústico

Está determinado por ser un conjunto de medios o materiales que se ponen para oponer la penetración del sonido hacia los pisos inferiores de una

edificación, con el fin de aislar y evitar que el ruido se propague hacia el interior.

2.14. Vías de transmisión de los ruidos aéreos

Esta transmisión de la energía sonora puede efectuarse por diferentes caminos.

- Puede ser por las vibraciones elásticas de las paredes.
- Puede ser por el cerramiento que los separa primero, siendo de vía directa.
- Puede ser por las paredes adyacentes (cerramientos, suelos, techos) en el cual cuenta con un aislante insuficiente, siendo de vía indirecta.
- Puede ser por su canalización o conducto de ventilación que produce ruido, siendo de vía indirecta.

Tabla 1 Valores máximos de los índices de ruidos permitidos.

Tipo de recinto	Índice de ruido			Nivel de ruido	
	NR	NC	PNC	dB	dBA
Estudios de radio, televisión	30	20	30	30	25
Salas de música, auditorios	25	25	20	35	25
Teatros	25	30	20	35	40
Hospitales	20	35	40	40	45
Iglesias	35	30	35	40	45
Viviendas, hoteles	45	35	40	45	45
Salas de lectura, aulas	30	35	40	40	45
Salas de conferencias pequeñas	35	30	40	45	50
Oficinas, restaurantes	45	45	45	45	50
Juzgados	40	35	40	40	45
Oficinas medias	50	50	50	45	50
Bibliotecas	40	35	40	40	45
Bancos, tiendas, oficinas grandes	55	45	45	50	55
Gimnasios, salas deporte y piscinas	50	45	45	55	60
Cines	35	35	35	35	45

Tomado de: (Recuero, 1999, pág. 128).

Después de un previo análisis en la tabla se puede ver plasmado los niveles de ruido y niveles de decibeles a los cuales se deben acoplar cada una de las edificaciones.

2.15. Tratamiento acústico de recintos

Los problemas más importantes que se presentan hoy en día en la construcción son el de tratar de diseñar diferentes tipos de recintos, que principalmente son referidos al aislamiento y el acondicionamiento acústico.

Sera necesario un grado de difusión acústica uniforme en todos los puntos, considerando las propiedades acústicas se deben a las flexiones de las ondas acústicas en todas las superficies limites (paredes, suelo y techo), fijándose en que el valor del tiempo de reverberación sea idóneo en cada caso.



Figura 27 Transmisión de la energía sonora a través de un edificio.
Tomado de: (Recuero, 1999, pág. 68)

2.16. Aislante térmico

En la realidad, tanto en el campo térmico como en el eléctrico no existen aislantes perfectos, sino cuerpos malos conductores del calor y capaces de frenar la intensidad de un flujo térmico, todos los materiales llamados aislantes pueden cumplir el aislamiento térmico y acústico.

2.17. Materiales aislantes térmicos

2.17.1. Fibras minerales

La fibra de amianto es una fibra natural que se encuentra en la naturaleza.

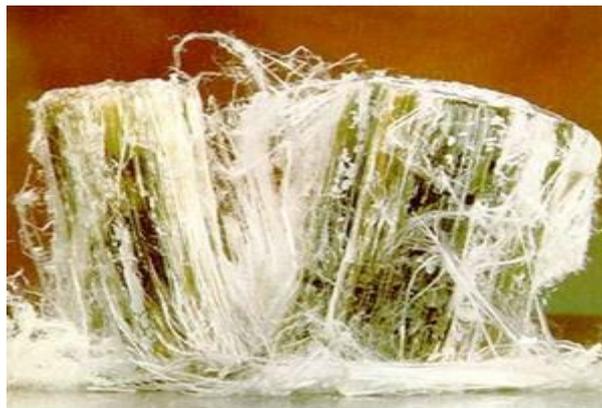


Figura 28 Presentación de la Fibra mineral
Tomado de: (TecnoBlogSanMartin, 2012)

2.17.2. Lana de roca

La lana de roca comúnmente se prepara con frecuencia a partir de la escoria de los hornos, en el momento de la fusión de la escoria se añaden rocas seleccionadas, con el fin de obtener ciertas cualidades en el producto final.



Figura 29 Presentación de la Lana de roca
Tomado de: (Munné Aislamientos, 2012)

2.17.3.Lana de vidrio

Esta agrupada por dos categorías de fibras: la fibra textil, que se usa para armar las resinas plásticas, y la fibra aislante a la que llamaremos lana de vidrio la diversidad de su presentación permite resolver la casi totalidad de los problemas de aislamiento térmico o acústico y de hecho son económicos.



Figura 30 Presentación de la lana de vidrio
Tomado de: (Mocona, 2018)

2.17.3.1. Fabricación

- Recepción, control, almacenaje, de la materia prima.
- Pesado de los materiales y homogeneización de la mezcla.
- Introducción a la mezcla en un crisol.
- Fusión, afinado, y homogeneización de la masa.

- Transporte del vidrio por los canales hasta los órganos de fibrilado.

2.17.3.2. Fibra de madera

Se elabora con el bagazo de la caña de azúcar, en la actualidad ha conquistado su carta de nobleza en los mercados del mueble y la construcción.



Figura 31 Presentación de la fibra de madera
Tomado de: (Interempresas, 2015)

2.17.3.3. Fabricación

- Cortado de la madera en astillas y después es desfibrada, mecánicamente entre dos cilindros.
- La masa fibrosa es refinada y después se le incorpora los ligantes necesarios para la cohesión del producto acabado.
- La operación de a fieltro consiste en mezclar las fibras en todos los sentidos para dar homogeneidad al producto.
- En esta etapa final es escurrido y secado en los hornos para tableros aislantes.

2.17.3.4. Fibra de lino

Compuesta por celulosa casi pura de gran estabilidad química, son aglomerados con resinas termo enduresibles.

Aplicaciones: Se puede aplicar en todo tipo de los desvanes vacíos, de las vertientes de techos, losas, cielos falsos.

Propiedades

- Excelente aislante térmico.
- Buena capacidad de regulación higrométrica.
- Se adapta perfectamente a las irregularidades del armazón.
- No es irritante.
- Reciclable.
- Buena resistencia mecánica.
- Estable en el tiempo.

Almacenamiento

En un lugar fresco

Tabla 2 Ficha técnica

Composición	85% fibras de lino, 15% fibras termo fusibles de poliéster
Longitud x ancho	135 x 60
Espesor (mm)	45 a 100
Densidad (kg/m ³)	30 en 45 mm, 25 en 100 mm
Conductividad térmica (w/m °C)	0,047
Permeabilidad al vapor de agua	1 a 2
Capacidad higroscópica	hasta 15% de su peso
Acondicionamiento	Cartones de 13 paneles en 45 mm y de 6 paneles en 100 mm



Figura 32 Presentación de la fibra de lino
Tomado de: (CANNABRIC, 2009)

2.17.4. Poliestireno expandido

Es una de las resinas termoplásticas de síntesis que hoy en la actualidad lo aplican en varios campos de la construcción.

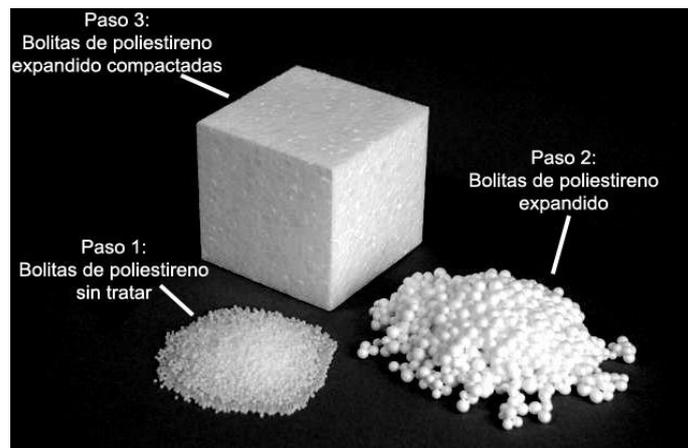


Figura 33 Presentación de poliestireno expandido
Tomado de: (González, 2012)

La empresa Plastex S.A. no ha sido indiferente a la implementación de las nuevas tecnologías y sistemas de construcción aplicados actualmente en Europa, Asia, Estados Unidos, así como en la mayoría de países latinoamericanos, desde que se inició su utilización como material aislante hace más de treinta años.

Estos nuevos sistemas constructivos no solamente buscan mejorar la calidad y seguridad en las edificaciones, sino que además de ser amigables con el medio ambiente, constituyan soluciones eficientes por su reducción en costo de mano de obra, ahorro en tiempos exigidos y ventajas comprobables frente a sistemas constructivos tradicionales.

Para las aplicaciones más importantes de la construcción Plastex S.A. ofrece los siguientes productos:

- Sistemas de cielo raso falso decorativos;
- Láminas de aislamiento térmico y acústico para paredes y cubiertas;
- Juntas de dilatación;
- Aislamiento de tuberías y ductos;
- Perlas para aliviana miento de concreto.

2.17.4.1. Propiedades del poliestireno

Resistencia: Gracias a su exclusivo sistema de enrejado de acero electro soldado que unen cada cara del panel.

Durabilidad: No hay descomposición por presencia de hongos o termitas, sorteando con facilidad el paso del tiempo y las inclemencias del clima.

Aislamiento térmico y acústico: Constituyen una eficiente barrera contra la contaminación acústica, siendo capaz de bajar 40 dB los niveles de ruido entre un recinto y otro. Gracias a su composición interior de poliestireno expandido, mantienen una temperatura y confort térmico adecuados, elevando la calidad de vida.

100 % Ecológico: Su fabricación no daña la capa de ozono. Preserva los bosques al ser sustituto de la madera. Economiza energía al tener propiedades aislantes y es 100% reciclable.

2.17.4.2. Ventajas

- Gran confort debido al aislamiento térmico y acústico cuando la obra está terminada.
- Debido a su reducido peso propio aporta a la propiedad antisísmica de la estructura.
- Ahorro de la energía eléctrica requerida para acondicionar los ambientes finalizados.
- Altamente versátil y adaptable a cualquier tamaño y medida que requiera el proyecto de construcción.
- Ahorro significativo en revestimiento de paredes.
- Su instalación no requiere de personal especializado.
- Facilidad de transporte y almacenamiento.
- Reducción considerable en desperdicios causados por pérdidas de material o roturas de los mismos.
- Asesoramiento técnico y cómputo de materiales.
- Entrega gratuita en obra.

2.17.4.3. Usos

Entrepisos y cubiertas planas o inclinadas de edificios y viviendas, techos invertidos, etc. que funcionen como elementos sustitutivos de la losa tradicional de hormigón armado.

2.18. Que es la guadua (bambú)

Es una de las 1250 especies de bambú que existe en el mundo y de las 300 especies nativas que existen en América, la guadua es la más sobresaliente y no solo por sus características físicas y mecánicas, sino también por su resistencia al ataque de los insectos xilófagos, como por la gran diversidad de aplicaciones que se le dé en nuestro país.

El crecimiento del bambú es tan rápido que no existe en la naturaleza, el crecimiento promedio en 24h es de 8 a 10 cm, los bambús florecen solo a intervalos o ciclos muy largos que fluctúan de acuerdo con la especie, entre los 30 y 120 años, después de lo cual la planta muere.

Desde que se siembra hasta la cosecha el bambú requiere de un periodo de 5 años.

2.18.1. Partes de la caña guadua (bambú)

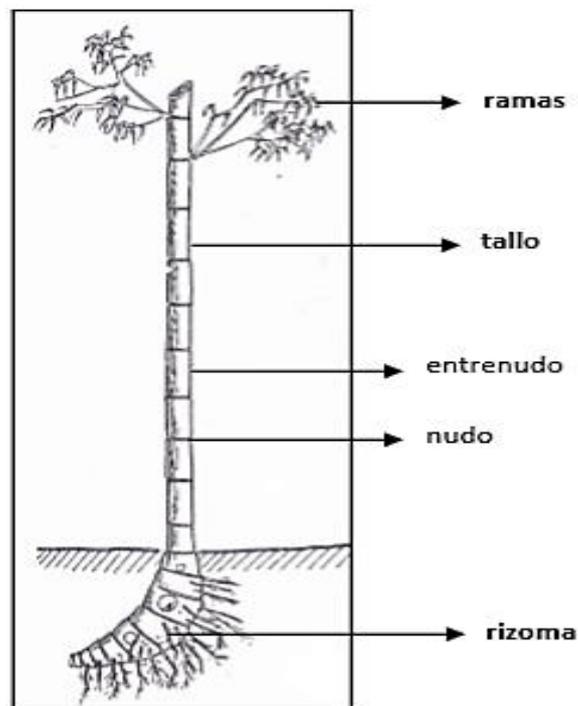


Figura 34 Identificación de las partes de la caña guadua (bambú).
Tomado de: (Construcción con Bambú, 2015)

2.18.2. Generalidades

La caña guadua es una gramínea que pertenece a la gran familia del Bambú, de rápido crecimiento, resistente por sus fibras vegetales y por su forma.

- Se encuentra agrupada formando islas o manchas.
- Es liviana, fuerte, flexible.

- Material versátil.
- De fácil manejo.
- Buena relación de resistencia peso.
- De crecimiento rápido.
- La altura máxima se obtiene entre los 2 y 3 años.
- La madurez total alcanza en los 5 a 6 años.
- La altura aproximada es de 30 a 40 m.
- Diámetro de 10 a 15 cm.

2.18.3.Ciclo Biológico

En el mundo existe cerca de 1600 especies de bambú, es su mayoría con casi el 70% se encuentran en el sur de Asia, y en Latinoamérica aproximadamente un 34%.

Florecimiento: Etapa de crecimiento de nuevos brotes surgen del tallo de donde fue cortada el año anterior, este periodo dura entre 30 y 45 días en el cual crecerá su altura completa.

Explosión: Es cuando los tallos ya presentan su altura total, en los nudos de la misma empezaran a brotar hojas las que terminaran de crecer en época de verano.

Ramificación: Cuando el proceso de explosión ha finalizado, nuevas ramas y hojas crecerán, aquí es donde el bambú se torna café y alcanza su mayor grosor.

Derramamiento de hojas: Las ramas empiezan a caerse del tallo, indicando que ha completado su ciclo, en un periodo de 11 a 12 meses, donde si la planta cae por su propio peso o es talada, nacerán nuevos brotes y así se mantendrá el ciclo.

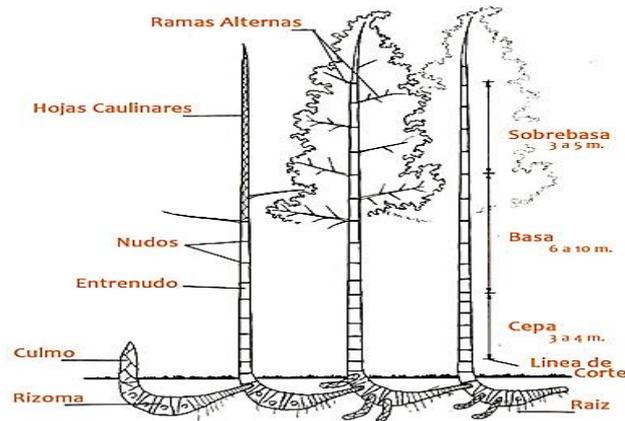


Figura 35 Ciclo biológico de la caña guadua.
Tomado de: (Bambusa, 2017)

2.18.4. Particulares según su crecimiento

La caña guadua ha sido utilizada por su versatilidad, ya que nos permite muchas aplicaciones dependiendo de la edad que tenga, para tener mayor provecho en la utilización.

- **Fase 1: Brote.** Comprende desde el nacimiento de la planta hasta el final de su crecimiento.
- **Fase 2: Guadua Tierna.** Va desde el nacimiento de las ramas apicales y su base ya no crece tanto aquí su coloración se torna verde brillante y siempre estará marcada por los nudos o anillos.
- **Fase 3: Guadua Joven.** Aquí cambia a un color verde claro donde las huellas de los nudos son cada vez más evidentes.
- **Fase 4: Guadua Adulta.** El color cada vez se torna blanco y aquí empiezan a aparecer musgos en los nudos.
- **Fase 5: Guadua Hecha.** Aquí el color se torna gris, y en esta etapa es cuando ha alcanzado su mayor resistencia.

- **Fase 6: Guadua Madura.** En esta etapa ya pierde sus propiedades de resistencia y el color se torna amarillento, lo cual nos indica que está por finalizar su ciclo vegetativo.
- **Fase 7: Guadua Seca.** Aquí la resistencia se pierde mucho al igual que su coloración.

2.18.5. Clasificación

Según la organización imbar, dedicada al estudio del bambú y la caña guadua existe más de 1400 especies de las cuales a su mayoría se les considera plantas ya que presentan flores y frutos.

La subfamilia Bambusoideae se ha dividido en 4 grandes grupos:

1. **Arundinarieae:** Son los bambúes de climas templados, estos se encuentran al este de los Estados Unidos, África central, sur de la India y gran parte de la China.
2. **Olyreae:** Son los bambúes herbáceos que se encuentran principalmente en los trópicos americanos desde México hasta Chile.
3. **Neos Tropicales:** Estos son todos los que crecen en las zonas silvestres del continente americano.
4. **Paleo Tropicales:** Este género se encuentra en el trópico de la India, China, y Japón, pero también abarcan la zona de África y el norte de Australia.

2.18.6. Tipos

De acuerdo con la forma y hábito de ramificación del rizoma, como se denomina a la raíz del bambú, existen dos grupos o tipos principales.

El primer grupo denominado paquiformo o también simpodial cespitoso, este tiene el rizoma cortos o gruesos. Con raíces en su parte inferior y yemas laterales en forma de semiesfera que solo se desarrollan en nuevos rizomas y subsecuentemente en nuevos tallos.

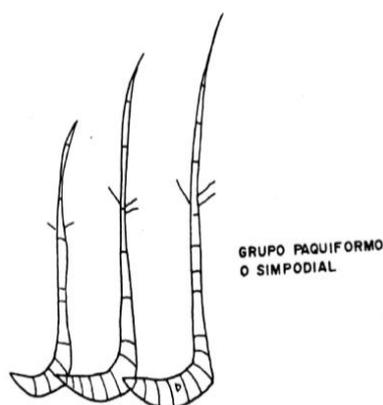


Figura 36 Caña guadua tipo simpodial.
Tomado de: Tesis de grado 1990 U. Central.

Se le denomina monopodial o intermedio, su característica se debe a su ramificación combinada de regiones, de los grupos principales en una misma planta.



Figura 37 Caña guadua tipo monopodial.
Tomado de: Tesis de grado 1990 U. Central.

2.18.7.Aplicaciones

Previamente se había mencionado acerca de la versatilidad del bambú, y los diferentes usos y aplicaciones que tiene el mismo, dentro de las cuales abarca alimentación, construcción, decoración.

Sector Maderero: El bambú garantiza 100 años de buena madera, una vez que alcance su tamaño ideal, si se cosecha debidamente el bambú seguirá regenerándose cada año, sin necesidad de reforestación.



Figura 38 Madera tipo tablón.
Tomado de: Tesis de grado 2014 U. Azuay.

Construcción: Puede ser aplicado desde las vigas, paneleria, tejas, cañerías, paredes exteriores, y paneles prefabricados por su flexibilidad lo hace antisísmico, liviano, resistente y es material aislante de frio, calor y del ruido por las cámaras de aire que forman los troncos.



Figura 39 Aplicación de la caña guadua como estructura.
Tomado de: Tesis de grado 2014 U. Azuay.

Alimento: Los cogollos, tallos cuando están pequeños pueden ser comibles, también es proporcionado como alimento para animales el cual es apetecido por cabras, osos y ovejas se comen las hojas y los tallos por su alto valor proteínico.



Figura 40 Foto de cogollos de caña.
Tomado de: Tesis de grado 2014 U. Azuay.

Papel: Un bambusal en todo sentido sirve para la producción de papel, ya que puede ser manejado por periodos ilimitados, además su fibra presenta mejores características que la madera, una hectárea de genera una tonelada de pulpa de papel.



Figura 41 Foto de cartón luego de procesar la caña guadua.
Tomado de: Tesis de grado 2014 U. Azuay.

Medicina: Se han realizado varios estudios, y se ha comprobado que el bambú tiene ciertas sustancias que poseen efectos anti cancerígenos.



Figura 42 Componentes de la caña guadua para procesar medicamentos.
Tomado de: Tesis de grado 2014 U. Azuay.

Vestimenta: En el mundo de la moda, en los últimos años se utiliza para realizar vestidos de gran caída, por la resistencia de estas fibras.



Figura 43 Foto de una prenda fabricada con fibras de caña.
Tomado de: Tesis de grado 2014 U. Azuay.

Carbón: Obtenido del bambú tiene mayores ventajas que cualquier otro carbón para la fabricación de baterías eléctricas.



Figura 44 Foto de obtención de carbón.
Tomado de: Tesis de grado 2014 U. Azuay.

Diseño interior: En los países aledaños, es visible la aplicación en construcciones como en interiores, donde de alguna manera se podría decir que existe un compromiso con el medio ambiente.



Figura 45 Foto de decoración de espacios interiores
Tomado de: Tesis de grado 2014 U. Azuay.

Es innovadora, ya que simplifica los procedimientos de fabricación y reduce al mínimo los materiales involucrados, por lo tanto, el consumo de energía y la posibilidad de contaminación del medio ambiente se reducen.



Figura 46 Detalle de viviendas construidas con caña guadua.
Tomado de: Tesis de grado 2014 U. Azuay.

