

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Arquitectura

Tesis

**Uso del bahareque de guadua con mortero en muros,
y su influencia en la impermeabilidad de viviendas de
bajo costo al clima lluvioso de la ciudad de Satipo
Junín al 2019**

Aliconi Ramos Arias

Para optar el Título Profesional de
Arquitecto

Huancayo, 2019

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por guiar mis pasos, por ayudarme a tomar buenas decisiones durante mi vida; a mis padres, por su apoyo incondicional y por depositar su confianza en mí; a los catedráticos, quienes me orientaron y enseñaron día a día.

DEDICATORIA

Esta investigación se lo dedico a Dios, quien me acompaña siempre. A mis padres que son las personas que más amo, y a quienes les debo tanto, a mis hermanas y hermano por siempre motivarme a seguir creciendo profesionalmente y personalmente.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	2
DEDICATORIA	3
LISTA DE FOTOGRAFIAS	7
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE IMÁGEN	7
LISTA DE TABLAS.....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPITULO I.....	12
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	12
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:	12
1.1.1 Planteamiento del Problema:	12
1.1.2 Formulación del Problema	14
1.2 OBJETIVOS:.....	15
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	16
1.3.1 Justificación Científica	16
1.3.2 Justificación Constructiva.....	17
1.3.3 Justificación Ambiental	17
1.4 HIPOTESIS Y DESCRIPCION DE VARIABLES	18
1.4.1 Hipótesis General	18
1.4.2 Hipótesis Específicos	18
1.4.3 Descripción de variables.....	18
1.4.4 Operacionalización de variables.....	18
CAPÍTULO II	20
MARCO TEORICO.....	20
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA:.....	20
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	20
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	26

2.2	BASES TEORICAS:.....	29
2.2.1	Conceptos Generales de Bambú	29
2.2.2	Clasificación y Tipos de Bambú	29
2.2.3	Crecimiento de bambú.....	29
2.2.4	Usos del Bambú.....	30
2.2.5	Métodos para la extensión de la vida y su correcto manejo del bambú.	31
2.2.6	ESTADO DE MADUREZ DEL BAMBU	33
2.2.7	Paredes con Guadua.....	34
2.2.8	MORTERO	35
2.2.9	LA VIVIENDA EN LA HISTORIA.....	37
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS:	47
	MARCO NORMATIVO.....	53
	CAPÍTULO III	58
3.1	MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	58
3.1.1	Método general.....	58
3.1.2	Métodos específicos.....	58
3.1.3	Tipo.....	58
3.1.4	Nivel o alcance.....	59
3.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	59
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	60
3.3.1	Población:.....	60
3.3.2	Muestra:	60
3.3.3	Unidad de Análisis:.....	61
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	61
3.4.1	Técnicas	61
3.4.2	Instrumentos	61
	CAPÍTULO IV.....	63
	RESULTADOS Y DISCUSION.....	63
4.1	RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	63
4.1.1	Análisis y Justificación de la Ubicación del Terreno de Pruebas	63
4.1.2	Resultados de ficha de observación de los paneles Campus Incho	69
4.1.3	Resultados de las mediciones estadísticas realizadas.....	102

4.2	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	104
4.2.1	HIPOTESIS GENERAL	104
4.2.2	HIPOTESIS ESPECÍFICA H1.....	104
4.2.3	HIPOTESIS ESPECÍFICA H2.....	104
4.2.4	HIPOTESIS ESPECÍFICA H3.....	104
4.2.1	HIPOTESIS ESPECÍFICA H4.....	105
	CAPÍTULO V	106
	PROYECTO ARQUITECTÓNICO	106
4.1	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	106
4.1.1	Alcances y Objetivos del proyecto arquitectónico.....	106
4.1.2	Ubicación Geográfica	106
4.1.3	Descripción del terreno.....	107
4.1.4	Topografía del terreno	108
4.1.5	Justificación Funcional.....	109
4.1.6	NORMATIVIDAD	110
4.1.7	CUBIERTA.....	113
4.1.8	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SANITARIAS	113
4.1.9	ACCIONES SÍSMICAS	113
4.1.10	PROYECTO	114
4.1.11	Programa Arquitectónico	115
4.1.12	PLANOS DE VIVIENDA UNIFAMILIAR	116
	CONCLUSIONES.....	117
	RECOMENDACIONES.....	118
	BIBLIOGRAFÍA.....	119
	ANEXOS	120

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1: Marco de madera	64
Fotografía 2: Mortero (mezcla de cemento, agua, arena, ocre).....	64
Fotografía 3: Latillas de Guadua.....	65
Fotografía 4: relleno de mortero	66
Fotografía 5: relleno de mortero	66
Fotografía 6: Prueba de goteo a los paneles.....	68
Fotografía 7: Activando la prueba de goteo.....	68
Fotografía 8: Resultado de pameles con prueba de resistencia	100
Fotografía 9: resultado ante las pruebas de goteo	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación política	107
Figura 2: Ubicación en PDU-Satipo	108
Figura 3: Perfil A de la topografía del terreno.....	109
Figura 4: Perfil B de la topografía del terreno.....	109
<i>Figura 5: Mapa de zonas sísmicas de Perú</i>	114

