



Universidad
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Arquitectura

Tesis

**Uso del bambú como estructura ligera y su
aplicación en la construcción de espacios modulares
para exposiciones efímeras en la plaza principal del
distrito de Satipo al 2018**

para optar el Título Profesional de
Arquitecto

Claudia Valeria Castro Dionicio

Huancayo, 2018



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a Dios por darme la fortaleza y sabiduría para poder culminar mis estudios universitarios y ahora poder sustentar mi tesis para así poder obtener mi título.

Agradecer también a mi asesor de tesis, el Arq. Vladimir Simón Montoya Torres por guiarme y apoyarme en todo el desarrollo de mi tesis, ya que siempre mostró el interés en cuanto al tema y me dio las herramientas necesarias para poder culminar satisfactoriamente esta investigación.

Así mismo agradecer a toda mi familia en especial a mi mamá ya que desde que inicié con esta hermosa carrera y hasta el día de hoy me muestra su respaldo y apoyo incondicional, sin ella esto no hubiera sido posible.

Finalmente agradezco al Arq. Pedro Máximo Torres Montero por su gran apoyo en el aspecto laboral ya que sin su desprendimiento y sin su comprensión esto no sería posible.

DEDICATORIA

A Dios y a mi mamá Dina, por ser el empuje en toda mi formación académica y personal, sin su apoyo incondicional no hubiera sido posible culminar una meta más en mi vida profesional.

A mis ángeles, que desde el cielo cuidan de mí y me dan esa fortaleza de salir adelante cada día.

A José Torres por su apoyo incondicional y por siempre estar en los buenos y malos momentos.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.1.2. Formulación del Problema.....	1
1.1.3. Problema General.....	1
1.1.4. Problemas Específicos.....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos.....	2
1.3. Justificación e importancia	2
1.4. Hipótesis y descripción de variables	3
1.4.1. Hipótesis general	3
1.4.2. Hipótesis específicos	3
1.4.3. Descripción de variables.....	4
1.4.4. Operacionalización de variables	4
1.4.4.1. Variable Independiente	4
1.4.4.2. Variable Dependiente	4
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes del problema	6
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	6
2.1.2. Antecedentes Internacionales.....	13

2.2.	Bases teóricas	19
2.2.1.	El bambú como estructura ligera.....	19
2.2.1.1.	El bambú.	20
2.2.1.2.	Consideración técnica básica.	28
2.2.1.3.	Elementos derivados del bambú para la construcción.	30
2.2.1.4.	Herramientas y equipos.	34
2.2.1.5.	Tipos de cortes de piezas de bambú.	34
2.2.1.6.	Tipos de Uniones.....	41
2.2.1.7.	Otras uniones tradicionales.....	43
2.2.1.8.	Uniones con elementos de acero.....	45
2.2.1.9.	Uniones a cimientos de concreto.	48
2.2.2.	Sistema constructivo modular.	50
2.2.2.1.	Arquitectura modular.....	50
2.2.3.	Espacios para exposición efímera.	51
2.2.3.1.	Efímero.....	51
2.2.3.2.	Tipologías.....	52
2.2.3.3.	Principios de la Arquitectura efímera	52
2.3.	Marco Normativo	53
2.3.1.	Datos obtenidos en la Plataforma Nacional del Bambú SERFOR.....	53
2.3.2.	Características técnicas para el bambú estructural.....	55
2.3.3.	Materiales de construcción.	56
2.3.4.	Proceso constructivo.....	56
2.3.4.1	Actividades preliminares al proceso constructivo.	56
2.3.4.2	Uniones entre piezas de Bambú.	57
2.3.5.	Mantenimiento	57
2.4.	Definición de términos básicos	58
	CAPÍTULO III	60
	METODOLOGÍA	60
3.1.	Método, y alcance de la investigación.....	60
3.1.1.	Método general.....	60
3.1.2.	Métodos específicos	60
3.1.3.	Tipo	60
3.1.4.	Nivel o alcance	61
3.2.	Diseño de la investigación	61

3.3.	Población y muestra	61
3.3.1.	Población:.....	61
3.3.2.	Muestra:.....	62
3.3.3.	Unidad de Análisis:	63
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	63
3.4.1.	Técnicas	64
3.4.2.	Instrumentos.....	64
CAPÍTULO IV.....		65
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		65
4.1.	Resultados del tratamiento y análisis de la información	65
4.1.1.	Análisis y Justificación de la Plaza Principal del Distrito de Satipo.....	65
4.1.2.	Resultados de fichas de observación aplicada a Construcciones de Estructuras Ligeras convencionales.....	66
4.1.2.1.	Análisis del Tipo de Material	67
4.1.2.2.	Análisis de la Estética de la Estructura	69
4.1.2.3.	Análisis del Impacto Ambiental	70
4.1.2.4.	Análisis de las tipologías existentes.....	72
4.1.3.	Comparación entre la Estructura Ligera convencional y estructura con Bambú propuesta.	74
4.1.3.1.	Beneficios: Sistema modular existente (acero) vs. Sistema modular propuesto (bambú).	74
4.1.3.2.	Características: Sistema modular existente (acero) vs. Sistema modular propuesto (bambú).	76
4.1.3.3.	Versatilidad para su industrialización: Sistema modular existente (acero) vs. Sistema modular propuesto (bambú).....	77
4.2.	Prueba de hipótesis	79
4.2.1.	Concepción del proyecto arquitectónico.....	79
4.2.2.	Obtención del bambú (Guadua Angustifolia Kunth)	88
4.2.3.	Descripción del espacio modular para exposiciones efímeras	89
4.2.3.1.	Análisis y Diseño Estructural del espacio modular de bambú para exposiciones efímeras	89
4.2.3.2.	Estructura del espacio modular de bambú para exposiciones efímeras ..	96
4.2.3.3.	Divisiones del espacio modular de bambú	99
4.2.3.4.	Cobertura del espacio modular	104
4.2.3.5.	Espacio destinado para logos publicitarios.	104

4.2.4. Anteproyecto del espacio modular para exposiciones efímeras de bambú.....	105
4.2.4.1. Planos	105
4.2.4.2. Concepción en 3D	111
4.2.4.3. Metrados y Presupuestos	112
4.3. Discusión de resultados.....	119
CONCLUSIONES	122
RECOMENDACIONES	123
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
ANEXOS.....	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Casa Costa Central del IVUC	8
Figura 2: Kiosko móvil de bambú	9
Figura 3: Casa circular de bambú	11
Figura 4: Muros permeables de bambú.....	17
Figura 5: Viviendas de bambú de bajo coste en Vietnam.....	18
Figura 6: Especie Guadua Angustifolia Kunth-San Martín de Pangoa	22
Figura 7: Bambusa Vulgaris-San Martín de Pangoa	26
Figura 8: Bambúes secos para la elaboración de los espacios modulares para exposiciones efímeras	29
Figura 9: Formas y procesos de elaboración de esterillas	31
Figura 10: Habilitando esterilla.....	32
Figura 11: Esterilla	32
Figura 12: Corte con cuchillo y corte con cortador radial.....	33
Figura 13: Tipos de cortes de piezas de bambú (Corte recto)	35
Figura 14: Tipos de cortes de piezas de bambú (Corte a bisel)	35
Figura 15: Tipos de cortes de piezas de bambú (Corte boca de pescado).....	35
Figura 16: Tipos de cortes de piezas de bambú (Pico de flauta).....	35
Figura 17: Corte boca de pez (Principio Universal)	36
Figura 18: Corte boca de pez (Variante con dos orejas o lenguas).....	37
Figura 19: Corte boca de pez (Uso de tacos o espiga de bambú).....	37
Figura 20: Corte boca de pez (Lengüeta larga y bejuco).....	38
Figura 21: Corte boca de pez (Lengüeta corta y bejuco).....	38
Figura 22: Corte boca de pez (Unión en cruz; variante 1; 2 bocas de pez con orejas y bejuco).....	39
Figura 23: Corte boca de pez (apoyo de vigas- uso de perno con gancho y anclaje).....	39
Figura 24: Corte boca de pez (disco y canal de acero)	40
Figura 25: Corte boca de pez (Apoyos metálicos, soporte de vigas de 1 a 3 bambúes).....	40
Figura 26: Uniones con tarugos y pernos.....	41
Figura 27: Uniones zunchadas o amarradas.....	41
Figura 28: Unión con mortero	41
Figura 29: Uniones longitudinales	42
Figura 30: Unión con dos piezas metálicas.....	42
Figura 31: Unión con dos piezas de bambú	42
Figura 32: Uniones perpendiculares y en diagonal	43
Figura 33: Unión diagonal simple.....	43
Figura 34: Unión diagonal con bambú de apoyo	43
Figura 35: Unión en cruz (Pies derechos y vigas, bambú de menor diámetro).....	44
Figura 36: Apoyo de viga doble en pie derecho (2 tacos, pieza de madera y bejuco)	44
Figura 37: Apoyo de viga doble en pie derecho con diagonales (2 tacos, bejuco y pieza de madera)	45
Figura 38: Unión para prolongación longitudinal (2 pletinas, pernos y tuercas de acero) .	45
Figura 39: Uniones a corte sesgo de boca de pescado (Pletinas, pernos simples, tensores y tuercas de acero)	46

Figura 40: Uniones a tope (Uso de placas, tuercas y pernos de acero)	46
Figura 41: Nudo para mallas estructurales (Esferas de aluminio)	47
Figura 42: Uniones de acero (Abrazaderas de giro).....	47
Figura 43: Nudo para estructura y malla espacial	48
Figura 44: Unión a cimientos de concreto (Con varilla de acero empotrada e inyección de mortero de arena-cemento)	48
Figura 45: Unión a cimientos de concreto (Con dos pletinas empotradas de acero)	49
Figura 46: Unión a cimientos de concreto (Cono de acero inoxidable).....	49
Figura 47: Categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre (En peligro)	54
Figura 48: Categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre (Vulnerable)	54
Figura 49: Unión entre piezas de bambú	57
Figura 50: Distribución de Módulos existentes (Jr. Colonos Fundadores)	62
Figura 51: Distribución de Módulos existentes (Jr. Francisco Irazola).....	62
Figura 52: Stands en la Plaza Principal de Satipo – Semana Santa	66
Figura 53: Tipos de Material para la estructura de los stands de venta.....	68
Figura 54: Tipos de Material para la cobertura de los stands de venta	68
Figura 55: Stands en la Plaza Principal de Satipo – Fiestas Patrias	69
Figura 56: Valores energéticos y de emisiones de materiales.....	71
Figura 57: Feria Dominical de la ciudad de Huancayo	73
Figura 58: Feria del Pescado 2017	73
Figura 59: Stands en la Plaza Principal de Satipo – Semana Santa	74
Figura 60: Tipología de módulos fijos	80
Figura 61: Primera concepción arquitectónica	81
Figura 62: Planta - Primera concepción arquitectónica	82
Figura 63: Detalle de ingreso principal - Primera concepción arquitectónica.....	82
Figura 64: Detalle paredes laterales - Primera concepción arquitectónica	83
Figura 65: Detalle paredes diagonales - Primera concepción arquitectónica	83
Figura 66: Detalle cobertura - Primera concepción arquitectónica	84
Figura 67: Prototipo final.....	84
Figura 68: Detalle frontal - Iconografía	86
Figura 69: Detalle posterior.....	86
Figura 70: Módulo – Detalle de noche	87
Figura 71: Ubicación de módulos de bambú	88
Figura 72: Bambú - Guadua Angustifolia Kunth	89
Figura 73: Esfuerzos Admisibles del bambú	90
Figura 74: Módulo de Elasticidad del bambú	91
Figura 75: Momento de Inercia de un cilindro hueco.....	91
Figura 76: Vientos presentes en la región Junín	94
Figura 77: Precipitación Total Mensual y Anual en la región Junín	95
Figura 78: Distribución de la Precipitación (mm)	96
Figura 79: Estructura principal de bambú.....	97
Figura 80: Datos de concreto para la estructura	97
Figura 81: Unión boca de pez para la estructura.....	98
Figura 82: Unión perpendicular para la estructura	99
Figura 83: División lateral del espacio modular	99
Figura 84: Variaciones de la división lateral del espacio modular	100

Figura 85: Elevación Frontal del espacio modular.....	100
Figura 86: Construcción del panel hecho de anillos de bambú.	101
Figura 87: Unión de anillos de bambú.....	102
Figura 88: Panel de anillos de bambú.....	102
Figura 89: Paneles de anillos de bambú- Parte Posterior.	103
Figura 90: Panel de anillos de bambú finalizado	103
Figura 91: Cobertura de lona vinílica	104
Figura 92: Espacio destinado para logos publicitarios.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ficha de peso de estructura de acero (Tipología existente)	67
Tabla 2: Ficha de ahorro energético de estructura de acero (Tipología existente)	71
Tabla 3: Beneficios Sistema modular existente (acero) vs. Sistema modular propuesto (bambú)	75
Tabla 4: Características Sistema modular existente (acero) vs. Sistema modular propuesto (bambú).....	77
Tabla 5: Versatilidad para su industrialización Sistema modular existente (acero) vs. Sistema modular propuesto (bambú)	78
Tabla 6: Comparación de Pesos de Estructura de Acero y Bambú	119

RESUMEN

El desarrollo del siguiente proyecto responde a la necesidad de promover, inculcar, revalorar y dar una alternativa de solución al tema constructivo acerca del uso del bambú que es un material no convencional, ligero, sostenible y que va acorde al entorno del Distrito de Satipo.

Satipo es uno de los distritos que cuenta con muchos atractivos turísticos, artesanales, gastronómicos y que aún mantienen y conservan su belleza paisajística. Desde muchos años atrás se ha evidenciado la manera como muestran al público sus diversas artesanías o actividades festivas realizadas en la plaza de dicho Distrito, estas festividades son expuestas mediante espacios creados con tela y acero; muchas veces nos dejamos llevar por lo común sin darnos cuenta el gran daño que causamos a nuestro entorno utilizando materiales convencionales como es el acero sin poder ver en nuestro entorno materiales no convencionales que son ligeros, económicamente accesible, que genera un ahorro energético y muy fáciles de estructurarlos como es el bambú.

Conociendo esta problemática y comprometidos en revalorar y dar una alternativa de solución se procedió a crear un espacio modular para exposiciones efímeras en la Plaza principal del Distrito de Satipo.

La ejecución del proyecto estuvo dividida en dos grandes etapas: etapa de recolección de datos e investigación y etapa de construcción de un espacio modular para exposiciones efímeras con el uso de bambú como estructura ligera.

Durante la etapa de recolección de datos e investigación se determinó las características físicas y mecánicas del bambú como estructura ligera, también se obtuvo información sobre la obtención, comercialización y propagación del bambú en el Distrito de Satipo.

En la etapa constructiva se procedió a desarrollar una construcción de un espacio modular para exposiciones efímeras con el uso de bambú como estructura ligera, adecuando nuestra propuesta a una forma innovadora, de fácil ensamblaje, optimizando los desperdicios que generan las construcciones con dicho material, y que va acorde con el entorno paisajístico del Distrito de Satipo.

Actualmente, la población del Distrito de Satipo, se encuentra mejor informada sobre la riqueza estructural que posee el bambú y que por falta de conocimiento no lo estaban sabiendo aprovechar.

Palabras Clave: espacio modular, exposiciones efímeras, bambú, ensamblaje y estructura ligera.

ABSTRACT

The development of the following project responds to the need to promote, inculcate, revalue and provide an alternative solution to the constructive issue of the use of bamboo, which is an unconventional, light, sustainable material that is in line with the environment of the Satipo District.

Satipo is one of the districts that has many tourist attractions, artisanal, gastronomic and that still maintain and preserve its scenic beauty. Since many years ago, the way in which the various handicrafts or festive activities performed in the square of that District have been shown to the public, these festivities are exhibited through spaces created with cloth and steel; many times we get carried away by the common without realizing the great damage we cause to our environment using conventional materials such as steel without being able to see in our environment unconventional materials that are light, economically accessible, which generates energy savings and very easy to structure such as bamboo.

Aware of this problem and committed to re-evaluating and providing an alternative solution, a modular space was created for ephemeral exhibitions in the main square of the Satipo District.

The implementation of the project was divided into two main stages: the data collection and research stage and the construction stage of a modular space for ephemeral exhibitions using bamboo as a lightweight structure.

During the data collection and research phase, the physical and mechanical characteristics of bamboo as a light structure were determined, and information was obtained on the production, marketing and propagation of bamboo in the Satipo District.

During the construction stage, we proceeded to develop a construction of a modular space for ephemeral exhibitions with the use of bamboo as a light structure, adapting our proposal to an innovative form, easy to assemble, optimizing the waste generated by constructions with this material, and is in accordance with the landscape environment of the Satipo District.

Currently, the population of the Satipo District is better informed about the structural richness of bamboo, which, due to a lack of knowledge, they were unable to take advantage of.

Keywords: modular space, ephemeral exhibitions, bamboo, assembly and light structure.

INTRODUCCIÓN

En el Distrito de Satipo se realizan diversas festividades durante todo el año, tales como: ferias turísticas, ferias regionales agropecuarias, ferias artesanales, ferias gastronómicas entre otras, como sabemos Satipo cuenta con mucha diversidad la cual se pretende mostrar a las personas foráneas. Cabe resaltar que Satipo ha tenido un impacto leve en cuanto al turismo, a pesar de sus abundantes recursos.

Debido a este impacto leve en cuanto a turismo y a la gran cantidad de recursos que Satipo posee es que se realizan diversas actividades para que los pobladores, Instituciones y Asociaciones destinadas a promover el turismo puedan dar a conocer sus productos e incentivar a que los turistas puedan visitar este lugar. Las diversas actividades que se realizan se hacen con frecuencia en la plaza principal del Distrito de Satipo ya que es un punto en la cual todos si o si llegan.

Estas actividades son expuestas mediante espacios creados con tela y acero; estos espacios son espacios modulares que no están acorde con el entorno, es por ello que a simple vista es anti estético ya que por el mismo clima que Satipo posee es que se puede utilizar diversos materiales como: madera, bambú, etc. Estos son materiales que se encuentran en la zona fácilmente y que a simple vista son más estéticos y más atractivos para los mismos habitantes y para los visitantes.

El uso del bambú en la construcción es poco frecuente en nuestro país y en zonas como Satipo ya que no se cuenta con una debida información acerca de los beneficios con las que cuenta este material, a pesar de ser un material versátil, resistente, ligero y con un ahorro energético a diferencia de otros materiales convencionales. Estamos acostumbrados a utilizar más de lo mismo y no innovar mediante otros materiales.

La presente investigación contiene cuatro capítulos estructurados de la siguiente manera:

En el Capítulo I, se da a conocer todo el planteamiento del estudio, que son las características del problema de investigación, así como la hipótesis planteada y las variables que intervienen dentro de todo el estudio.

En el Capítulo II, se analizan investigaciones y artículos nacionales e internacionales que referencian los antecedentes de nuestra investigación, así como las bases teóricas y términos básicos que son la fuente técnica de nuestra investigación.

En el Capítulo III, se detalla la metodología que se utilizó para probar nuestra hipótesis e investigar a nuestras variables, así como los instrumentos y técnicas que utilizamos para el desarrollo de toda la investigación.

En el Capítulo IV, se muestran los resultados del análisis previo a la investigación, así como la propuesta y diseño del proyecto de construcción de un espacio modular para exposiciones efímeras con el uso de bambú como estructura ligera.

Finalmente, la utilización del bambú pretende dar una alternativa de construcción de espacios efímeros a los habitantes del Distrito de Satipo con un material no convencional que es ligero, sostenible y amigable con la naturaleza para que vean en ello una forma de solución de acuerdo a las necesidades de cada usuario en base a esta materia prima, la cual se va a utilizar en su forma pura mediante espacios modulares y rescatando las diversas características favorables con las que cuenta este material.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del Problema.

Con el pasar de los años, el Distrito de Satipo ha crecido tanto de manera territorial, comercial, cultural y turística, es por ello que los pobladores no son ajenos a visitas de turistas que se deleitan con la majestuosidad de la selva, sin embargo la cultura monótona de la presentación de sus productos en espacios efímeros, como el uso de acero y coberturas de tela ha hecho que no se aprecie ni se use materiales no convencionales que resalten y guarden armonía con el entorno paisajístico del Distrito.

Es por ello, que el uso del bambú como estructura ligera para la construcción y/o aplicación en espacios modulares para exposiciones efímeras generará un nuevo sistema constructivo que esté acorde al entorno de intervención, que reduzca la huella ecológica y genere una nueva fuente de transmisión de nuestra riqueza que pocas veces es usada.

1.1.2. Formulación del Problema.

Debido a la problemática que se detalla, la formulación del problema de nuestra investigación se desarrolla a modo de pregunta.

1.1.3. Problema General.

¿Es factible el uso del bambú como estructura ligera para su aplicación en la construcción de espacios modulares para exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018?

1.1.4. Problemas Específicos.

- ¿Cuál será el nivel de desarrollo para un diseño que responda a una tipología adecuada de espacios destinados para exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018?
- ¿Cómo será el desarrollo de un sistema constructivo modular que permita una configuración individual o grupal de espacios destinados a exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito Satipo al 2018?
- ¿Cuál será el nivel de ahorro energético al usar el Bambú como material de estructuras ligeras para la construcción de espacios destinados a exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General.

Determinar la factibilidad de usar el bambú como estructura ligera para la construcción de espacios modulares para exposiciones efímeras en la plaza principal del distrito de Satipo al 2018.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Determinar el nivel de desarrollo que debe alcanzar un diseño con una adecuada tipología de espacios para exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018.
- Desarrollar un sistema constructivo modular que permite una configuración individual o grupal de varios espacios destinados a exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018.
- Determinar el nivel de ahorro energético al usar el Bambú como material de estructuras ligeras para la construcción de espacios destinados a exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018.

1.3. Justificación e importancia

El presente trabajo de investigación, el cual utiliza el bambú como estructura ligera para la construcción de espacios modulares para exposiciones efímeras generará en las Instituciones y Asociaciones que promueven el turismo en el Distrito de Satipo, una nueva alternativa de sistema constructivo para que los módulos generen un mejor atractivo visual a los turistas y al público en general y puedan ellos exhibir los diversos recursos con los que cuenta este Distrito.

Así mismo sirve para que los pobladores del Distrito de Satipo que quieran exhibir ya sea sus artesanías, gastronomía, entre otros puedan hacerlo en espacios efímeros hechos a base de bambú en la cual puedan ser diseñados a base de la necesidad de cada uno de ellos y que a su vez esté en contexto con su entorno ya que este material está considerado como sustentable, reduciendo la huella ecológica (ahorro energético) debido a su rápido crecimiento y que tiene la función de un almacén de dióxido de carbono.

Esta investigación busca mediante su uso como estructura ligera, la construcción de espacios modulares que ayuda a que los habitantes del Distrito de Satipo puedan ver en el bambú un material innovador, incluso este material ayuda a que se puedan hacer ensamblajes manualmente y/o con herramientas mecánicas sin necesidad de utilizar mano de obra calificada. Hasta la actualidad las personas tienen la mentalidad que el bambú solo lo utilizan para temas de ayudas sociales o que son para personas pobres pero mediante esta investigación se probará lo contrario y ellos puedan hacer uso de la investigación para nutrirse de información.

Asimismo, ayudará a resolver el tema de los espacios modulares para exposiciones efímeras comunes que existen en el Distrito de Satipo ya que con este material y mediante su utilización se podrá dar una alternativa de sistema constructivo, ya que el bambú, a diferencia de otros materiales resulta accesible económicamente y su acabado natural es más que suficiente para todo tipo de construcción.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis general

La hipótesis planteada es la proposición que pueda ser comprobada mediante medios estadísticos o por la materialización de un prototipo a escala real.

“El uso del bambú como estructura ligera, es un material aplicable en la construcción de espacios modulares para exposiciones efímeras en la plaza principal del distrito de Satipo al 2018”.

1.4.2. Hipótesis específicos

- Mediante el desarrollo del diseño se planteó una tipología adecuada de espacios destinados a exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018.

- El uso de un sistema constructivo modular permite una configuración individual o grupal de varios espacios destinados a exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018.
- El uso del Bambú como material de estructuras genera un ahorro energético en la construcción de espacios destinados a exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018.

1.4.3. Descripción de variables

La presente investigación involucra tres variables las cuales son:

Variable Independiente (V.I): Bambú como estructura ligera.

Variable Dependiente (V.D.1): Espacios para exposición efímera.

Variable Dependiente (V.D.2): Sistema constructivo modular.

1.4.4. Operacionalización de variables

1.4.4.1. Variable Independiente

VI: Bambú como estructura ligera.

DIMENSIÓN	INDICADORES
Estructura ligera construida con bambú para exposiciones efímeras.	<ul style="list-style-type: none"> • Especie y tipo de transformación del bambú. • Esfuerzos mecánicos del Bambú. • Impacto ambiental. • Reducción de huella ecológica.

1.4.4.2. Variable Dependiente

VD1: Espacios para exposición efímera.

DIMENSIÓN	INDICADORES
Estructura ligera convencional para exposiciones efímeras.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipología de espacios • Contexto , Clima y cultura • Grado de temporalidad • Tipo de uso

VD2: Sistema constructivo modular

DIMENSIÓN	INDICADORES
Forma y espacio	<ul style="list-style-type: none">• Técnica constructiva• Sistema de articulación• Trama geométrica tridimensional

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes Nacionales.

- a. (DÍAZ VALCÁRCEL, 2016), en su tesis titulada: *“Análisis comparativo: Uso de bambú vs. Perfiles de acero para cobertura liviana”* tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Civil, de la Universidad Nacional de San Agustín; compara tres armaduras una de ellas con perfiles de acero y las otras dos de bambú para poder comparar temas de costos y beneficios entre ambas armaduras. Para poder manipular el bambú hacen diversas pruebas o ensayos y así poder tener un panorama claro de las propiedades mecánicas de este material, cabe resaltar que en esta investigación el bambú era un material que ellos no conocían y que debían experimentar con el tema de las uniones y basándose en el reglamento del bambú que es la E.100.

En esta investigación utilizan el bambú (*Guadua Angustifolia Kunth*) y aplican distintos métodos y materiales como lo son los pernos de acero, los tensores de acero y la técnica boca de pescado; los mismos que utilizaré para la construcción del prototipo así como también los materiales manuales; los materiales y las técnicas que utilizan son bastantes similares a la que utilizaremos en nuestra construcción del prototipo así como también la norma E.100.

Realizan diversas recomendaciones desde el cultivo, el secado y la manipulación de dicho material; dentro del aspecto del cultivo nos recomiendan tener mucho cuidado al momento de la elección de la materia prima que es el bambú ya que muchas veces podemos obtener bambúes que están rajados ya sea exteriormente como interiormente, esto es desde

el momento de la cosecha y al momento del traslado. Estos bambúes rajados no nos servirían de nada en un tema estructural ya que correremos el riesgo de que la estructura colapse. Otro punto importante que nos menciona como recomendación es evitar bambúes con deformaciones o que tengan enfermedades.

En cuanto al secado nos menciona que para un tema estructural el bambú tiene que ser secado al natural, desde el cultivo de las cañas que son de 4 a 6 años se debe poner a secar al natural de 2 a 3 meses.

En cuanto a la manipulación del material hacen mención de que las cañas de bambú no estén en contacto directo con el concreto, humedad del suelo ya que absorben la humedad y originan que se pudran.

Como conclusión de esta tesis tenemos que el bambú es un material renovable, sostenible y que por ser liviano nos permite en muchos casos aligerar el peso de cualquier construcción.

- b. En el artículo (DISEÑO DE PROYECTOS CON BAMBÚ EN LIMA COMO ESTRATEGIA DE DIFUSIÓN DE UN MÉTODO CONSTRUCTIVO ALTERNATIVO Y SOSTENIBLE, 2017), del Instituto de Vivienda, Urbanismo y Construcción de la Universidad de San Martín de Porres.

Nos manifiesta que dicho proyecto fueron diseñados en base a componente constructivos que se pudieran prefabricar en un taller y ser montado de forma muy rápida en la obra. Después de un proceso de experimentación y capacitación, se logró un sistema de construcción a base de pórticos y paneles de bambúes empernados con varillas roscadas de 3/8" que se prefabricaban con un equipo de dos o tres personas en el piso. De esa manera, se logró una considerable ganancia en término de productividad y calidad de ensamblajes, en comparación a un montaje in situ tradicional. Con un equipo experimentado, la construcción del módulo de vivienda de 22m² se realizaba, en una semana, luego del vaciado de los sobre cimientos para un equipo de cuatro personas. A modo de ejemplo de buenas prácticas, los planos de este módulo han sido introducidos en el anexo de la Norma E100.

1. Casa costa central del IVUC

El hilo director de la conceptualización de los proyectos es crear una arquitectura a base de elementos que se puedan prefabricar en serie, sin

perder la flexibilidad versatilidad necesaria para adaptarse a las necesidades de cada familia. Rompiendo con los métodos tradicionales de construcción y los empalmes artesanales, los diseños se basan en sistemas de uniones con pernos y piezas metálicas que permiten facilitar los procesos de construcción, obtener el mejor provecho del material y abaratar costos de mano de obra.

La estructura portante está compuesta de paneles de bambú estandarizados de 1.2 m de ancho por dos pisos de alto. Su cobertura está estructurada por dos domos muy fáciles de construir y transportar constituidos de una malla de latillas de bambú que reposan sobre un marco de bambú que sirve también para amarrar los paneles portantes entre sí. Debido a su geometría, este proyecto modular ofrece una gran flexibilidad de uso y permite el crecimiento de la vivienda, tanto horizontal como vertical y así brindar una estructura de doble altura prevista para poder recibir un entrepiso así como dispositivos desmontables y reutilizables en las nuevas extensiones (paneles de fachada, puertas, escalera). Con sus características, el proyecto se inscribe dentro del proceso de construcción progresiva para la vivienda social unifamiliar.

El modelo es una solución constructiva respetuosa del medio ambiente e idónea para las zonas costeras con un suelo de baja capacidad portante.



Figura 1: Casa Costa Central del IVUC.
Fuente: Diseño de proyectos con bambú en Lima como estrategia de difusión de un método constructivo alternativo y sostenible-USMP.

2. Kiosko móvil de bambú

El diseño contempla dos bloques que cubren un área de 2.40m x 3.00m (siendo el módulo base 1.20m x 3.00m), y se compone, estructuralmente, de bambú y pallets de madera que puede ser móvil y dividido según la necesidad.

El stand de exhibición se complementa con las jabas plásticas de colores para la muestra de los productos que funcionan como anaqueles, repisas o mesa de atención. Un primer prototipo se construyó en el campus de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de San Martín de Porres y el INBAR hizo construir dos otros ejemplares para el Parque Ecológico Voces por el Clima de Surco.



Figura 2: Kiosko móvil de bambú.

Fuente: Diseño de proyectos con bambú en Lima como estrategia de difusión de un método constructivo alternativo y sostenible-USMP.

- c. En la revista (Uso del Bambú como material de construcción en estructuras no convencionales en la Ciudad de Huancayo, 2015), del Arquitecto Vladimir Simón Montoya Torres, utilizaron un material no convencional como lo es el bambú mediante la construcción de una estructura que sería colocado en la intemperie para que puedan observar su comportamiento en un clima que no es su hábitat como lo es la Ciudad de Huancayo y que a través de ello puedan realizarse diversas pruebas, observaciones y anotaciones para tener en consideración. Aplicaron mediciones de porcentaje de humedad en el bambú para poder medir su resistencia en climas de aire seco. Escogieron

la ciudad de Chanchamayo para que puedan obtener su material prima pero el proceso constructivo lo realizaron en la ciudad de Huancayo.