2.18.8. Tratamiento de la caña

Consiste en proporcionarle determinadas propiedades físicas, protegiéndole contra los insectos y hongos, la cual nos permita utilizar en la construcción de viviendas, artículos artesanales, muebles, etc.

Con la aplicación de tratamientos se logra obtener mayor resistencia de la caña, de acuerdo a los métodos de curado, los tratamientos químicos, y procedimientos industrializados y artesanales aplicados para la conservación de la caña guadua.

2.18.9. Métodos de mantenimiento (curado)

Una vez realizado el corte inmediatamente se debe someter a un tratamiento de curado, ya que se debe prevenir del ataque de los insectos xilófagos, que es atraído por el dulce de la caña, entonces el curado consiste en la expulsión del dulce de la caña para disminuir el ataque de insectos.

2.18.9.1. Curado en la mata

Una vez cortado el tallo, se mantiene con las ramas y las hojas recostado verticalmente, sobre otros bambúes y aislados del suelo por medio de una piedra.

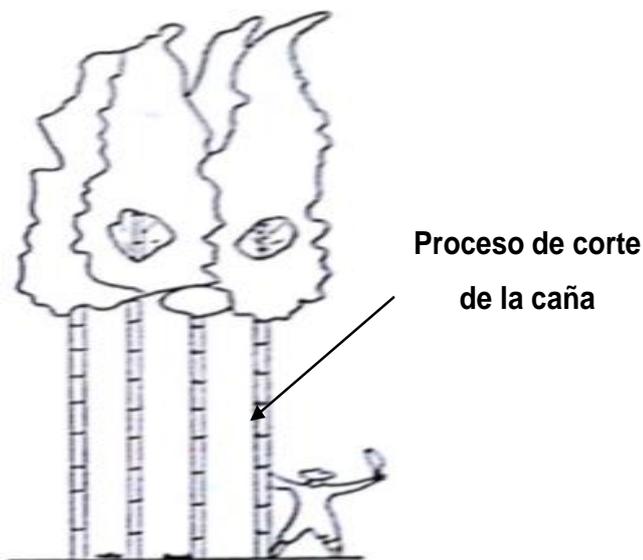


Figura 47 Detalle de corte de caña guadua.
Tomado de: Tesis de grado 1990 U. Central.

En dicha posición se mantendrá en un tiempo no menor a 4 semanas, después de lo cual se procederá a la tala de las ramas y hojas una vez realizado este proceso se dejará secar en un área cubierta que disponga de una buena ventilación.

Es uno de los métodos más recomendados por no manchar sus tallos y la conservación de su color.

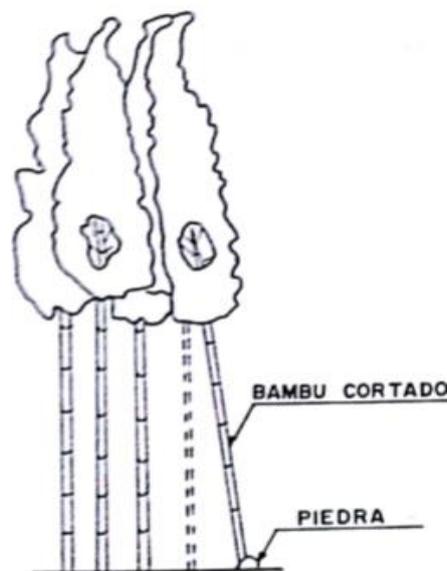


Figura 48 Detalle de método de almacenamiento en el punto de siembra.
Tomado de: Tesis de grado 1990 U. Central.

2.18.9.2. Curado por inmersión en agua

Una vez cortados los tallos se sumergen en un estanque de agua por un tiempo no mayor a 4 semanas, en este proceso el tallo se vuelve más liviano y quebradizo, posteriormente se deja por un cierto tiempo secar.

Es uno de los métodos más utilizados en la actualidad, por su capacidad de curado.

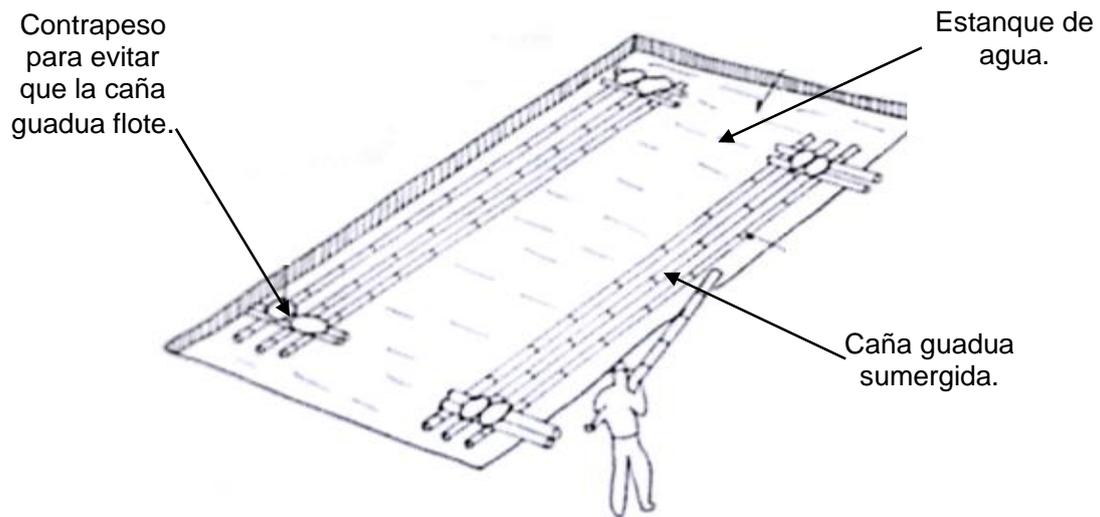


Figura 49 Detalle de método de curación por inmersión.
Tomado de: Tesis de grado 1990 U. Central.

2.18.9.3. Curado al calor

Este tipo de curado se aplica para poder de una u otra manera tratar de enderezar las cañas torcidas, se colocan horizontalmente encima de la parrilla a una distancia considerable donde no se pueda quemar girándolas constantemente, con este método se corre el riesgo de que al final del proceso existan agrietamientos y fisuras.

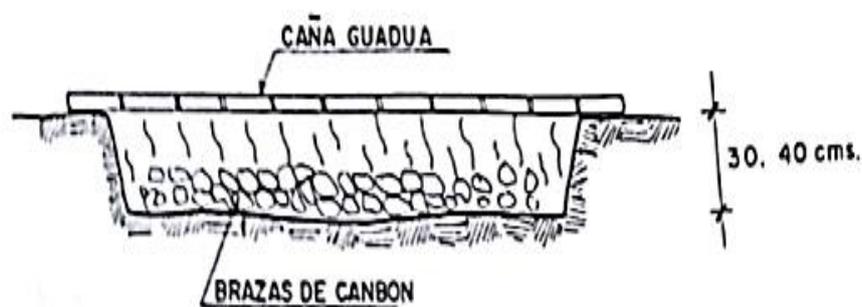


Figura 50 Detalle de curado al calor.
Tomado de: Tesis de grado 1990 U. Central.

2.18.9.4. Curado por humo

Este método consiste en ahumar las cañas una vez colocadas horizontalmente en el interior, o en el exterior de una vivienda sobre un fogón hasta que dichas cañas queden cubiertas exteriormente de hollín.



Figura 51 Foto de método de curado por exposición al humo. Tomado de: Tesis de grado 1990 U. Central.

2.18.9.5. Curado por bouchiere

Consiste en el desplazamiento de savia, en la cual se evita la propagación de insectos y hongos en el procedimiento desplaza savia por una solución de pentaborato y ácido bórico. Es necesario un equipo de almacenamiento y un sistema a presión para que la solución logre penetrar en toda la guadua.



Figura 52 Foto de método de curado por bouchiere. Tomado de: Tesis de grado 1990 U. Central.

2.18.10. Propiedades Físicas de la caña guadua

La longitud de la caña guadua está compuesta por una zona exterior del 30% y una zona blanca porosa interior del 70%, los tallos delgados se encuentran mejor que los tallos gruesos en relación con la sección transversal.

Tabla 3 Aspectos físicos de la caña guadua.

DESCRIPCIÓN	CALIDAD
Propiedades especiales	Ligeros, flexibles, gran variedad de construcciones
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Baja a mediana
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Baja
Resistencia a la lluvia	Baja
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Climas cálidos y húmedos

Tomado de: Tesis de grado 2012 U. Guayaquil.

2.18.11. Deformación

De acuerdo a las cargas de largo tiempo esta expresado a través de la relajación y la contracción de esta va a depender de la unión que pueda tener. Para el caso de la contracción depende del esfuerzo normal y del valor de la contracción y del módulo elástico de la madera mineralizada.

2.18.11.1. Densidad

Peso específico es muy importante para evaluar el grado de compactación de la caña guadua.

Con una relación de la masa de un cuerpo y la masa de un volumen igual al de otra sustancia referencial o sustancia patrón P.E es a dimensional.

$$P.E = \frac{(m/v)S}{(m/v)S.Patrón}$$

2.18.12. Propiedades térmicas y elásticas

2.18.12.1. Como elemento de construcción

Son propiedades hidrométricas y térmicas el concreto ligero de madera puede proponerse como los materiales usuales, aplicando como elementos de planchas de uso elástico, en un falso techo, fachadas con un uso apropiado en paneles ligeros compuestos de madera y bambú.

2.18.12.2. Conductividad Térmica

Los valores están establecidos en 0.30 y 0.75 W/mK. De cierta manera ubicándose en el rango del concreto y la madera por lo cual nos permite una adecuada utilización en el exterior e interior, pero en combinación de otro elemento debido a la baja resistencia de difusión del vapor.

2.18.12.3. Durabilidad

El bambú guadua tiene una duración mínima de aproximadamente 50 años, dependiendo de su ubicación, y de las condiciones externas a la que este expuesta, tiene una resistencia contra los insectos, moho y putrefacción.

2.18.12.4. Humedad

La humedad de la caña guadua disminuye con la altura y con la edad y de acuerdo a las estaciones climáticas esta puede variar entre un 10% y 15% por lo que es muy importante emplear la caña guadua bien seca para los proyectos constructivos.

2.18.12.5. Determinación del contenido de humedad

A cada muestra tomada de una pieza de caña guadua, se le halla el peso del agua con relación con la parte de sólidos, tomados desde el peso inicial y luego llevándolo al horno hasta obtener un peso constante.

Para obtener el contenido de humedad (C.H) en porcentaje se aplica.

$$CH = \frac{(\text{peso húmedo o inicial}) - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \times 100$$

2.18.12.6. Absorción del agua

Posee la caña guadua una humedad de equilibrio del 20% y fácilmente adquiere agua, ya que es un material higroscópico, estando fácilmente expuesta a la proliferación.

2.18.13. Propiedades Mecánicas

Este factor depende de la especie, el clima, la exposición, la edad, la tala, y el periodo de corte, entre los más importantes.

La acumulación de fibras de alta resistencia en la zona externa hace que sea efectivo a las fuerzas de tracción, flexión y cortante, teniendo gran elasticidad.

Tabla 4 Comparación de las características mecánicas de algunas de las clases de bambú.

Comportamiento del material	Unidad	Bambú Asier	Bambú Bruto	Bambú Bois
E (Modulo Young)	N/mm ²	210,000	12.500	10.000
Carga proporcional	KN/m ³	78.5	6.00	5.00
Compresión	N/ mm ²	235	27-56	10.5
Flexión	N/ mm ²	235	74	10.5
Tensión	N/ mm ²	235	74	10.5
Tensión de ruptura	N/ mm ²	360	144	50
Longitud de ruptura	N/ mm ²	4.6	18	10

Tomado de: (Méndez, 2005, pág. 12)

Tabla 5 Características mecánicas del bambú.

Característica	Unidad	Valor
E-modulo (Compresión paralela)	N/mm ²	18.400
E-modulo (Flexión paralela)	N/mm ²	17.800
E-modulo (Tracción paralela)	N/mm ²	20.700
β d (Compresión paralela) =10	N/mm ²	56
β d (Compresión paralela) =56	N/mm ²	39
β d (Compresión paralela) =86	N/mm ²	27
β d (Flexión)	N/mm ²	74
BT (Cizallamiento)	N/mm ²	4.3
Bz (Tracción paralela)	N/mm ²	>95

Tomado de: (Mendez, 2005, pág. 12)

2.18.13.1. Dureza

Después de un previo análisis realizado en las caras de los listones, entre las zonas de los nodos y internodos, se obtuvo una dureza de 15.000 N/m² los mismos que fueron secados en estufa y climatizados a 20 +/- 2 °C de temperatura con 65 +/- 5% de humedad relativa del aire.

2.18.13.2. Resistencia a la compresión

De acuerdo a la edad de la caña guadua aumenta la resistencia a la compresión misma que a los 6 años tienen una resistencia en 2.5 veces más, que una caña guadua de 1 año, la guadua con secciones de nudos posee características mecánicas con el 8% más altas que los que no tienen nudo, al aplicarles cargas de compresión son paralelas a las fibras los nudos absorben la fuerza hasta en un 45% con diferencia a los que no tienen nudos.

2.18.13.3. Resistencia a la tracción

En la zona exterior tiene una gran firmeza a la tracción de 2 a 3 veces más que la zona interior, los nudos poseen una firmeza moderada, porque se cruzan los mismos que disminuyen la firmeza a la tracción.

2.18.13.4. Resistencia a la flexión y módulo de elasticidad

Se han realizado pruebas de flexión en tablitas de cañas sin tratamiento y en tablitas de cañas ya tratadas con diferentes soluciones.

Tabla 6 Resistencia a la flexión de la caña guadua en relación al álamo y al pino.

Propiedad	Unidad	Guadua	Álamo	Pino
Tensión	Kg/cm ²	335	298	416
Módulo de rotura	Kg/cm ²	621	519	740
Módulo de elasticidad	Kg/cm ²	70195	75870	93300
Tensión de rotura	Kg/cm ²	92	61	100
Tensión máxima	Kg/cm ²	272	302	400
Carga máxima	Kg	289	140	265

Tomado de: (Mendez, 2005, pág. 14)

2.18.14. Preservación de la caña guadua

Para obtener una buena materia prima la preservación de la caña comienza en el momento en el cual se corta, una vez seleccionado los más maduros a una altura aproximada de 15 a 30 cm del suelo, por la parte inmediatamente superior del nudo, de forma que el agua no forme depósito y evitar que el rizoma se pudra.

Para condiciones naturales la caña guadua es vulnerable al fuego el cual se deteriora y se quema con mucha facilidad, para reducir el riesgo se propone utilizar soluciones de productos químicos que retarden la acción del calor.

2.18.14.1. Agentes químicos utilizados para el tratamiento de la caña guadua

Se encuentran dos tipos de preservantes de acuerdo al medio de disolución en el tratamiento de la caña guadua.

Los preservantes oleo solubles. Se utiliza petróleo y la creosota alquitranada compuesta por un aceite de color oscuro, altamente toxico para los insectos y microorganismos destructores de la caña, de fácil aplicación con una desventaja que por el color no se puede pintar la caña el que posee un olor desagradable y es inflamable.

Los preservantes hidrosolubles. Son disueltas en agua ingredientes activos de cloruro de Sodio, ácido bórico, sulfato de cobre, dicromato de potasio, al realizar una mezcla de cantidades iguales de sulfato de cobre y bicromato de potasio, con una buena protección contra los hongos e insectos, para lo cual se lo puede poner en contacto con el suelo y el agua.

2.18.14.2. Tratamientos de preservación

Es muy importante que la caña haya sido sometida a la operación de secado, obteniendo una humedad entre el 10% al 15% siendo la manera más idónea para suministrar los preservantes.

2.18.14.3. Tratamiento aprovechando la transpiración de las hojas

Una vez escurrida la savia por el extremo inferior se procede a colocar el tallo en un receptáculo que contiene la solución, la misma que es absorbida hacia arriba por la transpiración de las hojas.

2.18.14.4. Tratamiento por el método de boucherie

Para su duración el éxito del tratamiento depende del tipo de aditivo, de su adherencia y precipitación tanto como las influencias de la hinchazón en la pared de la caña, el secado de la caña se debe hacer de forma lenta asegurando así la penetración del aditivo en el tejido fino.

2.18.14.5. Tratamiento por inmersión en secciones longitudinales

En este proceso los tallos de la caña se colocan horizontalmente y verticalmente en un tanque con aditivos por cierto tiempo entre 48 a 120 horas para cañas completas y para las tablillas deben permanecer por lo menos 24 horas.

2.18.14.6. Tratamiento por método del tanque abierto en frío

En este método se sumergen en la solución de aditivos soluble en agua por un periodo de varios días la solución entre la caña a través de los extremos y por las lisuras y cicatrices es recomendable trabajar con cañas secas que con cañas verdes por su contenido de humedad.

2.18.14.7. Tratamiento por método con baño frío y caliente

En un tanque con aditivo se sumerge, a una temperatura de alrededor a 90°C por unos 30 minutos y luego se lo refresca, para un tratamiento eficaz se debe perforar el diafragma, y luego un secado lento.

2.18.14.8. Preservantes utilizados de acuerdo a la aplicación de la caña

Los preservantes que se utilizan en el tratamiento de la caña se aplicaran de acuerdo al campo de aplicación. A continuación, mencionamos algunos preservantes y sus usos.

En la intemperie y en contacto con el suelo. Para estacas, andamios, cercas se utilizará soluciones de sulfato de cobre, dicromato de potasio.

En construcciones. Para perchas, correas, columnas, soportes de plantas, se utilizará soluciones de cloruro de sodio y dicromato de potasio.

En acabados. Para tumbados, persianas, paneles, puertas, pisos se utilizará ácido bórico, bórax y dicromato de potasio.

En artesanías. Se utilizará ácido bórico, bórax y dicromato de potasio para contraer el fuego en la caña se recomienda ácido bórico, sulfato de cobre cristalizado.

2.18.15. Selección de métodos

Se recomienda el método de inmersión debido a su bajo costo dependiendo de la solución utilizada, se debe precautelar la salud de las personas por los porcentajes de soluciones que se emplean, las mismas que pueden ser tóxicas.

2.18.16. Agentes químicos

Los productos químicos al ser aplicados cumplen con la función de preservantes que protege contra el ataque de hongos, insectos, bacterias, y efectos del fuego, mejorando sus propiedades mecánicas.

Una caña tratada con los agentes químicos dura unos 80 años de acuerdo a las condiciones de usos.

Tabla 7 Agentes químicos utilizados.

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Porcentaje
1	Solución de Ácido Bórico	1	Kg	5%
2	Solución de Ácido Bórico	1	Kg	10%
3	Solución de Bórax	1	Kg	2%
4	Solución de Bórax	1	Kg	5%
5	Solución de Bórax	1	Kg	10%
6	Solución de Hidróxido de Sodio	1	Kg	2%
7	Solución de Hidróxido de Sodio	1	Kg	4%
8	Solución de Hidróxido de Sodio	1	Kg	6%
9	Solución de Ácido Bórico con Bórax	1=1	Kg	2%
10	Solución de Ácido Bórico con Bórax	1=1	Kg	4%
11	Solución de Ácido Bórico con Bórax	1=1	Kg	6%
12	Solución de Alcohol Etilico	1	Kg	10%
13	Solución de Alcohol Etilico	1	Kg	20%
14	Solución de Alcohol Etilico	1	Kg	30%

Tabla 7 Agentes químicos utilizados (Continuación).

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Porcentaje
15	Solución de Cloruro de Sodio	1	Kg	5%
16	Solución de Cloruro de Sodio	1	Kg	10%
17	Solución de Cloruro de Sodio	1	Kg	15%
18	Solución de Sulfato de Cobre	1	Kg	4%
19	Solución de Sulfato de Cobre	1	Kg	6%
20	Solución de Sulfato de Cobre	1	Kg	10%
21	Solución de Dicromato de Potasio	1	Kg	2%
22	Solución de Dicromato de Potasio	1	Kg	3%

Tomado de: (Mendez, 2005, pág. 38)

2.18.17. Secado de la caña

En este proceso el secado es muy esencial ya que, al reducir el contenido de humedad, se evita el ataque de hongos y de insectos, convirtiéndose en un material más liviano a la vez reduce la deformación.

2.18.18. Secado al aire

Consiste en secar, en capas paralelas en una dirección separadas de un pedazo de madera a una distancia máxima de 1.5 metros, la distancia entre tallos debe ser de medio diámetro, en el que se demora 2 meses para su adecuado secado.

2.18.19. Secado en estufa o secado artificial

Las cañas se apilan y se introducen en hornos por los cuales circula una mezcla de vapor y aire caliente se obtiene una velocidad de secado muy eficiente y a la vez este sistema resulta un poco caro.

2.18.20. Secado mixto

Intervienen los dos métodos de secado, una vez pasado por el secado natural se reduce el grado de humedad contenida en la caña, se procede a secarla artificialmente para darle el grado necesario.

2.18.21. Procesamiento manual de la caña guadua

Una vez realizado el curado en su totalidad, los artesanos utilizaban herramientas como: cuchillo curvo, sierras, serruchos, seguetas, machete, martillo, para elaborar diversas piezas artesanales, muebles domésticos, los mismos que lo ponen a disposición de la sociedad amante de este material.