LISTA DE IMÁGEN

Imágen 1: Linderos de la Laguna Arenal, Costa Rica, sembrados con bambú	28
Imágen 2: Casa demostrativa del parque ecológico” Voces por el clima” – 2016.....	30
Imágen 3: Paredes de Quincha	34
Imágen 4: La vivienda sobre el suelo de arcos paralelo de los pescadores en sonomo Nigeria. Fuente: Camesasca 1971.p.17.	38
Imágen 5: Tipi o tienda construida por los indígenas del Norte America por los llamados pie negro. Fuente: The house book 2001.....	39
Imágen 6: Vivienda semienterrada de Henan y Shanxi. Fuente: Izard, J. y Guyot A. 1983.....	41
Imágen 7: Viviendas de planta circular en Coaña, Asturias. Fuente: Álamo 1995.....	43
Imágen 8: recepción de la planoteca de la empresa de aguas de Lima, Sedapal.	50
Imágen 9: recepción de la planoteca de la empresa de aguas de Lima, Sedapal.	50
Imágen 10: Pico de flauta.....	51
Imágen 11: – unión de guadua con el corte de pico de flauta.....	52
Imágen 12: Junta Sísmica	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Muros de Bahareque con guadua y mortero	19
Tabla 2: Impermeabilidad de viviendas de bajo costo	19
Tabla 3: Fuente: manual de construcción sismo resistente de viviendas en bahareque encementado	55
Tabla 4: cuadro de resultados obtenidos de las fichas de observación de cada uno de los paneles elaborados en campo	98
Tabla 5: Cuadro resumen - mejores resultados de los paneles	99
Tabla 6: Relación de muestras y porcentajes de fisura posteriores al secado y prueba de compresión perpendicular a la fibra	102
Tabla 7: En este cuadro se evidencia el porcentaje de fisuras que se identificaron posteriores al tiempo de secado de los paneles y a las pruebas de resistencia también se evidencia los niveles bajos en presencia de fisuras.	102
Tabla 8: Cuadro en el que se evidencia el porcentaje de hundimiento de la parte central del panel por esfuerzos físicos mecánicos que se usaron para demostrar la resistencia y la adherencia del material	103

RESUMEN

Esta investigación se basa en el análisis y uso de la Guadua y mortero como material constructivo.

En la actualidad, las edificaciones utilizan materiales modernos que contaminan el medio ambiente en un mayor porcentaje, pudiendo aprovechar recursos naturales como materiales de construcción, los cuales son ecológicos, uno de estos materiales es la Guadua, el cual abunda en la selva, cuenta con propiedades y características adaptables para la construcción, brindando espacios confortables para los habitantes y el medio ambiente.

Son cantidades menores de edificaciones que han estado desarrollando arquitectura sostenible, con materiales constructivos ecológicos, estos materiales son los no convencionales, los cuales existen en gran cantidad en diferentes países que pueden ser aprovechados ya que son más económicos, sociales y ambientales.

En el Perú, en diferentes ciudades, existen familias de bajos recursos económicos, familias que no cuentan con espacios adecuados para residir. En la costa, sierra y selva, cuentan con materiales no convencionales, los cuales no son aprovechados como material de construcción. Estos materiales son sostenibles que cuentan con muchas ventajas en el uso de edificaciones, bajo costo, y brindan ambientes confortables según el clima a construir.

Satipo es una ciudad de clima caluroso, que exige ambientes frescos y ventilados. En esta ciudad abundan materiales de construcción sostenible, como el bambú, el cual no se refleja en las edificaciones por el desconocimiento de las propiedades ventajosas y de los efectos que produce este material.

En base a este análisis se realizan paneles de mortero con guadua el cual es llamado "bahareque" para luego hacer la prueba de goteo y ver la capacidad que tiene ante la impermeabilidad al clima lluvioso, y descubrir las ventajas que este tiene como material constructivo, en este caso en muros estructurales.

Palabras clave: bahareque de guadua y mortero, usos del bahareque, influencia en la impermeabilidad del uso del bahareque.

ABSTRACT

This research is based on the analysis and use of Guadua and mortar as a construction material.

At present, buildings use modern materials that pollute the environment in a greater percentage, being able to take advantage of natural resources such as construction materials, which are ecological, one of these materials is Guadua, which abounds in the jungle, has properties and characteristics adaptable to the construction, providing comfortable spaces for the inhabitants and the environment.

They are smaller amounts of buildings that have been developing sustainable architecture, with ecological building materials, these materials are unconventional, which exist in large numbers in different countries that can be used as they are more economical, social and environmental.

In Peru, in different cities, there are low-income families, families that do not have adequate spaces to reside. On the coast, mountains and jungle, they have unconventional materials, which are not used as building material. These materials are sustainable that have many advantages in the use of buildings, low cost, and provide comfortable environments according to the climate to be built.

Satipo is a city with hot weather, which demands fresh and ventilated environments. Sustainable building materials abound in this city, such as bamboo, which is not reflected in buildings due to ignorance of the advantageous properties and the effects that this material produces.

Based on this analysis, mortar prototypes with guadua are made, which is called "bahareque" and then drip test and see the capacity that it has in the rainwater impermeability, and discover the advantages that it has as a construction material, in this case in structural walls.

Keywords: bahareque de guadua and mortar, uses of bahareque, influence on the impermeability of the use of bahareque.

INTRODUCCIÓN

Las pruebas realizadas del uso de bahareque para la construcción de muros serán sometidas a las pruebas de resistencia para ver la capacidad que tiene ante un sismo, la

Este documento está estructurado en cinco capítulos que se exponen a continuación:

Capítulo I, es aquel que da a conocer el planteamiento del estudio, el problema de investigación, los objetivos que se desea lograr dentro de la investigación y así mismo se da a conocer la justificación del porqué de la investigación.