Esta investigación tiene muchos aspectos relacionado con mi investigación como lo son el material (bambú *Guadua Angustifolia Kunth*), los empalmes que realizan para la construcción del paraboloides, las técnicas constructivas, los materiales manuales utilizados, el latillado, la manipulación del material a una escala real y utilizarlo como un material ligero. Utilizó herramientas eléctricas manuales al igual que en mi investigación como en nuestro caso que es la sierra eléctrica y para poder generar perforaciones utilizamos taladro de mano y así poder ensamblar mediante pernos y varillas roscadas. El objetivo de esta investigación fue construir un modelo geométrico como el de un paraboloides hiperbólico a una escala real para que se pueda experimentar en temas de ensambles teniendo en cuenta el clima ya que estaría expuesto al medio ambiente y que a través de ello puedan medir la humedad y otros comportamientos de este material.

Mencionan que el bambú fue llevado en un estado verde y que debido al clima de Huancayo fue reduciendo su porcentaje de humedad así mismo como una de las características que rescatan en esta revista es la ligereza del bambú que a su vez ayuda en el tema estructural y de ensambles.

Esta revista aporta muchísima información para mi investigación ya que este material fue sometido a esfuerzos como compresión, flexión, tracción, corte e inercia la cual nos da una información muy importante para tener en cuenta en construcciones con bambú y que cantidad de carga puede soportar. Así también la utilización de materiales manuales y técnicas iguales a la de nosotros.

Dentro de una de sus discusiones está lo siguiente: el comportamiento del bambú en climas secos como el de Huancayo no es favorable ya que tiende a rajarse por ello en nuestra zona de intervención va actuar de una manera favorable, mediante ello concluyen en que el bambú es un material con muchas propiedades físicas mecánicas, es versátil, ligero pero que a su vez no actúa igual en todas las ciudades.

- d. En la revista (*Arquitectura y Construcción con bambú*, 2017 págs. 42,43) Da a conocer, por medio de la construcción de una casa circular de bambú que se encuentra ubicada en Satipo, la versatilidad de este material al integrarse

muy fácilmente con el entorno y que a su vez no solo ayude en la construcción de una vivienda mediante ensambles con pernos sino que nos demuestra que este material genera un ambiente grato, fresco, cálido y sostenible con la naturaleza.

La casa circular de bambú está ubicada en la selva central del Perú, provincia de Satipo, en un lugar denominado Paratushali.

El proyecto se diseñó utilizando las cañas de bambú de la especie *Guadua Angustifolia* Kunth teniendo en cuenta sus ventajas y propiedades, se utilizó cañas de 12cm de diámetro para elementos estructurales y cañas de 10cm de diámetro para elementos secundarios.

En este proyecto tuvieron en cuenta la iluminación y la ventilación natural a través del material así también uno de nuestros puntos importantes en nuestra investigación es que debido a nuestra zona de intervención que es la selva central específicamente el Distrito de Satipo se debe tener en cuenta estos factores debido al calor para que las personas que estén dentro del módulo se sienta a gusto en un ambiente bien iluminado y fresco y que no sea un módulo completamente cerrado.



Figura 3: Casa circular de bambú.
Fuente: Arquitectura y construcción con bambú-
Revista Arkinka.

- e. En la investigación (El Bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.) del Arquitecto Vladimir Simón Montoya Torres nos indica lo siguiente:

La investigación realiza observaciones y experimentaciones de las propiedades, virtudes o ventajas del bambú (*Guadua Angustifolia Kunth*) en el tema constructivo teniendo como área de estudio la selva central de Perú. La investigación tiene como propósito dar una alternativa de construcción utilizando este material que es de fácil obtención en la selva central y que es sostenible, para que uno empiece a manipular o utilizar algún material nuevo debe tener en cuenta como información las ventajas, desventajas, propiedades y virtudes de este ya sea en el ámbito constructivo, industrial, artesanal, agrícola, en lo educacional, en lo turístico y fundamentalmente en lo ecológico y medio ambiental.

El material que están usando para las distintas pruebas mecánicas es el bambú para a través de ello demostrar sus ventajas en el tema constructivo, otro punto es el lugar de extracción de esta materia prima que es la Merced-Chanchamayo que queda cerca al lugar de la extracción de mi materia prima (Distrito de Pangoa). Muestran las distintas técnicas que se aplican al bambú la cual muchas de ellas están siendo utilizadas para poder ensamblar nuestro prototipo.

En esta investigación el objetivo fue identificar propiedades del bambú como un material constructivo y su impacto socio - económico en la selva central del Perú así también como identificar las principales características del bambú como un material constructivo no convencional en la selva central del Perú, describir como se desempeñan las construcciones con bambú en la actualidad dentro de la zona de estudio e identificar el grado de impacto en lo socio económico generado por las construcciones de bambú en la Selva Central del Perú .

Los métodos que utilizaron en las distintas construcciones realizadas por el Arq. Vladimir Montoya con lo es el latillado, las uniones con pernos, los ensambles y los distintos cortes que realizan manualmente son similares y en muchos casos iguales a los que se utilizará en nuestra propuesta.

Como recomendación que nos deja el autor de esta investigación es de que al momento de buscar nuevos materiales de construcción se tenga muy en cuenta el aspecto del medio ambiente en este caso el bambú al ser un material no convencional es también un material sostenible, no solo es el tema del material sino que también su aplicación en la construcción es muy

fácil, no requiere de mano de obra calificada, utiliza materiales manuales y que sus ensambles o armado son sencillos.

Como conclusiones nos manifiestan lo siguiente:

El bambú es un material con propiedades físicas mecánicas favorables, es versátil en cuanto a la aplicación constructiva dentro de la selva central (zona de estudio). Así también los sistemas constructivos al igual que los acabados en bambú son respuesta a la necesidad y condiciones únicas de cada construcción y su medio geográfico. La principal debilidad de la construcción con bambú y su aplicación, es el desconocimiento de sus bondades físico mecánicas y por la falta de difusión de los principales factores sociales, profesionales e industriales.

2.1.2. Antecedentes Internacionales.

- a. (ENCALADA NUÑEZ, 2016), en su investigación titulada: *“Modelo de Panel Prefabricado en guadua, aplicado a la industrialización de la construcción, para divisiones verticales”* investigación previa a la obtención del grado de Magister en Construcciones (MSC) de la Universidad de Cuenca - Ecuador. Nos da a conocer de un modelo de panel para la construcción aprovechando las ventajas portantes, económicas, estéticas y de fácil obtención en nuestro entorno de la caña de bambú en la especie guadua en su estado natural, para que a través de ello se pueda llegar a desarrollar nuevas alternativas de construcción.

Uno de los criterios de diseño que utilizan es el diseño MODULAR la cual hacen mención de sus características dentro de las cuales mencionan que al enfocarnos en un diseño modular tiene que ser de fácil armado, que demande de menor tiempo de ejecución, económico y que su reproducción sea rápida. Así mismo en mi investigación se hace uso del bambú específicamente de la especie Guadua y Phyllostachys en su estado natural para poder construir espacios modulares para exposiciones efímeras teniendo en cuenta la descripción tanto en ventajas como desventajas de dicho material, también como uno de los criterios que se toma en cuenta para el diseño es el aspecto MODULAR ya que esto ayuda en el ahorro de tiempo de construcción, ahorro de dinero, uso de mano de obra no calificada, y demanda de menor tiempo de armado.

Se analizan factores como: la descripción completa de este material, conceptos básicos, la Guadua y su conservación con el planeta, las ventajas y desventajas en la construcción y las distintas uniones que se pueden realizar.

Dentro de las conclusiones de esta investigación nos hacen mención de que este panel es de fácil manejo y es muy práctico tanto para manipularlo como para movilizarlo debido a su ligereza. Elaboraron este panel a escala real para que a través de ello puedan darse cuenta de dificultades que siempre se presentan durante la construcción y que no solo quede en 3D o maquetas.

Como recomendación nos dicen que para un tema de tableros:

- b. (MÉNDEZ BONILLA, 2008), en su investigación titulada: *“Propuesta de sistema constructivo costanera-bambú para el diseño y desarrollo de viviendas de bajo costo”* investigación previa a la obtención del título de arquitecto en el grado de licenciatura, egresado de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Esta investigación planteará una arquitectura basada en un sistema constructivo nuevo, experimental, rápido, basado en materiales procesados y naturales (Costanera-Bambú) que aproveche los materiales del lugar, y se resumirá en una guía que permita representar y describir aspectos constructivos, y detalles del sistema propuesto. La otra fase de la investigación, será de campo, con la intención, de que lo que se vaya planteando en la propuesta de diseño y sistema constructivo, este respaldado, en pruebas concretas, y que no se dejen situaciones planteadas, que al momento de construirse no se puedan concretar, o que presente fallas, dicha investigación o prueba de campo se hará construyendo parte de una vivienda experimental, en la cual se plantean los probables pasos del sistema constructivo, y a través de resultados, se pueda determinar la mejor opción.

Uno de los puntos relacionados con mi tema es que hace un planteamiento de un sistema constructivo nuevo usando materiales naturales como lo es el bambú la cual mencionan que es un material del lugar, en mi investigación tengo como material de construcción principal al bambú con la cual se pretende dar una alternativa de construcción ya que es un material que es fácil de conseguir en la zona de intervención.

Otro punto relacionado con mi tema de investigación es la forma como manejan el material para poder hacer las respectivas pruebas y no solo dejarlo

en planteamiento ya que en la construcción del prototipo a escala real pueden ocurrir muchos inconvenientes que no se evidencian en la propuesta.

Tanto en el tema de investigación de referencia como en el mío se toma como principal materia prima al Bambú en su forma natural combinándolo con otros materiales, uno de los puntos importantes también es la facilidad de encontrar este material en el entorno que se quiere intervenir.

Como resultado de la investigación podemos ver un nuevo sistema de construcción utilizando diferentes materiales (costanera-bambú) mediante la cual se utiliza materiales del lugar y que se realizaron diversas pruebas y construcción a escala real para poder descubrir algunas dificultades que se pueden ir presentando mediante la construcción y que no solo quede en una propuesta.

- c. (CALVA CHUQUIMARCA, 2015), en su investigación titulada: “*Diseño de un modelo de vivienda ecológica con bambú para la zona rural de Yantzaza*” investigación previa a la obtención del título de Ingeniero en Manejo y conservación del medio ambiente, egresado de la Universidad Nacional de Loja.

El proyecto tiene como propósito determinar si la guadua es un material apropiado para la construcción de viviendas para ello se realizó una recopilación de información y el análisis adecuado, concluyendo así que es un material óptimo para la construcción, de bajo costo y resistente a los sismos; una vez realizado el análisis procedieron con el diseño de la vivienda ecológica utilizando como material constructivo la guadua, además de los sistemas activos de la vivienda ecológica. Finalmente se elaboró un manual de construcción de la vivienda ecológica para el maestro constructor que tiene como finalidad dar a conocer las estrategias constructivas con bambú en la aplicación de uniones, cortes, y pegado de paredes con mortero.

Nos manifiesta también que el bambú como material constructivo posee características especiales en cuanto a flexibilidad y ligereza debido a su forma circular y a las secciones huecas que posee, además de manipularlo, transportarlo y almacenarlo fácilmente, permitiendo variedad en las construcciones. Además este material es estético por ende las casas construidas de bambú son atractivas, duraderas y económicas.

En cuanto a las ventajas de construir con bambú nos dice lo siguiente: El bambú es un material liviano debido a su forma circular y las secciones

huecas que posee, además es de fácil manipulación, almacenamiento y transporte, lo que permite la construcción rápida de estructuras. El bambú por naturaleza es de una tonalidad muy atractiva a simple vista, además de su corteza. La caña de bambú puede ser aprovechada en su totalidad debido a su maleabilidad ya que si quedan residuos se puede desde latillar hasta cortar anillos de diversos espesores y darle un aspecto diferente a nuestros diseños.

d. (Tem, 2018), titulada: “*Muros permeables de bambú para un pabellón urbano en Malasia*”

El proyecto hace uso del bambú que es un material muy poco extendido otorgando como resultado una estructura resistente, liviana y permeable. Este pabellón permeable en Malasia está construido con anillos circulares de bambú explorando las diferentes posibilidades de material lineal a partir de sus variaciones de medida.

El diseño se compone de cuatro paredes de pantalla de bambú que encierran un espacio de 4 metros por 4 metros en planta. Las paredes están cubiertas con anillos de 100 mm cortados de postes de bambú, que quedaron de otros proyectos anteriores. Los paneles de colores semi-translúcidos, alusivos a los objetivos de diseño sostenible de la UN, cubren algunos de los anillos de bambú de forma aleatoria. Los paneles de colores emiten algo de luz, y al igual que las ventanas manchadas, iluminan el espacio interior con un interesante juego de colores. Una abertura central en el techo crea un patio en el centro, donde se coloca una planta de bambú. Se colocan taburetes de bambú de diseño personalizado, hechos con postes cortos atados con cuerdas de ratán, por dentro y fuera del pabellón, lo que permite a los visitantes sentarse y disfrutar del espacio, así como también participar en los programas organizados por un Hábitat.

En el proyecto se menciona que realizaron este pabellón con el objetivo de impulsar dicho material (bambú) al igual que en mi investigación se pretende hacer ver a la población que el bambú es una muy buena alternativa constructiva. También mencionan que realizaron este proyecto con puros anillos de bambú que quedaron de proyectos anteriores, al igual que en nuestra propuesta rescatamos los residuos para poder cortarlas en circunferencias y crear muros de circunferencias de bambú creando una ventilación natural y una iluminación natural. De esta misma forma se crea un juego de luces y de colores.

Este pabellón tiene medidas pequeñas al igual que el de nuestra propuesta y es ligera.

Toca puntos importantes sobre todo cuando menciona que a través de estos muros permeables buscan impulsar el uso de este material y que utilizan los residuos de otros proyectos para poder hacer los cortes en circunferencias y usarlo en las cuatro caras a la vez amarran cañas de bambú de dimensiones pequeñas y crear bancos para que las personas puedan apreciar esta estructura.

La estructura de bambú tiene la intención de potenciar el material sustentable para utilizarse en las estructuras de los edificios. A pesar de la creciente popularidad del material local, su uso en la construcción aún no está muy extendido.

Se utilizó el bambú como principal material y a su vez utilizaron los residuos de proyectos anteriores para poder hacer las 4 caras de este proyecto, así mismo nosotros utilizamos como material principal el bambú y los residuos de las cañas para poder cortarlas en circunferencia y realizar uniones creando así paneles que ayuden al ingreso de la luz y a la ventilación. Este proyecto al igual que el mío tiene anillos de colores aleatoriamente, en mi proyecto los anillos de colores están pintados en los nudos de las cañas utilizando como colores principales el rojo, amarillo, azul, verde y marrón.



Figura 4: Muros permeables de bambú.
Fuente: Muros permeables de bambú para un pabellón urbano en Malasia.

- e. (BROTO, 2014 pág. 98), en el proyecto del grupo H&P Architects de los Arquitectos Doan Thanh Ha y Tran Ngoc Phuong titulada: “*Viviendas de bambú de bajo coste en Vietnam*”.

El diseño es una edificación construida con materiales de la zona, de fácil montaje y rentable, respondiendo a las necesidades y realidades de la comunidad local. Está formado por unidades modulares de bambú con un diámetro de 9 o 10 centímetros y de 3,3 o 6,6 metros de largo, que simplemente están montadas atornilladas, colgadas o soportadas.

Se utilizan materiales locales (bambú, hojas) junto a materiales reciclados (depósitos de petróleo, contenedores de plástico). Se producen fácilmente en serie (en módulos) y pueden hacerlo los mismos aldeanos.

La construcción de esta edificación está hecha en base al bambú como material principal, están formado por unidades MODULARES que están montadas atornilladas al igual que nuestro prototipo. Mencionan que se pueden reproducirse fácilmente en serie (módulos) y que son tan fáciles de construirlo que los mismos aldeanos lo pueden hacer al igual que nuestra propuesta.

Tiene como objetivo diseñar una construcción que satisficiera las necesidades residenciales básicas y que pudiera ser replicado de forma barata y sencilla, se producen fácilmente en serie (en módulos) y pueden hacerlo los mismos aldeanos, están montadas atornilladas, colgadas o soportadas.



Figura 5: Viviendas de bambú de bajo coste en Vietnam.

Fuente: Arquitectura y diseño Bambú.

- f. (RUBIO LUNA, 2007), en el libro del Ing. Germán Rubio Luna titulada: “*Arte y mañas de la guadua*”.

En este libro el Ing. Germán hace mención que trabajó con materiales tan variados como el acero, aluminio, zinc, plástico, polímeros, pegantes y maderas, entre otros, para el diseño de proceso y fabricación de maquinarias especializadas. En una de sus consultorías uno de sus clientes le solicitó el desarrollo de una nueva línea de productos utilizando la guadua para la cual el Ing. tuvo que estudiar a fondo el material descubriendo las increíbles características físicas y estéticas de la guadua, así como los bajos costos de esta materia prima y su alta disponibilidad.

Parte de los estudios los plasmó en el siguiente libro el cuál diseñó en forma de guía de capacitación.

En el capítulo I que está titulada como: “ Manejo básico de la guadua, herramientas y equipos” nos muestras las generalidades de este material, el manejo adecuado, el corte y secado, los principales daños de la guadua y sus causas, las partes de un culmo de bambú, las distintas uniones y los equipos y herramientas para trabajar la guadua.

En el capítulo IV que está titulada como: “Construcción de estructuras” muestra cómo se construyen estructuras para viviendas, bodegas, galpones, almacenes y sus distintos empalmes.

Este libro nos ayuda para poder tener un enfoque más claro en cuanto a la manipulación de la guadua desde su secado hasta el ensamble para poder obtener con éxito un buen producto en el aspecto constructivo, ya que sirve como guía por el mismo hecho de no haber trabajado nunca con este material.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El bambú como estructura ligera.

(El Bambú como material de construcción, 2011)El bambú es uno de los materiales usados por el hombre desde la antigüedad para su comodidad y bienestar. Los programas internacionales de cooperación técnica han reconocido las cualidades del bambú y están realizando un intercambio de variedades de esa planta y de su empleo.

El uso del bambú como material constructivo, ya sea primario, secundario, u ocasional es común en las áreas donde el bambú crece en cantidad. La

importancia del bambú en cualquier región está determinada por el nivel económico de la gente.

(CERRÓN OYAGUE, 2014) El bambú tiene extraordinarias características físicas que permiten su empleo en cualquier tipo de componentes estructurales, desde cables para puentes colgantes, tensores y estructuras rígidas hasta estructuras laminadas y geodésicas. Es un material liviano y resistente, por lo que genera estructuras ligeras, resistentes y flexibles, importantes para soluciones sismo resistente.

Al ser un material liviano es de fácil transporte, almacenamiento, ayuda, facilita y da las posibilidades de construir estructuras rápidas, temporales o permanentes.

2.2.1.1. El bambú.

(CERRÓN OYAGUE, 2014) El bambú es un pasto gigantesco o en otras palabras una hierba gigante leñosa que pertenece a la familia Gramineae (Poaceae), subfamilia Bambusoideae. Crecen desde escasos centímetros de altura. Los tallos de bambú generalmente son duros y vigorosos, siendo esta una planta que puede sobrevivir y recuperarse después de las severas catástrofes.

Se calcula que existen aproximadamente 1200 especies de bambú y 70 géneros en todo el mundo, 500 especies de bambú son originarias de China, distribuidas en 39 géneros. Su crecimiento silvestre se da, en su mayoría, en las regiones tropicales, subtropicales y templadas en algunos casos en hábitats secos, entre 46° latitud norte hasta 47° latitud sur aproximadamente, y desde el nivel del mar hasta los 4000 metros de altura (Andes de América del Sur), comúnmente en África, Asia y Latinoamérica.

Por su rápido crecimiento, resistencia y gran versatilidad, esta maravillosa gramínea ha sido de gran utilidad para el hombre a lo largo de su historia.

Entre los bambúes leñosos que se encuentran en América destacan por su importancia económica los siguientes géneros: Arundinaria(en Asia y América del Norte), Guadua (en América Central y América del Sur, zonas tropicales y subtropicales) y la Chusquea (en América del Sur: Chile).

Esta especie Guadua reúne los bambúes económicamente más relevante de América, por su uso. Esta especie es considerado el más importante por las cualidades que presenta su culmo, de gran porte y diámetro, gran durabilidad, del alta resistencia física mecánica y como material sismo resistente, apropiado para el uso constructivo.

a) Especies nativas y cultivadas en América utilizadas en la construcción.

(CERRÓN OYAGUE, 2014) En América, las especies nativas más utilizadas en la construcción son las del género *Guadua* y *Chusquea*. Y de las especies cultivadas, originarias de Asia, son las del género *Bambusa*, *Dendrocalamus*. A continuación se describen brevemente sus características y el nombre local. Los datos de los diámetros pueden variar según condiciones locales.

Especies nativas en América

- ***Chusquea culeo ufo***
Altura: 6m. Diámetro: 4cm
Origen: Chile.
Características: Cáscara muy fuerte
- ***Chusquea culeo Desvaux* (“Coligue”, “Colihue” o “Culeu” en Chile)**
Altura: 6m. Diámetro: 4 a 6 cm.
Origen: América Central, América del Sur.
Características: Tallo sólido, color amarillo.
- ***Chusquea quila Kunth* (“Quila” en Chile)**
Origen: Chile.
Características: Tallo sólido.
- ***Chusquea spp* (“Chusque”, “Surco”, “Carrizo”)**
Origen: América Central y Sur América. En altas zonas andinas.
Características: Tallo largo y esbelto, relativamente débil, macizo en el centro.

Género *Guadua*

(CERRÓN OYAGUE, 2014) La *Guadua* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Guaduinae) es un género endémico de América Latina, reúne 29 especies, de las cuales 17 taxas han sido descritas en los últimos 20 años. La región amazónica de Brasil, Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia y Venezuela se considera el centro de origen de este género, con una alta diversidad de especies.

- ***Guadua angustifolia Kunth, 1822***
Altura: 17 a 24m. Diámetro: 8 a 14 cm
Origen: Centro América (entre México y Panamá) y Sur América (excepto Chile y Bolivia)

Características: Como se ha mencionado anteriormente, esta es una de las especies más importantes en el mundo, debido a su gran resistencia, flexibilidad y durabilidad, por lo tanto es el mejor material para la construcción de estructuras, tiene un gran potencial para la fabricación de materiales compuestos. Es una alternativa para construcciones sismos resistentes. Su crecimiento puede llegar hasta 12 cm de diámetro, 2 cm de espesor y a los 3 meses llega al 80% o 90% de su altura definitivamente. Se han reportado incrementos de altura de 21 cm por día, alcanzando su altura máxima (15-30m en los primeros 6 meses de crecimiento, y su madurez entre los 4 y 5 años.



Figura 6: Especie *Guadua Angustifolia* Kunth-San Martín de Pangoa.
Fuente: Propia

- ***Guadua aculeata*** (“Carrizo”, “Jimba”, “Otate”, “Tarro”)
Altura: 12 a 25m. Diámetro: 10 a 15cm
Origen: Centro América, entre México y Panamá.
Características: Entre nudos relativamente cortos, madera de espesor moderado. Usos generales.

- **Guadua amplexifolia** (“Guafa”, “Guadua hembra”, “Guadua carrizo”, “Caña Brava”, “Caña de Otte”, “Ocotate”, “Caña mansa”, “Jimba”, “Cauro”, “Otate”)
 Altura: 12 a 25m. Diámetro: 10 a 15cm
 Origen: América Central, norte de Colombia y Venezuela, Cauro en Nicaragua
- **Guadua amplexifolia J. Presl**
 Altura: 18m. Diámetro: 10cm
 Origen: México, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá.
 Características: Entrenudos relativamente cortos, los inferiores semi sólidos. Es la menos indicada entre especies registradas para la construcción, pero muy empleada en Nicaragua.
- **Guadua inermis** (“Caña vaquera”)
 Altura: 10 a 12m en lugares secos. Diámetro: 4 a 7cm
 Origen: México.
 Características: El tallo puede ser un poco recto o arqueado. Se usa localmente para construir kioscos en la playa o zonas muy calientes y en casas con muros de bahereque.
- **Guadua paniculata Munro** (“Carrizo”, “Otate amargo”, “Taboca”, “Guapa”, “Otate espinoso”)
 Altura: 6 a 9m. Diámetro: 1 a 4cm
 Origen: Se extiende desde México hasta Bolivia.
 Características: Los entrenudos son sólidos en la base y huecos en el resto del culmo. Se usa en la construcción en Bolivia. Tiene una calidad de fibra que la hace óptima para trabajos de tejidos artesanales; por su hábito de crecimiento y forma también tiene potencial como planta ornamental.
- **Guadua superba Huber** (“Shiquillo”, “Taquarembo”, “Marona”)
 Altura: 15 a 20m. Diámetro: 9 a 12cm
 Origen: Selva Amazónica de Colombia, Brasil y Perú.
 Características: Pared gruesa, de 13 a 43 cm de longitud. Es utilizada por los nativos en cierto tipo de construcción. Sus culmos de pared gruesa pueden ser potenciales para la industria del papel y la del piso.

- **Guadua chacoensis** (“Tacuaruzu” o “Tacuara brava”, “Taquarusu” em Brasil)

Altura: 10 a 20m. Diámetro: 12cm

Origen: Paraguay, norte de Argentina, trópico Boliviano y sur de Brasil.

Características: Se emplea en construcciones, fabricación de laminados, aglomerados, parquet; elaboración de muebles y artesanías; fijador de dióxido de carbono; protección de cuencas.

- **Guadua weberbaueri Pilger** (“Paca”, “Ipa”, “Mame”, “Marona”, “Oona”)

Altura: 20 a 25m. Diámetro: 7 a 10cm

Origen: Amazonia de Brasil, Colombia, Perú y Venezuela.

Características: Entrenudos largos hasta 1 m de longitud, espinas numerosas y más o menos desarrolladas (va de un espacio por nudo hasta 6, como cuernos de vacas y/o alambre de puas), se ha venido utilizando en actos ceremoniales, flechas y para la elaboración de instrumentos musicales, en viviendas temporales de comunidades nativas del Perú como Santa Rosa de Huacaria y también en techos permanentes como caña chancada en Cusco.

- **Guadua sarcocarpa Londoño & P.M. Peterson** (“Paca”, “Huata”, “Capiro”, “Chig Kan”)

Altura: 20 a 25m. Diámetro: 5 a 10cm

Origen: Brasil, Bolivia y Perú.

Características: Frutos carnosos que son consumidos por indígenas Piro y Machiguengas que habitan esta región, a menudo únicamente una gruesa espina por nudo. Se ha venido utilizando en actos ceremoniales, flechas y para la elaboración de instrumentos musicales, en viviendas temporales de comunidades nativas del Perú como Santa Rosa de Huacaria y también en techos permanentes como caña chancada en Cusco.

b) **Especies cultivadas en América originarias de Asia.**

- **Bambusa oldhamii Munro** (“Bambú verde”, “Tarro” en México)

Altura: 6 a 21m. Diámetro: 3 a 12cm

Origen: Asia, Taiwan.

Actualmente cultivado en: Estados Unidos, Centro América (excepto Nicaragua) y Sur América (excepto Venezuela, Ecuador, Bolivia, Paraguay, Uruguay, Argentina y Chile).

Características: Color verde fuerte, internudos cortos.

- **Bambusa textilis**

Altura: 12m. Diámetro: 5cm

Origen: Asia.

Usos: Listones para atar armazones de casas, esteras para paredes.

- **Bambusa textilis McClure**

Actualmente cultivado en: Estados Unidos (Georgia, Florida, California), Guatemala, Costa Rica y Colombia.

Características: Internudos algo largos, madera más bien delgada.

Usos como amarres de estructuras.

- **Bambusa tuldoides (“Bambú de pértiga”)**

Altura: 17m. Diámetro: 5cm

Origen: Asia.

Actualmente cultivado en: Brasil y El Salvador.

Usos: Generales.

- **Bambusa vulgaris (“Bambú”)**

Altura: 6 a 21m. Diámetro: 5 a 12cm

Origen: Asia.

Actualmente cultivado en los trópicos de América Latina y América del Sur. En Perú se registra en Selva Central.

Características: Se cultivan dos tipos, uno de tallo verde y otro de tallo verde con estrías amarillas. Fibras meanamente delgadas y fuertes, susceptibles de ser atacada por los insectos.

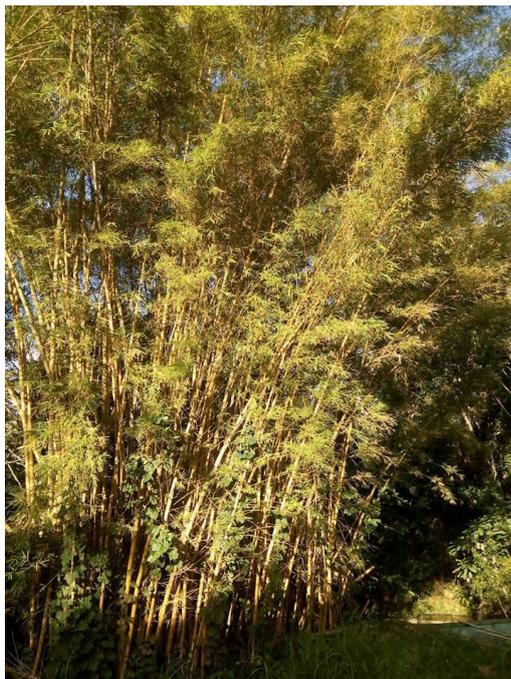


Figura 7: Bambusa Vulgaris-San Martín de Pangoa.
Fuente: Propia.

- **Dendrocalamus asper (“Bambú balde”, em Brasil)**

Altura: 25m. Diámetro: 20cm

Origen: India.

Actualmente cultivado en Estados Unidos, Honduras, Panamá, Ecuador, Brasil y Perú.

Características: Su cáscara es muy dura y se raja menos que el Dendrocalamus giganteus. Es muy bueno para la construcción.

c) Ventajas de construir con bambú.

Dentro de las ventajas de construir con este material según (CERRÓN OYAGUE, 2014) en el manual de construcción de estructuras con bambú nos mencionan lo siguiente:

- El bambú está dotado de extraordinarias características físicas que permiten su empleo en todo tipo de componentes estructurales, desde tensores, cables para puentes colgantes y estructuras rígidas hasta estructuras geodésicas y laminadas.
- Es un material de construcción liviano y resistente, por lo que genera estructuras ligeras, resistentes y flexibles, importantes para soluciones sismo resistente.

- Al ser un material liviano es fácil de transportar, almacenar, facilita y da las posibilidades de construir estructuras rápidas, temporales o permanentes.
- La superficie natural del bambú es lisa, limpia, de color atractivo y no requiere ser pintada.
- Los bambúes no tienen corteza o partes que puedan considerarse como desperdicio, se usan en su totalidad.
- Del bambú pueden obtenerse diversos elementos para la construcción, como esterillas, latillas, cintas, laminados de manera artesanal o industrial y procesada como lo vienen desarrollando en China y Japón.
- El bambú puede utilizarse en combinación con todo tipo de materiales de construcción, incluso el concreto, como elemento de refuerzo.
- Es una alternativa de material para diferentes modalidades de construcción (viviendas, puentes, equipamiento, otras estructuras).
- Su uso en pisos laminados muestra una gran resistencia a la abrasión.
- Es un recurso renovable endémico de América Latina, de gran valor ambiental.
- El gasto de la energía es la mitad que con la madera, huella ecológica muy baja.
- Es un material que es parte de los sistemas constructivos tradicionales de Latinoamérica.
- La altura de su tallo alcanza hasta una altura de 25 m y en su mayoría son curvados, lo que proporciona gran versatilidad y utilidad en la arquitectura.
- La especie guadua angustifolia en particular posee grandes cualidades físico mecánicas idóneas para construcciones sísmo resistentes. Tiene la capacidad para soportar alto esfuerzo a la compresión, flexión y tracción.
- La capa externa, epidermis, ofrece una altísima resistencia a la tracción, igualable al acero.
- Como planta, es de rápido crecimiento y puede ser utilizable como material de construcción a partir de los 4 a 6 años.