2.18.22. Proceso de tratamiento

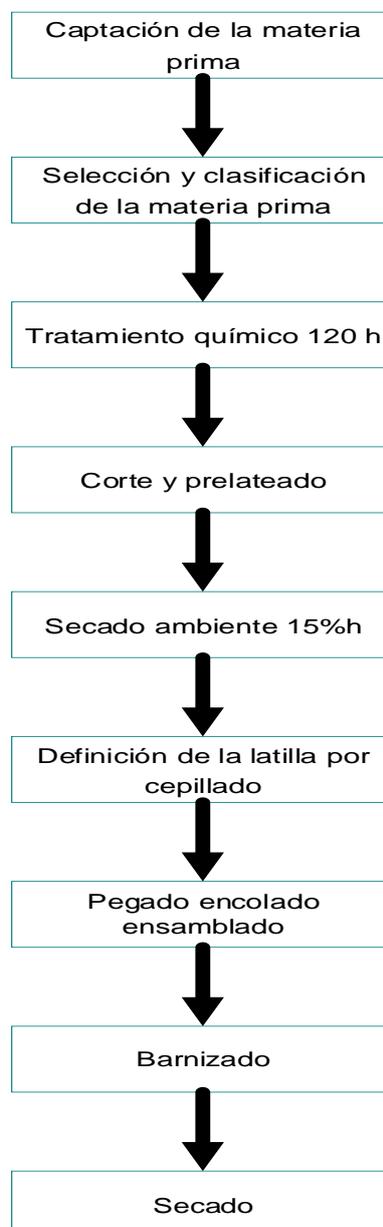


Figura 53 Proceso de tratamiento

2.18.23. Selección y clasificación de la materia prima

La selección y clasificación de la caña guadua se lo realiza en relación a los ciclos lunares y a la edad, para lo cual se recomienda utilizar cañas maduras de 5 a 6 m.

2.18.24. Preparación de la materia

Las cañas guaduas de entre 5 a 6 años de edad son aptas para la construcción por su humedad determinada de 20% en relación a la humedad relativa del medio ambiente.

2.18.25. Tratamiento químico

Con los agentes químicos se buscan mejorar las propiedades físicas de la caña guagua, para obtener materia prima de calidad y transformar en varios productos para la construcción a utilizar en espacios interiores.

2.18.26. Variables de tratamiento

Para determinar la solución y agente químico más idóneo para mejorar las propiedades mecánicas y resistencia a los ataques de los hongos insectos y microorganismos, los cuales bajan su vida útil, misma que se requiere mejorar o aumentar.

2.18.27. Humedad

La caña es un material higroscópico, por lo cual los lúmenes, las paredes y los espacios intracelulares se hayan completado en saturación de agua se dice que tiene el máximo contenido de humedad.

2.18.27.1. Presentación de la caña guadua en concentración del agua

- Como agua de adición formando parte de la pared celular.
- Como agua libre llenado los lúmenes dentro de la célula.

Tabla 8 Cuadro comparativo de concentración del agua

Esfuerzos		Condiciones de servicio	C_t		
			$T \leq 37$ C	$37 C \leq T \leq 52$ C	$52 C \leq T \leq 65$ 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)

2.18.27.2. Normativa NEC-11 Capítulo 13

Determina los parámetros que se debe cumplir para ofrecer viviendas agradables libres de ruidos y calor en exceso.

2.18.27.3. Confort

Se deben tener muy en cuenta las siguientes condiciones.

2.18.27.4. Confort térmico

Para que exista confort térmico, las edificaciones deben mantenerse dentro de los siguientes rangos.

- Temperatura del aire ambiente: entre 18 y 26 ° C
- Temperatura radiante media de superficies del local: entre 18 y 26 ° C
- Velocidad del aire: entre 0.05 y 0.15 m/s
- Humedad relativa: entre el 40 y el 65%

Estos valores pueden variar siempre y cuando se demuestre mediante estudio técnico que el conjunto de variables se encuentra dentro de los rangos (Construcción, 2011).

2.18.27.5. Confort acústico

El confort acústico se vincula a la comodidad frente a los ruidos, este afecta principalmente a la audición y al sistema nervioso.

- Aislamiento acústico, y;
- Acondicionamiento acústico

El aislamiento acústico se refiere a los materiales usados para impedir que el ruido proveniente del exterior, ingrese al recinto interno.

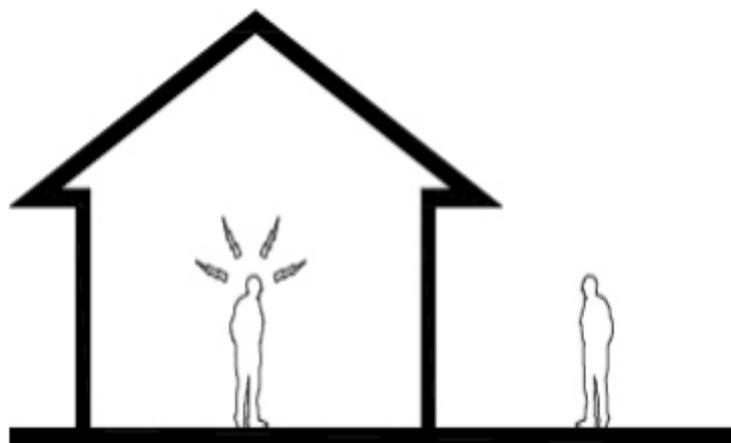


Figura 54 Aislamiento Acústico

El acondicionamiento acústico se refiere a la calidad superficial de los materiales interiores que hacen que el ruido propio de la actividad en el local se amplifique hasta sobrepasar los niveles de confort.

Se limita el nivel de ruido en el interior de los recintos, medido en decibeles de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 9 Niveles de sonido en edificaciones

Lugar/Actividad	Nivel sonoro [dB]
Locales y recintos comerciales	70
Oficinas	60
Actividades de vivienda, estudio, dormitorios, bibliotecas, hoteles	50
Lugares de estar,	50
Aulas de estudio	55
Hospitales y centros de salud	45
Otros lugares no estipulados anteriormente diferentes de sitios de vivienda o estar.	75

Tomado de: (Construcción, 2011, pág. 14)

3. EJECUCIÓN DEL PROYECTO

3.1. Introducción

La elaboración de una guía para la construcción de paneles de caña guadua con aislamiento termo acústico, es realizada con la finalidad de encontrar una alternativa ecológica a los cielos falsos, utilizando materiales amigables con el ambiente como es la fibra de lino para el aislamiento termo acústico, garantizando así el confort y un entorno agradable que contraiga los ruidos de impacto; por tal motivo, la propuesta se basa en crear paneles estándares que podrán ser empleados en edificaciones de tipo: comercial, residencial e industrial. Para ello, se especificarán los tipos de anclajes que se podrán emplear en cada uno de los tipos de losas y/o techos existentes, también se podrá determinar varios tipos de acabados de acuerdo a la necesidad, lugar y al requerimiento del cliente.

3.2. Tipos de corte de la Caña Guadua

Los cortes de la caña guadua se pueden realizar de tres maneras distintas:

En el primer caso la caña guadua puede ser utilizada en pieza completa de acuerdo a la necesidad y el diámetro.

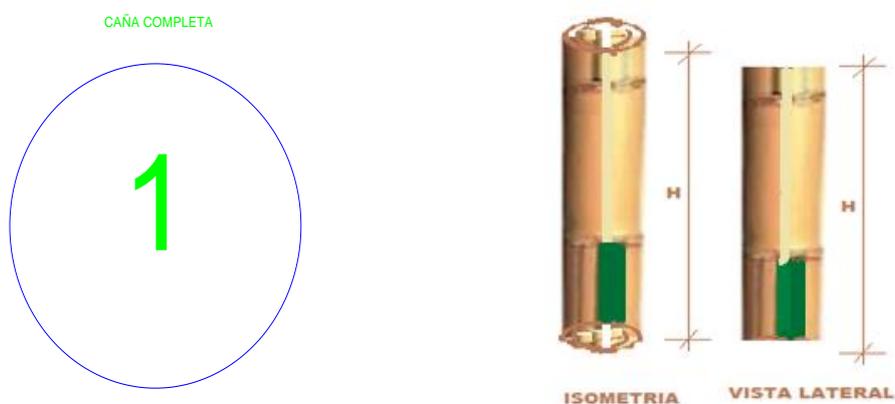


Figura 55 Pieza completa de caña guadua
Tomado de: Espinel, (2014).

En el segundo caso la caña guadua es cortada en dos partes, se puede emplear como detalle de cielo falso.



Figura 56 Corte en dos piezas de la caña guadua
Tomado de: Espinel, (2014).

En el tercer caso la caña guadua es cortada en cuatro partes, para lograr obtener piezas de menor dimensión.



Figura 57 Corte de la caña guadua en 4 partes
Tomado de: Espinel, (2014).

En el último caso la caña guadua es cortada en cinco partes, obteniendo piezas tipo esterillas.



Figura 58 Cortes en 5 de la caña guadua
Tomado de: Espinel, (2014).

Este tipo de corte permite hacer un marco de caña guadua que forme un ángulo de 90° al momento de unir dos piezas.

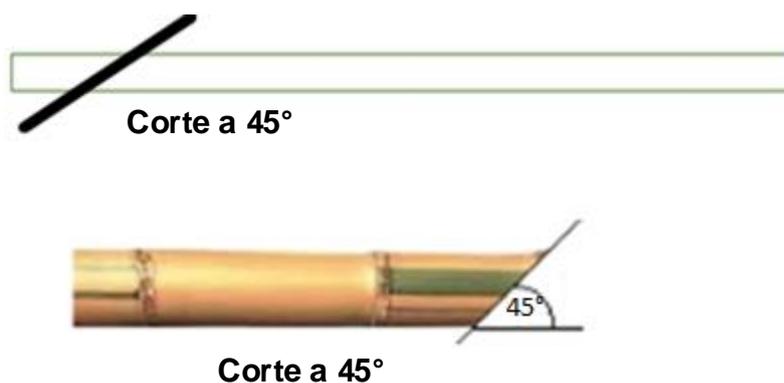


Figura 59 Corte de caña guadua a 45°
Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

Este tipo de corte puede ser empleado como soporte en los esquineros de un marco de caña guadua permitiendo obtener de forma una buena resistencia.

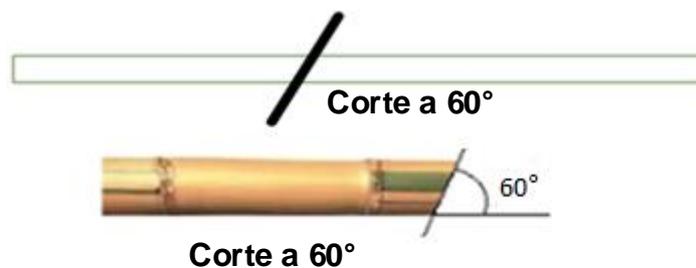


Figura 60 Corte de la caña guadua a 60°
Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

Este tipo de corte denominado 0° , es el llamado recto con el cual se podrá trabajar directamente en paneles de calidad media con un amarre artesanal llamado sunchado.

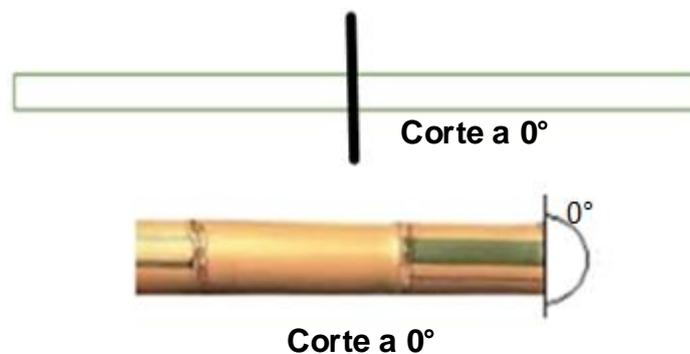


Figura 61 Corte de la caña guadua a 0°
Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

3.2.1. Cortes para uniones

Al realizar el corte de la caña guadua debe quedar un nudo entero o cercano a él, con una distancia máxima de $D = 60 \text{ mm}$. La mayor parte de las uniones parten de tres tipos de cortes (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2016):

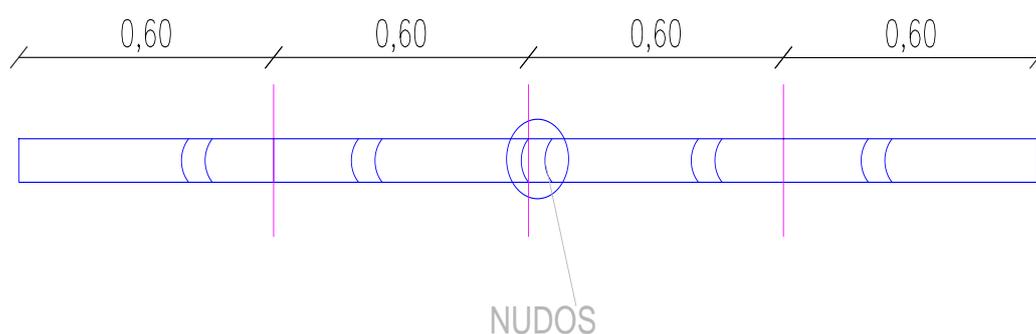
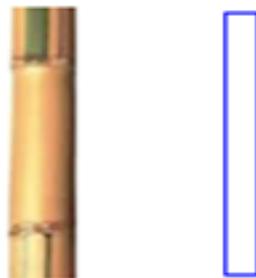


Figura 62 Cortes para uniones
Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

1. Corte recto: plano y perpendicular al eje de la caña

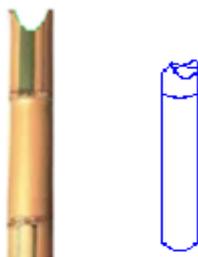


Corte Recto

Figura 63 Corte recto

Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

2. Corte boca de pez: cóncavo transversal al eje de la caña guadua.

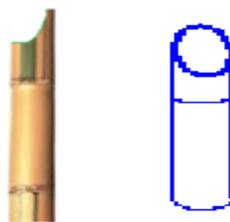


**Corte boca
de pescado**

Figura 64 Corte boca de pescado

Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

3. Corte pico de flauta: a diversos ángulos respecto al eje de la caña guadua.



**Corte pico
de flauta**

Figura 65 Corte pico de flauta

Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

Para este tipo de detalles en el corte para las uniones boca de pez y pico de flauta, se requiere mano de obra calificada para su elaboración, cada una de ellas debe acoplarse a la pieza estructural colindante, y es un proceso que lleva tiempo.

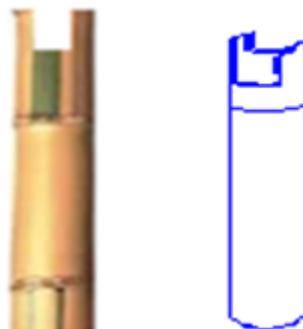
4. Corte con una y dos orejas: permite generar un montaje con mayor facilidad en las divisiones del armado de un panel ya que solo se tendría que calzar en el marco.



**Corte con
una oreja**

Figura 66 Corte con una oreja.

Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)



**Corte con
dos oreja**

Figura 67 Corte con dos orejas

Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

5. Corte ovalado: con este tipo de corte nos facilita el tendido en un marco de madera para así poder conservar el culmo entero solo con destajes en los dos lados.

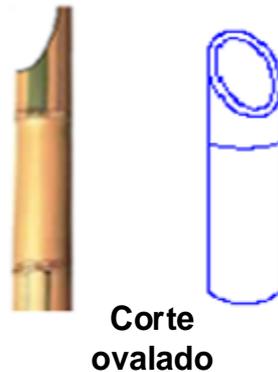


Figura 68 Corte ovalado
Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

3.3. Tipos de uniones

La estructura de una edificación realizada con caña guadua, demanda diversos tipos de uniones o nodos, las herramientas eficientes y los elementos metálicos: pernos, tuercas, varillas roscadas, pletinas y otros que facilitan la ejecución.

En ningún caso se permite el uso de clavos o elementos que fisuren la caña guadua que formen parte de la estructura. Los tipos de uniones más realizados son:

3.3.1. Uniones empernadas y con platinas

Las uniones empernadas se utilizan generalmente cuando las solicitudes sobre una conexión son relativamente grandes, requiriendo por lo tanto el uso de pernos, acompañados de pletinas de acero.

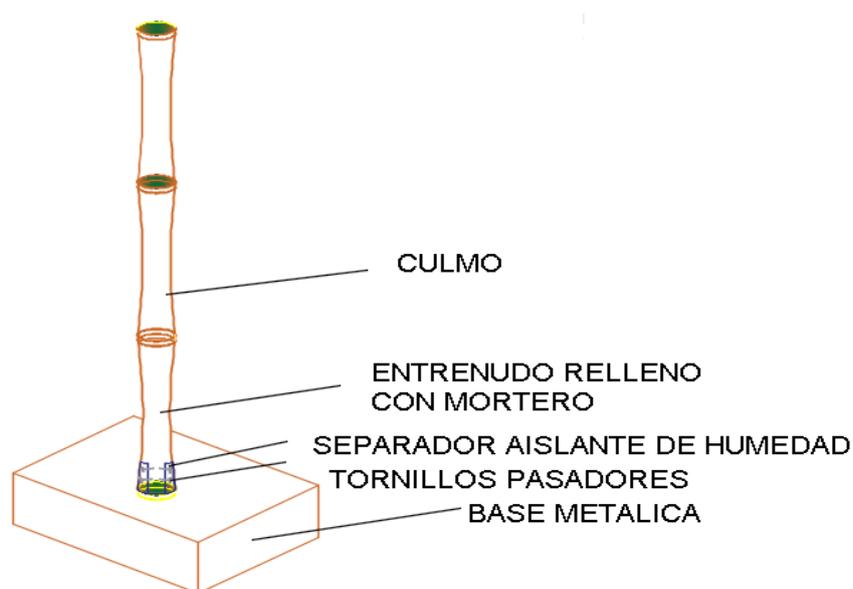


Figura 69 Uniones emperradas y con platinas
Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

3.3.2. Uniones longitudinales

Las uniones longitudinales (o uniones a tope), se realizan cuando se requiere aumentar la longitud de los culmos en la estructura, manteniendo la conicidad. Es decir, asegurar un conjunto de culmos cuyo eje longitudinal sea común.

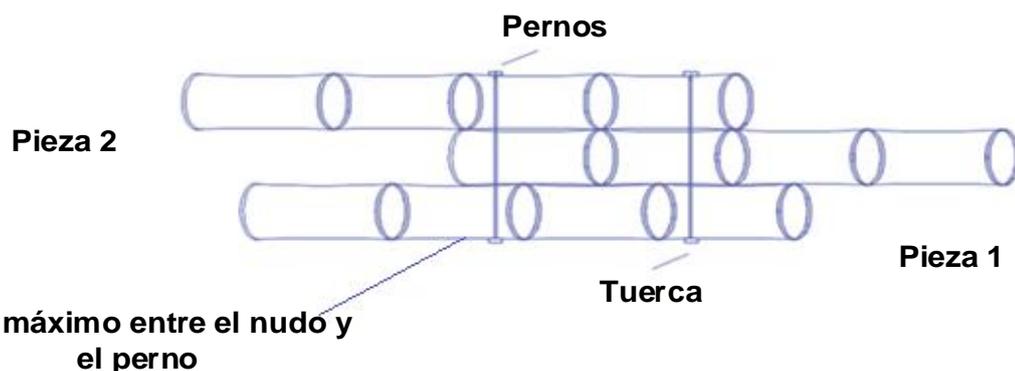


Figura 70 Uniones longitudinales
Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

3.3.3. Uniones perpendiculares

Sirve para asegurar dos elementos estructurales que están dispuestos uno perpendicularmente al otro.

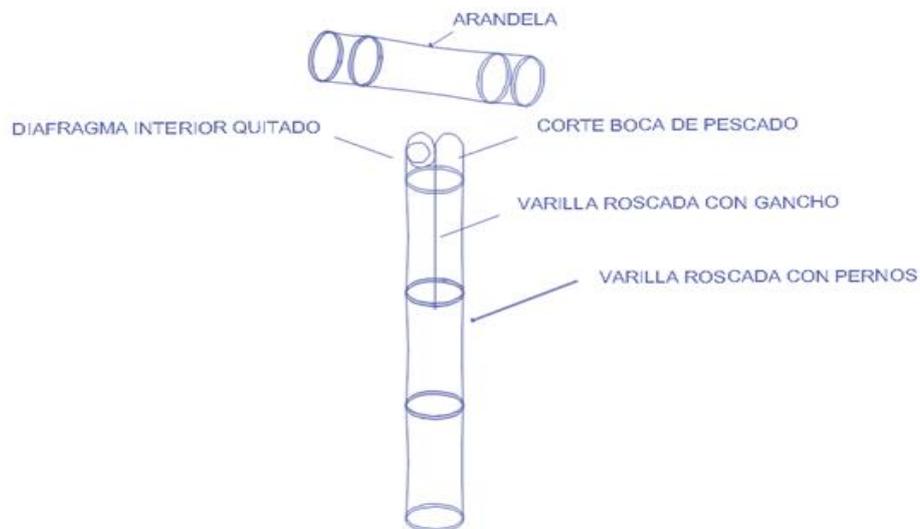


Figura 71 Uniones perpendiculares
Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

3.3.4. Uniones perpendiculares con disco y media caña metálica

Son una variación de las uniones tipo boca de pez, sirven también para asegurar dos elementos estructurales perpendiculares entre sí, pero para facilitar el proceso y reducir el tiempo de ejecución de la obra la unión entre culmos se realiza por medio de elementos metálicos.