Capítulo II, este capítulo se basa en la recopilación de sustento teórico esencial para comprender el tema a profundidad y comprender los detalles conceptuales indispensables dentro de la investigación.

Capítulo III, es básicamente la metodología que fue utilizada dentro de la investigación.

Capítulo IV, son los resultados y la discusión que tiene como fin comprobar la viabilidad de la investigación expuesta.

Capítulo V, se encuentra la propuesta de Proyecto Arquitectónico usando el sistema de albañilería convencional con Bahareque de Guadua con mortero ante una vivienda de bajo costo en la ciudad de Satipo.

Finalmente, el análisis de esta investigación es realizada con el fin de obtener un sistema constructivo económico, estético, y que brinde espacios confortables en un clima lluvioso como Satipo. Así también poder transmitir esta información para que adopten una mejor solución con este sistema constructivo para sus viviendas.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

1.1.1 Planteamiento del Problema:

En el Perú existen una cantidad catalogada de especies de bambú, de las cuales no todas son útiles para fines constructivos., algunas especies son más utilizadas para fines artesanales y decorativos, pero después de la normalización de la norma técnica E 0100 en bambú en el año 2012 , se ha determinado como especie recomendada para elementos estructurales a la guadua angustifolia Kunt, una especie de bambú que cumple con los requerimientos necesarios para la construcción de estructuras destinadas a la edificación, pero la realidad constructiva en nuestro país desconoce e ignora esto, y estando dentro de entornos de selva alta como el caso de Satipo donde existe esta especie y no se utiliza esta materia prima por falta de investigación, es que se evidencia un latente problema con respecto a la construcción de viviendas, estas mismas que pueden usar el bambú como elemento constructivo predominante, y que por otra parte pueda resistir las inclemencias del clima lluvioso característico de esta ubicación geográfica, que alcanzaría esta resistencia al usar el bambú como una estructura de cerramiento recubierta de mortero, como es la técnica constructiva conocida como bahareque . Que en otras condiciones geográficas como las de Ecuador o Colombia han prosperado como una alternativa de construcción de bajo costo para la vivienda de interés social.

La provincia de Satipo representa un territorio superior al 43% del área de todo el departamento de Junín, su extensión representa la mayor superficie geográfica categorizada como selva alta, en este piso altitudinal se cultivan muchos productos de consumo nacional , una gran variedad de frutas , verduras , maderas ,granos procesables como el café y el cacao , pero según los mapas de clasificación forestal del INRENA , también es uno de los territorios donde abunda una gran variedad de especies de bambú, algunas con características más estructurales y otras con solo cualidades visuales, mas no resistentes a esfuerzos físicos mecánicos, de estas especies una que crece naturalmente de forma espontánea es la Guadua Angustifolia Kunt variedad de bambú que se caracteriza por su notable resistencia a esfuerzos físicos mecánicos y su densidad externa que le brinda una mayor

resistencia al ataque de insectos que puedan penetrar su la superficie exterior del culmo , esta especie perteneciente a la familia de las gramíneas tiene también un pronunciado crecimiento en altura y volumen, adicionalmente su velocidad de crecimiento después que la plántula ha desarrollado su red de rizomas bajo la superficie del suelo es de entre 4 a 6 años y después los brotes salen anualmente, esta propiedad de crecimiento en forma espontánea hace de esa especie una de las más productivas variedades de bambú, en esta investigación evidencio que a pesar de que la materia prima es de fácil acceso y su ciclo de reutilización es más corto que el de la madera , la población no construye con bambú, por desconocimiento de las cualidades estructurales y de las técnicas de construcción adecuadas para esta materia prima, el principal error es comparar al bambú con la madera , este error arrastra malas prácticas en la forma de construir, en la forma de cortar , incluso en la forma de unir las cañas , en más de un caso solo se usa como elemento de apoyo o tutor para plantas o como listones en techos ligeros de almacenes, por otro lado se usan las otras variedades de bambú solo con fines decorativos o de ornamentación de fachadas o locales comerciales turísticos se usan las especies como es el caso de la bambusa vulgaris o del filostachis aureus, que son cañas de acabado exterior muy lisos y colores más atractivos pero no son adecuados para la construcción.

Estas circunstancias en las cuales muchos pobladores de la provincia y ciudad de Satipo desarrollan una mala praxis constructiva con este material me motiva a proponer usarlo en la construcción de viviendas de bajo costo , tomando como referencia las viviendas desarrolladas por la Comisión Episcopal de Apoyo Social ONG que trabajo en la reconstrucción de la ciudad de Pisco después del terremoto del 15 de agosto del año 2007, en la cual muchas familias perdieron sus viviendas y esta ONG mediante un programa de ayuda social logro reconstruir un total de 35 viviendas construidas con bambú y recubiertas con mortero de arena fina usando la técnica del bahareque en cementado lograron implementar viviendas dignas en esta dura crisis que se vivió varios años después del terremoto.

Mi área delimitada de investigación es diferente, cuenta con un clima lluvioso abunda humedad ambiental y temperas muy altas en los meses de verano , estas

condiciones también son el fundamento de usar una técnica constructiva que sea ligera y de fácil habilitación en la obra, por mano de obra no calificada, mi propuesta de investigación busca solucionar la carencia de vivienda de calidad que se requiere en esta provincia, y proponer viviendas de bajo costo de mano de obra y de materiales, reducir la huella ecológica al usar un material sostenible y abundante en la zona de intervención.