- El bambú acumula dióxido de carbono (CO₂), por su crecimiento acelerado, captan más que un árbol.
- Es parte del ecosistema de diversos seres vivos.

d) Desventajas de construir con bambú.

Dentro de las desventajas de construir con este material según (CERRÓN OYAGUE, 2014) en el manual de construcción de estructuras con bambú nos menciona lo siguiente:

- El bambú es vulnerable a la exposición de los rayos ultravioleta y al agua, a la humedad, por lo tanto requiere de protección durante el manejo, la ejecución y mantenimiento del proyecto. La estructura no es competente si el bambú está en contacto directo con el suelo y humedades permanentes.
- El bambú es sensible al ataque de insectos y hongos. Debe ser tratado inmediatamente después del corte.
- Es un material inflamable, la propagación ante el fuego es rápida. Por lo que debe cubrirse con una sustancia o material a prueba de fuego.
- Su comportamiento estructural puede variar mucho dependiendo de la especie y esta a su vez del lugar donde crece, la edad, contenido de humedad, sección del culmo a ser utilizada.
- El diámetro del bambú no es igual en toda su longitud, tampoco el espesor de la pared del culmo, lo que causa algunas veces dificultades en la construcción.
- El bambú al secarse se contrae y su diámetro se reduce. Se debe prever que las piezas estén secas y/o tomar en cuenta este cambio.
- Material propenso a los flagelos por su contextura.
- La sección redonda y la vulnerabilidad de rajarse complica muchas veces la ejecución de las uniones, anclajes, soportes.
- Gasta el filo de las herramientas más que en la madera.
- Disponibilidad de pocas herramientas dedicadas al bambú.

2.2.1.2. Consideración técnica básica.

a) Selección del bambú para la construcción.

Según (CERRÓN OYAGUE, 2014) en el manual de construcción de estructuras con bambú, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Usar bambúes maduros; la edad de cosecha para el bambú estructural debe estar entre 4 y 6 años.
- Usar bambúes secos, el contenido de humedad debe corresponder con el contenido de humedad de equilibrio del lugar. Cuando la construcción se hace con bambúes en estado verde se debe tener en cuenta todas las precauciones posibles para garantizar que las piezas al secarse tengan el dimensionamiento previsto en el diseño.



Figura 8: Bambúes secos para la elaboración de los espacios modulares para exposiciones efímeras.

Fuente: Propia.

- No usar bambúes con fisuras perimetrales en los nudos, ni fisuras longitudinales entre los entrenudos (de extremo a extremo). En caso de tener elementos con fisuras, estas deben estar ubicadas en la fibra externa superior o en la fibra externa inferior.

- Las piezas de bambú con agrietamientos superiores o iguales al 20% de la longitud del culmo, no serán consideradas como aptas para uso estructural.
- Los bambúes deben ser lo más parejo posibles (diámetros y distancia entre nudos). Las piezas de bambú - guadua estructural no pueden presentar una deformación inicial del eje mayor al 0,33% de la longitud del elemento. Esta deformación se reconoce al colocar la pieza sobre una superficie plana y observar si existe separación entre la superficie de apoyo y la pieza.
- Los bambúes no deben presentar una conicidad superior al 1,0%.
- Las piezas de bambú estructural no deben presentar perforaciones causadas por ataque de insectos xilófagos.
- No se recomienda usar bambúes que muestran ataques de hongos, insectos. No se deben usar bambúes que presentan algún grado de pudrición.
- Usar bambúes que hayan sido adecuadamente preservados, desde el corte en el bambusal, tratamientos físico- natural y químicos, para garantizar una buena durabilidad por parte del material.
- Se deben limpiar las piezas de bambú de los líquenes antes de usarlas.

2.2.1.3. Elementos derivados del bambú para la construcción.

Según (CERRÓN OYAGUE, 2014) en el manual de construcción de estructuras con bambú, hay diversas formas de utilizar el bambú para la construcción, una es en su forma rolliza, otra es utilizando secciones de su tallo que derivan en elementos para la construcción, desde la manera artesanal hasta la industrial, como lo vienen trabajando desde hace años en China.

A continuación se describirán algunos de los elementos, utilizando la sección del culmo:

a) Esterilla

Las esterillas o “caña chancada” como se le denomina localmente en el Perú, se han venido utilizando a lo largo de la historia de manera popular en viviendas rurales y urbanas, obras monumentales, en pisos, revestimiento de paredes y techos, a manera de cielos rasos, paredes de bahareque, quincha. Hoy en día también se utiliza en construcciones de concreto, encofrados, en las mismas losas para aligerarlas y disminuir costos.

Para la elaboración de esterillas se necesitan bambúes entre 2 y 3 años de edad, recién cortados en el bosque, que garanticen humedad. Se obtiene de la parte basal e intermedia del tallo, que se abre formando una superficie plana. Se coloca en el suelo o con dos soportes y se van haciendo cortes longitudinales sucesivos alrededor de la cabeza de sus nudos con una hachuela para que pueda abrirse. Luego de ser abierta se “aplana” y con la ayuda de una pala o “palin” se quitan los sobrantes de los nudos y el tejido blando en el interior. Finalmente se preserva. (CERRÓN OYAGUE, 2014)

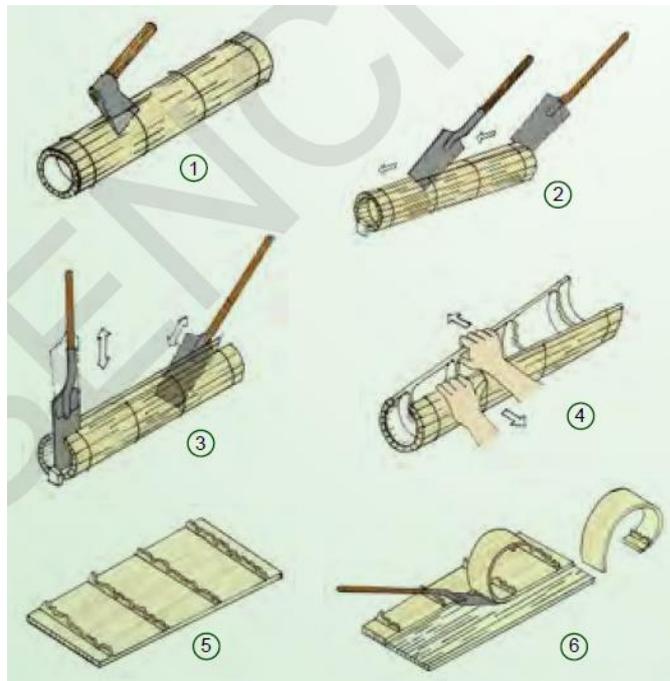


Figura 9: Formas y procesos de elaboración de esterillas
Fuente: Manual de construcción de estructuras con bambú (SENCICO).



Figura 10: Habilitando esterilla
Fuente: Manual de construcción de estructuras con bambú (SENCICO).



Figura 11: Esterilla
Fuente: Manual de construcción de estructuras con bambú (SENCICO).

b) Latas o latillas

Las latas o latillas son segmentos longitudinales de los bambúes, que se obtienen dividiendo radial longitudinalmente la sección del bambú en 4 o más partes. Se emplean en la construcción de paredes de barro embutido, paredes de quincha, pisos, muebles y otros.

Los cortes se pueden hacer desde técnicas muy simples con un cuchillo especial, con un cortador radial, hasta con sistemas mecánicos para la fabricación industrial de las latas.

Se pueden doblar las latas, para lo cual es preferible previamente remojarlas por unas horas en agua. (CERRÓN OYAGUE, 2014)

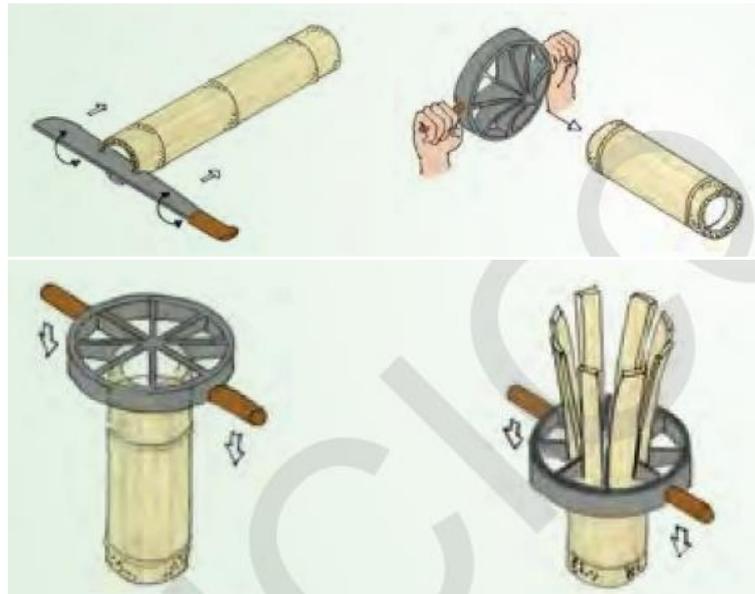


Figura 12: Corte con cuchillo y corte con cortador radial
Fuente: Manual de construcción de estructuras con bambú (SENCICO).

c) Laminados.

Los laminados de bambú pueden tener gran importancia en el futuro industrial de la construcción en Latinoamérica. Estudios indican que particularmente los laminados de guadua se presentan como una alternativa para el uso de este material en la construcción de estructuras para las cuales la guadua en su estado rollizo presenta limitaciones. (CERRÓN OYAGUE, 2014)

Se pueden obtener diferentes productos como tablas, columnas, vigas, paneles, pisos.

Según Jörg Stam, el componente básico para los laminados, son las latas, que se obtienen de la parte gruesa del tallo, principalmente de la “cepa”, “basa” y “sobrebasa” es decir, los primeros 8 a 12 m de un tallo de bambú - guadua. La cual se raja longitudinalmente y deja 6 a 10 “latas” por tallo, sección rectangular que se obtiene cortando la cáscara exterior y el tejido blanco del interior. Estas latas rústicas se procesan para luego convertirlas en tablillas totalmente secas, para su posterior ensamble, pegante y prensado. Debe haber control de calidad en cada uno de sus pasos y componentes de todo el proceso, que debería iniciarse desde los bosques de bambú donde se planifica

y opera el corte y aprovechamiento de los culmos con destino al tipo de producto de laminados que se requiere.

2.2.1.4. Herramientas y equipos.

- Alicates: Se utilizan para poder ajustar los cintillos de seguridad en las uniones entre anillos.
- Alicates de Corte: Su uso es para poder cortar pequeñas piezas.
- Brocas de metal (1/8, 3/16, 1/4, 5/16, 3/8, 1/2): Se usa con el taladro para la perforación de orificios en las piezas de bambú, la medida de la broca dependerá del diámetro de bambú y de la función del orificio.
- Cinta métrica: Es un instrumento de medición, graduada en centímetros y en pulgadas, de acero flexible, enrollada dentro de una caja metálica o de plástico.
- Gafas o Lentes de protección: Se utilizan para proteger la vista, al realizar los cortes.
- Guantes de hilo: Se utilizan para protegerse las manos de filamentos y astillas que generan los cortes de bambú.
- Taladro eléctrico: Se usa para hacer perforaciones conjuntamente con las brocas.

El operario debe usar equipo de seguridad, como guantes, gafas y realizarlo en la posición correcta.

- Lápiz de carpintero: Se usó para marcar, hacer anotaciones y trazar.
- Hoja de sierra: Es una herramienta manual de corte formada por una hoja de sierra montada sobre un arco tornillos tensores (marco), a manera de mango. Se utiliza para realizar los cortes rectos o especiales como “boca de pez”, “pico de flauta”, “bisel”.
- Sierra eléctrica: Este equipo es ideal para cortar los tallos de bambú en las medidas deseadas, cortes rectos. El operario debe usar equipo de seguridad, como guantes, gafas y realizarlo en la posición correcta.

2.2.1.5. Tipos de cortes de piezas de bambú.

Cuando dos piezas de bambú se encuentran en el mismo plano y según los tipos de uniones que se quieran realizar, se recomienda efectuar cortes que permitan un mayor contacto entre ellas o utilizar piezas de conexión que cumplan esta función. (Ministerio de Vivienda, 2012)

Los cortes básicos que figuran en la Norma Técnica E.100 Bambú que se pueden utilizar son los siguientes:

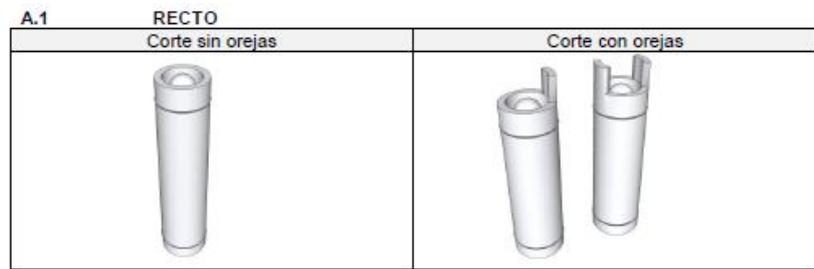


Figura 13: Tipos de cortes de piezas de bambú (Corte recto).
Fuente: Norma técnica E. 100 bambú.

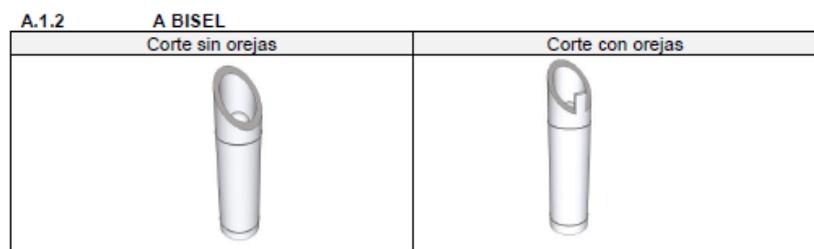


Figura 14: Tipos de cortes de piezas de bambú (Corte a bisel).
Fuente: Norma técnica E. 100 bambú.



Figura 15: Tipos de cortes de piezas de bambú (Corte boca de pescado).
Fuente: Norma técnica E. 100 bambú.

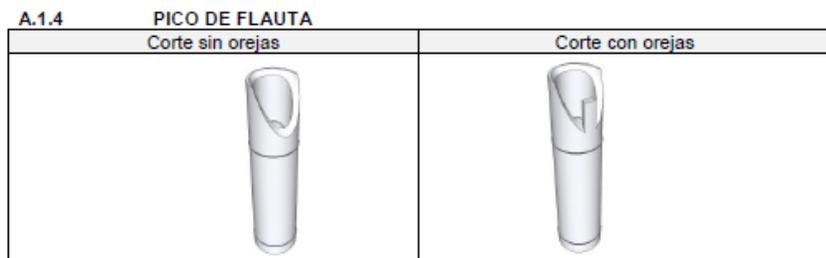


Figura 16: Tipos de cortes de piezas de bambú (Corte pico de flauta).
Fuente: Norma técnica E. 100 bambú.

a). Corte boca de pez

Para el hombre primitivo descubrir que la forma de la boca del pez podía ser transferida a los bambúes, fue con seguridad inicio de un camino que no ha terminado todavía.

En cada imagen, no solo admira los cortes, sino meditar sobre el tiempo que demandó a sus anónimos autores, mediante largos ciclos de ensayo, error, corrección. (El Bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.)

a.1) Corte boca de pez (Principio Universal).



Figura 17: Corte boca de pez (Principio Universal)
Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

a.2) Corte boca de pez (Variante con dos orejas o lenguas).



Figura 18: Corte boca de pez (Variante con dos orejas o lenguas)
 Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

a.3) Corte boca de pez (Uso de tacos o espigas de bambú).



Figura 19: Corte boca de pez (Uso de tacos o espiga de bambú)
 Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

a.4) Corte boca de Pez (Lengüeta larga y bejuco).



Figura 20: Corte boca de pez (Lengüeta larga y bejuco)
Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

a.5) Corte boca de pez (Lengüeta corta y bejuco).



Figura 21: Corte boca de pez (Lengüeta corta y bejuco)
Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

- a.6) Corte boca de pez (Unión en cruz, variante 1; 2 bocas de pez con orejas y bejucos).



Figura 22: Corte boca de pez (Unión en cruz; variante 1; 2 bocas de pez con orejas y bejucos)

Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

- a.7) Corte boca de pez (Apoyo de vigas- uso de perno con gancho y anclaje).



Figura 23: Corte boca de pez (apoyo de vigas- uso de perno con gancho y anclaje)

Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

a.8) Corte boca de pez (Disco y canal de acero).

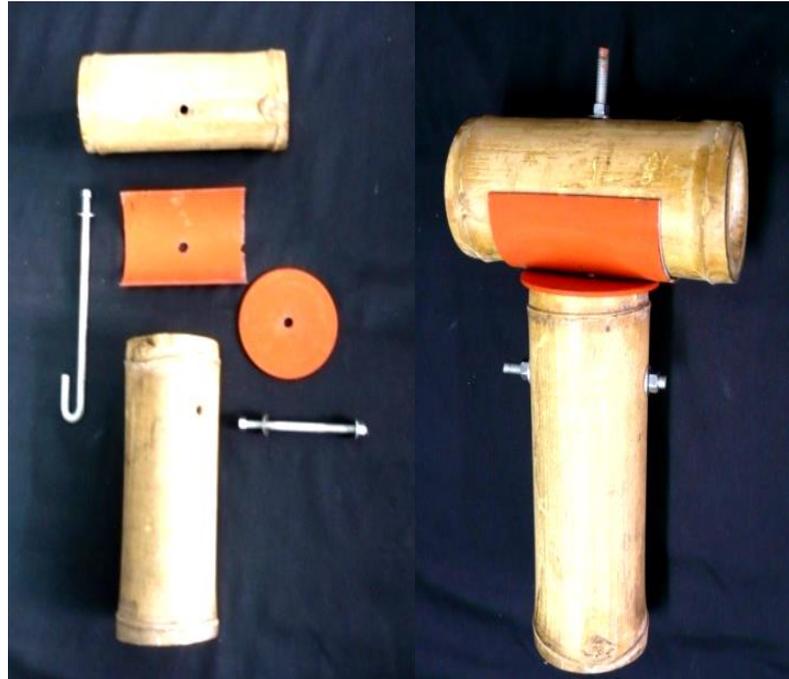


Figura 24: Corte boca de pez (disco y canal de acero)
Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

a.9) Corte boca de pez (Apoyos metálicos, soporte de vigas de 1 a 3 bambúes).

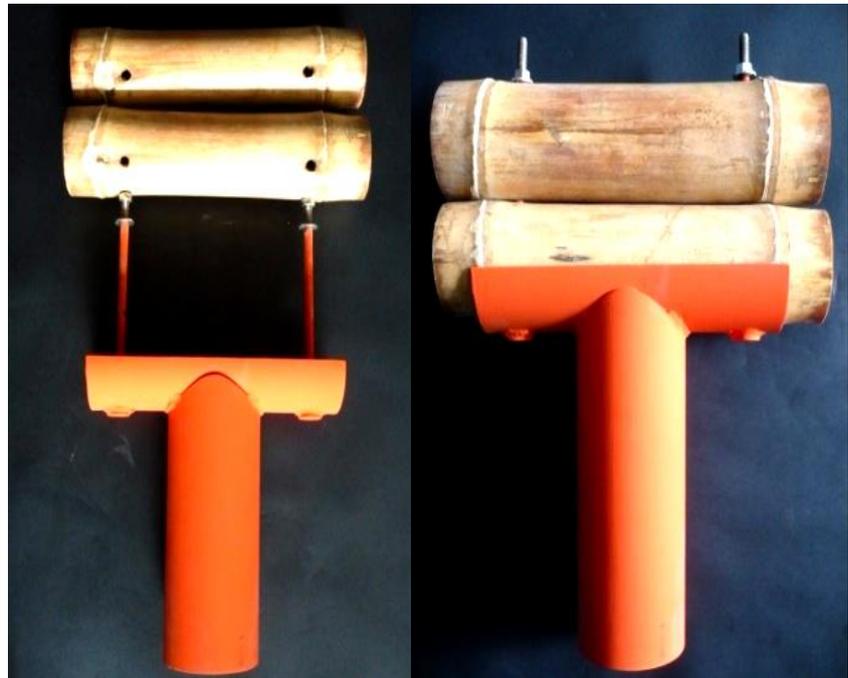


Figura 25: Corte boca de pez (Apoyos metálicos, soporte de vigas de 1 a 3 bambúes).
Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

2.2.1.6. Tipos de Uniones

a). Uniones con tarugos y pernos

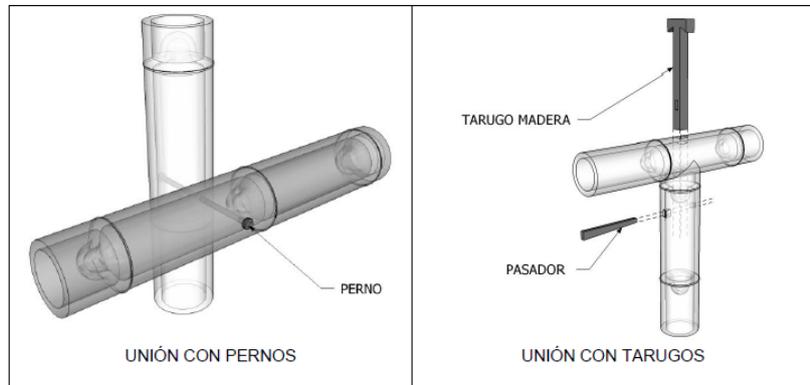


Figura 26: Uniones con tarugos y pernos.
Fuente: Norma técnica E. 100 bambú.

b). Uniones zunchadas o amarradas

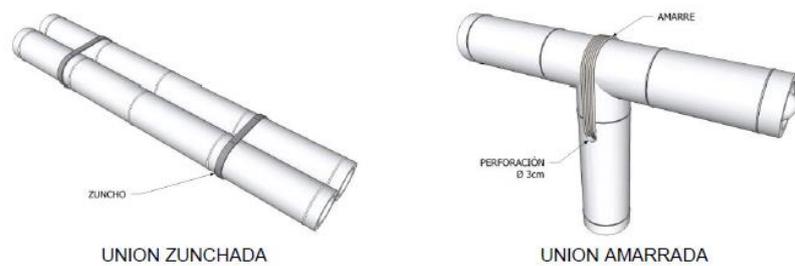


Figura 27: Uniones zunchadas o amarradas.
Fuente: Norma técnica E. 100 bambú.

c). Unión con mortero

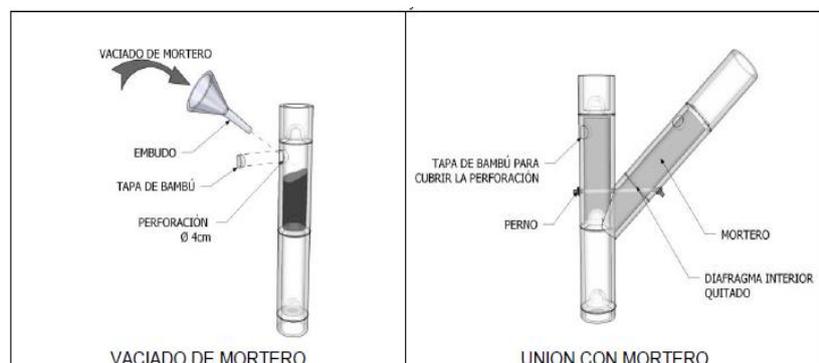


Figura 28: Unión con mortero.
Fuente: Norma técnica E. 100 bambú.

d). Uniones longitudinales



Figura 29: Uniones longitudinales.
Fuente: Norma técnica E. 100 bambú.

e). Unión con dos piezas metálicas

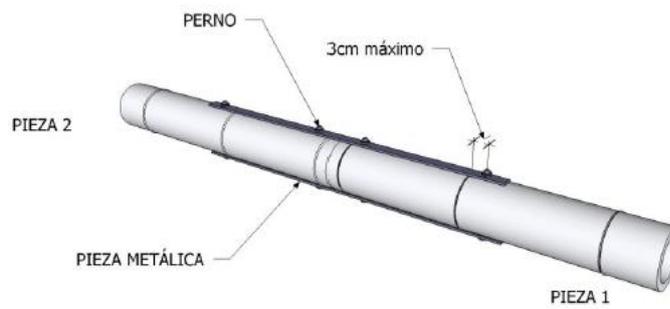


Figura 30: Unión con dos piezas metálicas.
Fuente: Norma técnica E. 100 bambú.

f). Unión con dos piezas de bambú

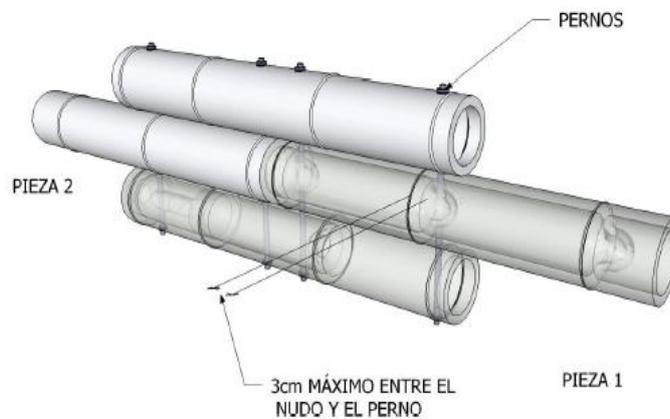


Figura 31: Unión con dos piezas de bambú.
Fuente: Norma técnica E. 100 bambú.

g). Uniones perpendiculares y en diagonal

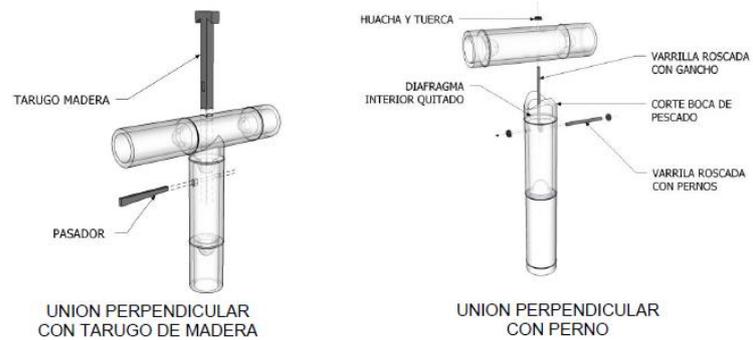


Figura 32: Uniones perpendiculares y en diagonal.
Fuente: Norma técnica E. 100 bambú.

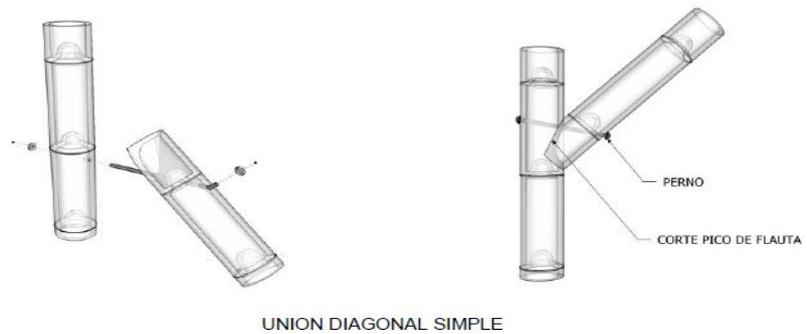


Figura 33: Unión diagonal simple.
Fuente: Norma técnica E. 100 bambú.



Figura 34: Unión diagonal con bambú de apoyo.
Fuente: Norma técnica E. 100 bambú.

2.2.1.7. Otras uniones tradicionales

a). Unión en cruz (Pies derechos y vigas, bambú de menor diámetro).



Figura 35: Unión en cruz (Pies derechos y vigas, bambú de menor diámetro).
Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

b). Apoyo de viga doble en pie derecho (2 tacos, pieza de madera y bejucos).

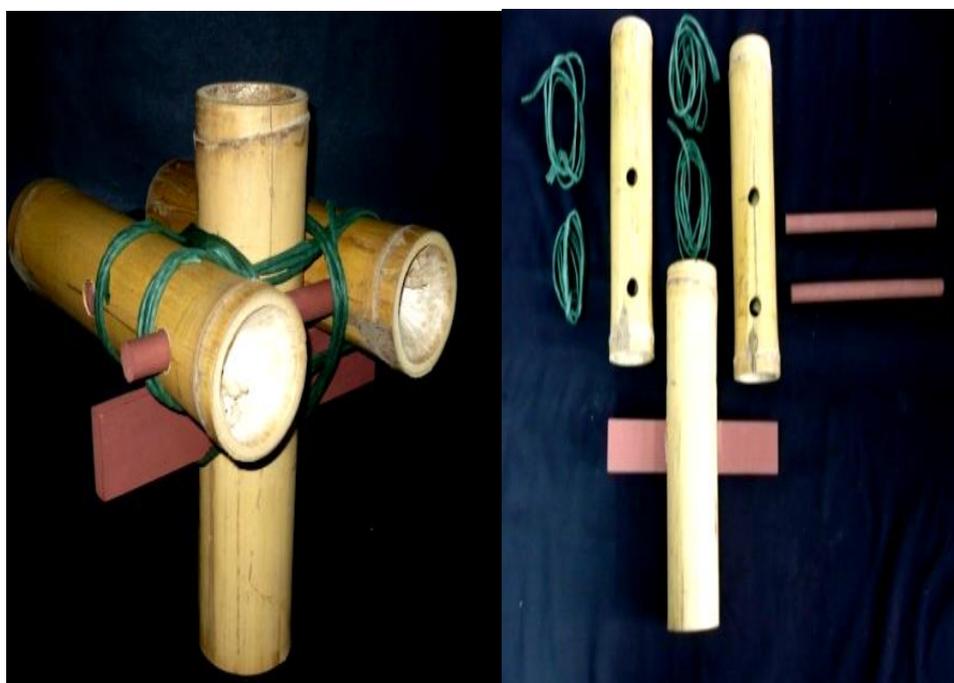


Figura 36: Apoyo de viga doble en pie derecho (2 tacos, pieza de madera y bejucos).
Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

- c). Apoyo de viga doble en pie derecho con diagonales (2 tacos, bejucos y pieza de madera).

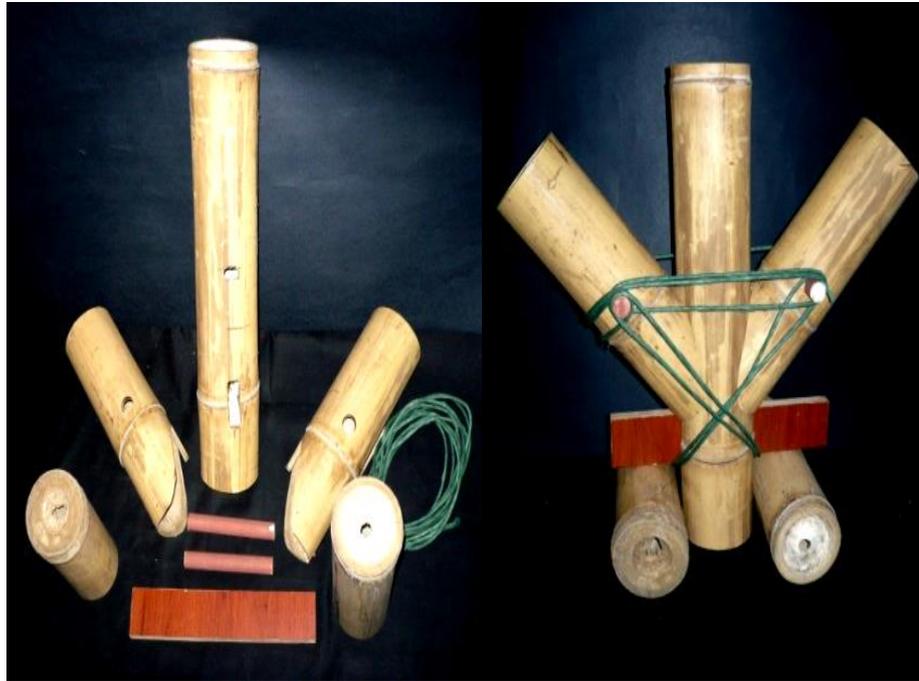


Figura 37: Apoyo de viga doble en pie derecho con diagonales (2 tacos, bejucos y pieza de madera).
Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

2.2.1.8. Uniones con elementos de acero

- a). Unión para prolongación longitudinal (2 pletinas, pernos y tuercas de acero).