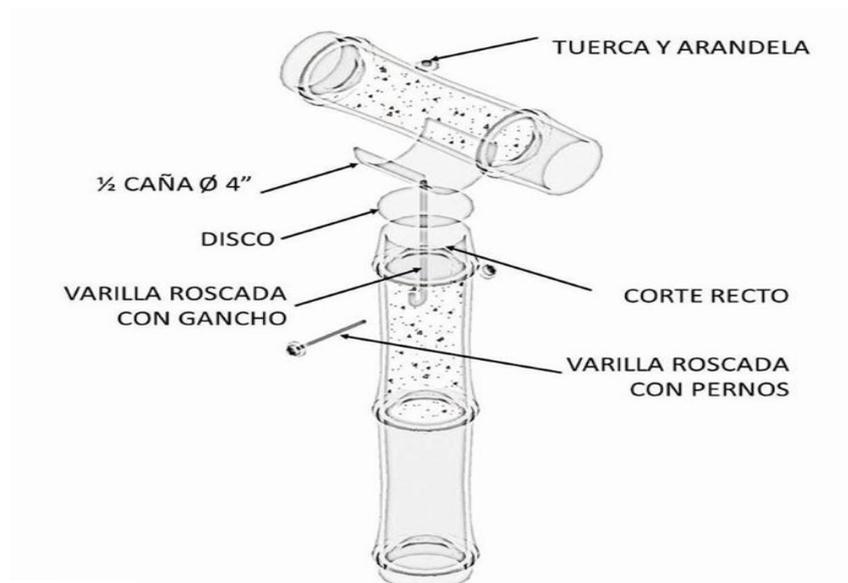


Figura 72 Uniones perpendiculares con disco y media caña metálica
Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

3.3.5. Uniones diagonales

Son realizadas por medio del corte pico de flauta, entre una pieza vertical u horizontal con otra que no sea paralela ni perpendicular. En estas uniones se debe lograr el mayor contacto entre las piezas.

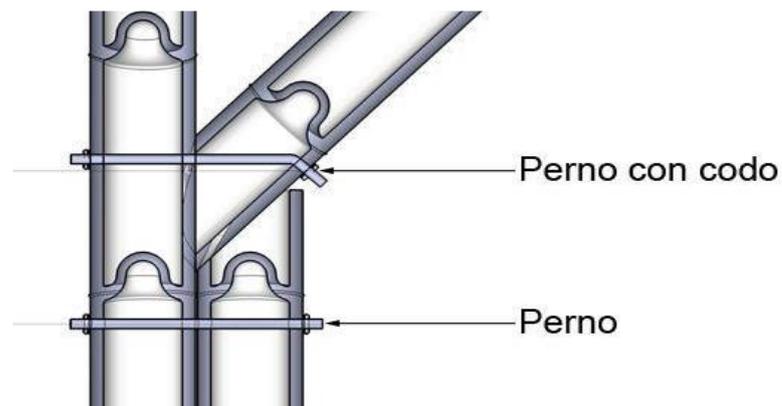


Figura 73 Uniones diagonales
Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

3.3.6. Uniones zunchadas

Las uniones zunchadas están permitidas siempre y cuando sean para garantizar que dos elementos de la caña guadua se acoplen correctamente entre ellos, pero no dependerá del zuncho la transmisión de carga.

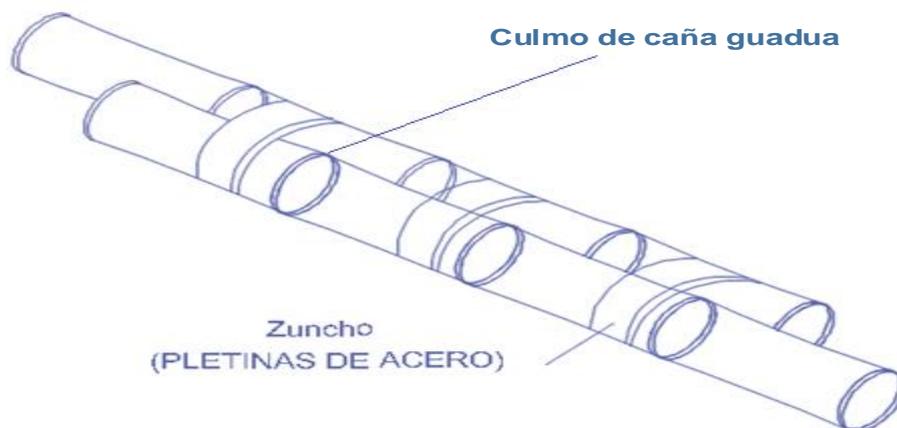


Figura 74 Uniones zunchadas
Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

3.4. Tipos de marcos donde puede ser anclada la caña guadua

La caña guadua puede ser anclada en marcos de madera, perfiles metálicos o inclusive en la misma caña guadua, las cuales serán detalladas en cada uno de los casos, por la facilidad de adquisición de los materiales disponibles en el mercado, el uso de herramientas menores y máquinas de corte.

3.5. Tipos de paneles

3.5.1. Paneles con estructura de caña guadua

Para construir un panel con estructura de culmos de caña guadua, se debe considerar.

- a. La prefabricación de los paneles debe tener una medida de 2.40 x 1.20 m, por la facilidad de manipular en obra, ya que al no estandarizar un panel tipo puede causar dificultades debido a que al incrementar el peso dificulta el manejo y la puesta en obra, para el montaje al momento de instalar, en el caso particular del estudio, sin embargo, según la NEC-SE-GUADUA las dimensiones máximas para elaborar paneles es de 3 x 3.5 m.

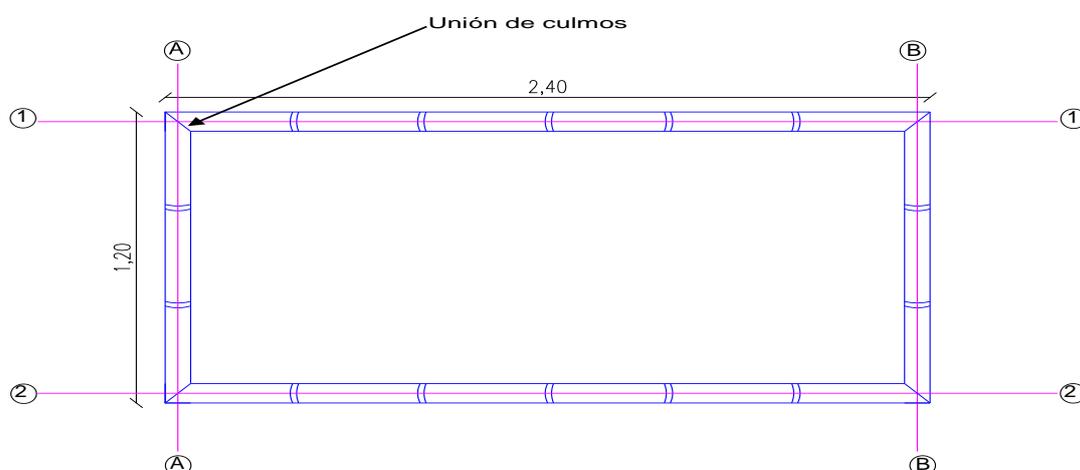


Figura 75 Uniones de Culmos

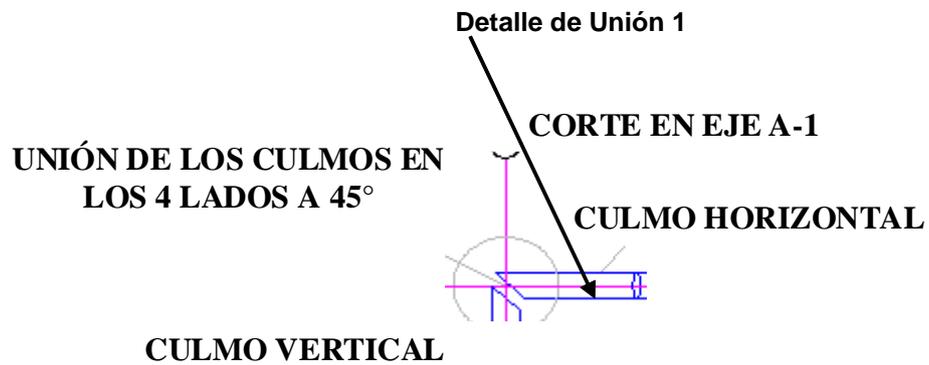


Figura 76 Detalle de unión a 45°

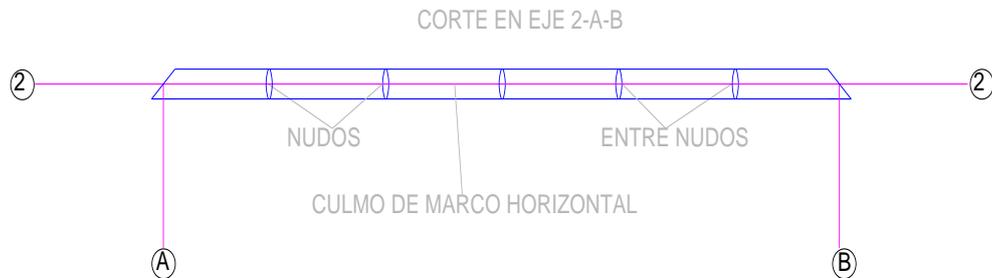


Figura 77 Detalle de corte a 45°

- b. Se cortarán para largueros horizontales los culmos de caña guadua dos pedazos de 2.40 m para el marco respectivo.

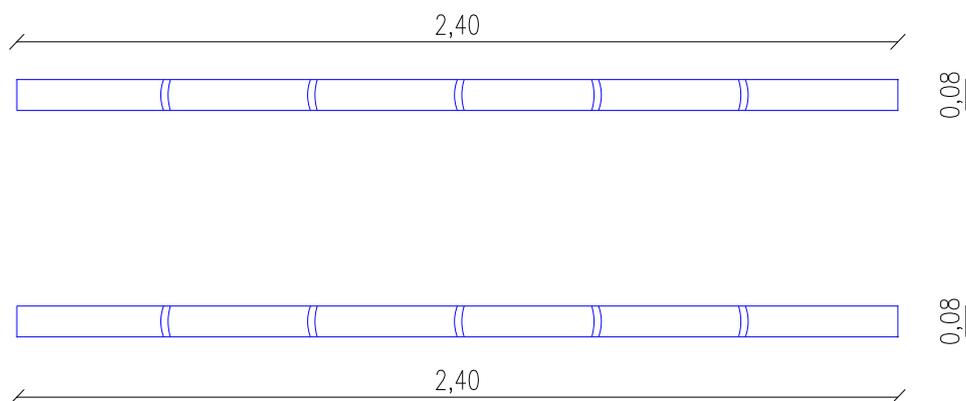


Figura 78 Cortes de largueros horizontales

- c. Para los largueros horizontales, se cortan los culmos de caña guadua con una inclinación de 45° .

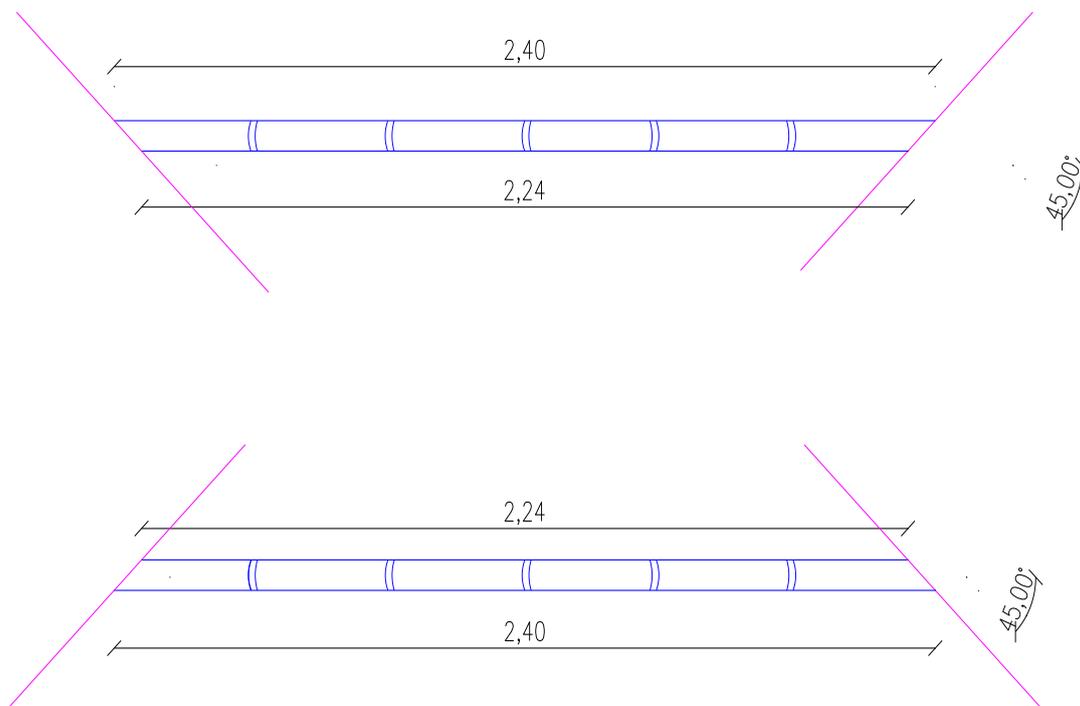


Figura 79 Cortes de largueros horizontales a 45°

- d. En el caso de los largueros verticales el corte se realiza de dos piezas en una medida de 1.20 m.

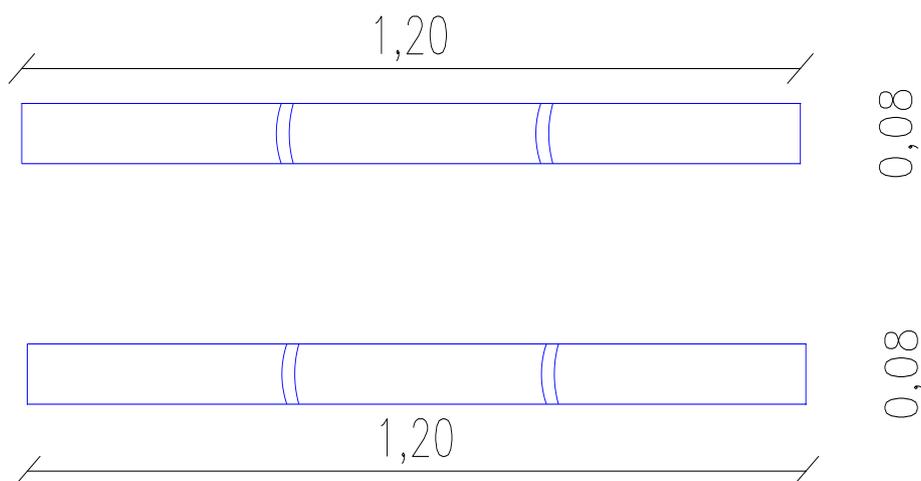


Figura 80 Cortes de largueros verticales

- e. Posteriormente para los largueros horizontales se procede a cortar los culmos con una inclinación de 45° .

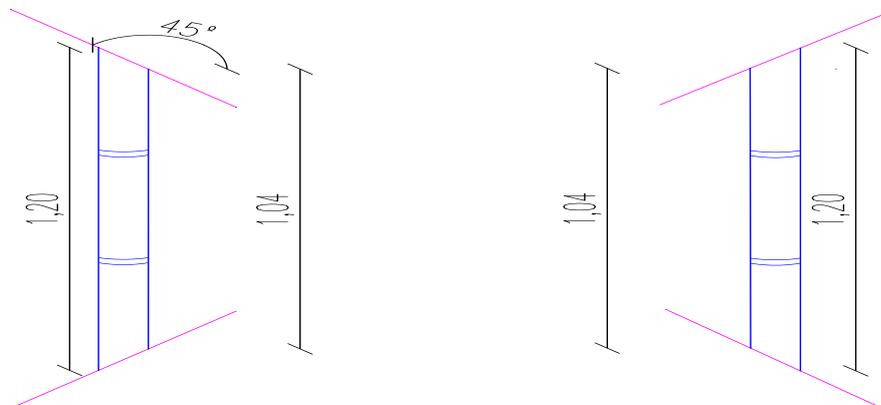


Figura 81 Cortes de culmos a 45° de largueros horizontales

- f. Los tallos intermedios y los laterales, serán asegurados a los tallos de la solera superior e inferior, mediante la unión boca de pez, y asegurados con pernos de anclaje y tensores, Los tallos intermedios se colocarán espaciados a no más de 0.6 m entre ejes.

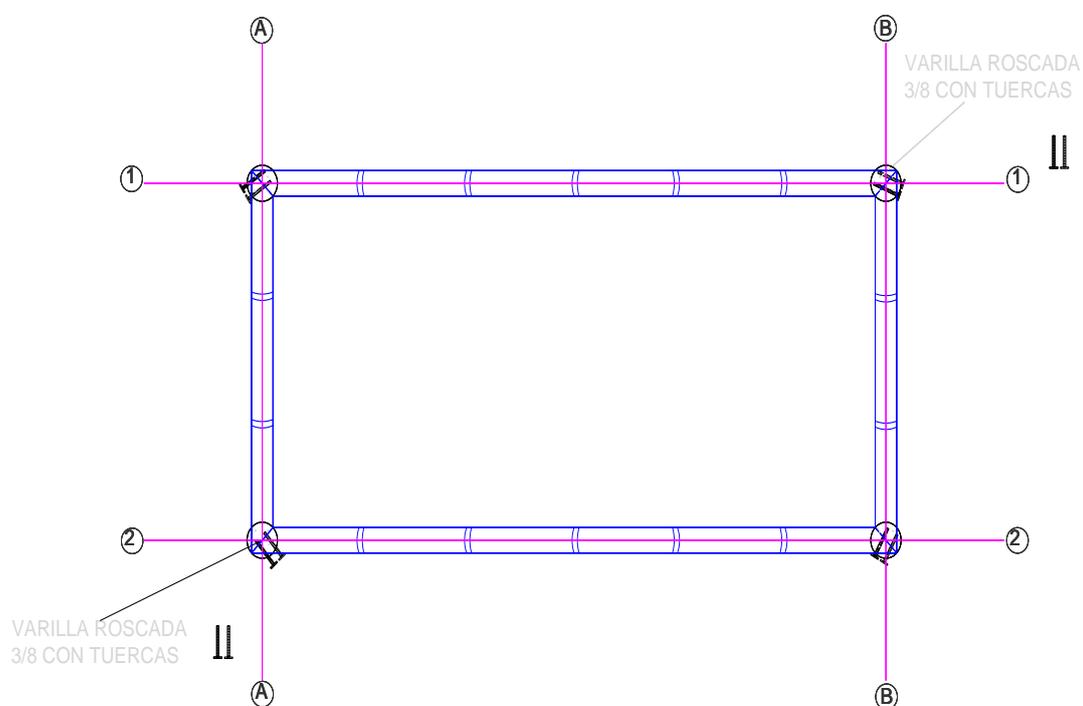


Figura 82 Marco de caña guadua

Detalle de unión de los culmos de caña a 45° en los cuatro lados

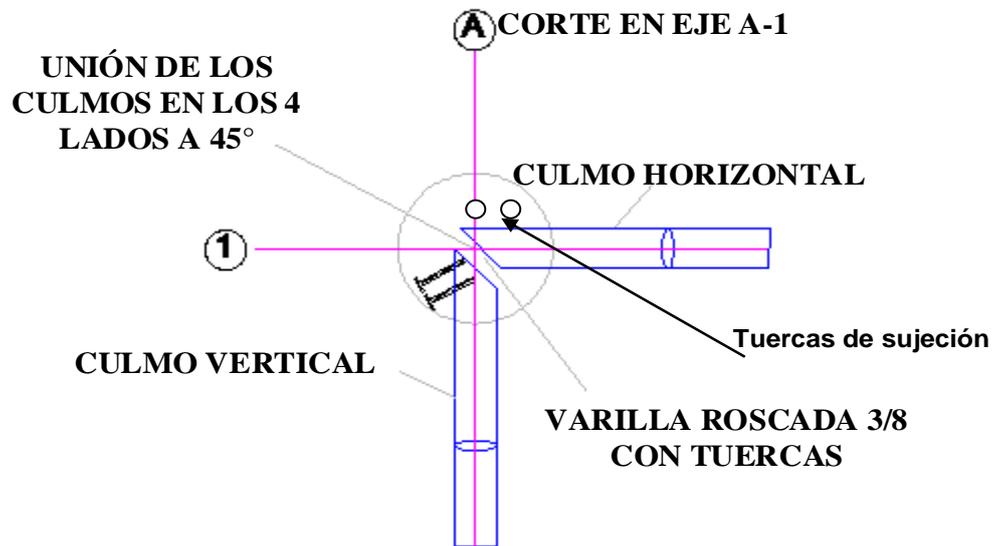


Figura 83 Detalle de unión de los culmos de caña a 45° en los cuatro lados

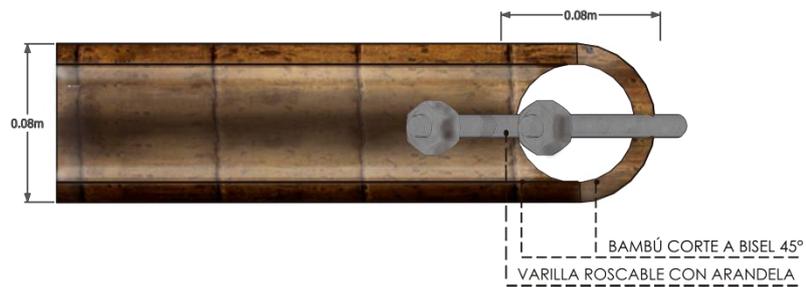


Figura 84 Bambú corte a bisel 45°

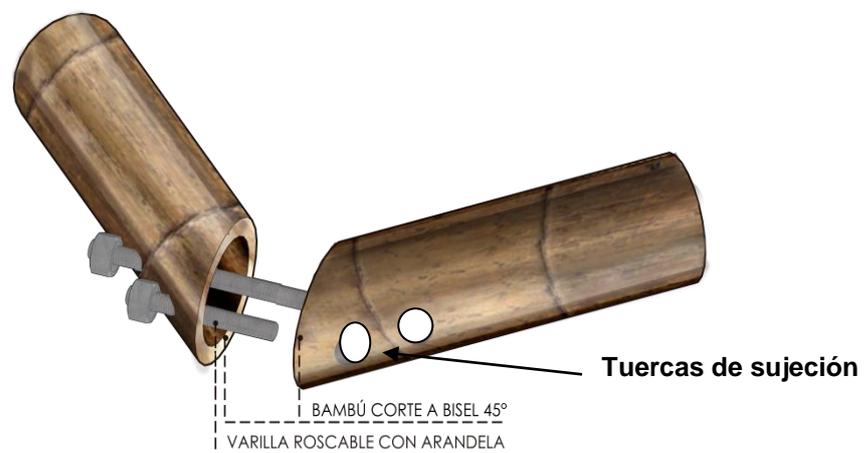


Figura 85 Unión de bambú corte bisel a 45°

- g. En cada uno de los espacios extremos, se debe colocar un tallo en diagonal para dar rigidez al panel. Estos dos tallos deben ser asegurados con la unión pico de flauta.