Finalmente la poca investigación y aplicación del uso de materiales alternativos o no convencionales dificulta el poder proponer a la población de esta ciudad alternativas nuevas, rentables y sustentables al momento de construir sus viviendas, para lo cual esta investigación se propone presentar alternativas de construcción con materiales de la zona de fácil acceso reduciendo costos de traslado o de fabricación.

1.1.2 Formulación del Problema

La investigación parte del aprovechamiento de materiales de construcción que no afecten al medio ambiente, y que este sea económico.

1.1.2.1 Problema General

¿Cuál será la influencia del uso bahareque de bambú con mortero en muros sobre la impermeabilidad de viviendas de bajo costo en el clima lluvioso de la ciudad de Satipo Junín al 2019?

1.1.2.2 Problema Especificos

- ¿Cuál será el porcentaje de ahorro en costos de las partidas de revestimientos para muros al usar el bahareque de bambú con mortero en la construcción de viviendas?
- ¿Cuál el nivel de aplicabilidad de bahareque y mortero a muros de vivienda de bajo costo en el clima lluvioso de la ciudad de Satipo Junín al 2019

- ¿Cuál será el nivel de influencia entre el uso bahareque con mortero y la impermeabilidad de muros expuestos a la lluvia en viviendas de bajo costo en la ciudad de Satipo Junín al 2019
- ¿Cuál será el nivel de modulación al usar el bahareque de bambú con mortero al diseñar viviendas de bajo costo en la ciudad de Satipo Junín al 2019?

1.2 OBJETIVOS:

A. Objetivo General:

Planteado claramente los problemas específicos y el problema general se plantea el objetivo de la investigación:

- Determinar el nivel de influencia del uso del bahareque de bambú con mortero impermeabilidad de viviendas de bajo costo en el clima lluvioso de la ciudad de Satipo Junín al 2019.

B. Objetivos Específicos:

Se plantea los siguientes objetivos específicos en base a los temas complementarios para que la investigación vaya en un solo enfoque:

- Determinar el porcentaje de ahorro en costos de las partidas de revestimientos para muros de viviendas, al usar el bahareque de bambú y mortero.
- Determinar el nivel de aplicabilidad entre el uso de bahareque y mortero a muros de vivienda de bajo costo en el clima lluvioso de la ciudad de Satipo Junín al 2019.
- Determinar el nivel de influencia entre el uso de bahareque con mortero y la impermeabilidad muros expuesto a la lluvia en viviendas de bajo costo en la ciudad de Satipo Junín al 2019.
- Determinar el nivel de modulación al usar el bahareque de bambú con mortero al diseñar viviendas de bajo costo en la ciudad de Satipo Junín al 2019.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.3.1 Justificación Científica

Todo proceso de innovación está respaldado sobre el desarrollo de ensayos y errores, cuando no existen precedentes sobre un sistema constructivo más que solo los teóricos es necesario experimentar de manera práctica, tomando en cuenta las bases teóricas y otras experiencias constructivas desarrolladas en otros contextos, para el caso de esta investigación tome como referencia las posibilidades constructivas desarrolladas en países como Colombia y Ecuador, y como referencias nacionales las que se desarrollaron en el Pisco y Lima, en las cuales el sistema constructivo de bahareque fue utilizado como material de cerramiento para las primeras experimentaciones constructivas, desarrolladas en la reconstrucción de Pisco posterior al terremoto del 15 de agosto del 2007 y en Lima en cursos de capacitación desarrollados por PERUBAMBU -2008 y en el IVUC 2010 en estas instituciones se desarrollaron investigaciones relacionadas al bambú en general en ambos casos se desarrollaron capacitaciones sobre el uso del bahareque como una alternativa rápida, económica y de fácil instalación para los cerramientos en viviendas, estos primeros alcances requerían de ensayos y pruebas, que se desarrollaron en los laboratorios de construcciones de las facultades de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería y de la Pontificia Universidad Católica del Perú, estos ensayos sirvieron para que el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento en colaboración con el Colegio de Arquitectos del Perú y el Colegio de Ingenieros del Perú, CAPECO y SENCICO desarrollaron el primer borrador de la Norma Técnica E0100 en la cual se regula la construcción con Bambú y en cuyo desarrollo se contempla la construcción de recubrimientos con bahareque.

Para nuestro caso se tuvo que desarrollar paneles de una dimensión referencial de 60cmx60cm para desarrollar ensayos con diferentes morteros, dosificaciones, espaciamiento y tipo de malla que se usara para fijar el mortero esta parte experimental la desarrolle basándome en el método científico y bajo una rigurosa observación y desarrollo de los protocolos de construcción para el recojo de datos y el análisis de los mismos, de manera que esta investigación quedara como un referente para otras investigaciones que se desarrollaran a partir de estos resultados que se evidencian en esta investigación