Figura 38: Unión para prolongación longitudinal (2 pletinas, pernos y tuercas de acero).
Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

- b). Uniones a corte sesgo de boca de pescado (Pletinas, pernos simples, tensores y tuercas de acero). Uso para aleros.



Figura 39: Uniones a corte sesgo de boca de pescado (Pletinas, pernos simples, tensores y tuercas de acero).
Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

- c). Uniones a tope (Uso de placas, tuercas y pernos de acero).



Figura 40: Uniones a tope (Uso de placas, tuercas y pernos de acero).
Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

d). Nudo para mallas estructural (Esferas de aluminio).



Figura 41: Nudo para mallas estructurales (Esferas de aluminio).

Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

e). Uniones de acero (Abrazaderas de giro).

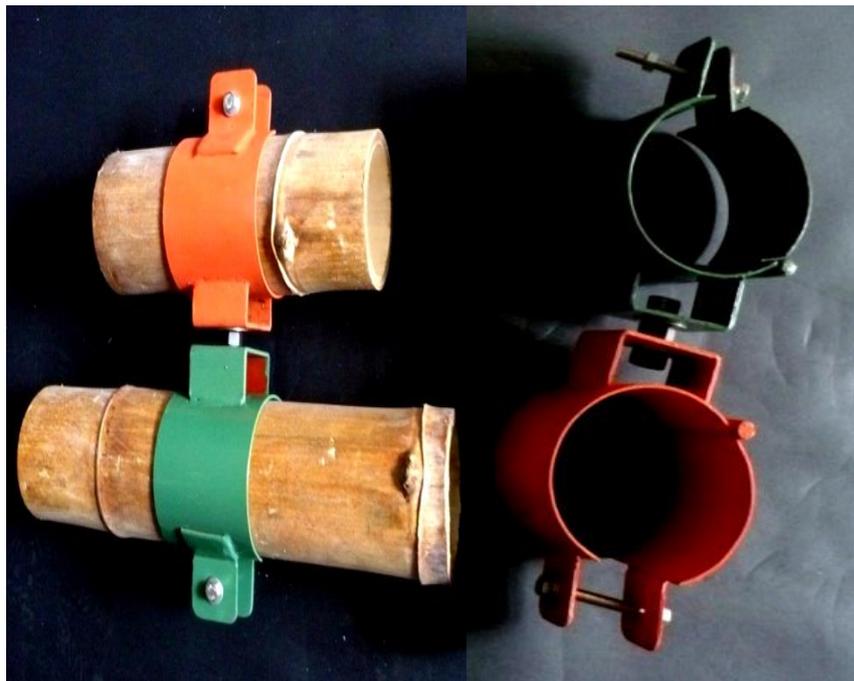


Figura 42: Uniones de acero (Abrazaderas de giro).
Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

f). Nudo para estructura y malla espacial

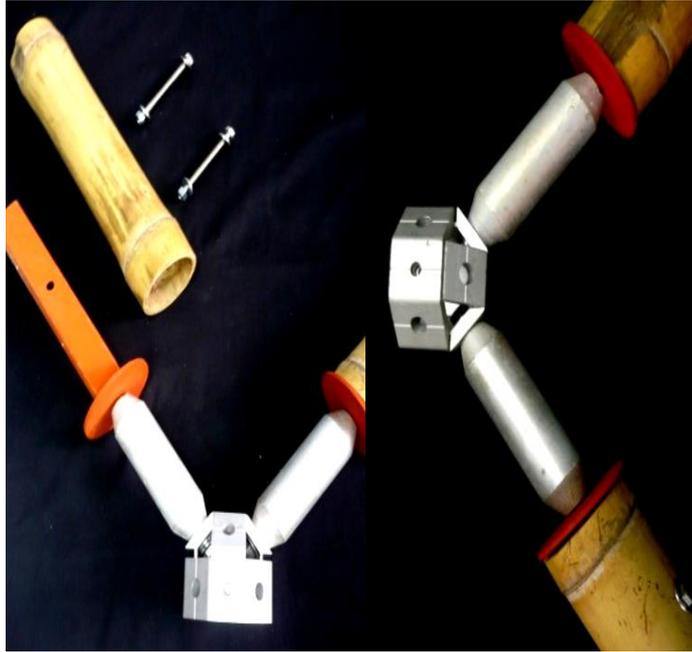


Figura 43: Nudo para estructura y malla espacial.
Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

2.2.1.9. Uniones a cimientos de concreto.

a). Unión a cimientos de concreto (Con varilla de acero empotrada e inyección de mortero de arena-cemento).



Figura 44: Unión a cimientos de concreto (Con varilla de acero empotrada e inyección de mortero de arena-cemento).
Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

b). Unión a cimientos de concreto (Con dos pletinas empotradas de acero).

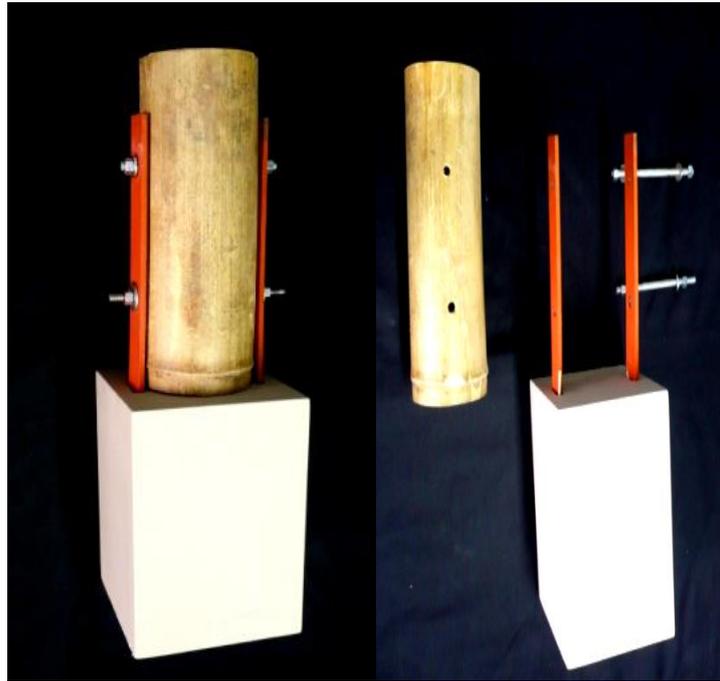


Figura 45: Unión a cimientos de concreto (Con dos pletinas empotradas de acero).

Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

c). Uniones a cimientos de concreto (Cono de acero inoxidable).



Figura 46: Unión a cimientos de concreto (Cono de acero inoxidable).

Fuente: El bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico.

2.2.2. Sistema constructivo modular.

Un sistema constructivo modular nos permite flexibilidad y personalización de la edificación a proyectar ya que consiste en un sistema de creación y ensamble de módulos estandarizados habitables que permiten crear espacios únicos de diseño. De esta manera, una construcción modular es una solución a la situación actual de edificación masiva, a costes elevados y tiempos muy dilatados en el tiempo que impiden que se puedan personalizar hogares y espacios de trabajo o realizar viviendas más accesibles en menos tiempo.

Una construcción modular, ya sea una vivienda o un edificio funcional (para albergar oficinas, escuela, hospital o cualquier otro uso), se puede personalizar al gusto o requerimientos específicos del cliente o arquitecto. La construcción además, gracias a configurarse con módulos ensamblados, tiene siempre la oportunidad de crecer en el momento que sea necesario pudiendo optar a mejoras y avances. Pero además, uno de los aspectos más importantes de la edificación modular es que los tiempos son mucho más cortos que en una construcción convencional y por supuesto, los costes no tienen nada que ver, suponiendo un real ahorro en cualquier desarrollo.

“Una construcción modular, sea cual sea su carácter, puede solucionar todas las necesidades iniciales y posteriores de cualquier cliente. Ahorro de costes, menor tiempo de ejecución, calidades supremas y personalización al detalle son los cuatro principios básicos que definen qué es una edificación modular y qué beneficios aporta”. (Neoblock)

2.2.2.1. Arquitectura modular

(ARRANZ, 2017) La arquitectura modular es el diseño de construcciones mediante elementos constructivos similares, llamados módulos, que se repiten y conectan hasta la formación del edificio. Estos módulos que tienen un aspecto muy parecido, aunque puede haber pequeñas variaciones de tamaño o forma, pueden ser agregados de forma posterior e incluso reemplazados por otros.

Esta forma arquitectónica es tan importante debido a que ofrece una gran sostenibilidad con respecto a otros estilos arquitectónicos. La arquitectura modular permite el diseño de construcciones temporales, pero también permanentes que poseen un gran nivel de personalización ya que los diferentes módulos pueden ser sustituidos, intercambiados o eliminados.

Además, este tipo de construcciones pueden ser diseñadas y fabricadas en diferentes puntos y llevadas hasta un lugar final debido a su fácil transporte,

permitiendo que se construya en lugares que de otra forma parecía imposible. Además resultan edificios energéticamente muy eficientes. Un cúmulo de ventajas que ha hecho que varios estudios arquitectónicos empiecen a crear sus propias versiones de arquitectura modular.

(Architects) Se trata de una arquitectura versátil y personalizable, versátil en el sentido de que es utilizable en instalaciones permanentes y temporales; además, llega a lugares remotos, en los que construir un edificio convencional no es posible. Personalizable porque su sistema constructivo permite agregar, substituir y eliminar módulos, así como admitir todo tipo de terminaciones.

Al construirse en un entorno controlado y con unas pautas estandarizadas, el control sobre la calidad del producto es total y cumple exhaustivamente los criterios marcados para su certificación. Del mismo modo, se consiguen estructuras de precisión geométrica perfecta y de gran resistencia, ya que se utilizan materiales de alta calidad capaces de soportar el transporte al que deberán someterse.

La sistematización e industrialización de los procesos y el entorno en el que se llevan a cabo, consigue que reducir el tiempo de producción con respecto al de una edificación convencional y, en consecuencia, minimizar los costes.

2.2.3. Espacios para exposición efímera.

2.2.3.1. Efímero

Según la Real Academia Española se define como pasajero, de corta duración; que tiene la duración de un solo día (RAE)

Nuestro módulo de bambú tiene las características principales de ser efímero ya que es desmontable, de fácil armado, es flexible al adaptarse al entorno del Distrito de Satipo, es innovador al estar construido con un material no convencional que es ligero, fácil de trabajarlo y sobre todo que está al alcance de los pobladores de dicho distrito; así mismo posee un costo accesible al mercado y que genera un ahorro energético (huella ecológica) que están destinadas a ferias turísticas, ferias artesanales, ferias gastronómicas y ferias agropecuarias que duran solo días.

El Arquitecto Español Javier Peña Ibáñez define que es un espacio efímero y cuál es su función en la actualidad: Un espacio efímero es aquel que responde a un tiempo determinado y a una necesidad. En su concepción no difiere mucho de los espacios que tienen en su objetivo la perdurabilidad, pero sí en la

estrategia en la que se acomete. Creo que la existencia de arquitecturas efímeras busca consolidar proyectos a más largo plazo, aunque la frescura e inmediatez de estos responde mejor a ciertos problemas que las arquitecturas perdurables. En definitiva, la elección de unas u otras son estrategias que tienen que cohabitar y que se deben emplear según sea el análisis del estado previo. (Daily)

2.2.3.2. Tipologías

Las tipologías de espacios efímeros según la Escuela Superior Internacional de Diseño (ESI, 2016) son los siguientes:

- Stands, y espacios en recintos feriales y exposiciones.
- Espacios vinculados con los comercios y las tiendas, como los diferentes escaparates tanto externos como internos en los establecimientos comerciales.
- Escenografías para teatro y televisión, o para espectáculos como conciertos de música.
- Instalaciones artísticas y exposiciones temporales en diferentes Museos. Performances.
- Eventos, convenciones, congresos.
- Quioscos comerciales. Terrazas de hostelería.
- Refugios, viviendas móviles. Sobre todo utilizados en acciones de emergencia.

2.2.3.3. Principios de la Arquitectura efímera

Los principios de la Arquitectura efímera según (Wikipedia, 2018) son los siguientes:

a) Temporalidad:

Como su nombre bien indica, se tratan de obras y proyectos que están pensados para durar durante un determinado periodo de tiempo. Una vez transcurridos, pueden ser desmontados y volver al origen, cosa que no ocurre con las construcciones permanentes, que influyen directamente sobre el lugar donde son levantadas.

b) Flexibilidad:

Una de las características más importantes de este tipo de arquitectura, es que es capaz de adaptarse de forma muy rápida a las necesidades del lugar. Puede ser remodelada continuamente, dependiendo de las necesidades de cada momento. Un claro ejemplo lo tenemos en los edificios que son levantados en

aquellas regiones del mundo que sufren algún tipo de penurias, como guerra, epidemias o la devastación de algún fenómeno meteorológico.

c) Innovación:

Apostar por la arquitectura efímera, es hacerlo por el uso de soluciones innovadoras tanto en sistemas de construcción, como en el uso de nuevos materiales. Se busca constantemente el uso de materiales ligeros, económicos, sencillos y que sean rápidos de montar y de retirar. Un gran reto para cualquier arquitecto.

d) Bajo coste:

El concepto “low cost” entra de lleno en este estilo. Se busca que el precio de las construcciones sea lo más bajo posible, más teniendo en cuenta que será algo que termine por desaparecer en un periodo de tiempo no muy lejano. De ahí que se utilice como banco de pruebas que luego poder ser utilizados en la arquitectura tradicional.

e) Economía de recursos:

Para reducir el coste de su construcción, este tipo de arquitectura se adapta a lo que ofrece el lugar donde se levantará. Se tiene muy presente lo existente en la zona, ya sea por materiales cercanos o por tener en cuenta el entorno, buscando siempre adaptarse al medio.

f) Gestión de residuos:

Otro de los puntos que se buscan con este tipo de construcciones, es que se traten de edificios que puedan ser levantados mediante el uso de materiales reciclados y reciclables, es decir, que una vez la construcción sea desmantelada, esos materiales puedan ser devueltos a la empresa o bien utilizados para levantar algo totalmente diferente.

2.3. Marco Normativo

Como primer punto de partida para poder realizar nuestro módulo para exposiciones efímeras se tuvo en cuenta la siguiente información:

2.3.1. Datos obtenidos en la Plataforma Nacional del Bambú SERFOR.

La especie *Guadua Angustifolia* Kunth se ubica en la familia Poaceae y al revisar las especies en peligro crítico, peligro, vulnerable y casi amenazado en SERFOR; la especie *Guadua* no se encuentra en ninguna de ellas eso nos demuestra que esta especie es apta para su utilización y extracción.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
23. MALVACEAE	<i>Nototriche pseudo-pichinchensis</i> Hochr.	
24. MALVACEAE	<i>Nototriche salina</i> Burt & Hill	
25. MALVACEAE	<i>Nototriche tovari</i> Krapovickas	
26. MALVACEAE	<i>Palaua caranensis</i> Ferryra & Chanco	
27. MALVACEAE	<i>Sidasodes jamesonii</i> (Baker f.) Fryxell & Fuertes	
28. MALVACEAE	<i>Tarasa machupicohensis</i> Krapovickas	
29. MALVACEAE	<i>Tarasa rhombibia</i> Krapovickas	
30. MELIACEAE	<i>Cedrela illioi</i> C. DC.	stoc cedro, cero, c. blanco, cedro de altura
31. MELIACEAE	<i>Alagea glabra</i> Triana & Planch.	
33. POACEAE	<i>Munroa decumbens</i> Philippi	
34. POACEAE	<i>Trichoneura weberbaueri</i> Pilg.	

Figura 47: Categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre (en peligro).
Fuente: SERFOR.

100. DIBACEAE	<i>Diazella allentimonum</i> Trul	
101. POACEAE	<i>Automeria queko</i> Goudol	
102. POACEAE	<i>Rhipidocladum harmonicum</i> (Parodi) McClure	mamac, mamsje
103. POACEAE	<i>Tovariocloa peruviana</i> T.D. Macfarl. & But	
104. POACEAE	<i>Tripsacum australe</i> H.C. Cutler & E.S. Anderson var. <i>australe</i>	
105. POACEAE	<i>Tripsacum peruvianum</i> de Wet & Timothy	
108. POACEAE	<i>Uniola peruviana</i> Laegaard & Sánchez Vega	

Figura 48: Categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre (vulnerable).
Fuente: SERFOR.

Así mismo el (Ministerio de Vivienda, 2012) en la Norma Técnica E.100 BAMBÚ dentro de las GENERALIDADES nos menciona lo siguiente:

- Los bambúes leñosos son gramíneas perennes, que crecen en regiones tropicales y templadas de Asia y América. Pueden alcanzar hasta 30 m de altura.
- La *Guadua angustifolia* es una especie de bambú nativa de los países andino amazónicos. En el Perú se desarrolla hasta los 2,000 ms.n.m, en la amazonia se le encuentra formando bosques naturales y en otras regiones en plantaciones.
- Sobresale entre otras especies de su género por las propiedades estructurales de sus tallos, tales como la relación peso – resistencia similar o superior al de algunas maderas, siendo incluso comparado con el acero y con algunas fibras de alta tecnología. La capacidad para absorber energía y admitir una mayor flexión, hace que esta especie de bambú sea un material ideal para construcciones sismorresistentes.

Dentro de LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA EL BAMBÚ ESTRUCTURAL del (Ministerio de Vivienda, 2012) en la Norma Técnica E.100 Bambú nos menciona lo siguiente:

- Para la aplicación de la presente norma, debe utilizarse la especie *Guadua angustifolia*.

Estos datos ya sean de SERFOR como de la Norma Técnica E.100 BAMBÚ nos respalda al comprobarse que el material que estamos utilizando en la especie *Guadua Angustifolia Kunth* no está ni en peligro de extinción y está normado para su utilización en diversos tipos de estructuras.

2.3.2. Características técnicas para el bambú estructural.

Según (Ministerio de Vivienda, 2012) la norma técnica E.100 bambú nos da las siguientes características técnicas estructurales.

- Para la aplicación de la presente norma, debe utilizarse la especie *Guadua angustifolia*.
- La edad de cosecha del bambú estructural debe estar entre los 4 y los 6 años.
- El contenido de humedad del bambú estructural debe corresponderse con el contenido de humedad de equilibrio del lugar. Cuando las edificaciones se construyan con bambú en estado verde, el profesional responsable debe tener en cuenta todas las precauciones posibles para garantizar que las piezas al secarse tengan el dimensionamiento previsto en el diseño.
- El bambú estructural debe tener una buena durabilidad natural y estar adecuadamente protegido ante agentes externos (humos, humedad, insectos, hongos, etc.).
- Las piezas de bambú estructural no pueden presentar una deformación inicial del eje mayor al 0.33% de la longitud del elemento. Esta deformación se reconoce al colocar la pieza sobre una superficie plana y observar si existe separación entre la superficie de apoyo y la pieza.
- Las piezas de bambú estructural no deben presentar una conicidad superior al 1.0%

- Las piezas de bambú estructural no pueden presentar fisuras perimetrales en los nudos ni fisuras longitudinales a lo largo del eje neutro del elemento. En caso de tener elementos con fisuras, estas deben estar ubicadas en la fibra externa superior o en la fibra externa inferior.
- Piezas de bambú con agrietamientos superiores o iguales al 20% de la longitud del tronco no serán consideradas como aptas para uso estructural.
- Las piezas de bambú estructural no deben presentar perforaciones causadas por ataque de insectos xilófagos antes de ser utilizadas.
- No se aceptan bambúes que presenten algún grado de pudrición.

2.3.3. Materiales de construcción.

En cuanto a los materiales de construcción el (Ministerio de Vivienda, 2012) en su norma técnica E.100 nos menciona lo siguiente:

- **Elementos metálicos**

Son elementos metálicos de unión, anclaje y de refuerzo las tuercas de acero, pernos, tornillos y arandelas.

Las tuercas de acero deben cumplir lo establecido en la NTP 341.026:1970 Barras de acero al carbono laminadas en caliente para tuercas.

Los pernos, tornillos y arandelas deben cumplir lo establecido en la NTP 341.028:1970 Barras de acero al carbono laminadas en caliente para pernos y tornillos formados en caliente.

Los tornillos, pernos, tuercas y pletinas, deberán tener tratamientos anticorrosivo como el zincado o galvanizado, especialmente en áreas exteriores y ambientes húmedos.

2.3.4. Proceso constructivo

2.3.4.1 Actividades preliminares al proceso constructivo.

El (Ministerio de Vivienda, 2012) en la Norma Técnica E.100 Bambú menciona lo siguiente:

- Evitar la incidencia de la humedad estableciendo las condiciones adecuadas en el terreno sobre el cual se va a construir la edificación (obras preliminares, trabajos provisionales, etc.).
- Para la descarga, almacenamiento y montaje de piezas de Bambú así como para todo el proceso de construcción, debe tomarse en cuenta lo establecido

en la Norma G.050 Seguridad Durante la Construcción (vigente) del Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Por la forma irregular de las cañas de bambú, los elementos constructivos de bambú deben conformarse tomando como referencia sus ejes.

2.3.4.2 Uniones entre piezas de Bambú.

El (Ministerio de Vivienda, 2012) en la Norma Técnica E.100 Bambú menciona:

Las piezas de bambú, deben ser cortadas de tal forma que quede un nudo entero en cada extremo o próximo a él, a una distancia máxima $D=6$ cm del nudo. Las piezas de bambú, no se deben unir con clavos.

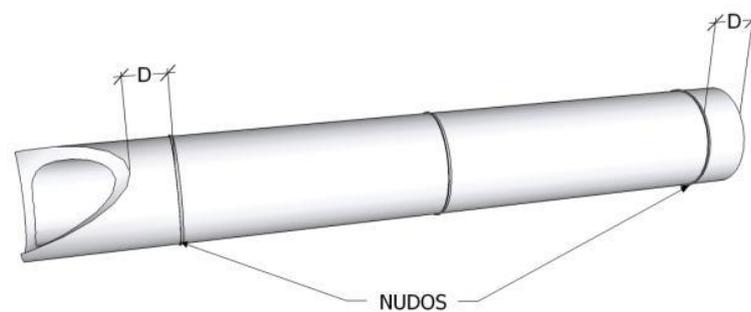


Figura 49: Unión entre piezas de bambú.
Fuente: Norma técnica E. 100 bambú.

2.3.5. Mantenimiento

(Ministerio de Vivienda, 2012) Toda edificación de bambú, debe ser sometida a revisiones, ajustes y reparaciones a lo largo de su vida útil.

El mantenimiento del bambú, se debe realizar con materiales como: ceras, lacas, barnices o pintura y según los siguientes criterios:

- Se deberán reajustar los elementos que por contracción del bambú, por vibraciones o por cualquier otra razón se hayan desajustado.
- Si se encuentran roturas, deformaciones excesivas, podredumbres o ataques de insectos xilófagos en las piezas estructurales, éstas deberán ser cambiadas.
- Garantizar que los mecanismos de ventilación previstos en el diseño original funcione adecuadamente.
- Evitar la humedad que puede propiciar la formación de hongos y eliminar las causas.

- Aquellas partes de la edificación próximas a las fuentes de calor, deben aislarse o protegerse con material incombustible o con sustancias retardantes o ignífugos, aprobados por la legislación peruana, que garanticen una resistencia mínima de una hora frente a la propagación del fuego.
- Los elementos y componentes de bambú, deben ser sobredimensionados con la finalidad de resistir la acción del fuego por un tiempo adicional predeterminado.
- Revisar la unión periódicamente, para reemplazarla en caso de aflojamiento.

2.4. Definición de términos básicos

- **Bambú:** El bambú es una especie de planta de tallos leñosos que pertenece a la familia de las gramíneas, crece en muchas partes del mundo y es de una inmensa importancia en el desarrollo de muchas sociedades. Crece en todos los continentes, a excepción de la Antártida y puede resistir una amplia oscilación de temperatura y seguir creciendo, en el caso de algunas especies hasta 50 metros de altura. También es uno de los materiales más antiguos usados por la humanidad es ligero, fuerte, flexible, de rápido crecimiento y con un singular tallo lignificado. (BROTO, 2014)
- **Estructura:**
 1. f. Disposición o modo de estar relacionadas las distintas partes de un conjunto .
 2. f. Distribución y orden de las partes importantes de un edificio.
 3. f. Distribución y orden con que está compuesta una obra de ingenio, como un poema, una historia, etc.
 4. f. Armadura, generalmente de acero u hormigón armado, que, fija al suelo, sirve de sustentación a un edificio. (RAE)
- **Ligereza:**
 1. f. Presteza, agilidad.
 2. f. Levedad o poco peso de algo.
 3. f. Inconstancia, volubilidad, inestabilidad.
 4. f. Hecho o dicho de alguna importancia, pero irreflexivo o poco meditado. (RAE)
- **Construcción:**
 1. f. Acción y efecto de construir.

2. f. Arte de construir.

3. f. Obra construida o edificada. (RAE)

Se entiende por construcción al proceso del armado de cualquier cosa, es el arte o técnica de fabricar edificios e infraestructuras.

- **Espacio Arquitectónico:** La parte que ocupa un objeto sensible, la capacidad de un lugar y la extensión que contiene la materia existente son algunas de las definiciones de espacio, un término que tiene su origen en el vocablo latino spatium. Arquitectónico, del latín architectonicus, es aquello perteneciente o relativo a la arquitectura (el arte y la técnica de proyectar y construir edificios). La noción de espacio arquitectónico hace referencia al lugar cuya producción es el objeto de la arquitectura. El concepto está en permanente revisión por parte de los expertos en esta materia, ya que implica diversas concepciones. Es correcto afirmar que se trata de un espacio creado por el ser humano (en otras palabras, un espacio artificial) con el objetivo de realizar sus actividades en las condiciones que considera apropiadas. Puede decirse, pues, que la función principal de un arquitecto es la configuración de espacios arquitectónicos adecuados. Para lograr esto, el arquitecto se vale de elementos arquitectónicos que constituyen las partes funcionales o decorativas de la obra. (Definición.DE)
- **Diseño modular:** El diseño modular es el diseño basado en la modulación reticular de espacios que permitan optimizar el tiempo de construcción y debido a que son transportables, desarmables y reorganizables permiten impulsar múltiples funcionalidades y su reutilización al generar un nuevo uso diferente al que fueron fabricados. (Wikipedia)

Exposición:

1. f. Acción y efecto de exponer.

2. f. Explicación de un tema o asunto por escrito o de palabra.

3. f. Presentación pública de artículos de la industria o de las artes y las ciencias con fines comerciales o culturales. (RAE)

- **Efímero:** Un espacio efímero es aquel que responde a un tiempo determinado y a una necesidad. En su concepción no difiere mucho de los espacios que tienen en su objetivo la perdurabilidad, pero sí en la estrategia en la que se acomete. (Daily)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método, y alcance de la investigación

De acuerdo a (Hernández, y otros, 2010) la investigación se rige a las siguientes características metodológicas:

3.1.1. Método general

Para la investigación se recurrió método científico, debido a que se planteó un problema de estudio, el cual fue analizado a partir de las características que este presenta y con ello se formuló las respectivas hipótesis, estas a su vez harán el papel de contraste para generar un nuevo conocimiento que resolverá partes del problema investigado.

3.1.2. Métodos específicos

La investigación utilizará el método descriptivo - inductivo, debido a que es una investigación que describirá las características de todas las variables, así como de sus posibles variantes para inducir en nuevos conocimientos.

3.1.3. Tipo

La investigación será del tipo aplicada pues se pretende llevar a cabo la construcción del espacio modular con estructura ligera de bambú para exposiciones efímeras.

3.1.4. Nivel o alcance

Según (Hernández, y otros, 2010 pág. 79). El estudio es de nivel exploratorio, ya que estos estudios se realizan cuando se tienen dudas o no se ha abordado antes en el tema, además que tiene como objetivo examinar un problema o tema de investigación poco estudiado.

3.2. Diseño de la investigación

Según (Hernández, y otros, 2010 pág. 148) el diseño de investigación es la estrategia concebida para responder a la pregunta de toda investigación, el que se empleará para esta investigación es el Cuasi Experimental, ya que se manipula deliberadamente la variable independiente para analizar y observar su efecto y relalos efectos y relaciones que guardan con las variables dependientes, sin embargo difieren de los experimentos “puros”, con respecto al grado de confiabilidad o seguridad que pueda tenerse sobre la equidad inicial de los grupos.

El esquema que presenta estos tipos de diseño son:

$$\begin{array}{c} GE \\ GC \end{array} \begin{array}{c} O_1 \\ O_3 \end{array} \begin{array}{c} X \\ \\ \end{array} \begin{array}{c} O_2 \\ O_4 \end{array}$$

Donde:

GE = Grupo Experimental

GC = Grupo de Control

X = Variable experimental

O_1 O_3 = Mediciones pre-test de la variable dependiente

O_2 O_4 = Mediciones post-test de la variable dependiente

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población:

Según (Hernández, y otros, 2010 pág. 174) una vez definida la unidad de análisis, se delimita la población que va a ser investigada y sobre la cual se generalizan los resultados. Así, una población es el conjunto de todos los casos y situaciones que se asimilan con una serie de especificaciones.

En el caso de la presente investigación la población es todos los módulos de bambú construidos en la zona de estacionamiento de la plaza principal del Distrito de Satipo (28 módulos).



JR. COLONOS FUNDADORES

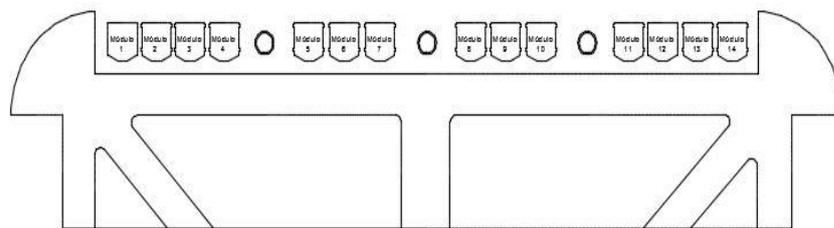


Figura 50: Distribución de Módulos existentes (Jr. Colonos Fundadores).
Fuente: Propia.

JR. FRANCISCO IRAZOLA

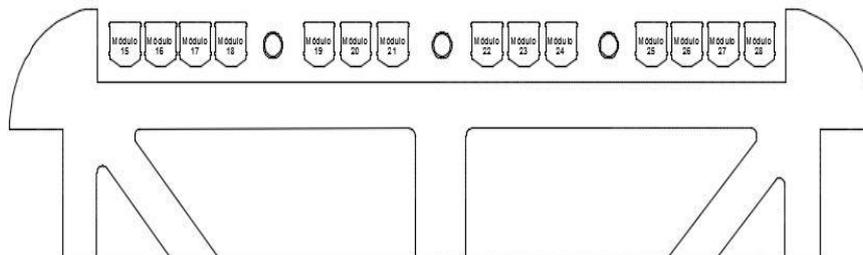


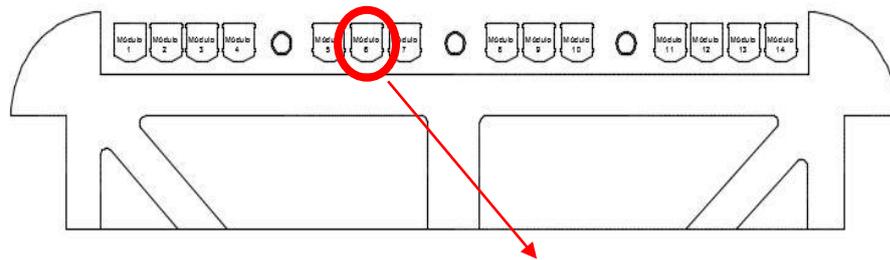
Figura 51: Distribución de Módulos existentes (Jr. Francisco Irazola).
Fuente: Propia.