Detalle 2 de unión de refuerzos interiores intermedios

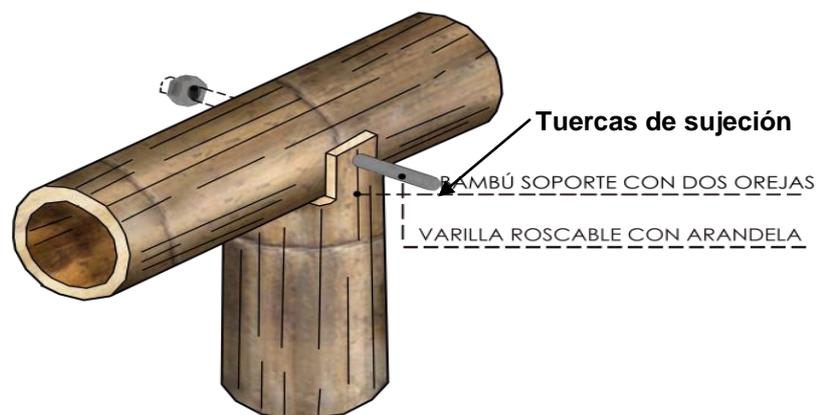


Figura 86 Detalle 2 unión de refuerzos interiores intermedios

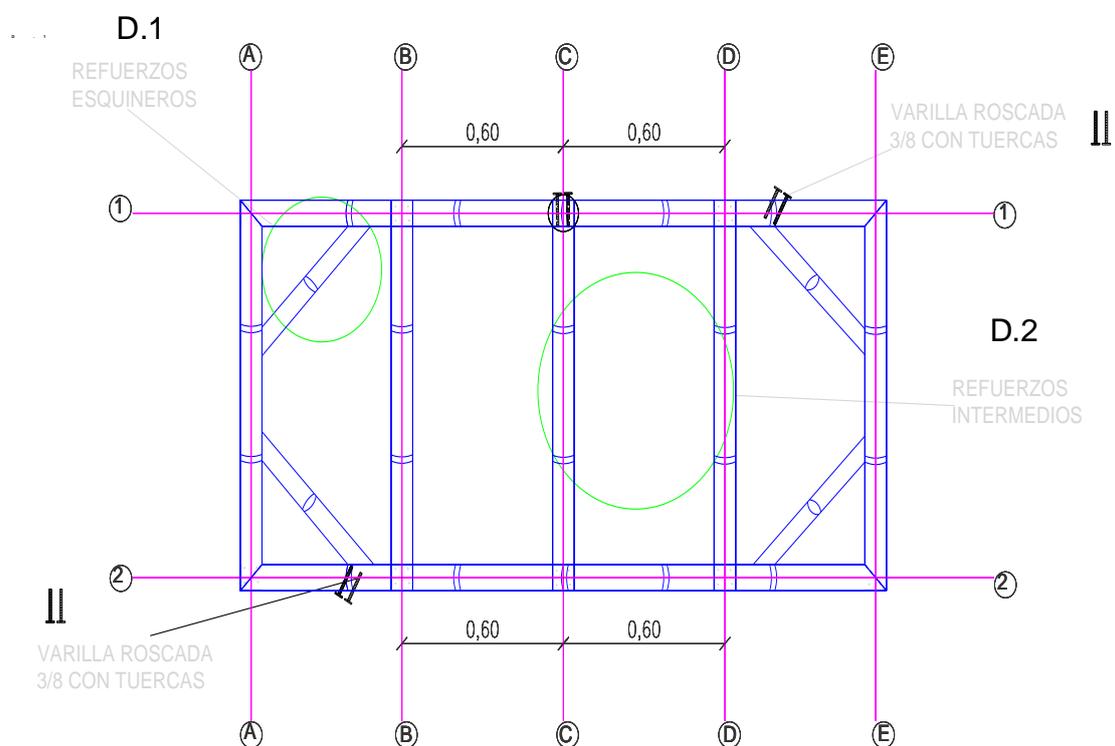


Figura 87 Armado del panel con refuerzos intermedios

Detalle 1 de unión de refuerzos esquineros

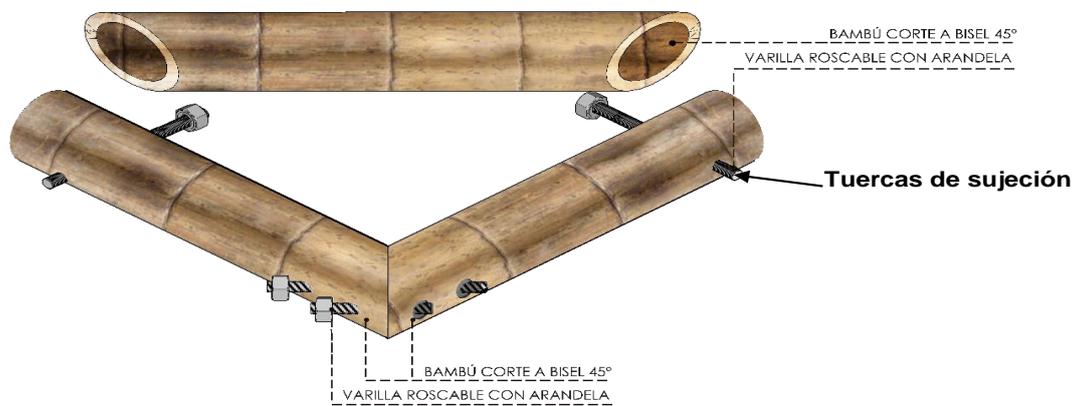


Figura 88 Detalle 1 de unión de refuerzos esquineros

- h. La estructura del panel puede ser modificada en función de la necesidad de los remates que se necesite realizar al momento de instalar el cielo falso.

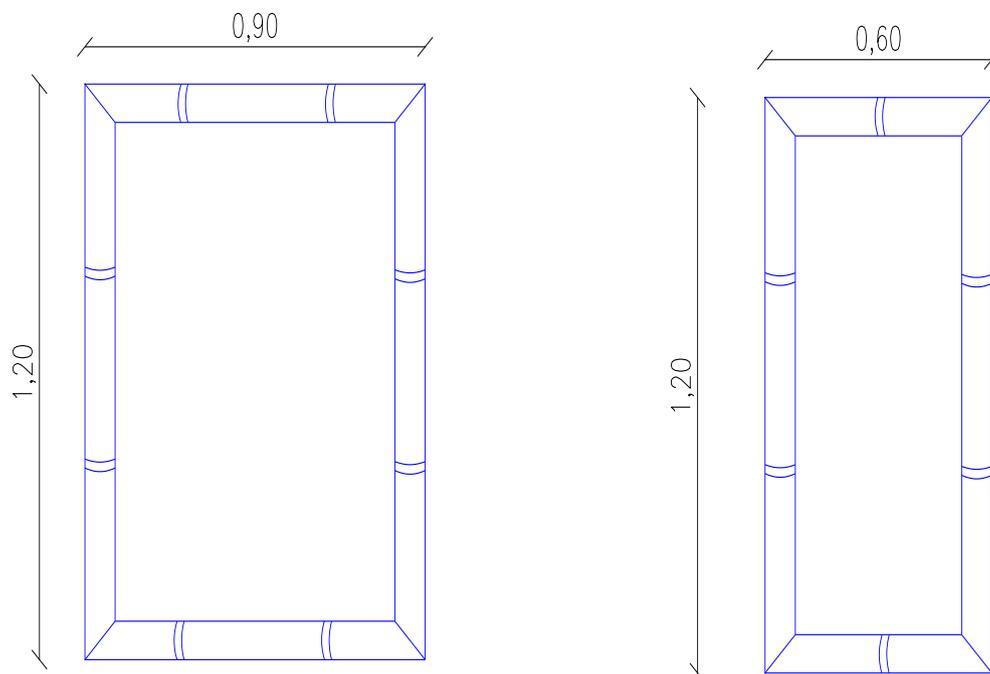


Figura 89 Estructura del panel a 45°

- i. El panel terminado en isometría estaría conformado como se muestra en el gráfico después de haber realizado su debido proceso para obtener el mismo.

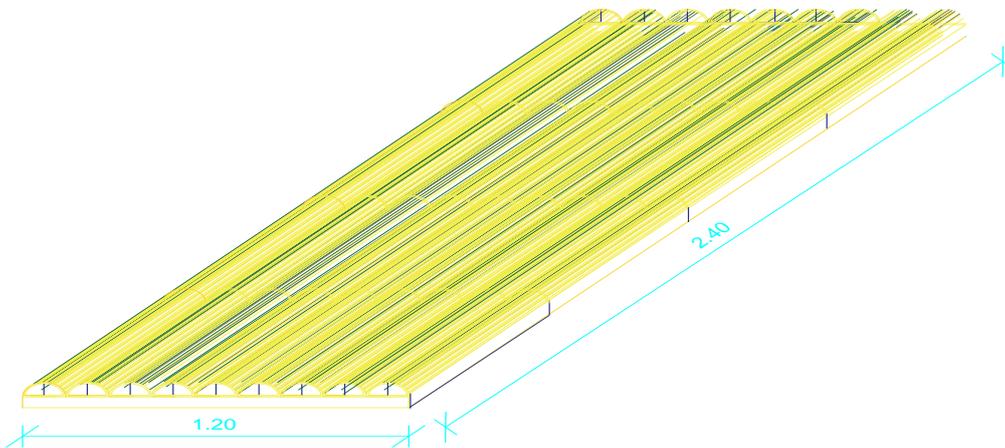


Figura 90 Isometría del panel terminado

3.5.1.1. Paneles con estructura de Madera

- a. Las consideraciones en referencia a las medidas de los paneles son similares a las expresadas en el caso de los paneles con estructura de culmos, de 2.40 x 1.20 m, para su facilidad de manipulación.

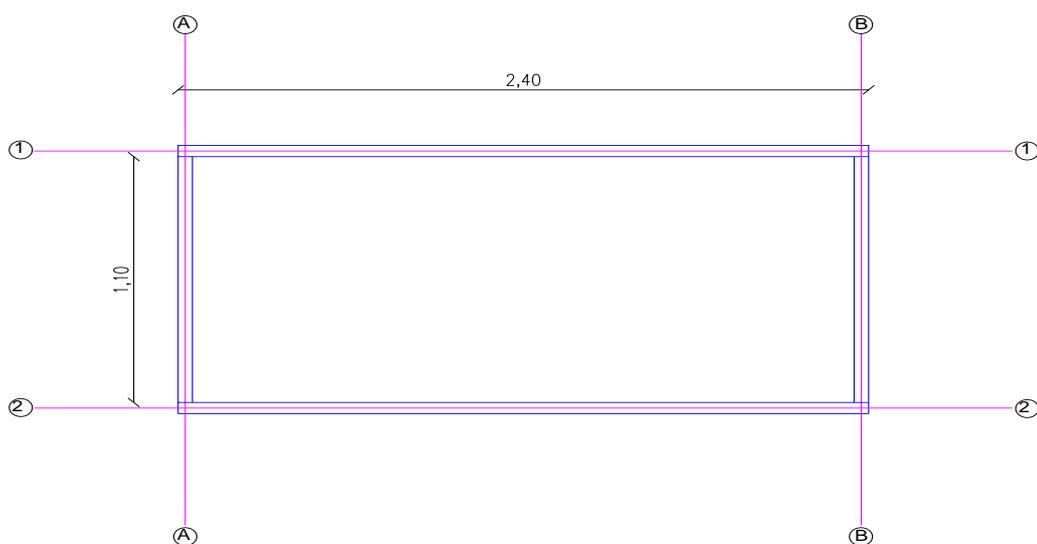


Figura 91 Marco de madera

- b. La madera debe estar seca e inmunizada contra insectos xilófagos, ser recta, de aristas vivas, de la sección solicitada, no presentar rajaduras, nudos o defectos se usará listones de madera preservada de sección 50 x 50 mm dos pedazos de 2.40 m a 0° para largueros horizontales primarios del marco.

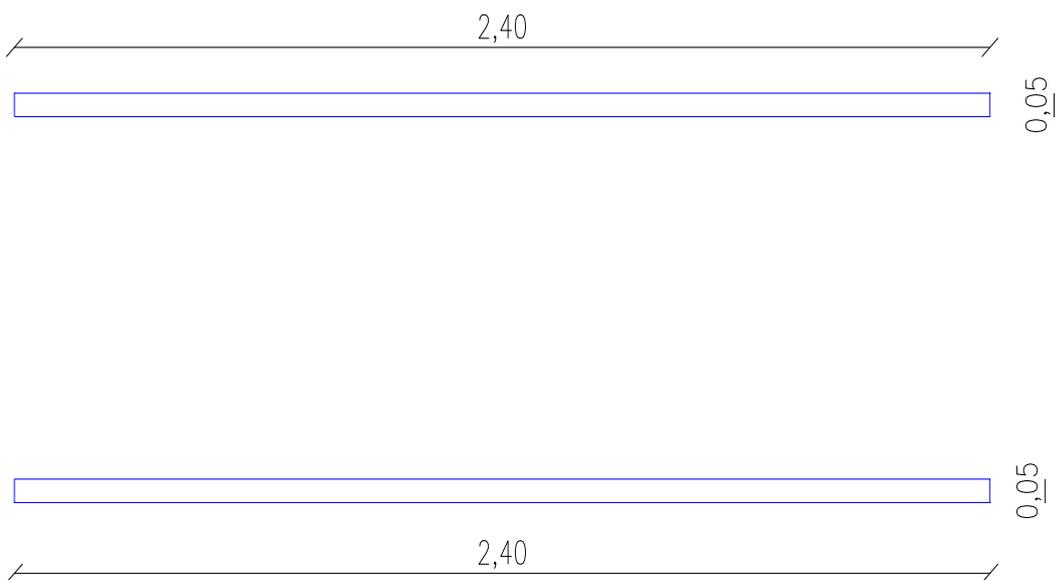


Figura 92 Largueros horizontales a 0°

- c. Se cortarán los listones de madera para largueros verticales secundarios con una medida de 1.10 m para el marco.

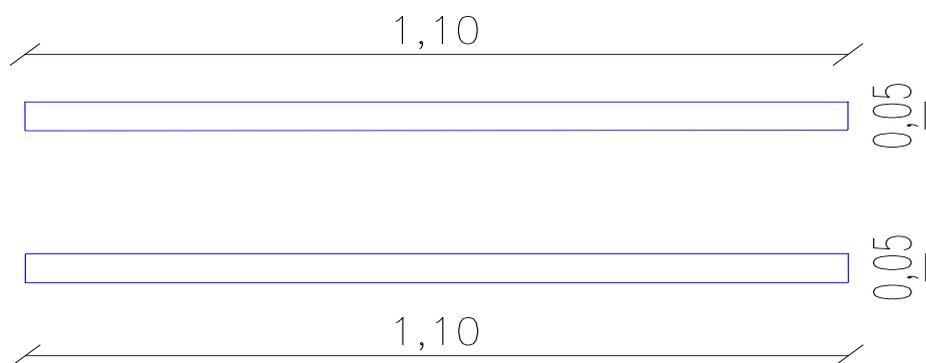


Figura 93 largueros verticales a 0°

- d. En los 4 vértices del panel se recomienda ubicar dos tornillos, para evitar el giro de los listones.

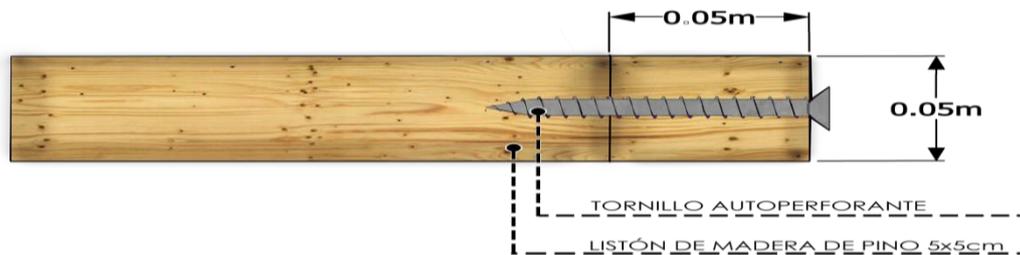


Figura 94 Listón de madera

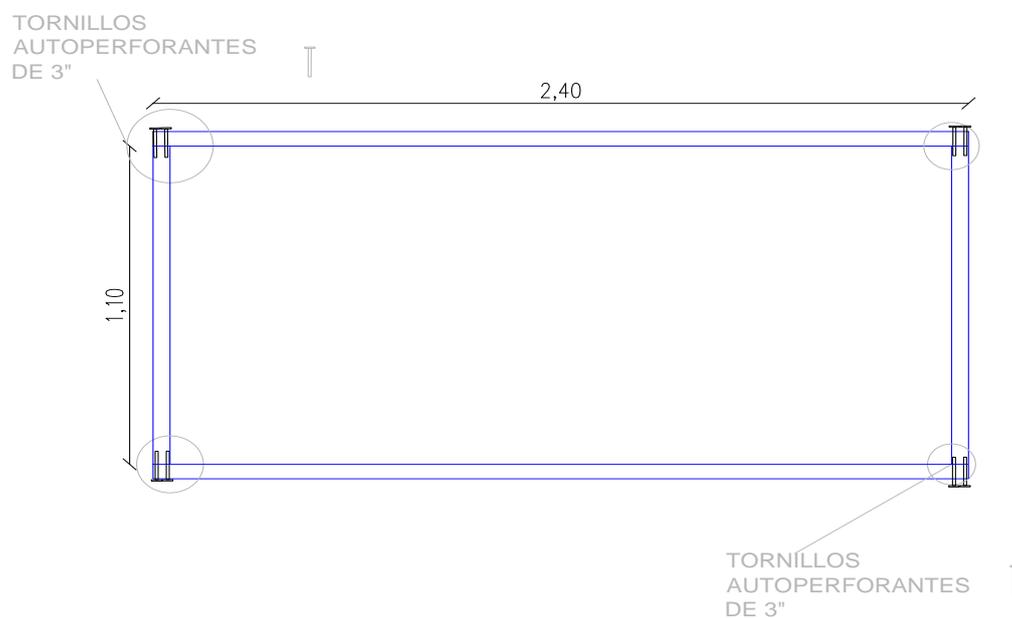


Figura 95 Armado de marco de madera

Detalle de unión de listones de madera a 90° en los cuatro lados

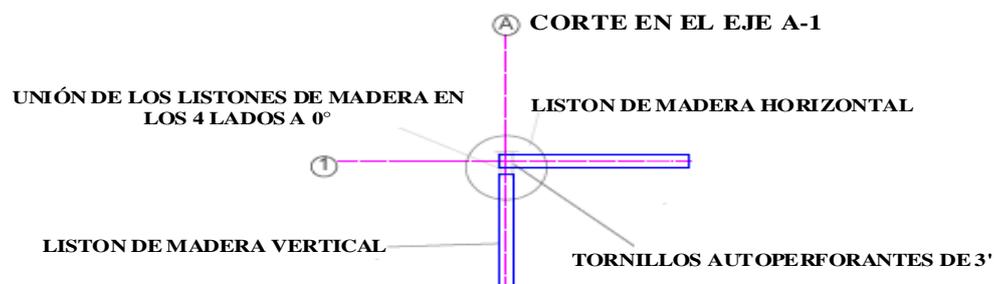


Figura 96 Detalle de unión de listones de madera a 90° en los cuatro lados

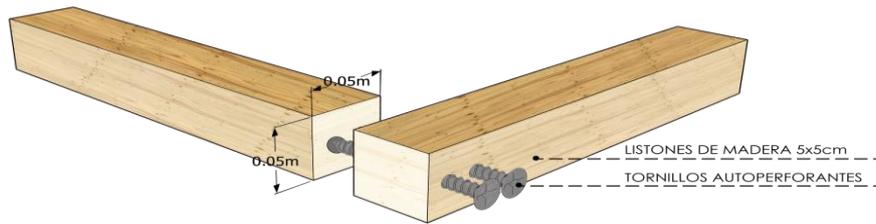


Figura 97 Unión de listones de madera con tornillos

- e. En caso de requerir paneles de mayor o menor longitud, se fabricarán paneles cuya longitud sume la deseada ya que son de fabricación artesanal en madera, los listones de división vertical estarán espaciados 40 a 60 cm y los horizontales entre 30 a 40 cm entre ejes.