1.3.2 Justificación Constructiva

Desde este punto de vista es importante analizar las posibilidades constructivas con los materiales del lugar, principio básico de la arquitectura sostenible, pero esto solo es posible si identificamos las características constructivas de un material determinado y lo sometemos a ensayos reales, por parte de esta investigación nos referimos al uso del bambú para la construcción, pero contextualizado a una realidad climática distinta que es la costa peruana, donde existen muchas construcciones en bambú, pero en esas condiciones climáticas y geográficas no llueve, una realidad muy distinta es la que existe en la selva central del país, donde las lluvias son muy frecuentes en los meses de invierno y que superan ampliamente los niveles de precipitación andina, esto condiciona el sistema constructivo, y los materiales que permitan la durabilidad de las estructuras sin necesidad de comprometer altos costos de construcción al usar materiales foráneos y mano de obra calificada, cuando el construir con bahareque es una forma fácil y amigable de construir viviendas de bajo costo., por lo tanto vinculo muchos factores relacionados a la investigación, más aun cuando en mi desarrollo académico he vivido parte de mi estancia académica en este tipo de entornos de selva alta y he podido apreciar de primera fuente la realidad constructiva de este entorno.

1.3.3 Justificación Ambiental

Durante la formación académica que recibí en la Escuela Académico Profesional de Arquitectura de la Universidad Continental aprendí que el rol del arquitecto está ligado profundamente a la protección y conservación del medio ambiente el reducir la huella de carbono y lograr que la construcción en general sea una actividad más eco amigable es fundamental para el desarrollo de una arquitectura sustentable, el uso de materiales predominantes como el concreto, el acero, el vidrio y los derivados sintéticos del petróleo son indispensables para muchos componentes en la construcción no podemos simplemente dejar de usarlos o discriminar su uso sino reducir el sobre uso que se le da, mediante el uso de materiales alternativos, que cumplan funciones similares y complementen el uso de los materiales convencionales este enfoque justifica porque la técnica de bahareque de mortero de cemento puede usarse en una vivienda no dejando de usar el concreto ni el acero, sino usándolo de manera pertinente y racional ese es el objetivo principal de innovar en procesos constructivos.

1.4 HIPOTESIS Y DESCRIPCION DE VARIABLES

Se plantea la siguiente hipótesis a fin de comprobar si la investigación genera conocimientos validos que demuestren la proposición

1.4.1 Hipótesis General

El uso de bahareque de bambú con mortero en muros influye positivamente en la impermeabilidad de viviendas de bajo costo en el clima lluvioso de la ciudad de Satipo Junín al 2019.

1.4.2 Hipótesis Específicos

- El uso de bahareque de bambú con mortero, disminuye los costos en las partidas de revestimiento para muros de viviendas.
- El uso de bahareque con mortero es aplicable a muros de viviendas de bajo costo en el clima lluvioso de la ciudad de Satipo Junín al 2019.
- El uso de bahareque con mortero influye positivamente en la impermeabilidad de los muros expuestos a la lluvia en viviendas de bajo costo en la ciudad de Satipo Junín al 2019.
- El uso de bahareque de bambú con mortero permite la modulación al momento de diseñar viviendas de bajo costo en la ciudad de Satipo Junín al 2019.

1.4.3 Descripción de variables

VD: Muros de Bahareque con guadua y mortero

VI: Impermeabilidad de viviendas de bajo costo

1.4.4 Operacionalización de variables

1.4.4.1 Variable Dependiente

Muros de Bahareque con guadua y mortero

El bahareque con bambú y mortero es un sistema constructivo que es muy pertinente para la construcción de muros de cerramiento exterior y de tabiquería interior, este sistema constructivo es muy coherente con los materiales convencionales, por su facilidad de adherencia entre los materiales orgánicos y los aglomerantes convencionales.

Tabla 1: Muros de Bahareque con guadua y mortero

DIMENSIÓN	INDICADORES
<p style="text-align: center;">Muros de Bahareque con guadua y mortero</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Detalles Constructivos • Tipología de MURO • Costo de mano de obra • Técnica Constructiva • Materiales de construcción

Fuente: Elaboración Propia

1.4.4.2 Variable Independiente

Impermeabilidad de viviendas de bajo costo

En la selva central del país los periodos lluviosos son muy marcados, y muchos materiales como la madera y la calamina son muy usados, pero garantizan la resistencia a la inclemente lluvia, tampoco garantizan el confort térmico y acústico para poder habitar esos espacios, solo cumplen la función de aislar la lluvia no el frio, ni la sensación térmica, algo muy común en un clima de selva alta.

Tabla 2: Impermeabilidad de viviendas de bajo costo

DIMENSIÓN	INDICADORES
<p style="text-align: center;">Impermeabilidad de viviendas de bajo costo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la erosión • Aislamiento de humedad • Técnica de aislamiento • Insumos para el aislamiento • Tipología de vivienda • Factor climático

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA:

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

a) (AITIM, 2011) En este artículo titulado “La Arquitectura de Bahareque Colombiana, Patrimonio de la Humanidad” se realiza un recorrido histórico al Eje Cafetero Colombiano el cual es declarado como Patrimonio de la Humanidad, lugar donde se mantiene un paisaje limpio.

En el territorio denominado “Viejo Caldas” abunda la existencia de la Guadua (Bambú). La colonización Antioqueña es el proceso del crecimiento de la población del Viejo Caldas (Eje Cafetero). Durante esta etapa se realizaron diferentes tipos de sistemas constructivos, una de ellas la tapia pisada lo cual es una cimentación de piedra, muros gruesos y rígidos. Si los pobladores utilizaban este sistema constructivo, dejaban en claro que se quedarían, de lo contrario construirían con Bahareque ya que sería una vivienda temporal.