3.3.2. Muestra:

Según (Hernández, y otros, 2010 pág. 173) La muestra es un subgrupo de la población la cual se está estudiando, donde se recolectan los datos, además que tiene que delimitarse previamente con exactitud, estos deberán ser representativos a nuestra población. Es por ello que nuestra muestra es el prototipo desarrollado usando el material y sistema seleccionado, en este caso es el módulo de bambú N° 6, que es el módulo mejor ubicado respecto a su orientación geográfica, que tendrá la menor exposición al sol durante el día y que se encuentra en dirección al viento.



JR. COLONOS FUNDADORES



3.3.3. Unidad de Análisis:

La unidad de análisis es una estructura ligera construida con bambú para exposiciones efímeras.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

En la técnica de recolección de datos se usó ensayos constructivos y prototipos hechos de bambú, que ayudaron a identificar la maniobrabilidad del material, ya que su manejo no requiere de mano de obra calificada.

Debido a que el proyecto se desarrolló de forma personal y no se tuvo conocimiento técnico previo para el manejo y maniobrabilidad del bambú, estos ensayos fueron esenciales para la creación y desarrollo de la estructura ligera construida con bambú

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos son recursos del cual el investigador se vale para acercarse a los fenómenos, y a partir de ellos extraer información, a través de una serie de conjunto de medios, mecanismos y sistemas para reelaborar, dirigir, conservar, recolectar y transmitir la información obtenida de todos los datos.

Las técnicas se refieren a la forma de obtener los datos y los instrumentos son los recursos materiales, por medio de estos se hace posible la obtención y archivamiento de la información que se requiere para la investigación.

En base a todo ello, los instrumentos son:

- Recursos que recopilen información con respecto a la investigación.
- Elementos fundamentales que extraen la información de las fuentes consultadas.
- Soportes que dan validez a la investigación y justifican los métodos a utilizar.

Para la presente investigación los instrumentos de recolección de datos serán:

- Fichas Técnica: donde se identificarán las características del bambú óptimo usado para la estructura del sistema modular, así como detalles en el proceso constructivo que resalten y ayuden a mejorar el proyecto final.
- Cuadros Morfológicos: en esta matriz se identificarán las funciones, atributos o variables fundamentales de los prototipos ensayados y su relación con todas las posibles alternativas o soluciones de cada una de las funciones.
- Guías de Ensayo: guías donde se redactarán los principios y procedimientos de cada prototipo, especificando detalles que demuestren la selección más adecuada del prototipo.

Se elaboró una ficha técnica (Anexo N° 02) para poder saber cuál es el bambú óptimo para su utilización como estructura ligera y su aplicación en espacios modulares para exposiciones efímeras.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Análisis y Justificación de la Plaza Principal del Distrito de Satipo

En la plaza principal del Distrito de Satipo es donde se desarrolla la presente investigación. La razón por que escogí esta zona, es porque soy originaria de este lugar, y en todas las épocas de festividades (Semana Santa, Fiestas Patrias, Aniversario de Creación Política del distrito, entre otros) el público en general, las Instituciones, Asociaciones, ofrecen sus productos en Stands ubicados alrededor de la Plaza principal del Distrito de Satipo con el fin de promocionar el turismo.

Al ser solo días festivos o feriados para el público en general, estas exposiciones son efímeras (como máximo solo duran 4 días) es por ello que recurren a exponer sus productos en Stands fabricados y/o construidos con materiales convencionales como el acero y cubierto con telas para protegerse del calor en el día, que a su vez son materiales ligeros que son de fácil armado, y su uso es común por parte de todos los comerciantes que llegan al distrito a vender algún producto.



Figura 52: Stands en la Plaza Principal de Satipo – Semana Santa
Fuente: Propia

El uso del bambú en la ciudad de Satipo no es muy conocido, debido a que es un material que la población desconoce su crecimiento en esta parte de la región, pero que sin embargo en distritos muy cercanos como San Martín de Pangoa que se encuentra a 30 minutos de la plaza principal de Satipo, ya existen plantaciones de bambú y personas especializadas en su producción, que se dedican a la plantación y posteriormente la venta de este material.

La ciudad de Satipo, cuenta con un clima y humedad privilegiado para la producción del bambú, así como para su conservación y mantenimiento, ya que este material en climas fríos y secos tiende a rajarse y decolorarse, es por ello que el uso del bambú en la ciudad de Satipo generará un mayor atractivo para la venta de productos oriundos de la región selva, además de mostrar a la población Satipeña que cuenta con esta riqueza natural que puede ser utilizada incluso para la construcción de otras estructuras y embellecer más la ciudad.

4.1.2. Resultados de fichas de observación aplicada a Construcciones de Estructuras Ligeras convencionales

Según las fichas de observación aplicada a las construcciones de estructuras ligeras convencionales (Stands usados por los comerciantes en el Distrito de Satipo con acero y tela), se obtuvieron una serie de resultados, que sirvieron principalmente como base de datos para el diseño y propuesta de la estructura

ligera construida con bambú para exposiciones efímeras, se tomaron en cuenta los resultados que a continuación se muestran.

 Universidad Continental		FACULTAD DE INGENIERIA			
		ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ARQUITECTURA			
PESO DE ESTRUCTURA DE ACERO (TIPOLOGIA EXISTENTE)					
PROYECTO:	"USO DEL BAMBÚ COMO ESTRUCTURA LIGERA Y SU APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS MODULARES PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS EN LA PLAZA PRINCIPAL DEL DISTRITO DE SATIPO AL 2018"				
REGIÓN:	JUNÍN	PROVINCIA:	HUANCAYO		
DISTRITO:	EL TAMBO	LUGAR:	CAMPUS UNIVERSIDAD CONTINENTAL - INCHO		
ESTRUCTURA PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS CONSTRUIDA CON ACERO					
Material:	Tubos de Acero Electrosoldados LAC ASTM A500		Fecha:	Noviembre - 2018	
	Partes	Longitud (m)	Cantidad	Peso kg/m	Total de Peso (kg)
	Tubos Verticales	2.50	4	1.403	14.03
	Tubos Horizontales	3.00	2	1.403	8.42
	Tubos de Amarre	2.00	2	1.403	5.61
	TOTAL				

Tabla 1: Ficha de peso de estructura de acero (Tipología existente).
Fuente: Propia.

4.1.2.1. Análisis del Tipo de Material

En este análisis se obtuvo datos de los tipos de material que usan los comerciantes en general para sus exposiciones de productos y servicios. La fecha elegida fue en Semana Santa, días feriados que aprovechan las Instituciones y Asociaciones para exponer sus productos y servicios, debido a que llegan a la ciudad turistas para visitar los atractivos turísticos naturales de la zona, e incluso los mismos pobladores de la ciudad que aprovechan estos días no laborables para distraerse con paseos dentro de la ciudad y por ende la Plaza Principal.

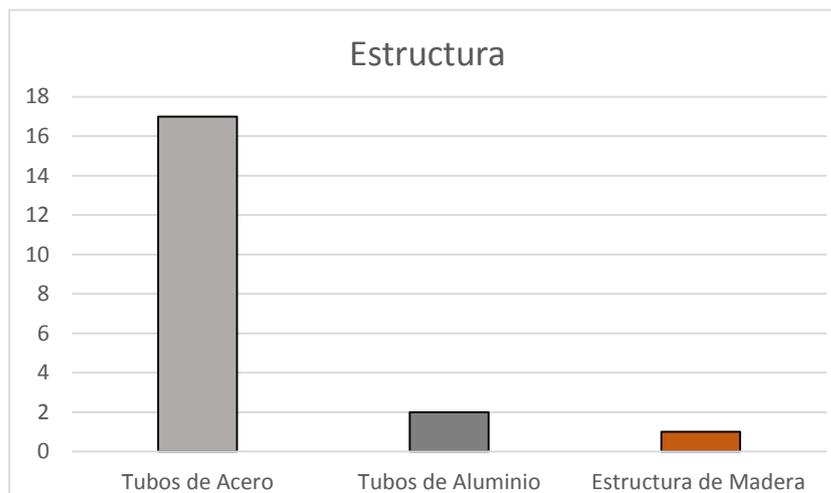


Figura 53: Tipos de Material para la estructura de los stands de venta
Fuente: Propia

En este análisis observamos que el 85% de los comerciantes usa los tubos de acero para la estructura del Stand donde expondrán sus productos, ya que es un material fácil de conseguir, ligero y que no demanda ni de tiempo ni experiencia para su armado. A la vez notamos, que ningún comerciante e incluso pobladores de la zona que también exponen sus productos, usan el bambú, debido a su desconocimiento del material dentro de la zona.

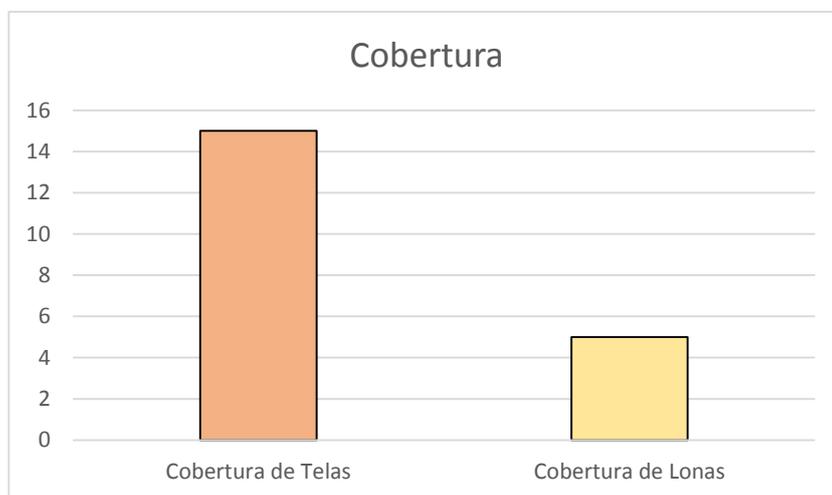


Figura 54: Tipos de Material para la cobertura de los stands de venta
Fuente: Propia

En este análisis observamos que el 75% de los comerciantes usan las coberturas de tela para proteger sus stands de la lluvia, atenuarse del calor y crear las divisiones interiores entre stands, ya que es un material fácil de

colocar (ajustados solo con imperdibles o atados entre sí a la estructura) y también porque después de su uso para ese evento, se puede reutilizar usando el mismo método de anclaje y solo lavándolo de algunas manchas que pueden tener.

4.1.2.2. Análisis de la Estética de la Estructura

A través de las fichas realizadas en este ítem, se obtuvieron resultados que dan validez a la tesis, por su importancia en cuanto al proyecto se refiere, debido a que las estructuras de acero cubiertas por telas, no guardan ninguna relación con el entorno de la plaza principal de Satipo.

Nuestra selva peruana tiene gran riqueza natural, tanto como en el paisaje y en la vegetación, que son características en todo lugar, y más aún en la plaza principal de Satipo que cuenta con árboles y plantas ornamentales que decoran toda la plaza, haciendo de esta una pequeña muestra que puede brindar toda la selva de la región central y más del distrito de Satipo.



Figura 55: Stands en la Plaza Principal de Satipo – Fiestas Patrias
Fuente: Propia

En la Figura 55, se muestra la ubicación de los Stands entre árboles plantados alrededor de la plaza principal de Satipo, que no guardan relación con el entorno natural que mantiene toda esta parte, es por ello que la utilización de materiales ecológicos para la construcción de estos espacios modulares serían ideales para mantener la armonía y estética entre la

naturaleza de la plaza principal de Satipo y los espacios donde expondrán sus productos los comerciantes de la zona.

4.1.2.3. Análisis del Impacto Ambiental

Las exposiciones efímeras se realizan en estructuras convencionales y con materiales como lo es el acero. El acero es un material que implica una serie de procesos complejos las cuales implica los siguientes procedimientos: producción de coque del carbón y recuperación de sub productos, preparación de mineral, producción de acero, producción de hierro, fundición, laminado y acabado. La producción de acero da como resultado una contaminación atmosférica, contaminación de las aguas y contaminación del suelo.

En la producción de coque es donde se produce varias cantidades de aguas servidas que contienen altas cantidades de amoníaco y otros componentes, que se liberan durante el proceso de coquificación. Estas aguas contienen concentraciones tóxicas de tiocianato, cianuro, amoníaco, fenoles, sulfuro entre otros. La producción de coque emite polvo de coque, humo visible, y sustancias volátiles que se mencionan previamente.

La producción de acero origina grandes cantidades de aguas servidas que poseen una amplia gama de compuestos orgánicos (fenoles y cresoles), compuestos de arsénico, amoníaco y sulfuros, así como altas concentraciones de sólidos suspendidos.

En la producción de acero se generan grandes cantidades de gases tóxicos que contienen polvo y monóxido de carbono.

Finalmente en la fundición, laminación y acabado generan volúmenes significativos de desechos líquidos alcalinos y ácidos.

Debido a este análisis de impacto ambiental y a la huella ecológica que origina este material se realizó un cuadro de ahorro energético.

Para poder determinar y comparar la cantidad de energía utilizada en la construcción de los sistemas modulares construidos con acero y con bambú, utilizamos los datos proporcionados por el Banco de Precios 2016 BEDEC PR/PCT del Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITEC).

Material	Coste energético/Energy Cost MJ/kg	Coste energético/Energy Cost kWh/kg	Emisión/Emission CO ₂ kg CO ₂ /kg	Peso específico/Specific Weight kN/m ³
Acero/Steel	35.000	9.722	2.800	78.500
Gasóleo/Gas Oil	10.100	2.806	0.003	8.900
Cemento/Cement	4.360	1.211	0.410	13.950
Cal/Lime	3.430	0.953	0.320	9.950
Ladrillo/Brick	2.321	0.645	0.180	12.070
Madera/Wood	2.100	0.583	0.060	14.600
Yeso/Gypsum	1.800	0.500	0.160	12.500
Áridos/Aggregates	0.100	0.028	0.007	15.000
Arena/Sand	0.100	0.028	0.007	15.200
Agua/Water	0.050	0.014	0.001	10.000
Escombros/Debris	-0.050	-0.014	0.000	12.500

Figura 56: Valores energéticos y de emisiones de materiales
Fuente: Banco de Precios 2016 ITEC

A partir de ello, calculamos el coste energético y la cantidad de emisión de CO₂ que generaría el sistema modular construido con acero, a partir del peso total de la estructura calculado anteriormente:

ESTRUCTURA PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS CONSTRUIDA CON ACERO					
Material:	Tubos de Acero Electrosoldados LAC ASTM A500		Fecha:	Noviembre - 2018	
	Partes	Longitud (m)	Cantidad	Peso kg/m	Total de Peso (kg)
	Tubos Verticales	2.50	4	1.403	14.03
	Tubos Horizontales	3.00	2	1.403	8.42
	Tubos de Amarre	2.00	2	1.403	5.61
	TOTAL				

Tabla 2: Ficha de ahorro energético de estructura de acero (Tipología existente).
Fuente: Propia.

$$\text{Peso Total de la Estructura} = 28.06 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Coste Energético del Acero} &= 35.00 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \times \frac{239.00 \text{ kcal}}{1 \text{ MJ}} \times 28.06 \text{ kg} \\ &= 234721.9 \text{ kcal} \end{aligned}$$

$$\text{Emisión de CO}_2 \text{ del Acero} = 2.80 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kg}} \times 28.06 \text{ kg} = 78.57 \text{ kgCO}_2$$

El hecho de que la zona de estudio este dentro de la Selva Central significa un desafío adicional, porque dentro de tan frágil ecosistema se pretende plantear una alternativa constructiva, pero que esta beneficie a los pobladores, así como al medio ambiente, esto sería muy difícil si se tratara de un sistema constructivo que dependiera de un proceso de

industrialización y de un abastecimiento de materias primas, como la construcción con acero.

Pero eso cambia cuando la materia prima sometida a pocos procesos se convierte en el material para este nuevo sistema constructivo, más aun cuando esta materia prima tiene propiedades favorables para el medio ambiente, como son su alta capacidad de fijar CO₂ y su capacidad de retener H₂O , o su elevado grado de producción de Oxígeno al medio ambiente. El impulso de conservación es algo que se tiene que implementar como una política de desarrollo muy sólida y garantizada con el compromiso de los pobladores del lugar quienes son los principales beneficiados.

4.1.2.4. Análisis de las tipologías existentes.

Nuestro país, al ser una nación pluricultural y heredera de múltiples costumbres tanto europeas como nativas, mantiene permanentemente una diversidad de festividades, fiestas y ferias que unen a las personas del mismo lugar o de diferentes ciudades a que compartan los diferentes productos tanto gastronómicos, agropecuarios, artesanías, entre otros que ofrecen cada ciudad debido a la riqueza que tenemos en cada parte del Perú.

La mayoría de comerciantes que ofrecen sus productos en estas ferias, son personas de bajos recursos económicos, que exhiben sus productos facilitados por los distintos organismos que controlan estas ferias, tales como municipalidades, gobiernos regionales, entre otros, las cuales brindan la accesibilidad de lugares específicos para que se realicen estos eventos, generando en ellos un beneficio social para que los comerciantes y productores puedan vender sus productos sin la necesidad de tener un local comercial que les generaría más gastos menos ingresos económicos.

Es por ello que, los comúnmente llamados stands o módulos de venta, donde ofrecen sus productos, son contruidos con materiales de bajo costo y de fácil armado y desarmado, para que generen un ahorro tanto económico como una mejor optimización de los tiempos del montaje.

En nuestra región, podemos observar que las tipologías de sistemas modulares para las ferias, se basan en elementos de madera en forma de tijerales que se amarran entre sí con listones de madera que estabilizan la

estructura para resistir las fuerzas del viento y la lluvia, y cubiertas con plásticos que cubren los espacios del sol y la lluvia.



Figura 57: Feria Dominical de la ciudad de Huancayo
Fuente: Propia

También existen los sistemas modulares construidos con acero o tubos electro soldados que son estructuras, en su mayoría, utilizadas para ferias de exposiciones de servicios o eventos organizacionales, que son cubiertas con lona plastificada.



Figura 58: Feria del Pescado 2017
Fuente: Municipalidad Distrital de San Martín de Porres

En el distrito de Satipo, que es la ciudad donde se plantea nuestra investigación, los sistemas modulares para las exposiciones son de tubos electro soldados cubiertos con telas de colores que dividen entre si los diferentes ambientes.



Figura 59: Stands en la Plaza Principal de Satipo – Semana Santa
Fuente: Propia

4.1.3. Comparación entre la Estructura Ligera convencional y estructura con Bambú propuesta.

Según las fichas de observación aplicada a las construcciones de estructuras ligeras convencionales (Stands usados por los comerciantes en el distrito de Satipo con acero y tela), se obtuvieron una serie de resultados, que sirvieron principalmente como base de datos para el diseño y propuesta de estructura

4.1.3.1. Beneficios: Sistema modular existente (acero) vs. Sistema modular propuesto (bambú).

	SISTEMA MODULAR EXISTENTE (ACERO)	SISTEMA MODULAR PROPUESTO (BAMBÚ)
BENEFICIO SOCIAL		A través del cultivo del bambú para fines constructivos se está dando oportunidad a las personas del lugar a intervenir para que vean en ello una oportunidad de negocio mediante la industrialización así mismo a las comunidades nativas aledañas al Distrito de Satipo, asociaciones, instituciones que promueven el turismo y pobladores de dicho Distrito ya que ellos son los beneficiados al poder exhibir sus productos ya sea artesanías, gastronomía, exhibición de plantas exóticas, etc en un espacio atractivo, seguro e innovador para los visitantes.
BENEFICIO AMBIENTAL	El acero es un material que es reusable y reciclable pero que en el momento de su producción daña el medio ambiente debido a la gran contaminación de químicos que se generan como el amoníaco, aguas servidas, sustancias volátiles y gases tóxicos. Dejando una gran huella ecológica.	El bambú es un material que conserva y protege el medio ambiente mediante la generación de grandes cantidades de oxígeno, retiene agua y sirve para reforestar los bosques. Por ello el bambú se convierte en una planta que genera una atmósfera saludable, así como el cuidado de la tierra y de los seres vivos. Reduciendo la huella ecológica.
BENEFICIO ECONÓMICO	El acero debido a su gran demanda y a su industrialización es un material de bajo costo por lo cual es muy frecuente su utilización en temas constructivos.	El bambú es un material en la cual su costo de producción es relativamente bajo en comparación de otros materiales como el acero sin embargo es accesible a los precios del mercado.

Tabla 3: Beneficios Sistema modular existente (acero) vs. Sistema modular propuesto (bambú)
Fuente: Propia.

4.1.3.2. Características: Sistema modular existente (acero) vs. Sistema modular propuesto (bambú).

CARACTERÍSTICAS	SISTEMA MODULAR EXISTENTE (ACERO)	MODELO PROPUESTO (BAMBÚ)
ECONÓMICO	El acero es un material muy conocido que es usado frecuentemente para estos tipos de estructuras debido a su bajo costo de producción y transformación.	El bambú es un material no convencional que es poco conocido y difundido en el Distrito de Satipo, su costo de producción es relativamente bajo en comparación de otros materiales como el acero sin embargo es accesible a los precios del mercado.
FÁCIL ARMADO	En estos módulos existentes se utilizan uniones pre fabricadas que hacen que el armado sea fácil y rápido.	En el módulo propuesto con bambú se realizan perforaciones para poder unirlos mediante pernos y de manera manual.
SOSTENIBLE	El acero es un material que no es sostenible debido a la gran contaminación de químicos que se generan en su producción como el amoníaco, aguas servidas, sustancias volátiles y gases tóxicos.	El bambú es un material natural, renovable que no genera ningún tipo de contaminación durante su producción y que reduce la huella ecológica.
ACCESIBILIDAD AL MATERIAL	El acero es un material que debido a su gran demanda es de fácil alcance.	El bambú es un material que se puede encontrar fácilmente ya que ha sido cultivado en gran cantidad durante los últimos años en la zona de intervención.
MANO DE OBRA	El acero requiere de mano de obra calificada para su producción y posteriormente para la utilización de soldadura electromecánica.	El bambú no requiere de mano de obra calificada y se utilizan herramientas manuales para su transformación.
ESTÉTICA	El acero tiene una composición neutra que no es agradable a la vista. Así mismo por la utilización de telas que colocan en estos	El bambú debido a su forma, color y maleabilidad es estéticamente atractivo a la vista la cual no requiere de ningún tipo de acabado.

	módulos existentes ya que en muchos casos utilizan telas en mal estado.	
ESTABILIDAD	El sistema modular existente en acero no es estable ya que debido a su forma y estructura está propensa a que por los vientos y lluvias que se suscitan en el lugar de intervención pueda sufrir daños, está propenso a que filtre el agua de las lluvias y no sea seguro para las personas que exhiban sus productos.	El modelo propuesto con bambú es estable debido a los datos de concreto con los que va contar en la superficie y a su forma estructural, convirtiéndose en un espacio seguro ante los vientos y lluvias.

Tabla 4: Características Sistema modular existente (acero) vs. Sistema modular propuesto (bambú)
Fuente: Propia.

4.1.3.3. Versatilidad para su industrialización: Sistema modular existente (acero) vs. Sistema modular propuesto (bambú).

	SISTEMA MODULAR EXISTENTE (ACERO)	SISTEMA MODULAR PROPUESTO (BAMBÚ)
FLEXIBILIDAD	El acero al ser un material maleable se adecua a cualquier tipo de forma.	El bambú al ser transformado para nuestro caso en latillas lo hace un material flexible.
ADAPTABILIDAD	El sistema modular existente en acero se adapta al espacio que destina la Municipalidad Provincial de Satipo, sin embargo esta estructura debido a sus materiales adicionales al acero como la tela no es adaptable a cualquier lugar ya que si uno quiere colocarlo en otros espacios por la falta de cobertura adecuada no la hace adaptable ni al entorno ni a los aspectos climáticos.	El modelo propuesto con bambú si es adaptable al espacio que destina la Municipalidad Provincial de Satipo, así mismo es adaptable a cualquier espacio ya que cuenta con una cobertura en caso de lluvias, sol y con una estructura segura en caso de vientos. Por la misma forma y la materia prima lo hace adaptable al entorno.

DURABILIDAD	El acero es un material durable pero que con el tiempo tiende a oxidarse al estar en contacto con la intemperie.	El bambú es un material durable ya que para su uso perenne este material pasa por todo un proceso químico como lo es el preservado para que pueda evitarse que esté expuesto a insectos que puedan dañar el material y el mismo clima. En nuestro caso al ser efímero no requiere de un preservado.
FÁCIL TRANSPORTE	El acero al ser un material hueco y debido al diámetro y al espesor que utilizan para estas estructuras tiende a ser de fácil transporte por lo que su peso juega un papel muy importante para su fácil transporte.	Nuestro modelo propuesto con bambú es de fácil transporte debido a la ligereza de las cañas que se utilizaron para la construcción y al ser piezas desmontables.

El prototipo realizado con bambú para exposiciones efímeras no puede ser industrializado debido a que todo el proceso constructivo se realiza de manera manual y con mano de obra no calificada, mediante cortes y ensamblajes manuales. Así mismo para que este material pueda ser industrializado se requiere de máquinas especiales para realizar las distintas transformaciones de este material y lastimosamente en el Perú aún no se cuenta con estas máquinas especiales como en otros países, esto también es debido a la falta de importancia que se le da a este material.

En el Perú el bambú se trabaja de manera manual, con mano de obra no calificada y máquinas manuales ya que es un material trabajable y que hasta con un simple machete y una lija se puede realizar las transformaciones de la caña para distintas formas en una estructura.

Tabla 5: Versatilidad para su industrialización Sistema modular existente (acero) vs. Sistema modular propuesto (bambú)

Fuente: Propia.

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Concepción del proyecto arquitectónico

Para poder realizar el espacio modular para exposiciones efímeras se utilizó el bambú en su especie *Guadua Angustifolia Kunth* debido a que este material es maleable y tiene muchas propiedades en el tema constructivo como lo es su ligereza y la flexibilidad, así como también su bajo costo, poco requerimiento de tecnología para trabajarlo, mano de obra no calificada y estéticamente agradable.

Este material a parte de tener características físicas que ayudan al tema constructivo también al ser un material liviano es fácil de transportar, almacenar, facilita y da las posibilidades de construir estructuras rápidas, temporales o permanentes como lo es en nuestro tema de investigación.

El bambú tiene un color natural y es un material liso que se puede aprovechar en su forma natural, este material al ser maleable ayuda a que podamos latillarlo, hacer cortes en circunferencias, entre otros. El bambú es un material sostenible que ayuda al impacto ecológico y que se adapta muy bien a nuestro entorno como lo es el Distrito de Satipo.

Este material se puede encontrar a solo 30 minutos (San Martín de Pangoa) de nuestro lugar de estudio y que muy pocos pobladores conocen sus propiedades debido a la falta de información y a tener una mala referencia de este material ya que muchos tienen la idea de que el bambú se utiliza para viviendas rurales y para zonas de pobreza.

Es por ello que esta investigación está enfocada a este material debido a las ventajas ya mencionadas anteriormente. Como primera concepción se obtuvo un prototipo con la cual se quiso reproducir la forma típica de las viviendas del Distrito de Satipo que tienen la forma de una choza, las tipologías de las viviendas son de cuatro paredes con una forma cuadrada y con el techo en forma cónica tal como se aprecia en las construcciones fijas que se encuentran en la plaza de dicho distrito que sirven para la venta e información turística.



Figura 60: Tipología de módulos fijos.
Fuente: Propia.

En la figura 61 que es nuestra primera concepción la cual se usó como material estructural la especie de bambú *Guadua Angustifolia Kunth* se tuvo que descartar debido a la forma ya que se requería de gran cantidad de cañas, la inestabilidad de la estructura, la poca ligereza debido a que se debía hacer uniones entre cañas con mortero, al no tener paredes regulares no iba ser factible para poder ensamblar los paneles; nuestro prototipo debe ser una estructura que sea de fácil armado y

desarmado porque lo que se quiere lograr es un espacio modular para exposiciones efímeras.



Figura 61: Primera concepción arquitectónica.
Fuente: Propia.

En este primer prototipo que tiene como medidas 4.40 m de frontis y 2.40 de fondo en cuanto a la planta tiene una forma octogonal que al unir varios de estos módulos nos ayudaría a agruparlas de forma lineal y de forma intercalada. Estas medidas van acorde al espacio que actualmente sirve de estacionamiento donde se colocan

todos los módulos para exposiciones y que a la vez va servir para colocar nuestro módulo para exposiciones efímeras.

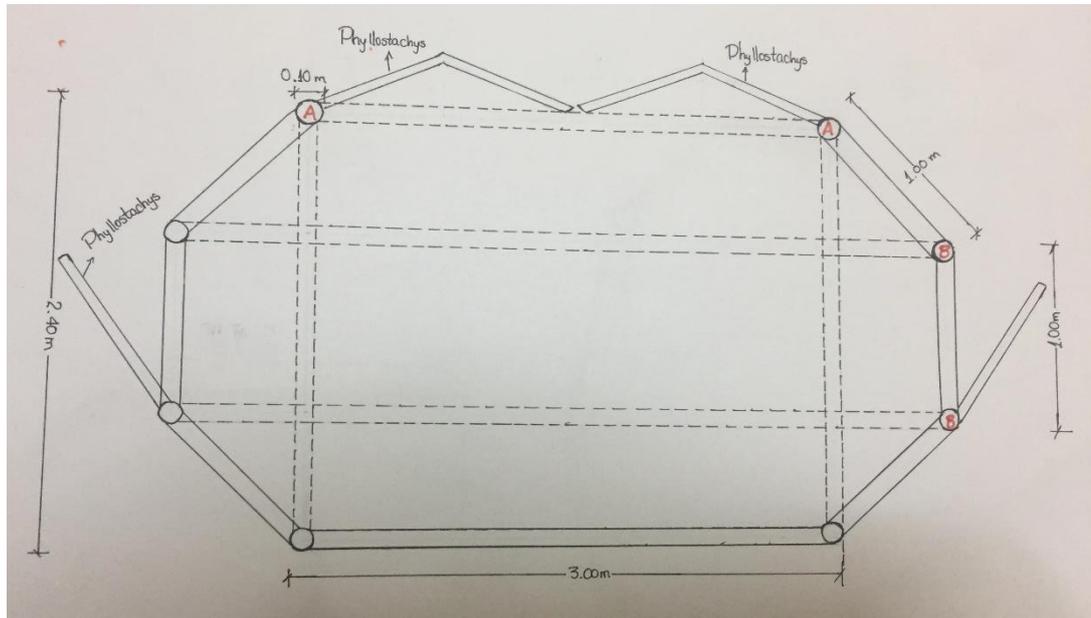


Figura 62: Planta - Primera concepción arquitectónica.
Fuente: Propia.

A este primer prototipo se le incorporaría la especie *Phyllostachys* para el panel que iría en el ingreso principal con los anillos de bambú de los residuos de las cañas, esta especie se tomó en cuenta debido a su dimensión para poder contra restar temas de dimensiones; se le consideró las puertas replegables que al analizarlo no funcionarían porque como se sabe en módulos de exposiciones no se requiere de puertas sino que se deje el ingreso principal abierto y libre para el ingreso del público en general.