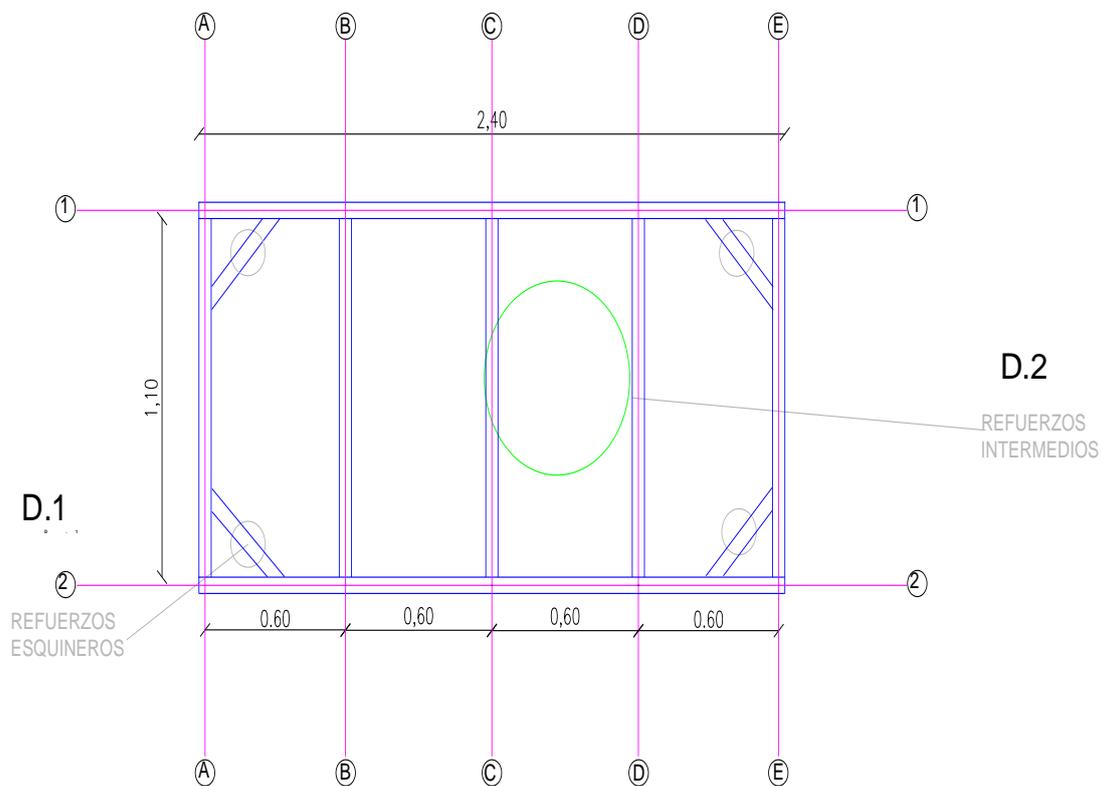
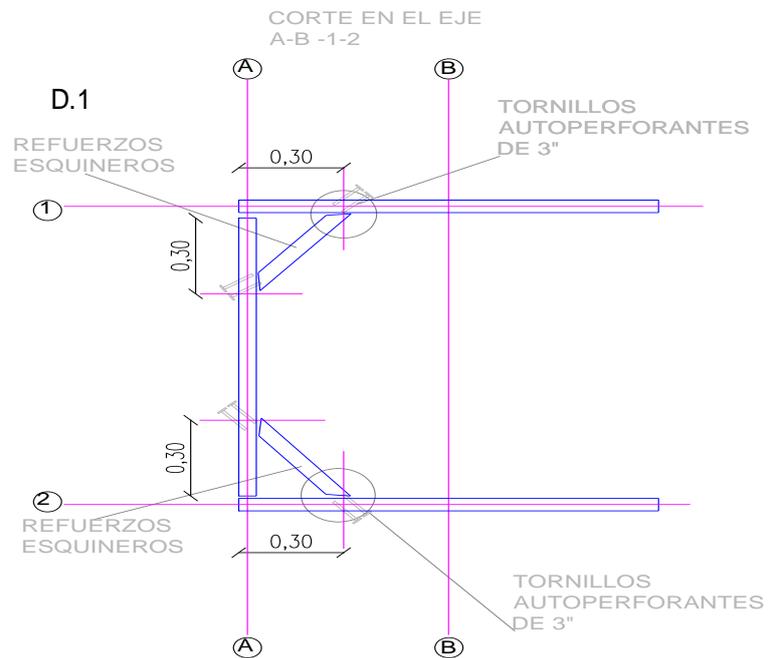


Figura 98 Panel con refuerzo esquineros

Detalle 1 de unión de refuerzos esquineros



Detalle 1 de unión de refuerzos esquineros

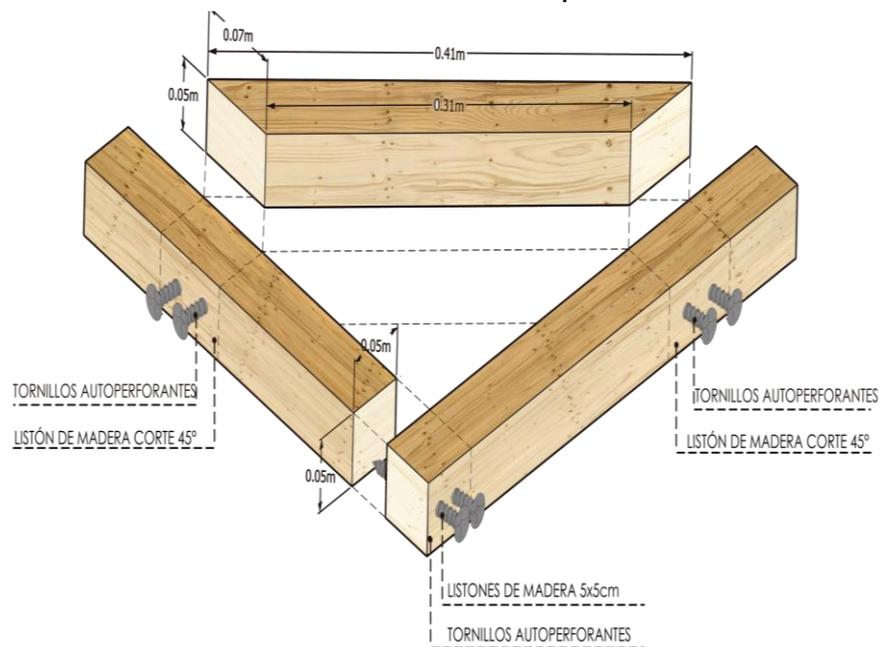


Figura 99 Detalle 1 de unión de refuerzos esquineros

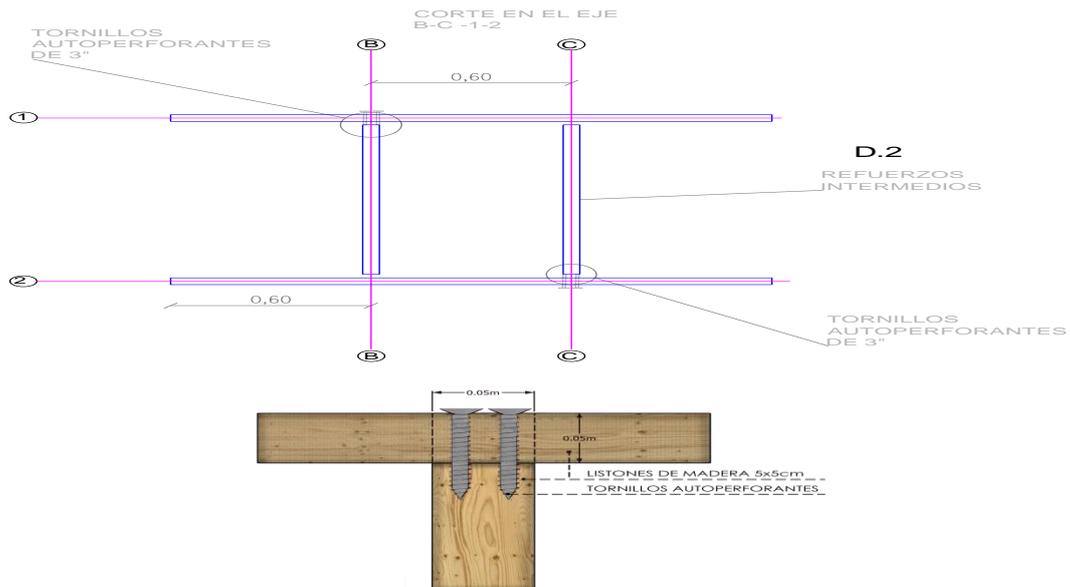


Figura 100 Detalle 2 de unión de refuerzos intermedios

- f. La estructura del panel puede ser modificada en función a la necesidad a la cual se requiera para lo cual se especifica dos tipos de paneles más para remates o aéreas pequeñas

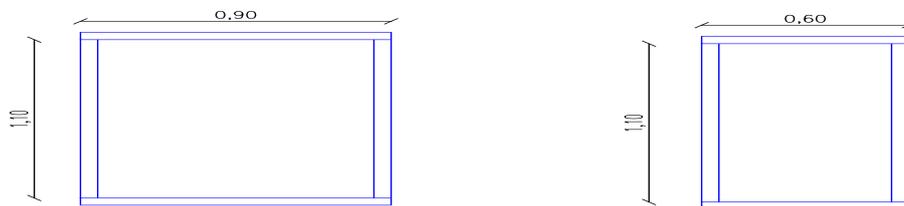


Figura 101 Estructura del panel de madera

- g. El panel terminado estaría conformado como se muestra en el gráfico después de haber realizado el debido proceso para obtener el mismo.



Figura 102 Panel de caña guadua con marco de madera terminado

3.6. Herramientas que se emplearan para la construcción de los paneles de caña guadua

Tabla 10 Herramientas

Ítem	Descripción	Imagen	Usos
1	Machete		Con esta herramienta nos permite realizar cortes y destajes sin causar daños en el material.
2	Sierra circular con disco de corte		Esta máquina nos permitirá agilizar el proceso de corte de la caña para la elaboración de los paneles.
3	Taladro		Nos permite realizar perforaciones para anclaje de la caña guadua sobre el marco de madera.
4	Brocas		Se contará con un juego de brocas de distintos diámetros para perforar de acuerdo a la necesidad que se tenga en los paneles.
5	Prensas		Estas prensas nos permitirán sujetar la caña con el marco para poder realizar el anclaje asía el marco diseñado.
6	Martillo		Nos servirá para poder clavar los marcos de madera para el anclaje de la caña guadua.
7	Destornilladores		Se contará con un juego de destornillares para poder anclar sobre cualquier tipo de marcos que se disponga.

Paso I: Elaboración de un plano tipo; cómputo métrico.

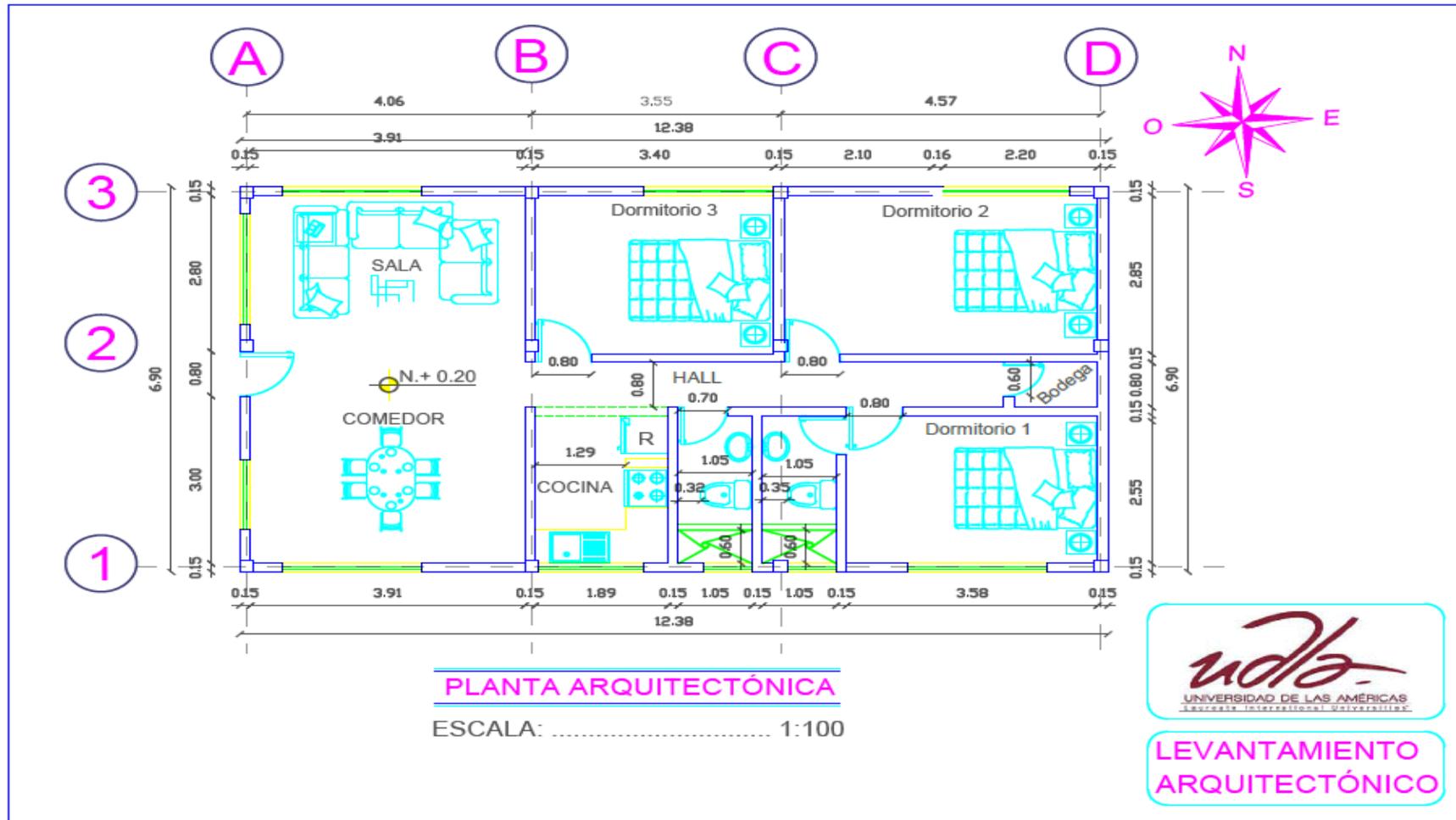


Figura 11 Plano de distribución de vivienda unifamiliar

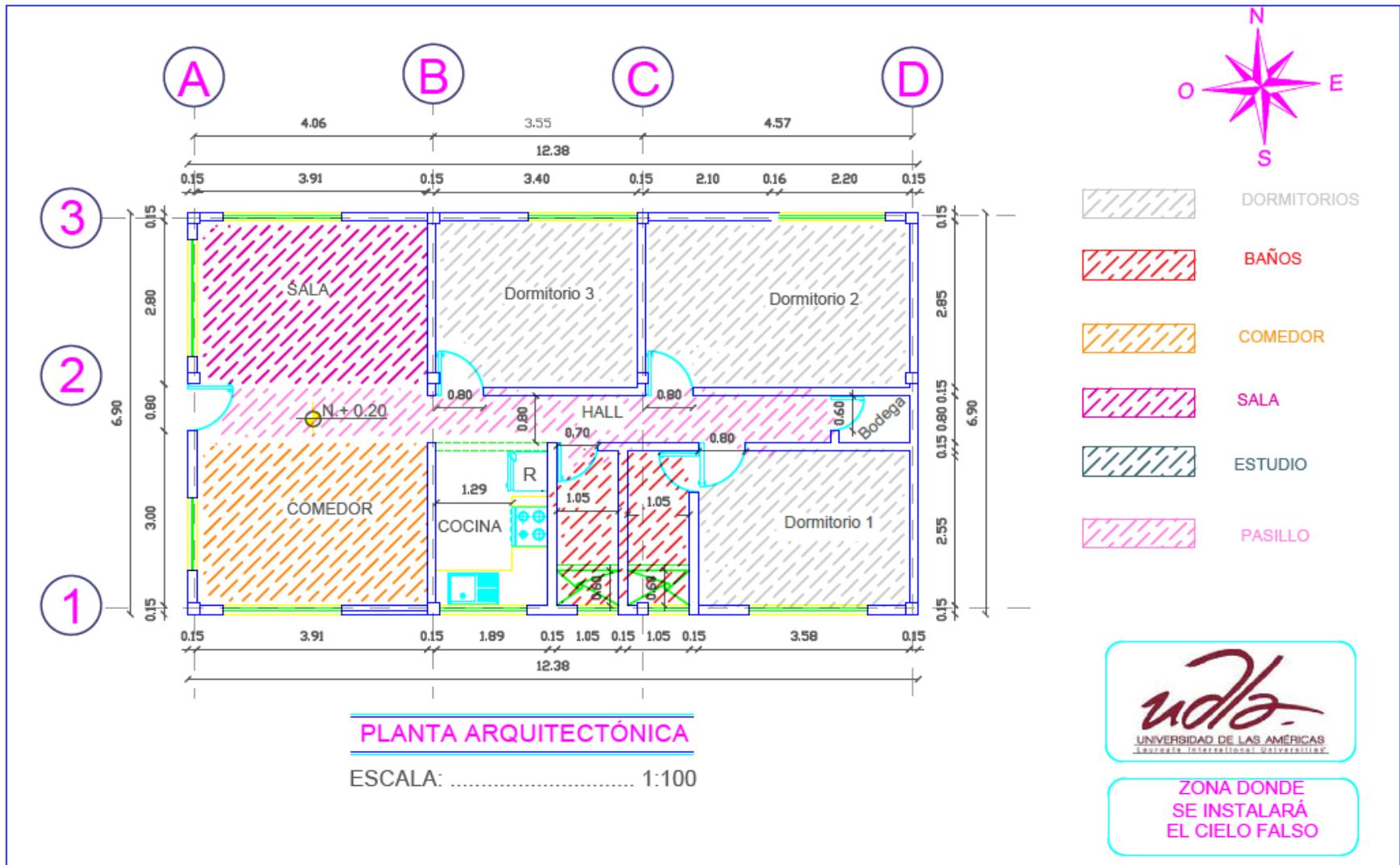


Figura 103 Zona donde se instalará el cielo falso

3.6.1. Cálculos métricos

Tabla 11 Cálculos métricos

Item	Descripción	colores	Largo	Ancho	Area
1	Dormitorio 1		3,58	2,55	9,129
2	Dormitorio 2		4,57	2,85	13,0245
3	Dormitorio 3		3,55	2,85	10,1175
4	Sala		4,06	2,85	11,571
5	Comedor		3,91	3,00	11,73
6	Pasillo		10,74	0,80	8,592
7	baño principal		1,05	2,55	2,6775
8	baño1		1,05	2,55	2,6775
				Total	69,519

Nota: no se tomará en cuenta para la implementación del cielo falso el área de la cocina y la bodega.

3.6.2. Proceso de montaje de los culmos de caña guadua en los marcos

Paso II

Una vez realizado el paso I (Elaboración de un plano tipo; cómputo métrico) se realizó la comparación del material con un 10% adicional para prever que alcance el material, de igual manera se buscaron las herramientas necesarias para la elaboración de los paneles.

Paso III

Las cañas guadua y la madera aserrada son revisadas y seleccionadas, para así proceder al corte y tratamiento del material, con el fin de prevenir la posible

plaga contenida en el mismo (esto en el caso de que se compre caña sin tratar).

Paso IV

Con el propósito de evitar imperfecciones en el acabado de la base de madera aserrada, Se coloca la madera aserrada en una superficie: seca, limpia y horizontal sobre una mesa.



Figura 104 Realización del marco de madera
Tomado de: (Encryted, 2018)

Paso V

Una vez obtenido el marco de madera aserrada se procede con el proceso de montaje de los culmos de caña guadua.

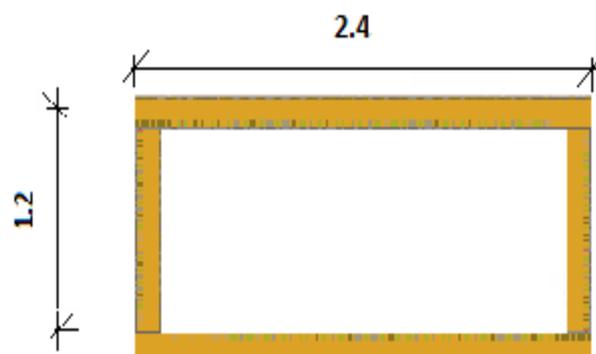


Figura 105 Vista Superior de la Madera Aserrada

Paso VI

Se perfora cada 40 cm, con una broca equivalente al tamaño del tornillo, para poder traspasar posteriormente los tornillos sin fin, los cuales se sostendrán con tuercas y arandelas.

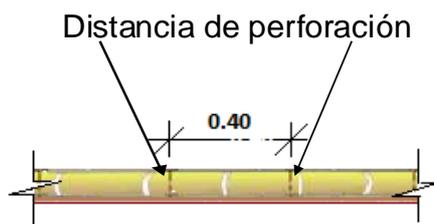


Figura 106 Perforación de la caña guadua.