Después de unos 30 años, la arquitectura en Bahareque fue utilizado por edificios públicos, y privados, tanto de ricos y pobres. El sistema de Bahareque partía desde el segundo piso o bien, apoyado a la mitad del primer piso. Se conservan edificaciones de Bahareque con más de cien años de la época de Manizales, donde se emplearon Guadua. El significado de la arquitectura tradicional es como intervenir en el terreno sin dañar el paisaje. Una característica especial de arquitectura que tiene el Viejo Caldas es su calidad estética, los detalles de sus puertas, ventanas, balcones y corredores. Otra característica que se aprecia es la relación de la edificación de la calle con la edificación, el cual es el alero, que aparte de ser un detalle arquitectónico, que servía como protección para el peatón.

La esencia de la arquitectura sigue presente, aunque hubo algunos cambios con los avances tecnológicos. Las variaciones de las edificaciones son internas, lo que sigue manteniéndose es la forma. En la actualidad en Colombia, se está considerando el bambú como elemento esencial del sistema constructivo Bahareque Encementado, este material está siendo reconocido y

solicitado dentro y fuera del país de Colombia, gracias a la obra del arquitecto Simón Vélez, el estado colombiano incluye dentro de la normativa de construcciones de 1 y 2 niveles a través de la norma NSR10 Estructuras de madera y Estructuras de Guadua.

b) (PINEDA URIBE, 2017) En su tesis titulada “Características y patologías constructivas del bahareque tradicional en la Vereda San Pedro del municipio de Anserma (CALDAS)”, tesis para la obtención de Maestría en Construcción de la universidad Nacional de Colombia. Que tiene por objetivo analizar las patologías y características del bahareque tradicional el cual comprende a los materiales naturales existentes en la zona de estudio, tales como guadua, tierra y madera; estos materiales predominan como sistema constructivo en las edificaciones del departamento de Caldas. Materiales que se integran a la naturaleza, sin dañar el medio ambiente. Para este análisis se caracteriza según la edad, el número de pisos, materiales utilizados, recubrimientos, etc. Se da a conocer las patologías que predominan en los materiales, estos son física, biológica, antrópico, y mecánico. Se Determina a qué elementos estructurales de la vivienda afectan las patologías mencionadas.

Para este análisis se escogieron 30 viviendas, aquellas con mayor edad y otras que se encuentran en estado deplorable a simple vista, a través del método empírico-analítico.

Para la recolección de datos de este análisis se realizó una serie de revisiones bibliográficas, observación en campo, fichas para valorar cada aspecto de las edificaciones.

Como resultado de este estudio nos muestra la importancia del sistema constructivo del bahareque tradicional, ya que las edificaciones que se encuentran en mal estado o en estado pésimo, fueron causadas por patologías biológicas como los hongos, insectos, etc. que afectan a la madera y guadua, patologías antrópicas intervenidas por los humanos, ya sea por un descuido de mantenimiento, por un mal manejo en las técnicas de construcción en los cimientos, sobre cimientos, pisos, muros, etc. y que al escoger los materiales fueron incorrectos; otra por patologías mecánicas como las deformaciones de los mismos materiales. Estas patologías presentadas en las edificaciones se pueden controlar fácilmente, ya que los materiales se pueden conseguir en la misma zona y a bajo costo; con un buen mantenimiento y aplicándolo

correctamente en su técnica constructiva. Este control se demuestra con la duración y el buen estado de las edificaciones de más de un siglo, las cuales fueron tomadas en el análisis de esta investigación.

c) (POPPENS & MORÁN UBIDIA, 2005) Este manual titulado “Vivir con Guadúa” es una guía para perfeccionar el uso del Bambú y aprovechar sus beneficios como material constructivo.

Para la selección de las cañas de guadua se deben cortar solo las que ya están maduras, que tengan como mínimo 4 años de edad, esto se distingue de las demás por su color verde opaco, las cañas deben estar sanas y uniformes.

Después del corte se debe realizar un mantenimiento para preservar sus cualidades, para ello existen varios métodos. Uno de ellos es el Avinagrado, un método tradicional, el cual se recomienda, ya que es económico, y comprobado por la sabiduría popular. Después de realizar este método se deja secar como mínimo 2 meses para su uso. Otro método es el de preservación química, es un método de inmersión en solución de bórax y ácido bórico, el cual es un método muy eficaz económico y seguro, este método se aplica con cañas que conservan su color verde y secas de al menos una semana.

Las construcciones se deben ubicar en terrenos que estén libre de inundación, de maleza y de la capa orgánica, y así tener una buena cimentación. En los terrenos que se va a construir debe tener buen relleno con la altura mínima para que las lluvias o la humedad no afecten a la edificación.

Las uniones de las cañas se deben manejar cuidadosamente, ya que con este material se limita el uso de clavos y alambres, a diferencia de la madera, ya que puede provocar rajaduras. Por ello en este manual se enseñan algunas técnicas para las uniones de las cañas.

Para unir la caña rolliza se moldea uno de sus extremos en forma de boca de pescado para unir a otra caña rolliza perpendicular; o pico de flauta para unir a otra caña con ángulo diferente a 90 grados. Para fijar estas uniones de cañas rollizas es necesario el uso de pernos, tacos o varillas.

Para uniones longitudinales se debe seleccionar los bambúes con diámetros similares, los cortes se hacen de tal manera que los dos nudos estén cerca. Para ello se eliminan los tabiques interiores de los extremos de los bambúes a unir para introducir una caña de menor diámetro para fijarlos con pernos.