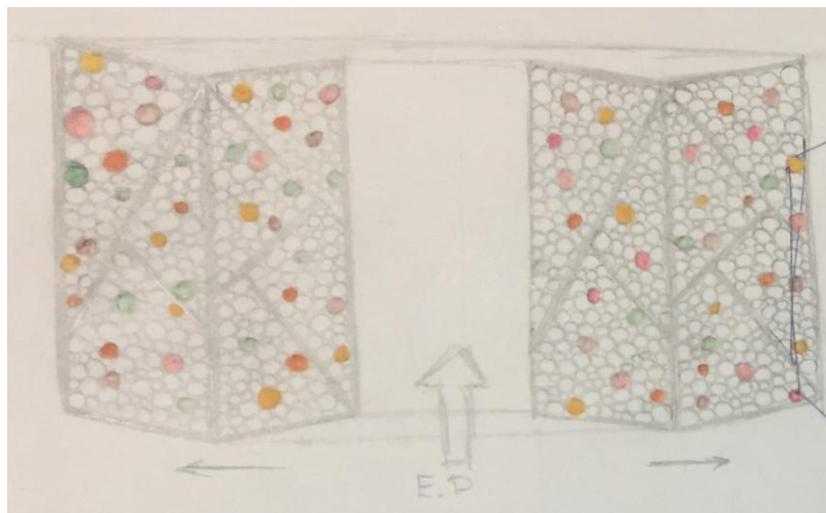


Figura 63: Detalle de ingreso principal - Primera concepción arquitectónica.
Fuente: Propia.

En cuanto a las paredes laterales se utilizó la especie *Phyllostachys* cubriéndola con latillas de bambú de la especie *Guadua Angustifolia* Kunth, debido a la forma sería dificultoso armarlo y colocarlo.



Figura 64: Detalle paredes laterales - Primera concepción arquitectónica.
Fuente: Propia.

En las paredes diagonales, ver figura 65 se colocarían paneles con las circunferencias de los residuos del bambú pero a la forma que optó esta estructura era dificultoso realizar un panel desmontable.



Figura 65: Detalle paredes diagonales - Primera concepción arquitectónica.
Fuente: Propia.

En la parte posterior del módulo se armó un panel mezclando latillas de bambú y circunferencias de los residuos formando así una forma de rombo esta forma responde a la iconografía de su vestimenta utilizados por los nativos asháninkas.

En cuanto a la cobertura se utilizaría lona vinílica que sería de fácil armado ya que contaría con unos ganchos atornillables.



Figura 66: Detalle cobertura - Primera concepción arquitectónica.
Fuente: Propia.

Como prototipo final obtuvimos una forma rectangular y modular con sus cuatro lados ortogonales y con una cobertura que ayuda a épocas de lluvia por el tema de la caída que se generó, al unir estos módulos se puede generar un recorrido interiormente debido a que las lonas de los laterales se puede quitar y así facilite en caso llueve o solee muy fuerte. Cabe resaltar que se tuvo en cuenta la tipología del lugar pero dándole algunas modificaciones como lo es el tema del techo.



Figura 67: Prototipo final.
Fuente: Propia.

En cuanto a las especies de bambú utilizadas se optó por utilizar tanto la *Guadua Angustifolia* Kunth como tema estructural y como tema de detalles o divisiones se utilizó la especie de bambú *Phyllostachys* que nos ayuda a darle estética a nuestro módulo por su menor dimensión.

Se concibió debido a que necesitábamos crear una estructura de fácil armado y que no demande de muchas cañas de bambú para que así la estructura o el módulo sea ligero.

En un primer momento se optó por uniones de acero soldados pero esto impediría al momento de proyectarnos al tema de la cobertura y del volado para cubrarnos del sol y de la lluvia porque como sabemos en el Distrito de Satipo hace mucho calor y a la vez las lluvias son muy frecuentes, así que se optó por unir las cañas con canal de acero y unirlo perpendicularmente con disco y canal de acero que son fáciles de ensamblar. Como material de cobertura tanto para el techo como para los laterales y el frente se colocó lona vinílica de color blanco que engancharía a los bambúes mediante ganchos atornillables y que son fáciles de poner y poder sacarlos de acuerdo al evento y a la función que se le quiere dar.

En la parte frontal está compuesta de lona y anillos de bambú, la forma triangular de estos espacios se debe a la iconografía que utilizan en sus vestimentas y artesanías, estas dos partes al unir las crean una de las tantas formas que se aprecian en sus vestimentas. Los anillos de bambú nacieron por el hecho de que al construir con este material siempre genera desperdicios, estos anillos están unidos entre sí con cintillos de seguridad y con un marco interior de latillas para poder sujetar los anillos al marco y ensamblarlo de acuerdo a la forma y medidas que hacen que estos paneles no sean rígidos y genere el ingreso de luz y ventilación natural. En estos anillos de bambú están pintados de color: rojo, azul, amarillo, verde y marrón debido a la diversidad con la que cuenta este distrito y a los colores de las aves oriundas que son plasmados tanto en sus artesanías. Están pintados de manera aleatoria en los anillos que cuenta con los nudos propios de este material.



Figura 68: Detalle frontal - Iconografía.
Fuente: Propia.

En la parte posterior del módulo está formado de anillos de bambú que están unidos con cintillos de seguridad para que los paneles no sean rígidos y a su vez generen ingreso de luz y ventilación natural, al igual que los paneles de la parte frontal estos están pintados de los colores ya mencionados.



Figura 69: Detalle posterior.
Fuente: Propia.

Con este módulo también se hizo un juego de luces ya que por las noches al estar esto iluminado genera este juego de luces entro los espacios cerrados con lona como lo son los laterales y la parte frontal y posterior q están compuestos de anillos de bambú, no se quiso que todo el módulo se viera cerrado o tapado sino que tengan distintas esencias.



Figura 70: Módulo – Detalle de noche.
Fuente: Propia.

Los módulos fueron ubicados en la plaza principal del Distrito de Satipo que se ubica en las siguientes calles: Jr. Colonos Fundadores, Av. Manuel Prado, Jr. Francisco Irazola y la Av. Augusto B. Leguia. Estos módulos serán distribuidos en el Jr. Colonos Fundadores y el Jr. Francisco Irazola en el área planteada para estacionamiento público.

Estos espacios son autorizados por la Gerencia de Servicios Públicos y Seguridad Ciudadana de la Municipalidad Provincial de Satipo que son brindados a las Instituciones y Asociaciones con el fin de promover el turismo es por ello que no pagan ningún monto por dichos espacios.

Los módulos propuestos que son distribuidos en los espacios autorizados son de 2.70m. x 3.70m. Estos módulos cumplen con los parámetros establecidos por la Municipalidad.

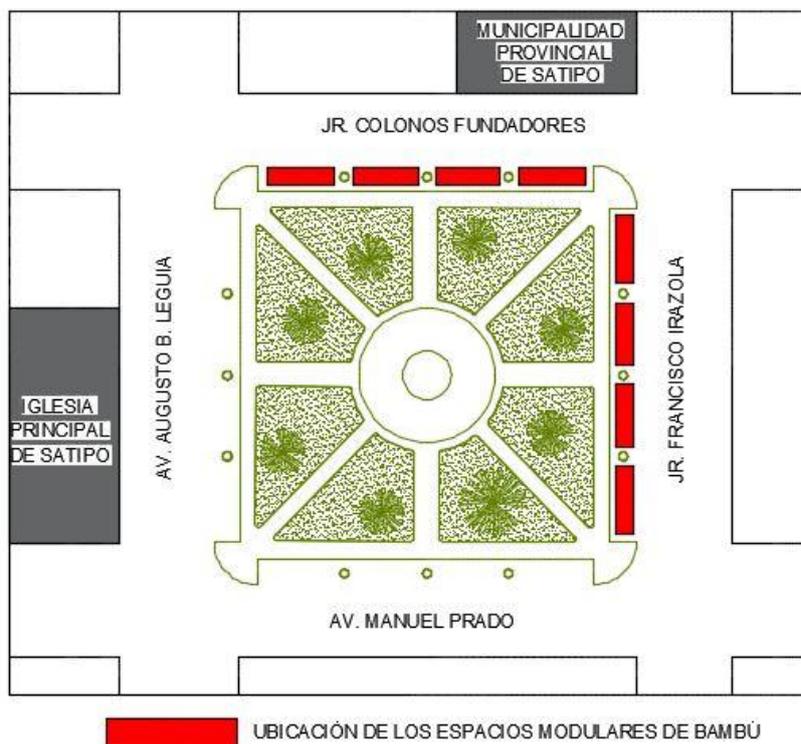


Figura 71: Ubicación de módulos de bambú.
Fuente: Propia.

Los módulos están distribuidos como se observan en la imagen respetando el ancho de la zona de estacionamiento (6.30m) y las jardineras que cuentan con árboles en la zona intermedia del estacionamiento.

Estos módulos cuentan con un solo frente que da hacia la vereda del parque Principal de Satipo.

4.2.2. Obtención del bambú (*Guadua Angustifolia Kunth*)

El bambú se obtuvo del Distrito de San Martín de Pangoa ubicado a 30 minutos del Distrito de Satipo.

Se contactó con un Ing. Forestal que se estuvo dedicando al cultivo del bambú hace ya varios años es por ello que ya tenían las cañas de bambú con 5 años de cosecha en sus especies *Guadua Angustifolia Kunth* y *Phyllostachys*.



Figura 72: Bambú - Guadua Angustifolia Kunth.
Fuente: Propia.

4.2.3. Descripción del espacio modular para exposiciones efímeras

Se desarrolló el espacio modular construido de bambú, a partir de la última concepción arquitectónica, manteniendo al bambú como elemento principal y mayoritario para toda la estructura, cumpliendo las normas y técnicas establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E.100 (Bambú) y el Manual de Construcción con Bambú de SENCICO (Servicio nacional de capacitación para la Industria de la Construcción), obteniendo el espacio modular con las siguientes características:

4.2.3.1. Análisis y Diseño Estructural del espacio modular de bambú para exposiciones efímeras

a) Método de Diseño

El diseño de los elementos estructurales de bambú en conformidad a la Norma E.100 - Bambú, deberá hacerse para cargas de servicio, utilizando el método de esfuerzos admisibles.

La norma técnica nos indica que los esfuerzos admisibles para las diferentes cargas que se aplicaran en las cañas de bambú son las siguientes:

ESFUERZOS ADMISIBLES				
FLEXION (f_m)	TRACCION PARALELA (f_t)	COMPRESION PARALELA (f_c)	CORTE (f_v)	COMPRESION PERPENDICULAR ($f'_{c\perp}$)
5 Mpa (50 Kg/cm ²)	16 Mpa (160 Kg/cm ²)	13 Mpa (130 Kg/cm ²)	1 Mpa (10 Kg/cm ²)	1.3 Mp (13 g/cm ²)

Figura 73: Esfuerzos Admisibles del bambú.
Fuente: Norma Técnica E.100-Bambú.

Sin embargo, nuestra estructura ligera para exposiciones efímeras no presenta cargas de servicio, ya que es una estructura que solo se usará para la ocupación de las personas dentro de la estructura (a nivel del suelo) y no presentará ningún tipo de sobrecarga sobre el techo, ya que la cobertura del techo es de lona vinílica, que no representa ningún tipo de sobrecarga a la estructura.

A partir de este análisis, llegamos a la conclusión que el método de diseño para nuestra estructura solo se dará con el cálculo de Deflexiones Admisibles para elementos en flexión ya que solo se considerará el peso propio del bambú como carga máxima que soportará toda la estructura.

b) Deflexiones Admisibles Para Elementos En Flexión

Según la Norma E.100 – Bambú indica que:

Las deflexiones máximas admisibles deberán limitarse a los siguientes valores:

a) Para cargas permanentes más sobrecarga de servicio en edificaciones con cielo raso de yeso: $L/300$; sin cielo raso de yeso: $L/250$. Para techos inclinados y edificaciones industriales: $L/200$.

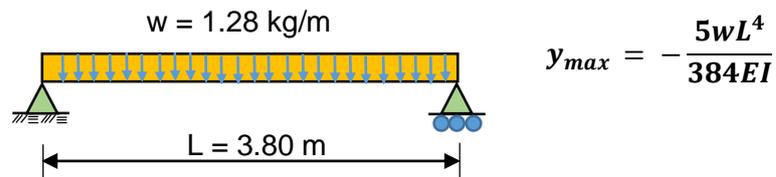
b) Para sobrecargas de servicio en todo tipo de edificaciones, $L/350$ ó 13 mm como máximo.

Siendo “L” la luz entre caras de apoyos o la distancia de la cara del apoyo al extremo, en el caso de volados.

Para nuestra estructura analizaremos la situación más crítica, que para tal caso será el bambú más largo y que no tiene apoyos intermedios.

Análisis de Caña de Bambú más crítica:

- Deflexión Máxima:



El módulo de elasticidad (E) del bambú se encuentra consignado en la Norma Técnica E.100- Bambú:

MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)	
E_{PROM}	E_{MIN}
9500 Mpa (95000Kg/cm ²)	7300 Mpa (73000 Kg/cm ²)

Figura 74: Módulo de Elasticidad del bambú.
Fuente: Norma Técnica E.100-Bambú.

Para nuestro análisis se usará el módulo de elasticidad promedio ya que el módulo de elasticidad mínimo se usa para el diseño de columnas aisladas (según la Norma Técnica E.100- Bambú).

El momento de Inercia (I) se calculará para un cilindro hueco en representación de las cañas de bambú:

$$I = \frac{1}{2}m(R_1^2 + R_2^2)$$

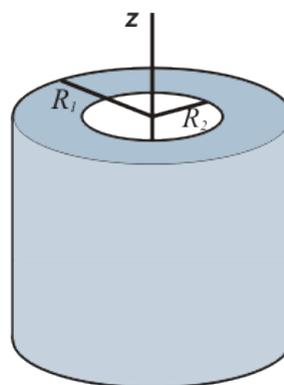


Figura 75: Momento de Inercia de un cilindro hueco.
Fuente: Propia.

Para la caña de bambú más crítica que presentará la máxima deflexión, obtuvimos los siguientes datos:

$$L \text{ (Longitud)} = 3.80 \text{ m}$$

$$m \text{ (masa)} = 2.97 \text{ kg}$$

$$R_1 \text{ (Radio Externo)} = 3.00 \text{ cm}$$

$$R_2 \text{ (Radio Interno)} = 2.35 \text{ cm}$$

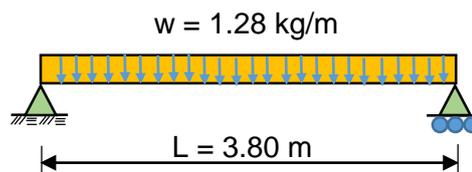
Entonces calculamos el momento de Inercia con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{1}{2}m(R_1^2 + R_2^2)$$

$$I = \frac{1}{2}(2.97\text{kg})((3.00\text{cm})^2 + (2.35\text{cm})^2)$$

$$I = 21.566 \text{ kg.cm}^2$$

Con el momento de Inercia calculado, hallamos la deflexión máxima para la caña de bambú más crítica:



$$y_{max} = -\frac{5wL^4}{384EI}$$

$$y_{max} = -\frac{5(1.28\text{kg/m})(3.80\text{m})^4}{384(95000\text{kg/cm}^2)(21.566 \text{ kg.cm}^2)}$$

$$y_{max} = -0.031\text{cm}$$

El valor negativo de la deflexión indica que la caña tendrá a flexionarse hacia abajo. Según la norma técnica del bambú, compararemos con el valor máximo permitido para la deflexión de las cañas, la cual indica que para sobrecargas de servicio en todo tipo de edificaciones, la deflexión máxima será $L/350$ ó 13 mm como máximo.

$$y_{max} = \frac{L}{350} = \frac{3.80 \text{ m}}{350} = \frac{380 \text{ cm}}{350} = 1.08 \text{ cm}$$

El valor hallado para nuestra caña de bambú (**0.031cm**) es menor que el máximo permitido según la Norma Técnica, lo que indica que no sufrirá deterioro ni fallas por deflexión de la propia caña.

c) Análisis De Carga Lateral De Sismo y Viento

- Análisis Sismoresistente:

La Norma Técnica E.100 – Bambú indica que los conjuntos de diafragmas y muros de corte deben diseñarse para resistir el 100 % las cargas laterales aplicadas, tales como acciones de viento o sismo y excepcionalmente empuje de suelos o materiales almacenados.

El módulo a desarrollar solo presenta una altura de 2.56 m como máximo en uno de sus lados y no llevará ninguna carga adicional sobre la estructura, más que el mismo peso de las cañas de bambú.

Es por ello que nuestro módulo no representara ningún tipo de estructura importante, tales como edificaciones de viviendas, comercio, entre otros, donde el análisis pertinente se realiza debido a que estas estructuras importantes tienen un peso adicional debido a las cargas vivas y muertas que contienen estos tipos de estructura. Además de ello, nuestro módulo presenta un recubrimiento de lona vinílica que no repercute como una carga adicional para el módulo, ya que en la norma técnica E.100 – Bambú, solicita el análisis estructural pertinente cuando la edificación presenta coberturas de cemento asbesto, calaminas, entre otros.

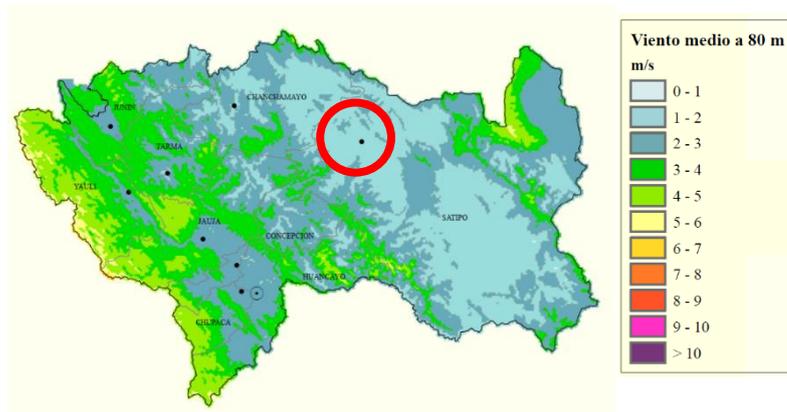
• **Análisis de Cargas Laterales de Viento:**

La Norma Técnica E.100 – Bambú indica que bajo condiciones normales de servicio, como podrían ser sobrecargas de viento habitual o de sismos pequeños a moderados, deberá verificarse que las deformaciones de los muros no exceden de $h/1200$ (“h” es la altura del muro).

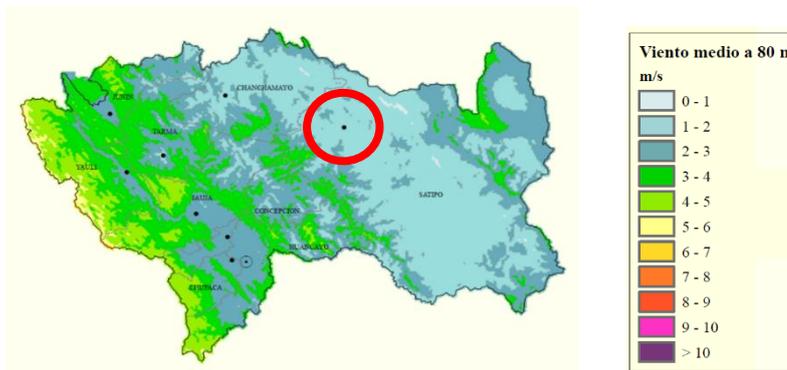
A raíz de ello, el cálculo de las deformaciones de las cañas de bambú más críticas nos indica que las deformaciones máximas cumplen con lo normado:

$$\frac{h}{1200} = \frac{256 \text{ cm}}{1200} = 0.213 \text{ cm} > y_{max} = 0.031 \text{ cm}$$

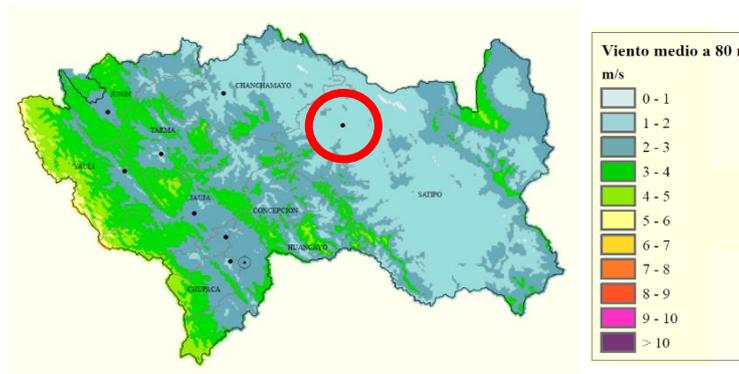
Además de ello, se contó con el análisis de los vientos presentes en la ciudad de Satipo extraídos del Atlas Eólico del Perú, que cuenta con la siguiente información:



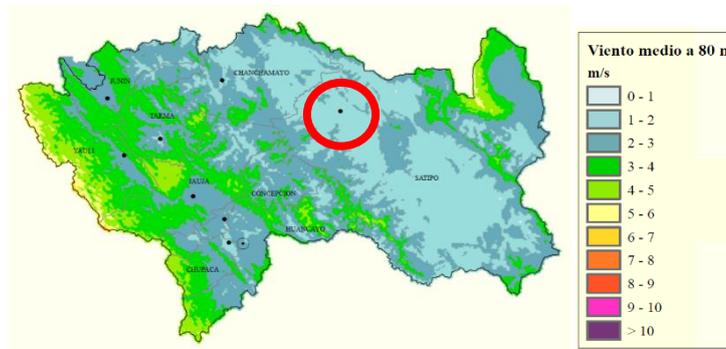
PRIMAVERA



VERANO



OTOÑO



INVIERNO

Figura 76: Vientos presentes en la región Junín.
Fuente: Atlas Eólico del Perú.

A partir de la información del Atlas Eólico del Perú, en la ciudad de Satipo se presenta como máximo vientos de 1-2 m/s a una altura de 80 metros. A raíz de esto, nuestra estructura que tiene una altura de 2.56 metros además que tiene los dados de concreto en la base de las cañas verticales de bambú, no sufrirá ningún tipo de daños con los vientos que podrían presentarse en cualquier momento del año.

d) Análisis de Precipitaciones

La climatología en la ciudad de Satipo se caracteriza por presentar una precipitación mínima de 10 mm en el mes de junio y una máxima de 390mm durante el mes de enero. El periodo más lluvioso, con precipitaciones mayores a 100mm es de setiembre a abril y el menos lluvioso son los meses de mayo a agosto.

ESTACION / PRECIPITACION mm	ALT.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
COMAS	3640	129.5	134.3	142.9	57.4	24.5	14.6	20.4	30.9	55.6	97.9	84.8	116.8	909.5
RUNATULLO	3186	149.5	144.1	159.0	61.2	25.5	18.6	21.8	25.6	61.5	114.3	94.2	123.0	998.4
ANDAMARCA	2560	185.5	200.2	198.5	102.3	57.3	29.9	23.4	18.8	71.4	108.5	130.5	160.4	1286.8
LA GRANJA	2068	215.1	223.5	183.9	93.6	72.8	36.8	49.7	37.8	91.5	82.9	95.9	187.6	1371.1
SAN ELOY DE SINGAYAC	1500	280.0	263.6	272.2	237.6	129.8	98.2	94.2	98.0	151.3	205.2	187.5	226.7	2244.2
MACHENTE	1250	364.7	345.5	342.5	185.4	91.9	41.2	47.2	126.3	159.5	199.8	207.0	259.8	2370.8
PAMPA WHALEY	960	210.0	173.7	202.3	116.4	84.5	43.3	55.2	55.0	74.5	102.9	118.2	172.8	1408.8
SAN RAMON	800	243.4	252.0	252.9	252.7	120.1	93.0	76.7	100.0	102.0	188.3	157.4	233.0	2071.6
MAZAMARI	750	221.1	171.3	200.2	119.0	76.7	34.5	28.6	70.7	118.3	102.5	158.9	245.4	1547.2
SATIPO	660	383.3	305.5	300.0	170.8	104.8	93.4	67.7	128.2	133.4	216.2	179.3	242.1	2324.8
RICRAN	600	98.0	105.5	109.5	59.9	26.2	12.3	9.6	13.4	30.2	72.2	66.6	101.0	704.2
PICHANAKI	546	254.6	235.9	227.5	103.9	58.7	25.8	36.3	45.1	65.1	126.3	159.7	275.8	1614.6
PUERTO OCOPA	305	189.8	175.7	122.5	52.2	30.5	18.5	27.1	32.0	62.1	92.1	89.9	173.0	1065.2

Figura 77: Precipitación Total Mensual y Anual en la región Junín.
Fuente: SENAMHI.



Figura 78: Distribución de la Precipitación (mm)

Fuente: SENAMHI

A partir de la información obtenida por SENAMHI nos indica que los meses con mayor precipitación en la ciudad de Satipo serán los meses de Diciembre, Enero, Febrero. Siendo esto un indicador favorable debido a que las exposiciones que se realicen usando nuestros módulos construidos con bambú se realizarán en los meses de Marzo, Julio y Octubre, lo que no ocasiona un alarmante para la estructura en general.

4.2.3.2. Estructura del espacio modular de bambú para exposiciones efímeras

La estructura principal del espacio modular para exposiciones efímeras, se construyó con cañas de bambú (*Guadua Angustifolia Kunth*) de diámetro de 2 1/2" (dos pulgadas y media), ya que en las pruebas de observación que se realizó durante el proceso de construcción, se identificó que las cañas de mayor diámetro son más pesadas, esto haría que el módulo no sea tan versátil tanto para su transporte y posteriormente su armado.

Además de ello, se utilizaron cañas de bambú (*Phyllostachys*), que son de menor diámetro, como de 1 1/2" (una pulgada y media), para dar soporte a la estructura y empalmar los paneles que posteriormente se utilizaron para crear el muro lateral y posterior del módulo de bambú.

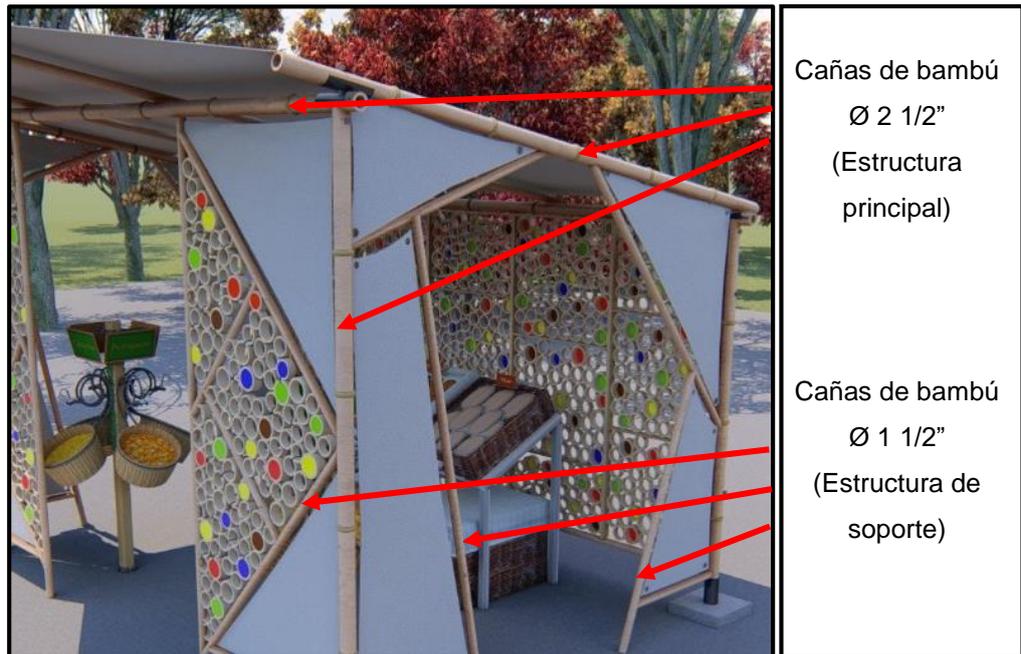


Figura 79: Estructura principal de bambú.
Fuente: Propia.

Para que las cañas no tengan un contacto directo con la superficie, se construyeron dados de concreto con refuerzos de hacer, que sirvieron como cimientos para toda la estructura, tanto como para dar soporte y estabilidad a todo el modulo, como para que el bambú no se dañe al tener contacto directo con el suelo.

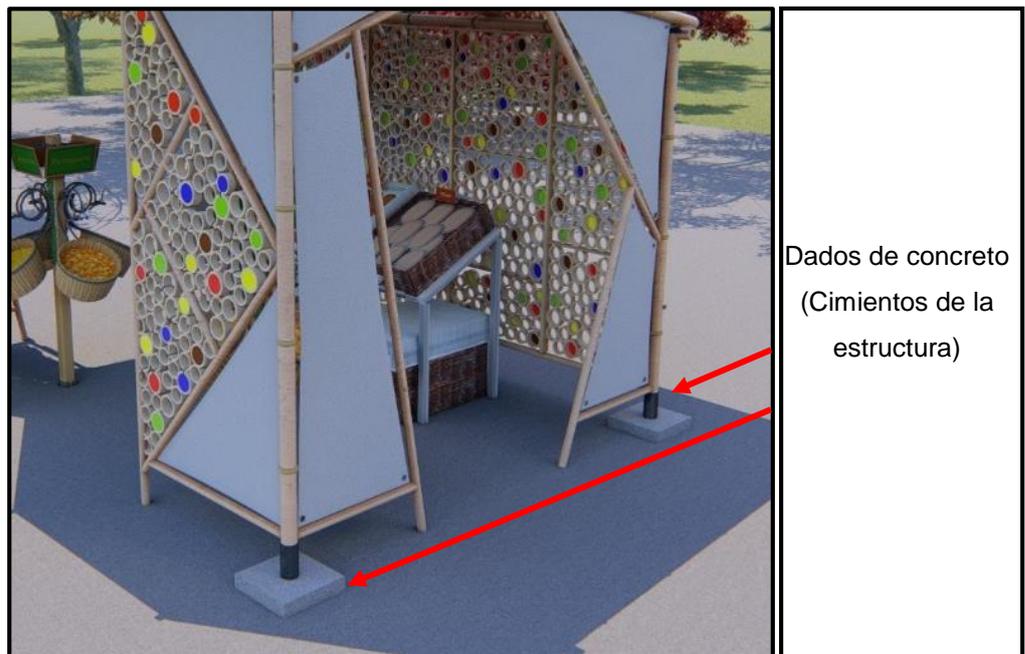


Figura 80: Dados de concreto para la estructura.
Fuente: Propia.

Para las uniones entre bambús, se realizaron dos tipos de uniones: la unión boca de pez (principio universal de unión) y la unión perpendicular con disco y canal de acero. El primer tipo de unión se utilizó para las uniones entre cañas de bambú de diámetro de 1 1/2" (Phyllostachys) que penetraban a las cañas de mayor diámetro 2 1/2" (Guadua Angustifolia Kunth) ya que su acabado quedó mucho mejor y más natural.