Detalle de tornillos pasantes

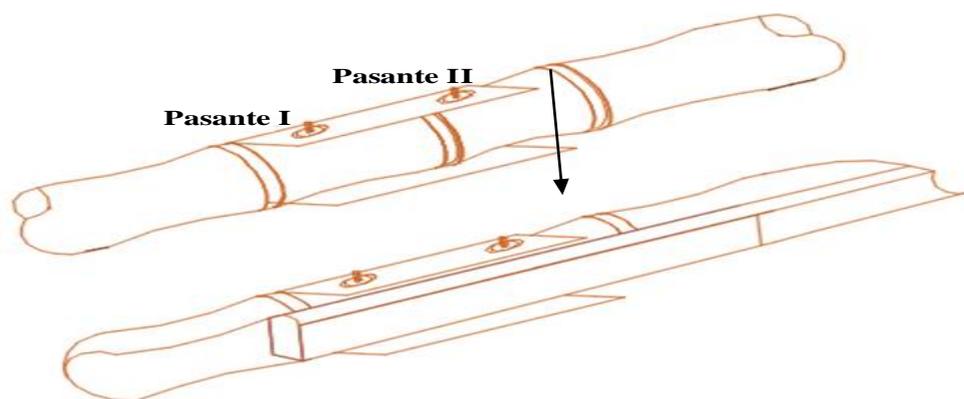


Figura 107 Unión del panel de caña guadua y el marco de madera aserrada
Tomado de: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2016)

Paso VII

Para armar las cañas guadua, se realiza el siguiente procedimiento: se colocara sobre una superficie nivelada y dispuestas una al lado de la otra, hasta lograr 1.20 m, una vez alineados se unen con varilla roscada de 6mm y tuercas con arandela, quedando el ensamblaje de estas a 1.20 m, en sentido Y, el largo de las cañas será de 2.40 m, en sentido X, la misma medida de la base

en madera aserrada donde descansaran y fijándolas a la caña guadua, como se muestra en la figura.

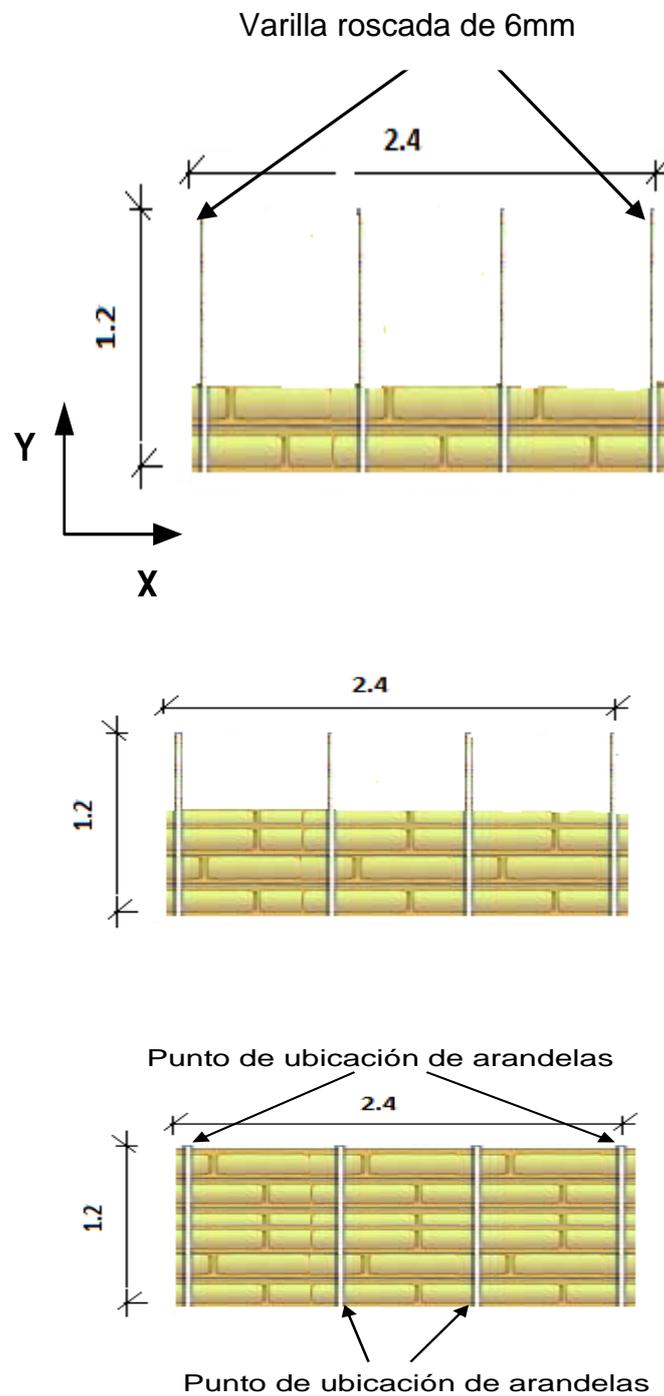


Figura 108 Ensamble del panel de caña guadua en el eje (X;Y)

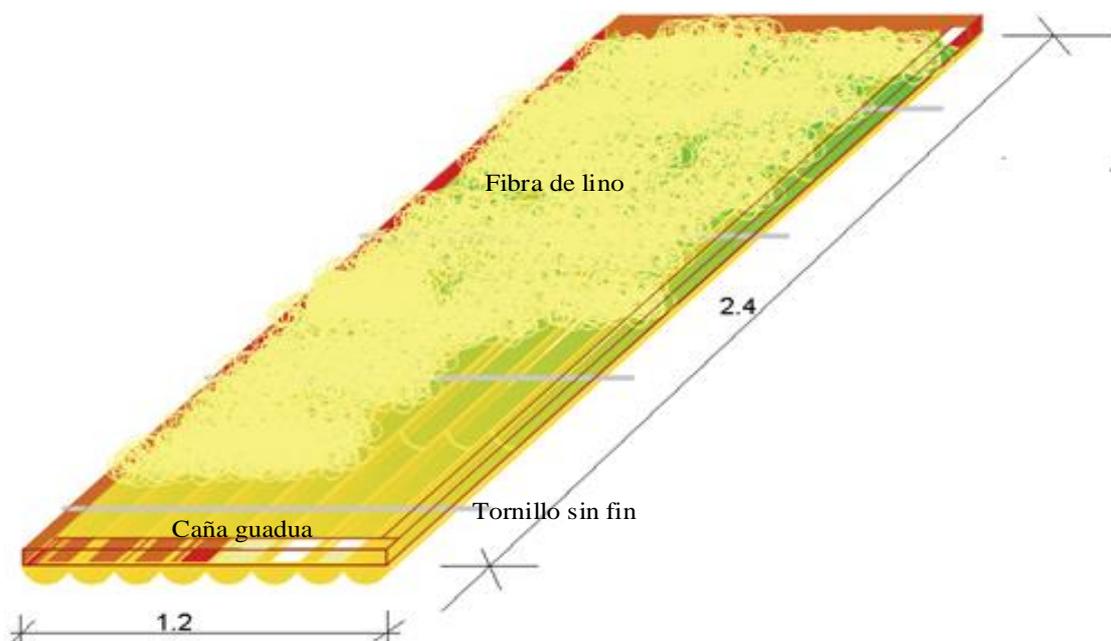


Figura 109 Isometría del panel de caña guadua con la fibra de lino

Paso VIII

Una vez unida la caña guadua por medio de un tornillo sin fin, se colocan las arandelas y tuercas; para después colocar el panel de guadua sobre la base de madera aserrada, quedando vista frontal hacia abajo.

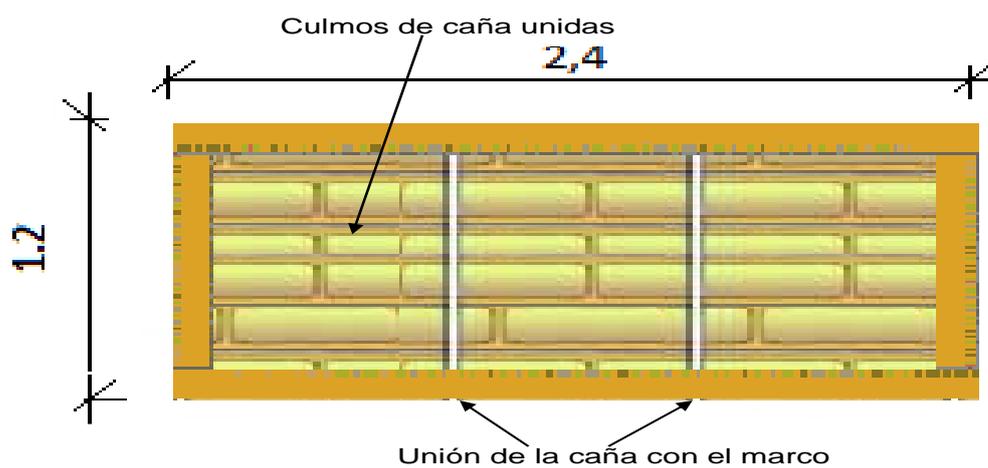


Figura 110 Panel de caña guadua con marco de madera

Paso IX

Al quedar sobrepuesta estas dos piezas se unirán por medio de tornillos, quedando la vista frontal de la siguiente manera:

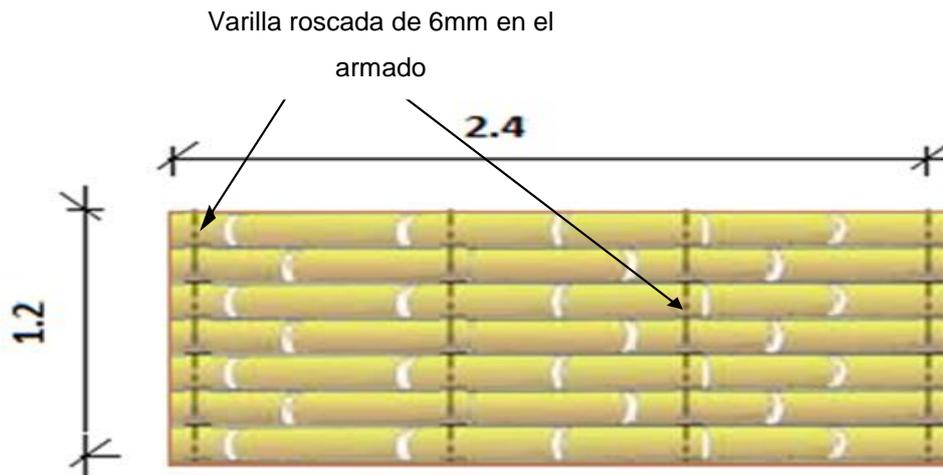


Figura 111 Vista frontal del panel de caña guadua

3.6.3. Procedimiento para rellenar los paneles con material aislante termo acústico

Paso X

Una vez armados los paneles de Caña guadua, se hará el relleno con fibra de lino, con la intención de convertirlos en aislantes termo acústicos, disponiendo de una lámina de fibra de lino cortada a 2,40 m x 1,20 m como se muestra en la figura.

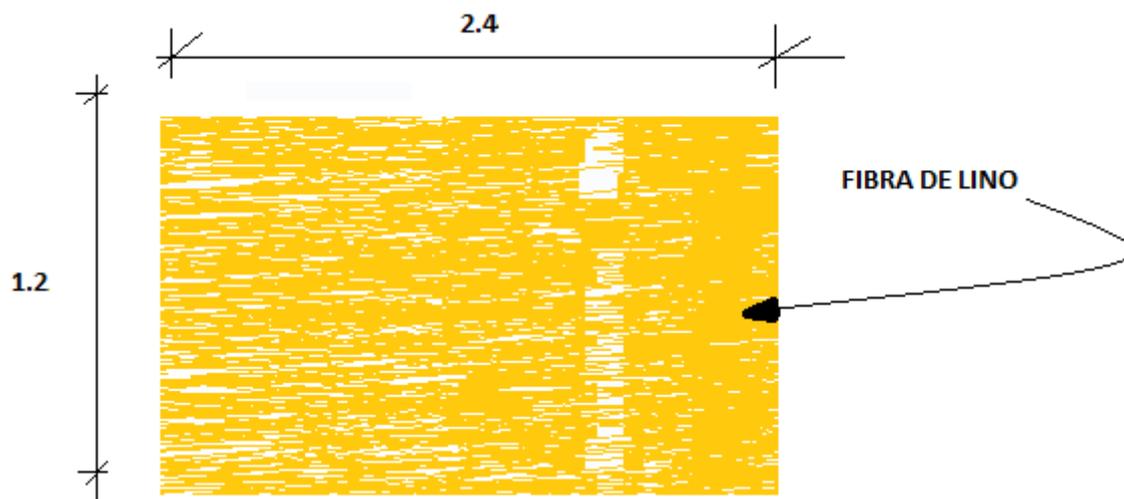


Figura 112 Lámina de fibra de lino.

Paso XI

Cortándose en tiras de ancho en sentido X, el ancho del corte dependerá del diámetro de la caña guadua, ya que por ser un material natural no viene con medidas estándares en relación al diámetro. Nota: el diámetro de la caña puede variar entre 9-13 -20 cm, siendo el valor máximo 25 cm.

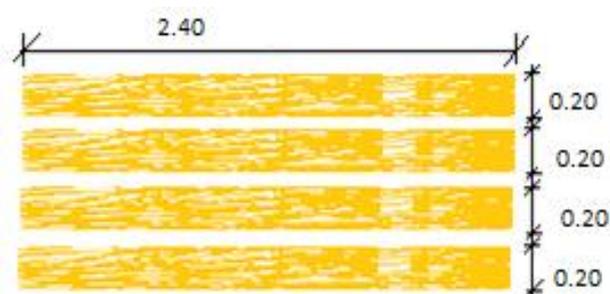


Figura 113 Corte de la fibra de lino

Paso XII

Estas tiras de fibra de lino, cortadas se colocan en los vacíos de la caña y se engrapan en la misma.

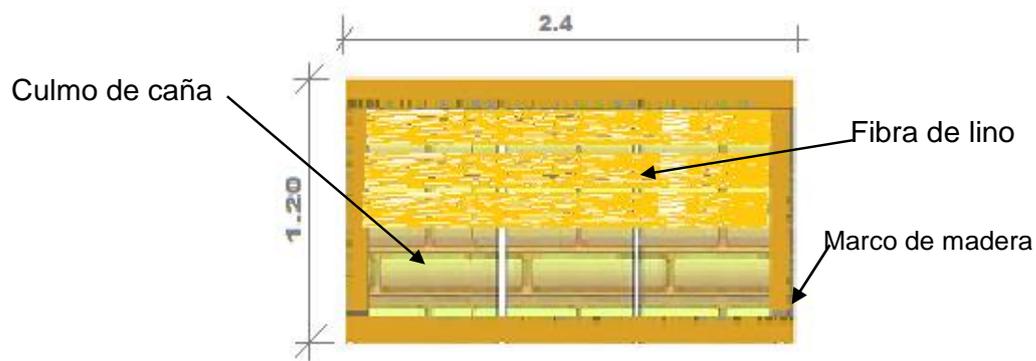


Figura 114 Colocación de la fibra de lino en la caña guadua

Este procedimiento se realiza sobre todo el panel, quedando de esta manera.

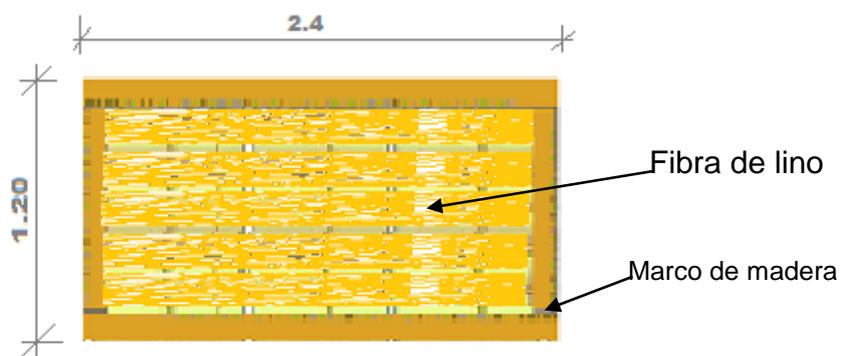


Figura 115 Panel de caña guadua con fibra de lino utilizado como aislante

3.6.4. Procedimiento para instalar los paneles

Paso XIV

En el replanteo se trazará en las paredes señalando la altura y nivel de las paredes, se utilizará una línea para este proceso, la altura no puede ser menor a 2,50 m, ya que esta es la altura mínima de techo a piso, con el acabado correspondiente.

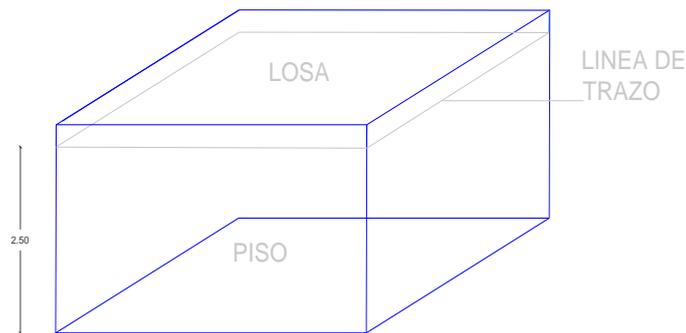


Figura 116 Trazo en paredes

Paso XVI

Una vez marcado el trazado con una línea, se procede a la instalación del ángulo galvanizado perimetral de 0,45 mm de espesor para la estructura del cielo falso.

Posteriormente, se instala en techo, apoyándose en las correas de la losa de acero, los perfiles verticales como parantes, con 3 orificios para el paso de instalaciones eléctricas o hidrosanitarias. Estos perfiles se sujetarán de las correas de la losa nervada, por medio de tornillos. Serán perfectamente nivelados y se colocarán cada metro cuadrado para evitar posibles pandeos.



Figura 117 Instalación de perfiles

Paso XVII

Luego se colocarán los perfiles secundarios galvanizados o furring channel de 0,45 mm de espesor para estructuras de cielos rasos, siendo estos sujetados cada metro por los parales verticales.

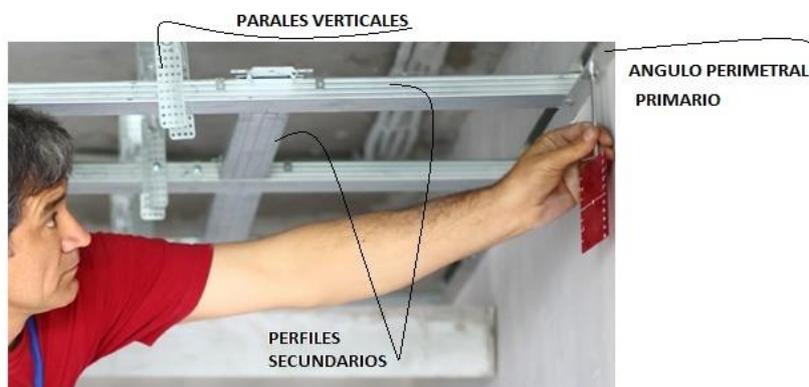


Figura 118 Colocación de ángulos secundarios

Paso XIII

Estos parales se atornillarán a los perfiles secundarios, para evitar pandeos en la estructura.

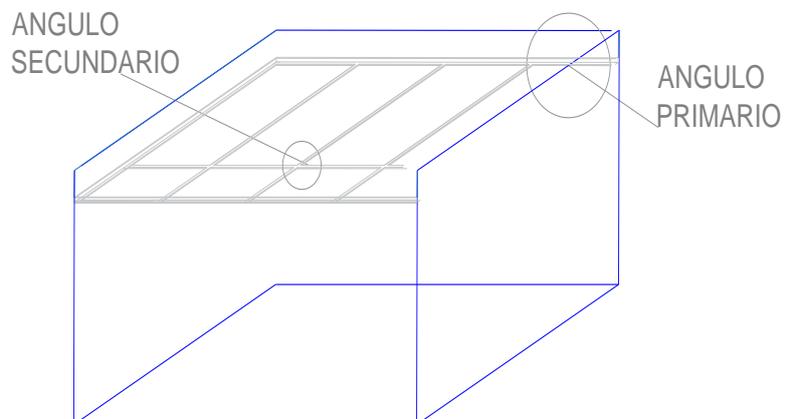


Figura 119 Colocación de los paneles

Paso XIX

En la estructura para cielo falso estará sujeta con alambres y tornillos, y los paneles quedaran apoyados internamente en los ángulos, además los alambres galvanizados sujetan cada 0.50m los paneles como se muestra en la figura



Figura 120 Estructura del cielo falso.