La caña rolliza es utilizada como materia de estructura portante, por ello las columnas no deben tener contacto directo con el suelo por la humedad del mismo o por las lluvias.

Se presentan diferentes tipos de paredes de diferentes lugares, como: Paredes Quincha, el cual es una mezcla de caña picada estiércol, tierra y paja, el origen de esta técnica es en Perú; Paredes Ipirti originario de la India, tiene una estructura de latillas horizontales y verticales, sujetos a cañas rollizas o madera dura; Paredes Bahareque, se utiliza en Colombia y Ecuador, pero su origen es en Arabia, este tiene doble pared de caña picada rellena con tierra y arena, y para el bahareque mejorado se usa un recubrimiento de cemento; Paredes Romero, tiene origen en Guayaquil, caracterizada por sus latillas diagonales y por los recubrimientos de mortero de arena y cemento en los espacios intermedios; etc.

Las coberturas pueden ser de tejas o vegetales, también metálicas, aunque no muy adecuadas para climas cálidos.

Las edificaciones de bambú deben tener un buen acabado, se debe realizar mantenimientos cada cierto tiempo con lacas barnices, etc.

El costo de construcción con la guadua es reducido, ya que no requiere de mano de obra calificada ni de equipos de construcción fuera del alcance de la población.

d) (Bappler Ramírez, 2013) Esta publicación titulada “Viva Guadua”, un festival internacional de Bambú del programa Guadual 10, que se realiza cada 4 años. En este festival se exponen diferentes trabajos relacionados con Guadua, uno de ellos es el proyecto “Colegio de las Aguas Montebello”. Este proyecto se ejecuta con la participación de la misma comunidad y voluntarios de 8 nacionalidades, dando inicio a la obra en el año 2012. Con este proyecto se busca impulsar a los pobladores el uso de Guadua en sus edificaciones de vivienda, ya que este material se encuentra al alcance de la población, los cuales no son aprovechados, la razón de ello es que los pobladores tienen una imagen de esta materia prima como material de pobres sin conocer sus beneficios y las grandes edificaciones que se puede construir con este material. El proyecto “Colegio de las Aguas Montebello” tiene 9 edificios y un puente, todos construidos con Guadua, diseñados con una arquitectura moderna, con diferentes sistemas estructurales (La Casita De La Paz, La Vieja, La Mariposa,

La Pasarela, El Paraboloides, Los Siete Enanos, El Primer Edificio Escolar, El Aula Amarilla, El Aula Gótica y El Aula Múltiple), este es un proyecto innovador y respetuoso con el medio ambiente.

Andrés Bappler, arquitecto colombiano – alemán, tuvo la ocasión de escuchar y ver a los visitantes de Viva Guadua de cómo se sorprendían al ver el proyecto, porque decían que parecía un palacio para ricos. Para él “La pobreza no existe, la realidad es que algunos no saben cómo ser ricos, la riqueza se construye con conocimientos” (Bappler, 2013). Este arquitecto fue quien diseñó el proyecto “Colegio de las Aguas Montebello” y lucha por dar una mejor imagen y superar los límites de la Guadua.

El objetivo del festival internacional de Bambú “Viva Guadua 2013” es informar a los visitantes sobre el cultivo, el aprovechamiento en construcciones, en artesanía, y en todos los beneficios que tiene Guadua y así poder industrializarlo.

En Perú, un ejemplo de edificación, es la “Casa Paraguas de Bambú” ubicada en Chiclayo, esta vivienda se aprecia por su durabilidad y su buen estado. Otro ejemplo de edificación con bambú en Perú es la “Cabaña de los Triángulos de Bambú” ubicada en Cusco. Su diseño brinda confort térmico y su impacto ambiental es mínimo.

Escuela para la vida pretende demostrar que la Guadua no es solo un material constructivo alternativo para las maderas importadas, sino también para el acero y concreto. Existe una fábrica de bambú prensado ubicado en Cali-Colombia, este es una bodega industrial, el cual es un impulso para seguir este ejemplo de industrialización del Bambú.

El laboratorio de innovación azul ubicado en Cali- Colombia, busca promover actividades de la vida desde la perspectiva más respetuosa con el medio ambiente, creando bienestar a la población. A través de la economía azul propuesta por el economista Belga Gunter Pauli, se propone un desarrollo económico de pensamiento verde, haciendo uso de recursos locales sin descuidar el medio ambiente, creando así bienestar, riqueza y empleo a la población. Con Guadua podemos lograr esta economía, este material permite la reforestación de cuencas hídricas e inmensos terrenos que serían aprovechables para la industrialización. Esto sería solo el comienzo de un nuevo amanecer azul. Belga Gunter Pauli.

e) (ERASO O., 2007) En esta publicación titulada “Vivienda Sismorresistente en Guadua”, se presentan 9 capítulos, los principios, propiedades, y todo lo que el Bambú posee y requiere como material constructivo en zonas de riesgo sísmico. existe una variedad de especies de Bambú, en el cual Guadua Angustifolia o Bambusa Guadua es la más conocida, este material tiene varios usos, ya sea como alimento, en construcción, artesanía, etc. Guadua en su cultivo, tiene la capacidad de reforzar terrenos

y regular el agua. Este material se debe cortar a partir de los 6 años. Guadua crece en terrenos entre los 800 m y 1800 m sobre el nivel del mar. La humedad en la zona de cultivo de Guadua, no debe ser mayor al 15% ya que puede afectar sus propiedades físicas y mecánicas. Para la selección de las cañas de Guadua como material constructivo sismo-resistente antes de realizar el corte, se debe tomar en cuenta el color y que las piezas estén sanas. El corte de Guadua según la experiencia de los pobladores, se realiza en cuarto menguante y en horas de la madrugada, ya que en este tiempo se expulsa la savia (líquido rico en almidones y azúcares que atraen a los insectos) del bambú para adquirir un material resistente.