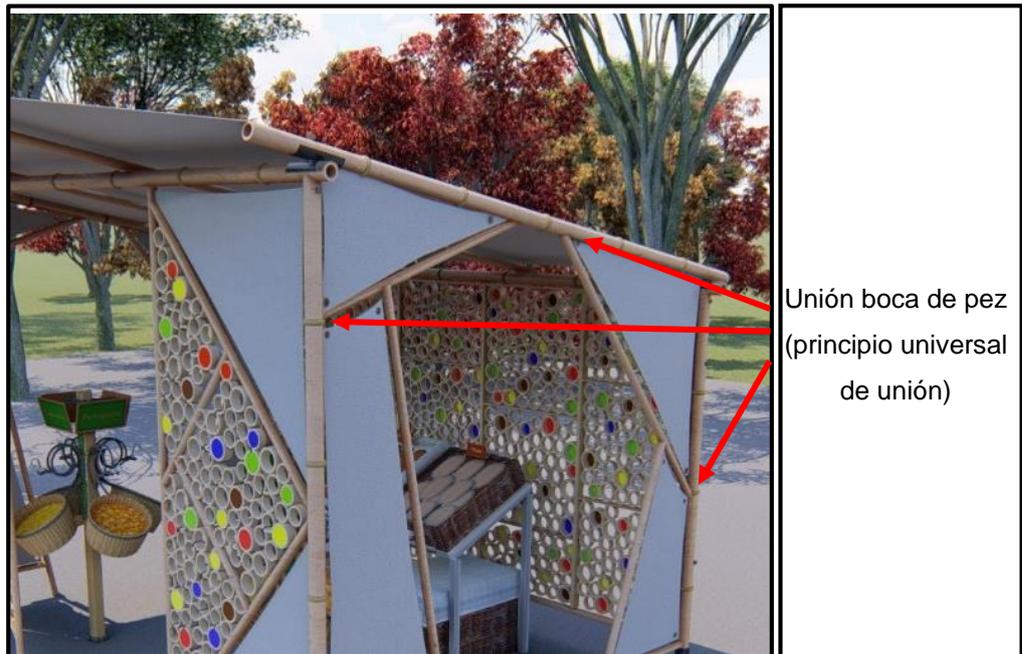


Figura 81: Unión boca de pez para la estructura.
Fuente: Propia.

El segundo tipo de unión (unión perpendicular con disco y canal de acero) se utilizó para unir las cañas de bambú de diámetro 2 1/2" (Guadua Angustifolia Kunth), debido a que al generar nuestro diseño del módulo se homogenizo este tipo de unión en los cuatro soportes de la estructura, ello mejoraría y facilitaría el armado no solo para la persona que lo desarrolló sino para cualquier persona que desee armarlo en distintas oportunidades.

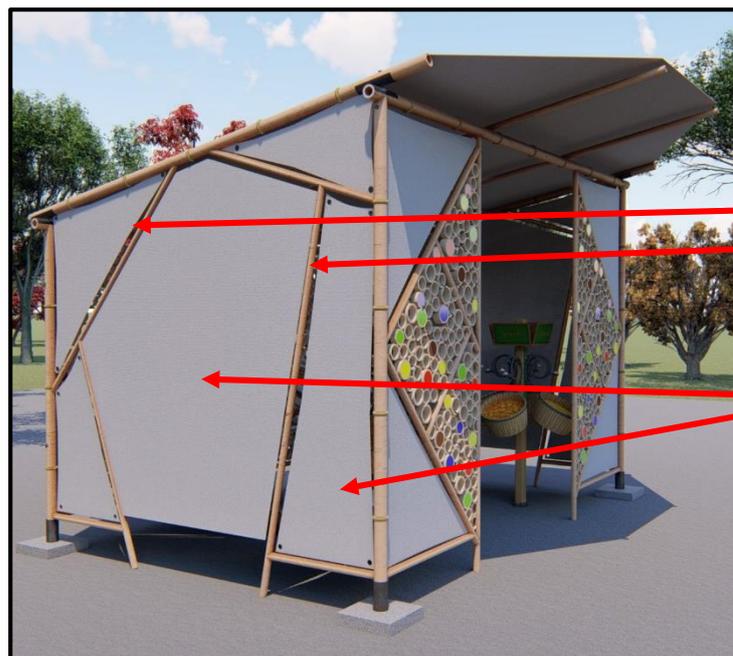


Unión perpendicular con disco y canal de acero

Figura 82: Unión perpendicular para la estructura.
Fuente: Propia.

4.2.3.3. Divisiones del espacio modular de bambú

Las divisiones laterales de los módulos de bambú se realizaron con cañas de bambú de diámetro de 1 1/2" (*Phyllostachys*) que se incrustaron a las cañas principales de diámetro 2 1/2" (*Guadua Angustifolia Kunth*) a través de una unión boca de pez (principio universal de unión).



Cañas de bambú
Ø 1 1/2"

Lona Vinílica

Figura 83: División lateral del espacio modular.
Fuente: Propia.

Para cubrir los espacios que dejan entre si las cañas de bambú, se utilizó coberturas de lona vinílica que se engancharon con pequeños ganchos atornillables a las esquinas de las cañas de bambú, haciendo de estas, coberturas que se pueden quitar y colocar en cualquier momento.

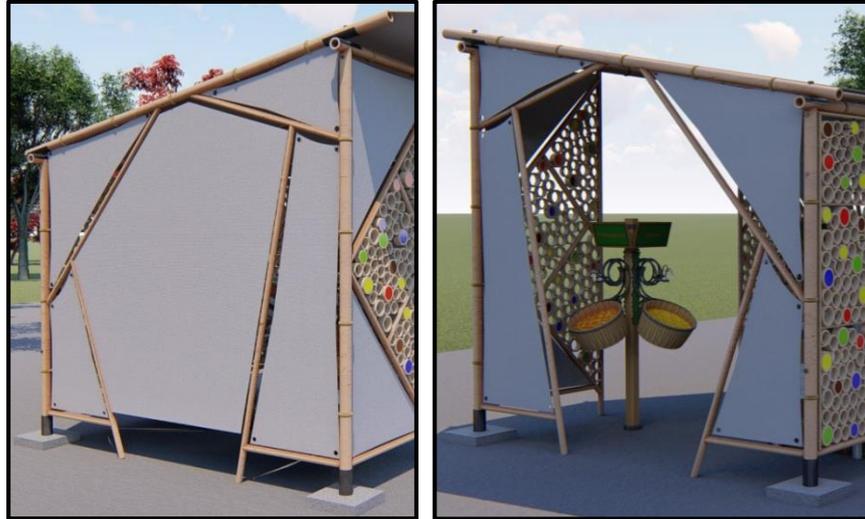


Figura 84: Variaciones de la división lateral del espacio modular
Fuente: Propia.

De esta forma se podría generar la unión de módulos secuencialmente en forma longitudinal, y solamente al quitar las lonas de la parte media de los lados laterales, crearía un corredor interno entre módulos para la transitabilidad de las personas por el interior de cada módulo, sin la necesidad de salir de uno para entrar a otro. Esto también ayudaría en casos donde se produzcan lluvias, así las personas se guarecerían de esta y seguirían viendo los productos interiormente sin mojarse.

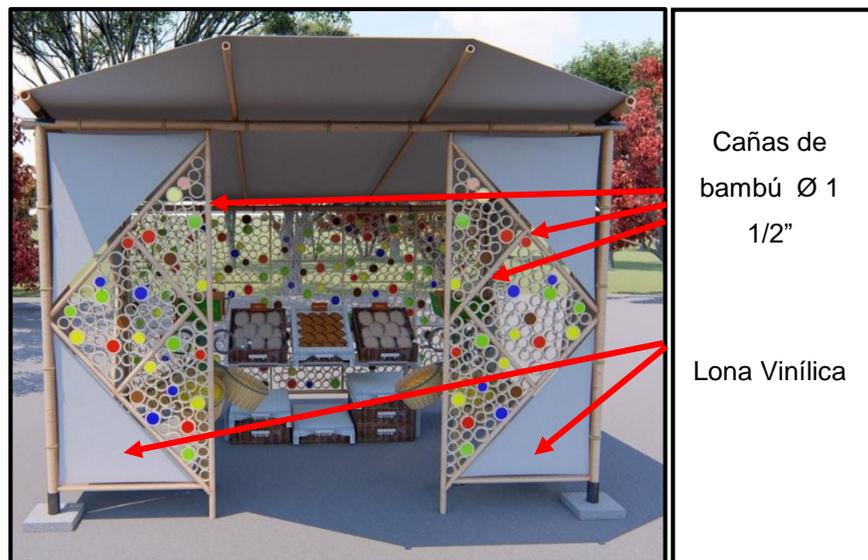


Figura 85: Elevación Frontal del espacio modular.
Fuente: Propia.

Para la parte frontal, el cual también es la fachada que da hacia la vereda del parque, se diseñó el ingreso principal hacia el módulo con soportes de cañas de bambú de diámetro de 1 1/2" (Phyllostachys) y se cubrió los espacios que dejan entre si las cañas de bambú con cobertura de lona vinílica.

Además de ello se usaron paneles hechos con anillos de bambú que se cortaron con una sierra eléctrica, a partir de los residuos de cortes de cañas de bambú longitudinales de un espesor de 3/4" a 1" y se unieron entre sí con cintillos de seguridad blancos, que fueron cortados la parte sobrante al final, para dar una mayor estética y evitar algún corte posteriormente.



Figura 86: Construcción del panel hecho de anillos de bambú.
Fuente: Propia.

Para crear los paneles, se unieron los anillos (ya unidos entre sí como un bloque) con latillas de bambú de ancho de 1", estas latillas se cortaron a partir de cañas de bambú que se rajaron dentro de los procesos de corte y transporte. El proceso de latillado se hizo con herramientas manuales, ya que es un procedimiento que no presenta ninguna dificultad, por ello es que con solo alargar las rajaduras de las cañas de bambú se podían crear latillas de este material.



Figura 87: Unión de anillos de bambú.
Fuente: Propia.



Figura 88: Panel de anillos de bambú.
Fuente: Propia.

Estos paneles hechos de anillos de bambú, también se utilizaron para la parte posterior del módulo (vista desde la calle), donde se unieron con pernos roscados de $\text{Ø } 3/8'' \times 3''$ hacia las cañas principales de la estructura, y con pernos de $\text{Ø } 3/8'' \times 1\ 1/2''$ para la unión entre paneles.



Figura 89: Paneles de anillos de bambú- Parte Posterior.
Fuente: Propia.

Al momento de realizar los cortes entre los nudos de cada caña de bambú, sobraron anillos con la característica de tener una especie de tapa, que es propia de todas las cañas de bambú entre sus nudos. Estos nudos fueron aprovechados para pintarlos y darles color a todos los paneles.



Figura 90: Panel de anillos de bambú finalizado.
Fuente: Propia.

4.2.3.4. Cobertura del espacio modular

Para la cobertura total del espacio modular se usó la lona vinílica, ya que es un material impermeable para los momentos en que se pueda producir una lluvia. A su vez, es un material que no absorbe mucho el calor y mantiene fresco el ambiente, ya que las altas temperatura que se presentan al mediodía, generan un ambiente sofocante que no es agradable para las personas.

Por último, una gran característica de este material es que es muy versátil para su colocación, y que al ser nuestro espacio modular, una estructura para exposiciones efímeras, debe ser de fácil y rápido armado y desarmado, para que cualquier persona que pueda tenerlo, no le cause ningún problema su armado.



Figura 91: Cobertura de lona vinílica.
Fuente: Propia.

4.2.3.5. Espacio destinado para logos publicitarios.

El espacio enmarcado de color rojo en la figura 92, va ser destinado para que los usuarios puedan colocar sus logos publicitarios si es que lo requieran, este espacio será de 1.50 m de largo por 0.40 m de alto.

Los logos publicitarios colocados contarán con un marco del mismo material que el de la estructura, este será colocado mediante pernos para que su colocación y retiro sea de fácil manejo.



Figura 92: Espacio destinado para logos publicitarios.
Fuente: Propia.

4.2.4. Anteproyecto del espacio modular para exposiciones efímeras de bambú

4.2.4.1. Planos

4.2.4.2. Concepción en 3D

4.2.4.3. Metrados y Presupuestos

a) Medrado del módulo existente con acero.

SISTEMA MODULAR EXISTENTE (ACERO)

PROYECTO : SISTEMA MODULAR EXISTENTE PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS EN EL DISTRITO DE SATIPO
 REGIÓN : JUNÍN
 PROVINCIA : SATIPO
 DISTRITO : SATIPO
 LUGAR : PLAZA PRINCIPAL DEL DISTRITO DE SATIPO

FECHA : NOVIEMBRE - 2018

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	N° DE VECES	DIMENSIONES				PARCIAL	TOTAL
				LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	ÁREA (m ²)		
01.00.00	ESTRUCTURA DE ACERO								
01.01.00	TUBO ELECTRO SOLDADO EN ACERO AL CARBONO LAMINADO AL FRIO								
01.01.01	TUBO ELECTRO SOLDADO ESTRUCTURAL Ø 1 1/4"	ML						19.600	19.60
	Tubos Longitudinales	ML	2.00	2.50				5.000	
	Tubos Transversales	ML	2.00	2.50				5.000	
	Tubos para los Parantes	ML	4.00			2.40		9.600	
02.00.00	CARPINTERIA METÁLICA								
02.01.00	CONECTORES PARA TUBOS ELECTRO SOLDADOS								4.00
02.01.01	Conector de Tubo Electro Soldado Tipo "T" Ø 1 5/16"	UND	4.00	1.00				4.00	
03.00.00	COBERTURA								
03.01.00	COBERTURA DE TELA TIPO VIOLE	M2							20.75
	Cobertura para Techo	M2	1.00				10.25	10.25	
	Cobertura para Divisiones Laterales	M2	2.00				3.50	7.00	
	Cobertura para Parte Posterior	M2	1.00				3.50	3.50	
04.00.00	SERVICIOS TERCEROS								
04.01.00	MANO DE OBRA								1.00
	Soldador	GLB	1.00	1.00				1.00	
04.02.00	ALQUILER DE EQUIPOS								1.00
	Equipo para Soldar (Soldadora 200A)	GLB	1.00	1.00				1.00	

b) Metrado estructura ligera construida con Bambú para exposiciones efímeras.

METRADO ESTRUCTURA LIGERA CONSTRUIDA CON BAMBÚ PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS

PROYECTO : "USO DEL BAMBÚ COMO ESTRUCTURA LIGERA Y SU APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS MODULARES PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS EN LA PLAZA PRINCIPAL DEL DISTRITO DE SATIPO AL 2018"

REGIÓN : JUNÍN

PROVINCIA : HUANCAYO

DISTRITO : EL TAMBO

LUGAR : CAMPUS UNIVERSIDAD CONTINENTAL - INCHO

FECHA : NOVIEMBRE - 2018

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	N° DE VECES	DIMENSIONES				PARCIAL	TOTAL
				LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	ÁREA (m2)		
01.00.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE								
01.01.00	DADOS DE CONCRETO PARA APOYO DE CAÑAS DE BAMBÚ F'c=210 KG/CM2								0.02
01.01.01	DADO DE CONCRETO (Ver Detalle N° 01)	M3	4.00	0.30	0.30	0.05		0.018	
01.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE DADOS DE CONCRETO								0.24
01.02.01	DADO DE CONCRETO (Ver Detalle N° 01)	M2	4.00	1.20		0.05		0.240	
02.00.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO								
02.01.00	DADOS DE CONCRETO PARA APOYO DE CAÑAS DE BAMBÚ								0.81
02.01.01	ACERO Fy= 4200 Kg/cm2 EN DADOS DE CONCRETO (Ver Detalle N° 01)	KG	Ver cuadro adjunto de metrado de acero					0.810	
03.00.00	ESTRUCTURA DE BAMBÚ								
03.01.00	CAÑAS DE BAMBÚ ESTRUCTURAL								
03.01.01	CAÑAS DE BAMBÚ ESTRUCTURAL Ø 2 1/2"	ML						23.040	23.04
	Eje "X"	ML	2.00	3.70				7.400	
	Eje "Y"	ML	2.00	3.32				6.640	
	Eje "Z - 1"	ML	2.00			2.00		4.000	
	Eje "Z - 2"	ML	2.00			2.50		5.000	
03.01.02	CAÑAS DE BAMBÚ ESTRUCTURAL Ø 1 1/2"	ML						37.240	37.24
	Cañas de Bambú en la Cobertura	ML	2.00	3.82				7.640	
	Caña de Soporte en Elevación Posterior	ML	1.00	3.50				3.500	
	Cañas en Elevación Lateral	ML	2.00	1.35				2.700	
			2.00	1.65				3.300	
			2.00	2.05				4.100	

			2.00	1.20				2.400	
	Cañas en Elevación Frontal	ML	2.00	2.50				5.000	
			4.00	1.45				5.800	
			2.00	0.75				1.500	
			2.00	0.65				1.300	
03.01.03	LATILLAS DE BAMBÚ DE 1" e=1cm (Ver Detalle N° 03)	ML						34.000	34.00
	Latillas de Bambú Verticales	ML	10.00	2.00				20.000	
	Latillas de Bambú Horizontales	ML	20.00	0.70				14.000	
04.00.00	CARPINTERIA METÁLICA								
04.01.00	TUBOS DE ACERO PARA DADOS DE CONCRETO								0.74
04.01.01	TUBOS DE ACERO Ø 2 1/2"	ml	4.00	0.19				0.74	
04.02.00	LÁMINAS DE METAL PARA UNIÓN PERPENDICULAR								8.00
04.02.01	LÁMINAS DE METAL 8cm x 4cm e=2mm (Ver Detalle N° 02)	UND	8.00	1.00				8.00	
04.03.00	VARILLA ROSCADA CON GANCHO PARA UNIÓN PERPENDICULAR								4.00
04.03.01	VARILLA ROSCADA CON GANCHO Ø 3/8" CON HUACHA Y TUERCA	UND	4.00	1.00				4.00	
04.04.00	PERNOS PARA UNIÓN DE BAMBÚES								
04.04.01	PERNO CON HUACHA Y TUERCA DE Ø 3/8" x 3"	UND						15.00	15.00
	Unión de Bambúes con Latillas (Ver Detalle N° 04)	UND	11.00	1.00				11.00	
	Unión Perpendicular (Ver Detalle N° 04)	UND	4.00	1.00				4.00	
04.04.02	PERNO CON HUACHA Y TUERCA DE Ø 3/8" x 1 1/2"	UND						20.00	20.00
	Unión entre Latillas (Ver Detalle N° 04)	UND	20.00	1.00				20.00	
04.04.03	ARMELLAS PARA LONA VINÍLICA	UND							
	Armella de 1/2"	UND	40.00	1.00				40.00	40.00
	Armella de 3/4" - Techo	UND	10.00	1.00				10.00	10.00
05.00.00	VARIOS								
05.01.00	CINTILLOS DE SEGURIDAD PARA UNIÓN DE AROS DE BAMBÚ	UND							
	Cintillos de Seguridad 100mm x 2.5mm	UND	15.00	80.00				1200.00	1200.00
	Cintillos de Seguridad 150mm x 3.6mm	UND	15.00	20.00				300.00	300.00
06.00.00	COBERTURA								
06.01.00	COBERTURA DE LONA VINÍLICA	M2							19.94
	Cobertura para Techo	M2	1.00	12.68				12.68	
	Cobertura para Divisiones Laterales	M2	2.00	0.59				1.18	

		M2	2.00	0.55								1.10	
		M2	2.00	0.37								0.74	
		M2	2.00	0.97								1.94	
	Cobertura para Parte Frontal	M2	2.00	0.57								1.14	
		M2	2.00	0.58								1.16	
07.00.00	SERVICIOS TERCEROS												
07.01.00	TRANSPORTE DE CAÑAS DE BAMBÚ												
	Transporte de Cañas de Bambú - San Martín de Pangoa - Satipo	GLB	1.00	1.00								1.00	1.00
07.02.00	ALQUILER DE EQUIPOS												1.00
	Cortadora circular de inglete	GLB	1.00	1.00								1.00	
08.00.00	MANO DE OBRA												
08.01.00	HABILITACIÓN DE CAÑAS DE BAMBÚ												
	Oficial	H-H	1.00	3.00								3.00	3.00
08.02.00	ENSAMBLAJE DE MODULO CON CAÑAS DE BAMBÚ												
	Peón	H-H	2.00	0.75								1.50	1.50

HOJA DE METRADOS													
PROYECTO	: "USO DEL BAMBÚ COMO ESTRUCTURA LIGERA Y SU APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS MODULARES PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS EN LA PLAZA PRINCIPAL DEL DISTRITO DE SATIPO AL 2018"												
PROVINCIA	: HUANCAYO												
REGION	: JUNIN												
FORMULA	: ACERO												
	SUBPRESUPUESTO : PLANTEAMIENTO GENERAL												
	FECHA: NOVIEMBRE - 2018												
Nº PART.	DESCRIPCIÓN	DISEÑO DE FIERROS	Ø	Nº de veces	Nº de Piezas	6 mm	3/8	1/2	5/8	3/4	PARCIAL MI	PARCIAL MI*Kgr.	TOTAL Kgr.
04.00.00	OBRA DE CONCRETO ARMADO												
04.01.01	Acero F'y= 4200 Kg/cm2 en Dados de Concreto (Ver Detalle Nº 01)												
	Dados de Concreto	Longit. Eje x	6 mm	4	1	0.265					1.06	0.40	
		Transv. Eje y	6 mm	4	1	0.265					1.06	0.40	
													0.81

c) Presupuesto del módulo existente con acero.

SISTEMA MODULAR EXISTENTE (ACERO)					
PRESUPUESTO	: SISTEMA MODULAR EXISTENTE PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS EN EL DISTRITO DE SATIPO				
REGIÓN	: JUNÍN				
PROVINCIA	: SATIPO				
DISTRITO	: SATIPO				
LUGAR	: PLAZA PRINCIPAL DEL DISTRITO DE SATIPO	FECHA	: NOVIEMBRE - 2018		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
01.00.00	ESTRUCTURA DE ACERO				96.60
01.01.00	TUBO ELECTRO SOLDADO EN ACERO AL CARBONO LAMINADO AL FR				
01.01.01	TUBO ELECTRO SOLDADO ESTRUCTURAL Ø 1 1/4"				96.60
	Tubos Longitudinales	ml	5.00	4.93	24.63
	Tubos Transversales	ml	5.00	4.93	24.65
	Tubos para los Parantes	ml	9.60	4.93	47.33
02.00.00	CARPINTERIA METÁLICA				12.00
02.01.00	CONECTORES PARA TUBOS ELECTRO SOLDADOS				12.00
02.01.01	Conector de Tubo Electro Soldado Tipo "T" Ø 1 5/16"	und	4.00	3.00	12.00
03.00.00	COBERTURA				66.40
03.01.00	COBERTURA DE TELA TIPO VIOLE				66.40
	Cobertura para Techo	m2	10.25	3.20	32.80
	Cobertura para Divisiones Laterales	m2	7.00	3.20	22.40
	Cobertura para Parte Posterior	m2	3.50	3.20	11.20
04.00.00	SERVICIOS TERCEROS				175.00
04.01.00	MANO DE OBRA				130.00
	Soldador	glb	1.00	130.00	130.00
04.02.00	ALQUILER DE EQUIPOS				45.00
	Equipo para Soldar (Soldadora 200A)	glb	1.00	45.00	45.00
	COSTO DIRECTO				350.00

d) Presupuesto estructura ligera construida con Bambú para exposiciones efímeras.

ESTRUCTURA LIGERA CONSTRUIDA CON BAMBÚ PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS					
PRESUPUESTO	: "USO DEL BAMBÚ COMO ESTRUCTURA LIGERA Y SU APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS MODULARES PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS EN LA PLAZA PRINCIPAL DEL DISTRITO DE SATIPO AL 2018"				
REGIÓN	: JUNÍN				
PROVINCIA	: HUANCAYO				
DISTRITO	: EL TAMBO				
LUGAR	: CAMPUS UNIVERSIDAD CONTINENTAL - INCHO	FECHA	: NOVIEMBRE - 2018		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
01.00.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				11.50
01.01.00	DADOS DE CONCRETO PARA APOYO DE CAÑAS DE BAMBÚ F'c=210 KG/CM2				4.92
01.01.01	DADO DE CONCRETO (Ver Detalle N° 01)	m3	0.02	273.19	4.92
01.02.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE DADOS DE CONCRETO				6.58
01.02.01	DADO DE CONCRETO (Ver Detalle N° 01)	m2	0.24	27.43	6.58
02.00.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				3.13
02.01.00	DADOS DE CONCRETO PARA APOYO DE CAÑAS DE BAMBÚ				3.13
02.01.01	ACERO Fy= 4200 Kg/cm2 EN DADOS DE CONCRETO (Ver Detalle N° 01)	kg	0.81	3.87	3.13
03.00.00	ESTRUCTURA DE BAMBÚ				139.27
03.01.00	CAÑAS DE BAMBÚ ESTRUCTURAL				139.27
03.01.01	CAÑAS DE BAMBÚ ESTRUCTURAL Ø 2 1/2"	ml	23.04	2.67	61.52
03.01.02	CAÑAS DE BAMBÚ ESTRUCTURAL Ø 1 1/2"	ml	37.24	1.33	49.53
03.01.03	LATILLAS DE BAMBÚ DE 1" e=1cm (Ver Detalle N° 03)	ml	34.00	0.83	28.22
04.00.00	CARPINTERIA METÁLICA				75.21
04.01.00	TUBOS DE ACERO PARA DADOS DE CONCRETO				6.16
04.01.01	TUBOS DE ACERO Ø 2 1/2"	ml	0.74	8.33	6.16

04.02.00	LÁMINAS DE METAL PARA UNIÓN PERPENDICULAR					12.00
04.02.01	LÁMINAS DE METAL 8cm x 4cm e=2mm (Ver Detalle N° 02)	und	8.00	1.50		12.00
04.03.00	VARILLA ROSCADA CON GANCHO PARA UNIÓN PERPENDICULAR					15.20
04.03.01	VARILLA ROSCADA CON GANCHO Ø 3/8" CON HUACHA Y TUERCA	und	4.00	3.80		15.20
04.04.00	PERNOS PARA UNIÓN DE BAMBÚES					41.85
04.04.01	PERNO CON HUACHA Y TUERCA DE Ø 1/4" x 3"	und	15.00	1.05		15.75
04.04.02	PERNO CON HUACHA Y TUERCA DE Ø 1/4" x 1 1/2"	und	20.00	0.83		16.60
04.04.03	ARMELLAS PARA LONA VINILICA					9.50
	Armella de 1/2"	und	40.00	0.19		7.60
	Armella de 3/4" - Techo	und	10.00	0.19		1.90
05.00.00	VARIOS					59.10
05.01.00	CINTILLOS DE SEGURIDAD PARA UNIÓN DE AROS DE BAMBÚ					36.30
	Cintillos de Seguridad 100mm x 2.5mm	und	1200.00	0.02		22.80
	Cintillos de Seguridad 150mm x 3.6mm	und	300.00	0.05		13.50
06.00.00	COBERTURA					199.40
06.01.00	COBERTURA DE LONA VINÍLICA	m2	19.94	10.00		199.40
07.00.00	SERVICIOS TERCEROS					
07.01.00	TRANSPORTE DE CAÑAS DE BAMBÚ					120.00
	Transporte de Cañas de Bambú - San Martín de Pangoa - Satipo	glb	1.00	20.00		20.00
07.02.00	ALQUILER DE EQUIPOS					
	Cortadora circular de inglete	glb	1.00	100.00		100.00
08.00.00	MANO DE OBRA					
08.01.00	HABILITACIÓN DE CAÑAS DE BAMBÚ					28.20
	Oficial	h-h	3.00	6.50		19.50
08.02.00	ENSAMBLAJE DE MODULO CON CAÑAS DE BAMBÚ					
	Peón	h-h	1.50	5.80		8.70
	COSTO DIRECTO					635.82

4.3. Discusión de resultados

A partir del análisis del peso de la estructura modular existente (acero) y la estructura modular propuesta construida con bambú, se hizo la comparación respectiva:

 Universidad Continental		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ARQUITECTURA			
COMPARACIÓN DE PESOS DE ESTRUCTURA DE ACERO Y BAMBÚ					
PROYECTO:	"USO DEL BAMBÚ COMO ESTRUCTURA LIGERA Y SU APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS MODULARES PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS EN LA PLAZA PRINCIPAL DEL DISTRITO DE SATIPO AL 2018"				
REGIÓN:	JUNÍN	PROVINCIA:	HUANCAYO		
DISTRITO:	EL TAMBO	LUGAR:	CAMPUS UNIVERSIDAD CONTINENTAL - INCHO		
ESTRUCTURA PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS CONSTRUIDA CON ACERO					
Material:	Tubos de Acero Electrosoldados LAC ASTM A500		Fecha:	Noviembre - 2018	
	Partes	Longitud (m)	Cantidad	Peso kg/m	Total de Peso (kg)
	Tubos Verticales	2.50	4	1.403	14.03
	Tubos Horizontales	3.00	2	1.403	8.42
	Tubos de Amarre	2.00	2	1.403	5.61
	TOTAL				
ESTRUCTURA PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS CONSTRUIDA CON CAÑAS DE BAMBÚ					
Material:	Guadua Angustifolia Kunth		Fecha:	Noviembre - 2018	
	Partes	Longitud (m)	Cantidad	Peso kg/m	Total de Peso (kg)
	Cañas Verticales Frontales	2.50	2	1.280	6.40
	Cañas Verticales Posteriores	2.00	2	1.280	5.12
	Cañas Horizontales	3.00	2	1.280	7.68
	Cañas de Amarre	2.50	2	1.280	6.40
TOTAL					25.60

Tabla 6: Comparación de Pesos de Estructura de Acero y Bambú
Fuente: Propia.

Debido a la comparación de pesos, observamos que la estructura construida con bambú, presenta un menor peso (25.60 kg) a diferencia de la estructura construida con acero (28.06 kg) lo que evidencia que el bambú y su aplicación en estructuras, genera ligereza y es un material óptimo para estructuras modulares para exposiciones efímeras.

El sistema modular propuesto construido con bambú, responde a una tipología adecuada, no solo en tema de forma y espacio, sino también adecuándose a los factores climáticos del lugar de intervención. Así mismo, el sistema modular propuesto con bambú, permite la configuración grupal o individual de acuerdo al requerimiento de cada usuario y de las diversas actividades a realizarse, ya que su estructura permite adaptarse a las distintas necesidades que se generarán durante su utilización.

Además, se realizó el cálculo de la cantidad de energía utilizada en la construcción de los sistemas modulares, tanto para los existentes (acero) y lo propuesto (bambú) teniendo en cuenta el coste energético de la siguiente tabla:

Material	Coste energético/Energy Cost MJ/kg	Coste energético/Energy Cost kWh/kg	Emisión/Emission CO ₂ kg CO ₂ /kg	Peso específico/Specific Weight kN/m ³
Acero/Steel	35.000	9.722	2.800	78.500
Gasóleo/Gas Oil	10.100	2.806	0.003	8.900
Cemento/Cement	4.360	1.211	0.410	13.950
Cal/Lime	3.430	0.953	0.320	9.950
Ladrillo/Brick	2.321	0.645	0.180	12.070
Madera/Wood	2.100	0.583	0.060	14.600
Yeso/Gypsum	1.800	0.500	0.160	12.500
Áridos/Aggregates	0.100	0.028	0.007	15.000
Arena/Sand	0.100	0.028	0.007	15.200
Agua/Water	0.050	0.014	0.001	10.000
Escombros/Debris	-0.050	-0.014	0.000	12.500

ESTRUCTURA PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS CONSTRUIDA CON ACERO					
Material:	Tubos de Acero Electrosoldados LAC ASTM A500		Fecha:	Noviembre - 2018	
	Partes	Longitud (m)	Cantidad	Peso kg/m	Total de Peso (kg)
	Tubos Verticales	2.50	4	1.403	14.03
	Tubos Horizontales	3.00	2	1.403	8.42
	Tubos de Amarre	2.00	2	1.403	5.61
	TOTAL				

Peso Total de la Estructura = 28.06 kg

$$\text{Coste Energético del Acero} = 35.00 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \times \frac{239.00 \text{ kcal}}{1 \text{ MJ}} \times 28.06 \text{ kg} = 234721.9 \text{ kcal}$$

Debido a que no se cuenta con el valor del coste energético del bambú, utilizaremos el valor de la madera, ya que el costo energético de la producción del bambú es menor que ella.