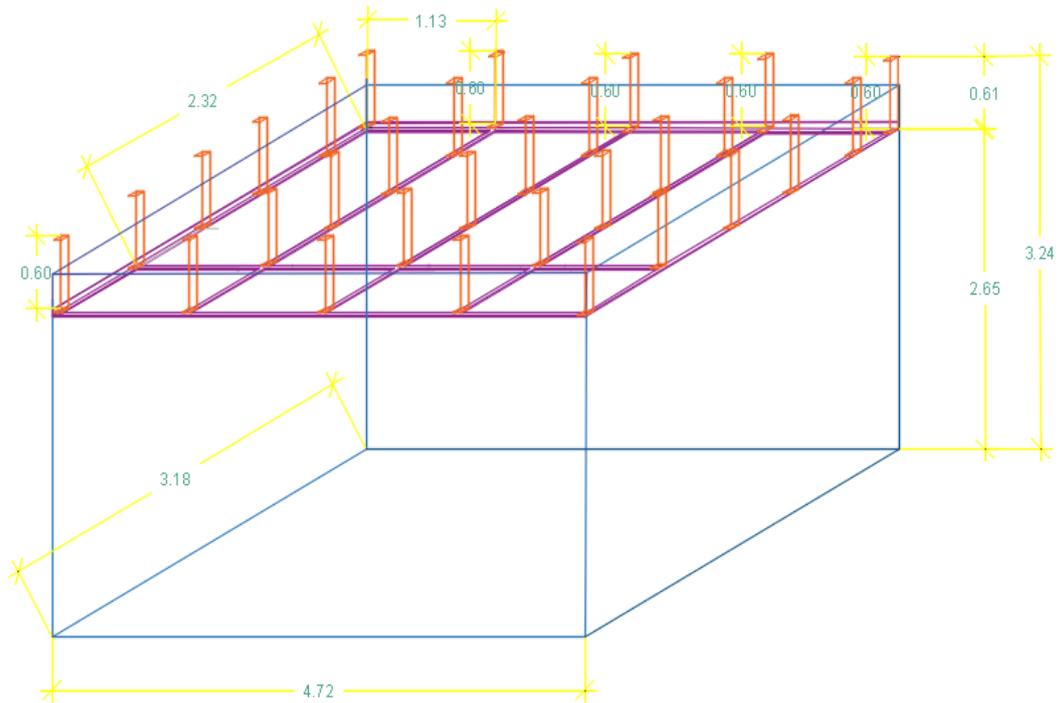


Figura 121 Plano isométrico de la estructura del cielo falso

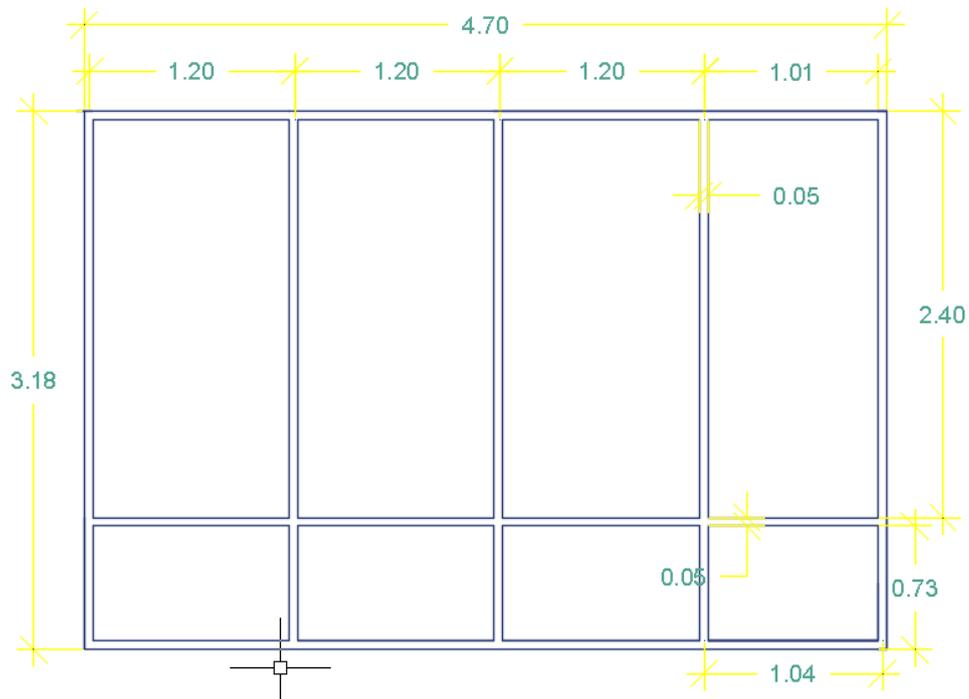


Figura 122 Vista de planta de la estructura del cielo falso

Instalada la estructura se colocarán los paneles de caña guadua.

3.7. Método de almacenamiento de los paneles de caña guadua

1. Se debe almacenar en un lugar fresco con ventilación.



Figura 123 Bodega de almacenamiento

2. Se debe evitar la luz directa, para que no pierda sus características.



Figura 124 Indicaciones de almacenamiento

3. No se debe caminar sobre los paneles.
4. Se debe evitar el contacto con el agua.
5. Apilar en forma vertical para mayor seguridad.

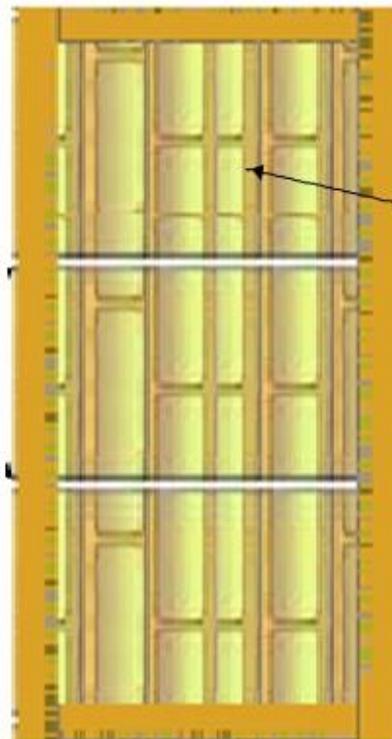


Figura 125 Forma correcta de apilar el panel

6. No se debe apilar en forma horizontal.

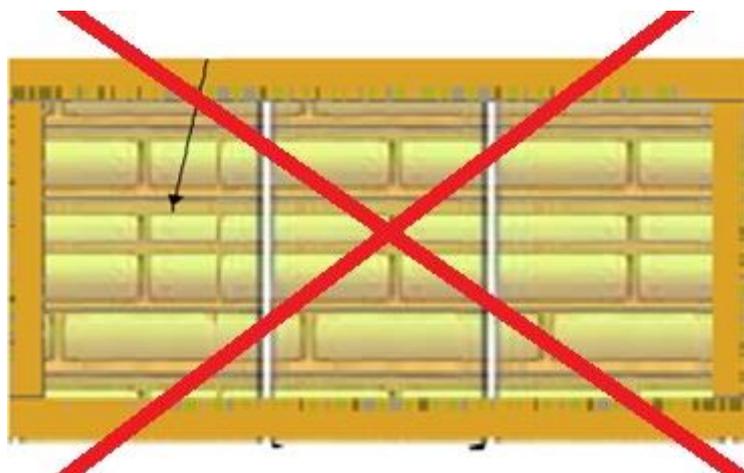


Figura 126 Forma incorrecta de apilar los paneles

3.8. Métodos de instalación de los paneles de caña guadua

1. Colocar un andamio debajo del techo donde se va a colocar.

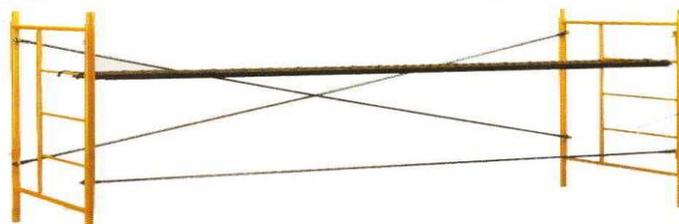


Figura 127 Andamios para instalacion

2. Levantar el panel entre dos personas

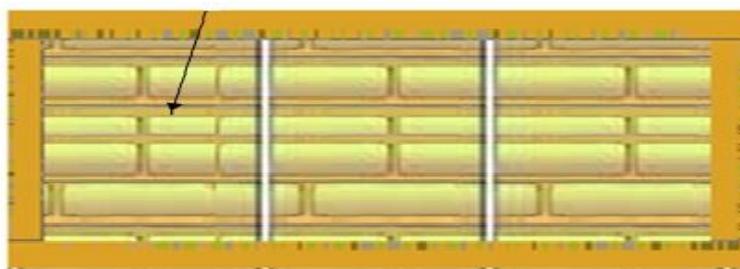


Figura 128 Forma de levantar el panel

3. Anclar en la estructura o colocar en los perfiles



Figura 129 Anclaje de la estructura

4. Considerar bajantes de instalaciones eléctricas que estén bien realizadas y cubiertas.

Tabla 13 Análisis de Precios Unitarios Formulario N°1

		FORMULARIO N° 1				
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS Laureate International Universities		TECNOLOGIA EN CONSTRUCCION Y DOMOTICA				
NOMBRE DEL OFERENTE		ALEX ROLANDO GAVIN MINGA				
		Hoja 1 de 2				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
OBRA		PROYECTO DE TITULACION				
RUBRO:		INSTALACION DE CIELO FALSO MIXTO				
CODIGO:				UNIDAD:	M2	
DETALLE:				REND/DIA	12	
EQUIPOS						
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C = A x B	R	D = C x R
	HERRAMIENTA MENOR	1,00	3,00	3,00	0,3200	0,96
	IMPLE.SEGURIDAD	1,00	3,00	3,00	0,3200	0,96
	ANDAMIOS	2,00	1,00	2,00	0,3200	0,64
SUBTOTAL M						2,56
MANO DE OBRA						
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL /H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C = A x B	R	D = C x R
	M.INSTALADOR	1,00	4,93	4,93	0,3200	1,58
	MAESTRO	1,00	4,55	4,55	0,3200	1,46
	PEON	1,00	4,51	4,51	0,3200	1,44
SUBTOTAL N						4,48
MATERIALES						
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
			A	B	C = A x B	
	Panel mixto	U	1,0000	11,63	11,63	
	Perfil Primario 3,66mx0,70mm	U	1,0000	0,42	0,42	
	Perfil Secundario 3,66mx0,45mm	U	1,0000	0,44	0,44	
	Tornillo para estructura 8x1/2"	U	1,0000	0,01	0,01	
	Clavo negro para concreto	U	1,0000	0,01	0,01	
SUBTOTAL O						12,51
TRANSPORTE						
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			A	B	C = A x B	
SUBTOTAL P						0
TOTAL COSTO DIRECTO (M					19,55	
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20,00%	3,91	
OTROS INDIRECTOS:						
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					23,46	
VALOR OFERTADO:						
NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						

Tabla 16 Análisis de Precios Unitarios Formulario N° 2

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS Laureate International Universities		FORMULARIO N° 2				
NOMBRE DEL OFERENTE		ALEX ROLANDO GAVIN MINGA				
TECNOLOGIA EN CONSTRUCCION Y DOMOTICA		Hoja 2 de 2				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
OBRA:	PROYECTO DE TITULACION					
RUBRO:	INSTALACION DE CIELO FALSO DE CAÑA GUADUA					
CODIGO:		UNIDAD:	M2			
DETALLE:		REND/DIA:	12			
EQUIPOS						
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C = A x B	R	D = C x R
	HERRAMIENTA MENOR	1,00	3,00	3,00	0,3200	0,96
	IMPLE.SEGURIDAD	1,00	3,00	3,00	0,3200	0,96
	ANDAMIOS	2,00	1,00	2,00	0,3200	0,64
SUBTOTAL M						2,56
MANO DE OBRA						
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C = A x B	R	D = C x R
	M.INSTALADOR	1,00	4,93	4,93	0,3200	1,58
	MAESTRO	1,00	4,55	4,55	0,3200	1,46
	PEON	1,00	4,51	4,51	0,3200	1,44
SUBTOTAL N						4,48
MATERIALES						
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
			A	B	C = A x B	
	Panel mixto	U	1,0000	13,23	13,23	
	Perfil Primario 3,66mx0,70mm	U	1,0000	0,42	0,42	
	Perfil Secundario 3,66mx0,45mm	U	1,0000	0,44	0,44	
	Tornillo para estructura 8x1/2"	U	1,0000	0,01	0,01	
	Clavo negro para concreto	U	1,0000	0,01	0,01	
SUBTOTAL O						14,11
TRANSPORTE						
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			A	B	C = A x B	
SUBTOTAL P						0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)						21,15
INDIRECTOS Y UTILIDADES:					20,00%	4,23
OTROS INDIRECTOS:						
COSTO TOTAL DEL RUBRO:						25,38
VALOR OFERTADO:						
NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						

Tabla 17 Presupuesto de instalación de cielo falso con caña guadua

 UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS <small>Laureate International Universities</small>	TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIÓN Y DOMÓTICA
	PROYECTO: ANÁLISIS DE COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN
REALIZADO POR: Alex Rolando Gavin Minga	Quito 11 de Julio del 2018

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES,
--

No	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	P.TOTAL
	1	CIELO RASO CON CAÑA GUADUA				
1	1.1	Panel de caña guadua	m2	69,51	25,38	1.764,16
TOTAL PRESUPUESTO						1.764,16

DM Quito 11 de Julio del 2018

SON: Mil setecientos sesenta y cuatro, 16/100 Dolares americanos No.Inc.IVA

Alex Rolando Gavin Minga

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Es muy importante el conocer los tipos y materiales que se utilizan en cielos falsos tanto en el país, como en otros países con sistemas tradicionales, el cual nos permite adquirir los conocimientos necesarios para emplear un sistema no tradicional con la aplicación de materiales de nuestro medio.

Se pudo conocer la trayectoria de los cielos falsos de cómo ha evolucionado de acuerdo al avance tecnológico que se desarrolla en cada país para la aplicación y combinación de materiales para fabricar paneles.

Con el proceso de construcción de los paneles de caña guadua se busca estandarizar medidas para obtener un buen aprovechamiento en la aplicación en edificaciones de distintos usos.

Es de mucha importancia al momento de trabajar con este tipo de materiales utilizar todos los equipos de protección personal necesaria, el mismo que nos permite tener menos riesgos de sufrir accidentes.

Al emplear este sistema de paneles con aislamiento termo acústico, estamos siendo ecológicos y valorando la utilización de nuestros recursos naturales existentes en el país.

En el montaje de los cielos falsos se puede combinar con: acero, madera, y los mismos culmos de caña, los que pueden servir como estructura de instalación de los paneles.

Este tipo de paneles son amigables con el medio ambiente, el cual garantiza confort térmico y aísla los ruidos de impacto de un piso hacia otro creando un ambiente armónico.

4.2. Recomendaciones

De mucha importancia la utilización de la caña guadua, ya que hoy en día es uno de los materiales de muy buena resistencia y durabilidad que se está empleando en la construcción y en la fabricación artesanal de muebles, estanterías, adornos, etc.

También para abaratar costos en la fabricación de los paneles se recomienda utilizar lana de borrego para aislar, yute para el armado de la estructura, logrando ser amigables con el medio ambiente.

Se recomienda la utilización de la caña guadua en todo tipo de residencias, bares, discotecas, centros comerciales, parques, hoteles, escuelas, como adornos de protección de fachadas interiores y exteriores.

Se recomienda aislar los bajantes y pasantes de instalaciones sanitarias y eléctricas, para evitar posibles afectaciones en los paneles.

Como constructores involucrarnos e incentivar la utilización de la caña guadua en la construcción de viviendas con diseños y decoraciones atractivas.

REFERENCIAS

- Armijo Quiroz, C. A. (Octubre de 2012). *Google*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec>
- Armstrong proceso de instalacion. (s.f.). *Google*. Obtenido de <https://www.armstrongceilings.com>
- Arquitectura Fibro-Mineral. (28 de agosto de 2013). *En placa colaborante*. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de <https://image.slidesharecdn.com/https://image.slidesharecdn.com/cielorasofibomineral-130828210939-phpapp02/95/cielo-raso-fibromineral-11-638.jpg?cb=1377724227>
- Bambú. (21 de junio de 2016). *Bambú*. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de <http://transport.ec>: <http://transport.ec/wp-content/uploads/2016/06/Bambu%CC%81-foto-9.jpg>
- Bambusa. (3 de diciembre de 2017). *Bambú Guadua*. Recuperado el 4 de abril de 2018, de <https://bambusa.es>: <https://bambusa.es/wp-content/uploads/2017/12/Partes-GUADUAS.jpg>
- CANNABRIC. (5 de junio de 2009). *Panel*. Recuperado el 2 de abril de 2018, de <https://i.pinimg.com>: <https://i.pinimg.com/originals/27/ba/c0/27bac0ef2a7e0e7c42e891c1d5553df1.jpg>
- Chiguano, A., & Caiza, Y. (2 de Diciembre de 2014). *Correcta instalación de Gypsum en tumbado*. Recuperado el 5 de junio de 2018, de <http://gypsumaterialdeconstruccion.blogspot.com>: <http://gypsumaterialdeconstruccion.blogspot.com/p/correcta-instalacion-de-gypsum.html>
- Construcción con Bambú. (1 de agosto de 2015). *Todo sobre el Bambú*. Recuperado el 4 de abril de 2018, de <https://3.bp.blogspot.com>: <https://3.bp.blogspot.com/-gXSIGO7BnBI/VceDv6UUc8I/AAAAAAAAASTg/OUJCM-dYEIA/s1600/bambu-crecimiento.JPG>
- Construccion, N. E. (06 de Abril de 2011). *Google*. Obtenido de <https://inmobiliariadja.files.wordpress.com>
- Construmatica. (7 de Abril de 2008). *Google*. Obtenido de https://www.construmatica.com/construpedia/Archivo:Yeso_cristales.jpg

- Construmatica. (17 de Mayo de 2010). *Google*. Obtenido de <https://www.construmatica.com/construpedia/Archivo:Vetadeyeso.jpg>
- Delgado, K. (8 de diciembre de 2017). *La construcción ancestral con caña se utiliza en las casas de hoy*. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de <http://www.elcomercio.com>:
http://www.elcomercio.com/files/content_thumbnail_large_guaifai/uploads/2017/12/08/5a2b04c4ca16e.jpeg
- El Oficial. (30 de marzo de 2016). *Colocación de omegas conectoras*. Recuperado el 5 de junio de 2018, de <http://www.eloficial.ec>:
http://www.eloficial.ec/wp-content/uploads/2016/03/tumbadogypsum_s.png
- El Oficial. (28 de marzo de 2018). *Anclaje de planchas de gypsum*. Recuperado el 5 de junio de 2018, de <http://www.eloficial.ec>:
<http://www.eloficial.ec/wp-content/uploads/2018/03/Screen-Shot-2018-03-28-at-3.10.30-PM.png>
- El Oficial. (28 de marzo de 2018). *Colocación de Tornillos en el tumbado*. Recuperado el 5 de junio de 2018, de <http://www.eloficial.ec>:
<http://www.eloficial.ec/wp-content/uploads/2018/03/Screen-Shot-2018-03-28-at-3.10.12-PM.png>
- El Oficial. (28 de marzo de 2018). *Trazado de Altura*. Recuperado el 5 de junio de 2018, de <http://www.eloficial.ec>: <http://www.eloficial.ec/wp-content/uploads/2018/03/Screen-Shot-2018-03-28-at-3.03.57-PM-1.png>
- Encryted. (28 de marzo de 2018). *Intalación de ángulos perimetrales*. Recuperado el 5 de junio de 2018, de <https://encrypted-tbn0.gstatic.com>:
https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTNGYhNslpKuKKSc5wxJvY_Ye6MNkJldBXetFxymY4xocZruzi_
- Espinel, J. (2014). *La Caña Guadua en el espacio interior*. Universidad del Azuay, Escuela de Diseño de Interiores. Cuenca: Universidad del Azuay. Recuperado el 12 de mayo de 2018, de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Oq4oXzjWnuoJ:dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3916+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
- González, M. (4 de febrero de 2012). *Pasos poliestireno expandido*. Recuperado el 4 de abril de 2018, de <https://mgmdenia.files.wordpress.com>:

<https://mgmdenia.files.wordpress.com/2012/02/pasos-poliestireno-expandido.jpg>

Interempresas. (12 de enero de 2015). *Fibra de madera como aislamiento insuflado para relleno de cámaras*. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de <https://img.interempresas.net>: <https://www.interempresas.net/Madera/Articulos/131447-Fibra-de-madera-como-aislamiento-insuflado-para-relleno-de-camaras.html>

Mendez, J. (2005). *Curado y preservacion de caña guadua seleccionando agentes*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Recuperado el 9 de abril de 2018, de Google: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/416/1/CURADO%20Y%20P%20RESERVACION%20DE%20CA%C3%91A%20GUADUA%20SELECCIONANDO%20AGENTES%20Y.pdf>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (1 de agosto de 2016). *Estructuras de Guadúa (GaK)*. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec>: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>

Mocona. (9 de marzo de 2018). *Lana*. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de <https://mocona.com.ar>: <https://mocona.com.ar/wp-content/uploads/2018/03/lana.jpg>

Munné Aislamientos. (1 de junio de 2012). *La lana de roca, el aislante de origen volcánico*. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de <http://www.munneaislamientos.com/wp-content/uploads/2012/06/lana-de-roca-01.jpg>: <http://www.munneaislamientos.com/wp-content/uploads/2012/06/lana-de-roca-01.jpg>

Nuestro Sonora Etnias. (6 de enero de 2018). *Choza*. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de <http://3.bp.blogspot.com>: http://3.bp.blogspot.com/_Ew3GMxZOV04/TA1Cplq1fMI/AAAAAAAAAOI/N53CZfaewQk/s1600/pg03_choza.jpg

Panel El Rey. (21 de diciembre de 2016). *Marcado de altura*. Recuperado el 5 de junio de 2018, de <http://panelrey.com>: <http://panelrey.com/sites/default/files/plafoncorrido.png>

Pérez, M. (2012). *Manual de constructor civil materiales, planos maquinarias* (1a ed.). México, México: UMEC.

Recuero, M. (1999). *Acustica arquitectonica aplicada*. Madrid, España: Paraninfo.

Rey, P. (2018). *Google*. Obtenido de <http://www.panelrey.com/>

Sicon. (s.f.). *Google*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/search?rlz>

Soluciones, P. y. (2008). *Google*. Obtenido de <https://www.armstrongceilings.com>

TecnoBlogSanMartin. (12 de diciembre de 2012). *Amianto (Fibra mineral)*. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de [https://tecnoblogsanmartin.files.wordpress.com:](https://tecnoblogsanmartin.files.wordpress.com)
<https://tecnoblogsanmartin.files.wordpress.com/2012/12/amianto4.jpg>

Warc Panama, I. (s.f.). *Google*. Obtenido de <http://www.warcpanama.com/>