ESTRUCTURA PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS CONSTRUIDA CON CAÑAS DE BAMBÚ					
Material:	Guadua Angustifolia Kunth			Fecha:	Noviembre - 2018
	Partes	Longitud (m)	Cantidad	Peso kg/m	Total de Peso (kg)
	Cañas Verticales Frontales	2.50	2	1.280	6.40
	Cañas Verticales Posteriores	2.00	2	1.280	5.12
	Cañas Horizontales	3.00	2	1.280	7.68
	Cañas de Amarre	2.50	2	1.280	6.40
TOTAL					25.60

Peso Total de la Estructura = 25.60 kg

$$\text{Coste Energético del Bambú} = 2.10 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \times \frac{239.00 \text{ kcal}}{1 \text{ MJ}} \times 25.60 \text{ kg} = \mathbf{12848.64 \text{ kcal}}$$

El análisis del coste energético de ambas estructuras, nos muestra que el coste energético del bambú (12848.64 kcal) es mucho menor que la del acero (234721.9 kcal) lo que genera un ahorro energético significativo, la cual reduce la huella ecológica, que es un indicador que predomina en las construcciones globales que buscan disminuir la contaminación ambiental debido a los materiales que se usan en ellos, es por ello que la presente investigación contribuye a reducir este parámetro, respetando nuestro medio ambiente con una arquitectura sostenible y ecológica.

CONCLUSIONES

El uso del bambú como estructura ligera es factible para su aplicación en la construcción de espacios modulares para exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo.

El espacio modular mantuvo la esencia principal de la tipología del Distrito de Satipo teniendo en cuenta su clima, su iconografía y su diversidad.

Se desarrolló un sistema constructivo modular que permitió una configuración individual y grupal de varios espacios destinados a exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo de manera lineal o intercalada de acuerdo a la función que se le quiera dar.

Al usar el bambú como material para estructuras ligeras para la construcción de espacios destinados a exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo se genera un 45.26% de ahorro energético con respecto a los sistemas modulares existentes de acero.

El método de construcción que se utilizó rompe con los esquemas tradicionales y es ideal en época de lluvia y sol gracias a la cobertura con la que cuenta y al ingreso de ventilación e iluminación natural.

RECOMENDACIONES

Antes de iniciar un proyecto constructivo con bambú se debe tener en cuenta las consideraciones de este material desde el año de cosecha, el secado, preservado si es una estructura fija, las especies adecuadas para un sistema constructivo y la manipulación de este material.

El bambú no actúa de igual manera en todas las regiones es por ello que se debe tener en cuenta el clima para evitar problemas posteriores a la construcción como puede ser la rajadura.

Al estar enfocado en un proyecto constructivo se debe tener en cuenta que durante el proceso de construcción pueden presentarse imprevistos y que eso nos ayudará a aclarar más dudas de este material.

Se debe tener en cuenta las uniones que se pueden realizar con este material para evitar problemas y las herramientas que son adecuadas para ello, así también tener presente que al ser este un material maleable se puede transformar desde una caña a una latilla de bambú.

En un mundo que se mueve a la velocidad de la interconexión mundial, que se disputa las últimas fuentes de energía natural, y que en su acelerado ritmo consume y depreda muchas de las fuentes naturales que son el sustento de pueblos y comunidades, es necesario entender que no podemos ser parte del problema y en el entender de esa realidad buscar alguna alternativa de solución, una de ellas el bambú.

Es prudente motivar y estimular la investigación del bambú en más campos del conocimiento y la experiencia constructiva, que motiven el desarrollo de nuevas tecnologías, y de esta manera reducir la dependencia de tecnologías extranjeras y solo impulsar nuestras propuestas.

La investigación de temas a fines al bambú tienen como ejemplo este caso, como un punto de partida a desarrollar en diferentes campos, como la

producción, la ecología, el manejo sostenible, la agro producción, el diseño y la manufactura.

Aun en nuestro país este tema es un campo amplio y poco desarrollado que nos permite proyectarnos hacia líneas de desarrollo futuro, que impulsen nuestra economía y que a la vez enriquezcan el comportamiento y desempeño de nuestras sociedades más vulnerables como son las de menos recursos y mayores necesidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Architects, Web Agi. Web Agi Architects. [Online] <http://www.agi-architects.com/blog/arquitectura-modular-por-que-elegirla/>.

ARQHYS. **2012.** ARQHYS. [Online] 2012. <http://www.arqhys.com/casas/estructuras-definicion.html>.

ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ. S.A., Arkinka. 2017. 2017, Arkinka, pp. 1-83.

ARRANZ, Susana. 2017. Nivel Arte. [Online] Mayo 3, 2017. <http://nivelarte.com/fotografia-de-arquitectura/arquitectura-modular-cuales-las-mejores-construcciones-modulares-del-mundo/>.

BROTO, Eduard. 2014. *BAMBÚ ARQUITECTURA Y DISEÑO*. Barcelona-España : s.n., 2014.

—. **2014.** *BAMBÚ ARQUITECTURA Y DISEÑO*. Barcelona-España : s.n., 2014.

CALVA CHUQUIMARCA, Luis Fernando. 2015. *DISEÑO DE UN MODELO DE VIVIENDA ECOLÓGICA CON BAMBÚ PARA LA ZONA RURAL DE YANTZAZA*. Loja-ECUADOR : s.n., 2015.

CERRÓN OYAGUE, Tania. 2014. *MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS CON BAMBÚ*. Lima : s.n., 2014.

Daily, Arch. Javier Peña Ibanez y la construcción de espacios efímeros. [Online] <https://www.archdaily.pe/pe/782658/javier-pena-ibanez-y-la-construccion-de-espacios-efimeros>.

DeConceptos.com. DeConceptos.com. [Online] <https://deconceptos.com/general/ligereza>.

Definición.DE. Definición.DE. [Online] <https://definicion.de/espacio-arquitectonico/>.

—. Definición.DE. [Online] <https://definicion.de/exposicion/>.

—. Definición.DE. [Online] <https://definicion.de/efimero/>.

DefiniciónABC. DefiniciónABC. [Online] <https://www.definicionabc.com/general/construccion.php>.

DÍAZ VALCÁRCEL, Paul Adolfo. 2016. *ANÁLISIS COMPARATIVO:USO DE BAMBÚ VS. PERFILES DE ACERO PARA COBERTURA LIVIANA*. AREQUIPA-PERÚ : s.n., 2016.

DISEÑO DE PROYECTOS CON BAMBÚ EN LIMA COMO ESTRATEGIA DE DIFUSIÓN DE UN MÉTODO CONSTRUCTIVO ALTERNATIVO Y SOSTENIBLE.
BARNET, Yann and JABRANE, Faouzi. 2017. JUNÍN : s.n., 2017, pp. 85-104.

El Bambú como alternativa constructiva en la Selva Central del Perú y su impacto socio económico. **MONTOYA TORRES, Vladimir Simón.** Huancayo : s.n.

EL BAMBÚ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN. **EcoHabitar. 2011.** 2011.

ENCALADA NUÑEZ, Jimmy Alexander. 2016. *Modelo de Panel Prefabricado en guadúa, aplicado a la industrialización de la construcción, para divisiones verticales.* CUENCA, ECUADOR : s.n., 2016.

Española, Real Academia. 2014. Real Academia Española. [Online] Octubre 2014. <http://dle.rae.es/?id=EPdqWY9>.

Hernández, Roberto, Fernández, Carlos and Baptista, Pilar. 2010. *Metodología de la Investigación.* México D.F. : McGRAW-HILL, 2010.

MÉNDEZ BONILLA, Victor Hugo. 2008. *PROPUESTA DE SISTEMA CONSTRUCTIVO COSTANERA- BAMBU PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO.* GUATEMALA : s.n., 2008.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2012. *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.* Lima-Perú : s.n., 2012.

MONTOYA TORRES, Vladimir Simón.

Neoblock. Neoblock build your world. [Online] <https://neoblockmodular.com/que-es-una-construccion-modular/>.

RAE. 2017. Real Academia Española. 2017.

RAE, Real Academia Española. Real Academia Española. [Online] <http://www.rae.es/>.

RUBIO LUNA, Germán. 2007. *ARTE Y MAÑAS DE LA GUADUA.* Bogotá-Colombia : s.n., 2007.

Scribd. Scribd. [Online] <https://es.scribd.com/document/63853352/arquitectura-efimera>.

Tem, AD Editorial. 2018. ArchDaily. [Online] Febrero 20, 2018. <https://www.archdaily.pe/pe/889291/muros-permeables-de-bambu-para-un-pabellon-urbano-en-malasia>.

USO DEL BAMBÚ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN ESTRUCTURAS NO CONVENCIONALES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO. **MONTOYA TORRES, Vladimir Simón. 2015.** 2015, *Apuntes de Ciencia & Sociedad* , pp. 162-168.

Wikipedia. 2018. Wikipedia. [Online] Abril 25, 2018. https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_ef%C3%ADmera.

—. Wikipedia. [Online] https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_modular.

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “USO DEL BAMBÚ COMO ESTRUCTURA LIGERA Y SU APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS MODULARES PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS EN LA PLAZA PRINCIPAL DEL DISTRITO DE SATIPO AL 2018”

AUTOR: Bach/Arq. Claudia Valeria Castro Dionicio.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>GENERAL</p> <p>¿Es factible el uso del bambú como estructura ligera para su aplicación en la construcción de espacios modulares para exposiciones efimeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018?</p>	<p>GENERAL</p> <p>Determinar la factibilidad de usar el bambú como estructura ligera para la construcción de espacios modulares para exposiciones efimeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018.</p>	<p>GENERAL</p> <p>El uso del bambú como estructura ligera, es un material aplicable en la construcción de espacios modulares para exposiciones efimeras en la plaza principal del distrito de Satipo al 2018</p>	<p>DEPENDIENTE:</p> <p>Espacios para exposición efímera</p> <p>Sistema constructivo modular</p>	<p>Tipología de espacios</p> <p>Contexto , Clima y cultura</p> <p>Grado de temporalidad</p> <p>Tipo de uso</p> <p>Técnica constructiva</p> <p>Sistema de articulación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • TIPO: Aplicada • NIVEL: Exploratorio • METODO: Científico • DISEÑO: Cuasi Experimental • VARIABLES DE ESTUDIO <ul style="list-style-type: none"> • Bambú como estructura ligera • Espacios para exposición efímera • Sistema constructivo modular • POBLACIÓN: Módulos de bambú construidos en la zona de estacionamiento de la plaza principal del Distrito de Satipo (28 módulos). • MUESTRA: Prototipo de bambú seleccionado (Módulo N°6). • TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
<p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <p>¿Cuál será el nivel de desarrollo para un diseño que responda a una tipología adecuada de espacios destinados para exposiciones efimeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p>Determinar el nivel de desarrollo que debe alcanzar un diseño con una adecuada tipología de espacios para exposiciones efimeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>Mediante el desarrollo del diseño se planteó una tipología adecuada de espacios destinados a exposiciones efimeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018.</p>			

<p>¿Cómo será el desarrollo de un sistema constructivo modular que permita una configuración individual o grupal de espacios destinados a exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito Satipo al 2018?</p>	<p>Desarrollar un sistema constructivo modular que permita una configuración individual o grupal de varios espacios destinados a exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018.</p>	<p>El uso de un sistema constructivo modular permite una configuración individual o grupal de varios espacios destinados a exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018.</p>	<p>INDEPENDIENTE</p> <p>Bambú como estructura ligera</p>	<p>Trama geométrica tridimensional</p> <p>Especie y tipo de transformación del bambú</p> <p>Esfuerzos mecánicos del Bambú</p> <p>Impacto ambiental</p> <p>Reducción de huella ecológica</p>	<p>Ensayos constructivos y prototipos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Fichas de Observaciones, cuadros morfológicos y guías de ensayo • TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS Estadística descriptiva. • PRUEBA DE HIPOTESIS Estadística que demuestre la selección más adecuada del prototipo y construcción del mismo a escala real .
<p>¿Cuál será el nivel de ahorro energético al usar el Bambú como material de estructuras ligeras para la construcción de espacios destinados a exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018?</p>	<p>Determinar el nivel de ahorro energético al usar el Bambú como material de estructuras ligeras para la construcción de espacios destinados a exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018.</p>	<p>El uso del Bambú como material de estructuras genera un ahorro energético en la construcción de espacios destinados a exposiciones efímeras en la plaza principal del Distrito de Satipo al 2018.</p>			

ANEXO N° 02: FICHA TÉCNICA DE SELECCIÓN DE CAÑAS DE BAMBÚ



**Universidad
Continental**

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
ARQUITECTURA

FICHA TÉCNICA DE SELECCIÓN DE CAÑAS DE BAMBÚ

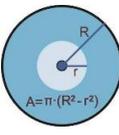
PROYECTO: "USO DEL BAMBÚ COMO ESTRUCTURA LIGERA Y SU APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS MODULARES PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS EN LA PLAZA PRINCIPAL DEL DISTRITO DE SATIPO AL 2018"

REGIÓN: JUNÍN

PROVINCIA: HUANCAYO

DISTRITO: EL TAMBO

LUGAR: CAMPUS UNIVERSIDAD CONTINENTAL - INCHO

SELECCIÓN DE CAÑAS DE GUADUA: RELACIÓN DIÁMETRO - LIGEREZA							
Especie:	Guadua Angustifolia Kunth			Fecha:	Noviembre - 2018		
	Guadua	R en "cm "	r en "cm "	Espesor (cm)	Longitud (m)	Área en "cm2"	Pu en kg.
	1	3.00	2.35	0.65	3.80	10.92	2.97
	2	3.25	2.50	0.75	2.42	13.55	2.02
	3	4.50	3.55	0.95	2.00	24.03	3.47
	4	4.25	3.20	1.05	2.00	24.58	3.50
	5	3.40	2.70	0.70	2.80	13.41	3.01
Observaciones: Para la elección de las cañas óptimas que se usarán para la estructura en general, se deben usar las cañas que presenten menor espesor, ya que estas son las mas livianas (1.28 kg por metro lineal de bambú).							

SELECCIÓN DE CAÑAS DE GUADUA: CANTIDAD DE LATILLAS							
Especie:	Guadua Angustifolia Kunth			Fecha:	Noviembre - 2018		
Latillas de Bambú	Guadua	Longitud	Espesor	Área en "cm2"	Espesor de Latilla	N° de Latillas	
	1	3.80	0.65	10.92	2.58	8	
	2	2.42	0.75	13.55	2.53	8	
	3	2.00	0.95	24.03	2.00	10	
	4	2.00	1.05	24.58	1.97	10	
	5	2.80	0.70	13.41	2.30	8	
Observaciones: Para la elección de las cañas del proceso de latillado, se deben usar las cañas de las cuales se obtengan 8 latillas, debido a que si son mas latillas, al momento de obtenerlas se generaran latillas desiguales en todo su largo.							

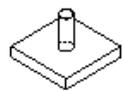
SELECCIÓN DE CAÑAS DE GUADUA: ANILLOS DE BAMBÚ						
Especie:	Guadua Angustifolia Kunth			Fecha:	Noviembre - 2018	
Anillos de Bambú	Guadua	Longitud (cm)	Espesor	Ancho de Anillo	Espesor de Anillo	N° de Anillos
	1	380	0.65	2.00	0.65	190
	2	242	0.75	2.54	0.75	95
	3	200	0.95	1.80	0.95	111
	4	200	1.05	1.75	1.05	114
	5	280	0.70	2.10	0.70	133
Observaciones: Para la elección de las cañas del proceso de anillos, se deben escoger las que presentan un espesor medio de 0.65 cm y el ancho de 2.00 a 2.54 cm, ya que si son de mayor o menor ancho se quebraran en el proceso de uniones de anillos.						

DETERMINACIÓN DE CAÑA DE GUADUA ÓPTIMA							
Especie:	Guadua Angustifolia Kunth			Fecha:	Noviembre - 2018		
Guadua	R en "cm "	r en "cm "	Espesor	Longitud (m)	Área en "cm2"	Pu en kg.	N° de Latillas
1	3.00	2.35	0.65	3.80	10.92	2.97	8.00
Recomendaciones: Debemos tener en cuenta los datos calculados en la presente ficha técnica, así como las recomendaciones que nos brinda la Norma Técnica E.100 - Bambú, para la elección de cañas que cumplirán funciones estructurales.							

MÓDULO CONSTRUIDO CON BAMBÚ PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS

INSTRUCTIVO DE ARMADO

PIEZAS



Dados de Concreto con Tubo de Acero (4)



Cañas de Bambú de $\varnothing 2\ 1/2"$ Verticales de 2.50 m (2)



Cañas de Bambú de $\varnothing 2\ 1/2"$ de Amarre de 3.30 m (2)



Canal de Acero (8)



Perno con Tuerca y Arandela de $\varnothing 1/4"$ x $1\ 1/2"$ (20)



Armellas de $1/2"$ (48)



Cañas de Bambú de $\varnothing 1\ 1/2"$ Frontales (8)



Paneles de Anillos de Bambú Frontales (2)



Lona Vinílica cobertura lateral y frontal (12)



Cañas de Bambú de $\varnothing 2\ 1/2"$ Horizontales de 3.50 m (2)



Cañas de Bambú de $\varnothing 2\ 1/2"$ Verticales de 2.00 m (2)



Varilla Roscada con Gancho de $\varnothing 3/8"$ (4)



Perno con Tuerca y Arandela de $\varnothing 1/4"$ x $3"$ (20)



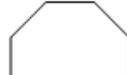
Perno con Tuerca y Arandela de $\varnothing 1/4"$ x $4"$ (4)



Cañas de Bambú de $\varnothing 1\ 1/2"$ Laterales (8)



Paneles de Anillos de Bambú Posteriores (5)



Lona Vinílica cobertura del techo (1)



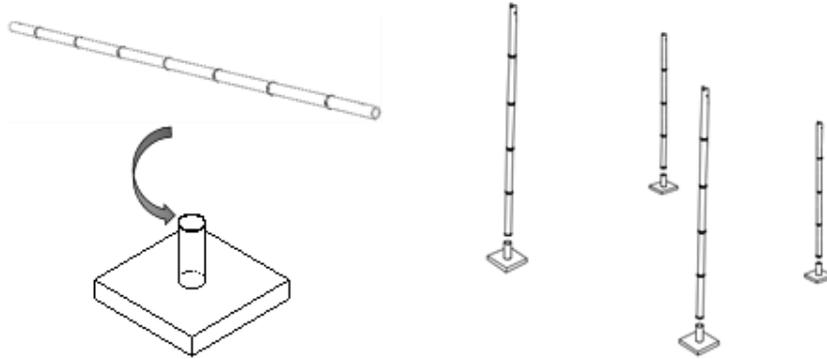
IMPORTANTE

1. Para armar este módulo se necesitará de un espacio libre.
2. Revise que todas las piezas coincidan con el listado que aparece en este instructivo (pieza y cantidad).
3. Se recomienda usar Equipos de Protección Personal para evitar cortes y golpes dentro del proceso de armado del módulo.

SECUENCIA DE ARMADO

1

Colocar las Cañas de Bambú de $\varnothing 2\ 1/2''$ Verticales de 2.50m y 2.00m en los dados de concreto con tubo de Acero.



2

Colocar 4 pernos con Tuerca y Arandela de $\varnothing 1/4'' \times 3''$ en las cañas verticales en el orificio superior de las cañas.



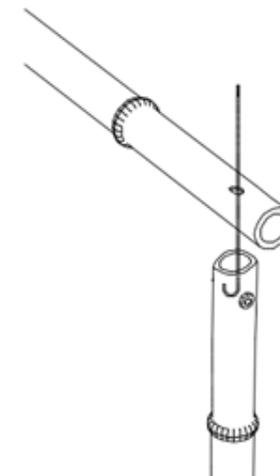
3

Enganchar la varilla Roscada con Gancho de $\varnothing 3/8''$ en los pernos previamente colocados (repetir el procedimiento para las 4 cañas verticales).



4

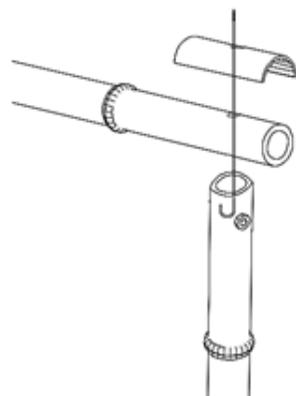
Colocar las Cañas de Bambú de $\varnothing 2\ 1/2''$ Horizontales de 3.50m sobre la caña vertical, haciendo coincidir el orificio de la caña con la varilla roscada.



2 / 6

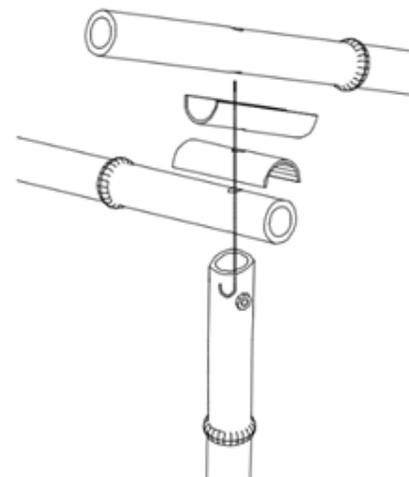
5

Colocar un canal de acero sobre la caña horizontal colocada (repetir el procedimiento para las 4 cañas verticales).



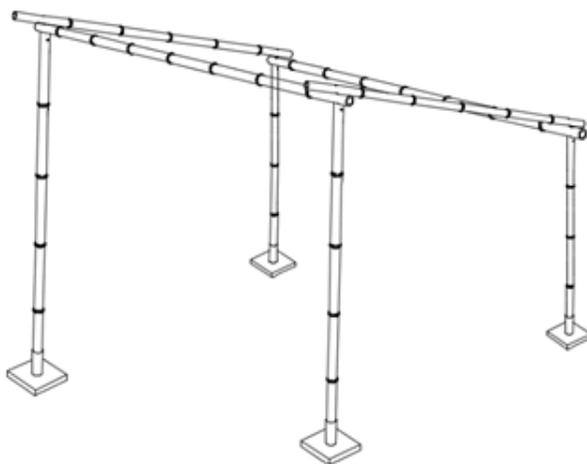
6

Colocar un canal de acero sobre el canal de acero anterior (para evitar el contacto directo entre cañas) y luego las Cañas de Bambú de $\varnothing 1\frac{1}{2}$ " de Amarre de 3.30 m.



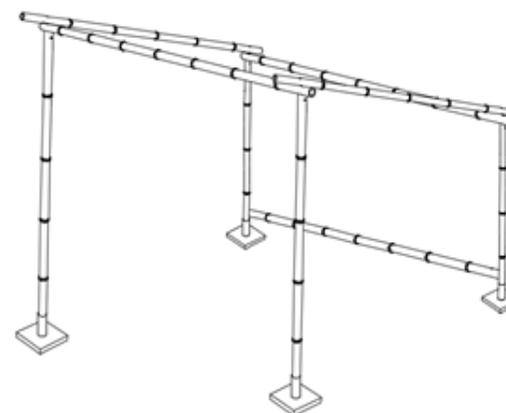
7

Colocar la arandela y la tuerca en la varilla roscada con Gancho y ajustar en las cuatro cañas verticales.



8

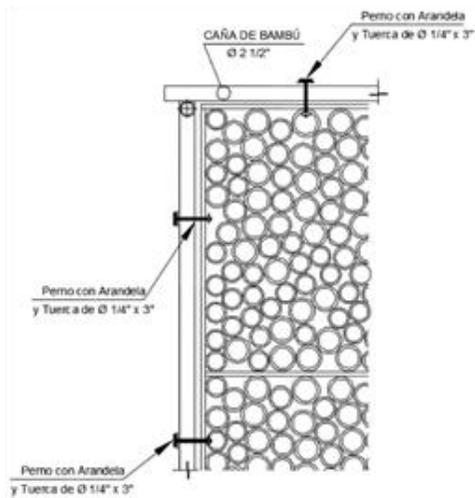
Colocar la Caña de Bambú de $\varnothing 1\frac{1}{2}$ " Horizontal de 3.50m en la parte posterior para el ensamblaje de los paneles de anillos de bambú posteriores.



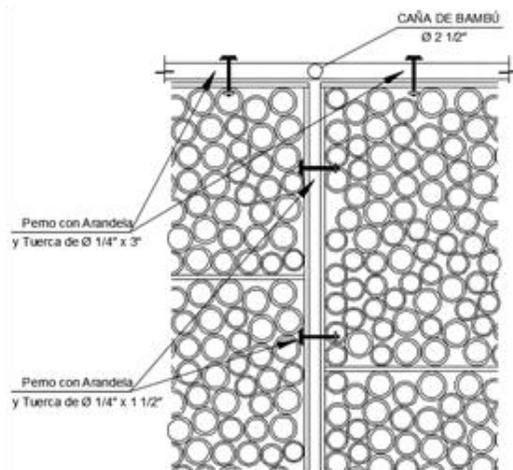
3 / 6

9

Colocar los paneles de anillos de bambú posteriores, uniéndolos a las cañas de bambú de $\varnothing 2\ 1/2''$ con pernos con Tuerca y Arandela de $\varnothing 1/4'' \times 3''$. Unir los paneles de anillos de bambú entre sí con pernos con Tuerca y Arandela de $\varnothing 1/4'' \times 1\ 1/2''$.



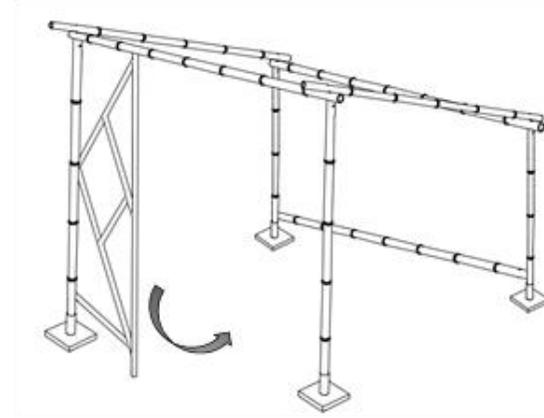
Con Bambú Principal



Entre Paneles

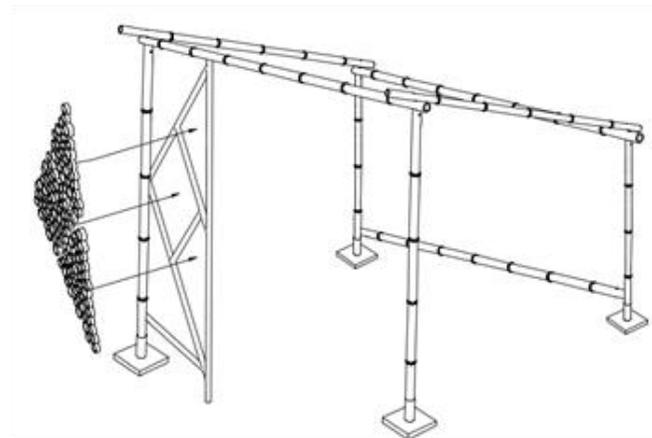
10

Colocar las Cañas de Bambú de $\varnothing 1\ 1/2''$ Frontales según el siguiente esquema (se empotran en la caña de Bambú de $\varnothing 2\ 1/2''$ vertical y horizontal). Repetir el procedimiento al lado contrario.



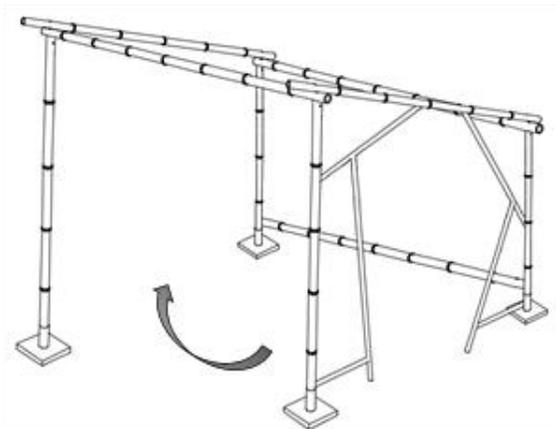
11

Colocar los paneles de anillos de bambú posteriores, uniéndolos a las cañas de bambú de $\varnothing 1\ 1/2''$ con pernos con Tuerca y Arandela de $\varnothing 1/4'' \times 1\ 1/2''$. Repetir el procedimiento al lado contrario.



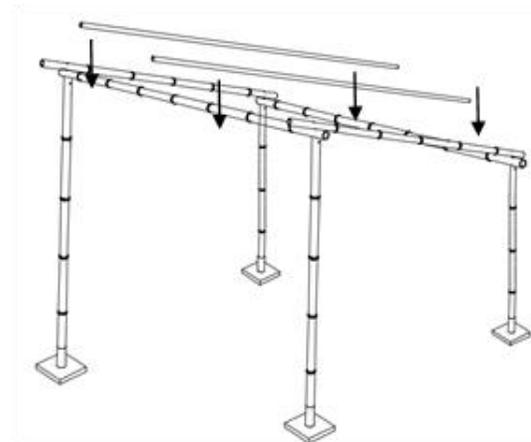
12

Colocar las Cañas de Bambú de $\varnothing 1\ 1/2''$ Laterales según el siguiente esquema (se empotran en las cañas de Bambú de $\varnothing 2\ 1/2''$ verticales y horizontal). Repetir el procedimiento al lado contrario.



13

Colocar las cañas de Bambú de $\varnothing 1\ 1/2''$ para el techo (según el siguiente esquema) uniéndolos a las cañas de $\varnothing 2\ 1/2''$ horizontales con Perno con Tuerca y Arandela de $\varnothing 1/4'' \times 4''$.



14

Enganchar la lona vinílica de la cobertura del techo con las armellas de $1/2''$ en las cañas de Bambú de $\varnothing 2\ 1/2''$ Horizontales y de amarre.



15

Enganchar la lona vinílica de las coberturas laterales y frontales con las armellas de $1/2''$ en las cañas de Bambú correspondientes.



MÓDULO CONSTRUIDO CON BAMBÚ PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS



Vista Frontal



Vista Posterior



Vista Lateral



Perspectiva General

ANEXO N° 04: FOTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA LIGERA MODULAR PARA EXPOSICIONES EFÍMERAS CON BAMBÚ A ESCALA REAL

Proceso de Armado de Paneles de Anillos de Bambú



Proceso de Unión de Anillos de Bambú con cintillos de seguridad



Panel de Anillos de Bambú terminado

Proceso de Armado de la Estructura



Corte boca de pez para cañas verticales



Preparación de cañas para unión perpendicular



Dado de concreto con
caña de bambú vertical



Colocado de caña horizontal
de 1 1/2" (parte posterior)



Ensamblaje de unión
perpendicular



Colocado de cañas de
1 1/2" para la cobertura



Unión de cañas de 1 1/2" para detalle frontal



Empernado y ajuste de cañas en detalle frontal



Estructura de detalle frontal



Unión de cañas horizontales y verticales (parte frontal)



Estructura terminada

Proceso de Colocado de Paneles de Anillos de bambú Posteriores



Ensamble de anillos de bambú (parte posterior)



Ensamble de anillos de bambú (parte frontal)

Proceso de Colocado Cañas de bambú Laterales



Habilitado de cañas para
detalle lateral

Proceso de Colocado de Cobertura del Techo



Cobertura de techo (parte
posterior y frontal)



Proceso de Colocado de Coberturas Frontales y Laterales



Colocado de armellas para
ajuste de coberturas laterales



Colocado de Cobertura
Lateral

Módulo para Exposiciones Efímeras Terminado



Vista Frontal

Vista Frontal



Vista en
Perspectiva



Vista
Posterior