La primera etapa del secado de Guadua permite conservar su color y su durabilidad, se debe mantener colocado verticalmente sin el contacto con la tierra y protegido de lluvias, lo más importante cubrir la parte superior de la Guadua.

Para una vivienda sismo resistente se debe tomar en cuenta los materiales; el volumen regular tanto en altura, como en planta, si el diseño es irregular se soluciona mediante juntas sísmicas para así convertirlos en volúmenes regulares; el personal calificado y; el suelo. Para las uniones de cañas de Guadua, se pueden usar pernos, los cuales deben recubrirse con anticorrosivo, en esta publicación muestra las diferentes maneras de realizar las uniones de bambú. Para la cobertura de la edificación, se debe considerar que sea liviana, térmica, y acústica, y lo más importante es que no transmita humedad.

Se recomienda para la construcción de viviendas de dos niveles, trabajar con soleras de madera, el entrepiso no debe hacerse con losa de concreto, sino con largueros o viguetas que soporten el recubrimiento o piso, el recubrimiento puede ser de esterilla de Guadua, alambón y mortero de cemento o tablas de madera.

Para las instalaciones de tubería de agua, debe respetar la norma técnica, (NTC 1062). Los muros de cocina, servicios higiénicos, o los que estén expuestos al agua, se debe recubrir con enchape cerámico.

Para el acabado de los muros de Guadua, se puede pintar, o dejar su color natural. Para pintar se necesita lijar en sentido de la fibra de guadua para que la pintura no se desprenda. Para dejar su color natural se limpia con jabón de barra o jabón azul, más nunca detergente ni excesos de agua.

Se recomienda el uso de cera para enlucir la Guadua en su color natural y preservar de la humedad.

f) (VILLEGAS GONZÁLES, 2005) en esta tesis para Magister en Medio Ambiente y Desarrollo titulada “Comparación Consumos de Recursos Energéticos en la Construcción de Vivienda Social: Guadua Vs. Concreto” tiene el objetivo de conocer la menor energía que se usa en la construcción tanto en Guadua y en Concreto, se realiza un cuadro comparativo en cuanto a su valoración energética; para ello toma 85 viviendas construidas con Guadua y madera ubicadas en la urbanización, La Divina Providencia, Manizales. Y se toma como modelo la vivienda de Guadua, para proyectar la vivienda de concreto reforzado, con el mismo diseño arquitectónico y las mismas distribuciones. El desarrollo sostenible se define como la satisfacción de necesidades actuales sin hacer daño, ni comprometer las necesidades futuras.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

a) (Una Estrategia de Reconstrucción Solidaria, 2009). Esta publicación nos da a conocer sobre el sismo ocurrido el 15 de agosto del 2007, los sectores más afectados fueron Pisco, Chincha, Ica y Huaytará. EL sismo afecto a muchas familias, las cuales perdieron cosas muy importantes, tantos sus viviendas, iglesias y templos, monumentos arquitectónicos que fueron completamente destruidos. A causa del sismo se recibieron apoyos de parte de muchas entidades, como la reconstrucción de edificaciones destruidas. Para ello se realizó propuestas de materiales sismo resistentes, que no dañen al medio ambiente como: bambú, madera, Adobe mejorado, etc. Con el apoyo de los arquitectos, Yann Barnet y Faozi Jabrane, se logró encontrar estrategias de diseños y capacitación en construcción con bambú en suelos con baja

capacidad. Al realizar estas propuestas de construcción se toma en cuenta el respeto por la naturaleza, protegiendo los recursos naturales y el medio ambiente, y así evitar los desastres naturales. Guadua Angustifolia es producida en el Norte del Perú (Lambayeque), es un material sismorresistente por las características que cuenta, como la flexibilidad. El ministerio de vivienda, la PUCP, La Universidad San Martín de Porres, SENSICO; quienes hicieron la propuesta de construcción de viviendas sismorresistentes recomiendan que deben ser construidas en las zonas afectadas, ya que están diseñadas cumpliendo las normas técnicas y la propuesta de materiales son altamente amigables con el medio ambiente. Se realizaron propuestas de módulos de vivienda de madera y bambú, con un área de 15 a 20 m², para las familias que se encuentran en extrema pobreza, ya que ellos son los que tendrían dificultad en reconstruir sus viviendas. 58 módulos de madera y de Bambú fueron instalados en Ica, Pisco y Chincha, para ello se capacitaron a maestros y operarios en edificaciones con Bambú. Para no tener dificultad con la construcción con bambú, se realizaron paneles Pre Fabricados para obtener una capacitación mayor a los jóvenes aprendices, y así mejorar la calidad de empleo en construcción en la zona. Según el diario Comercio, grandes edificaciones como Hoteles de Turistas en Paracas solicitan maestros, técnicos para la construcción de bungalows con bambú.

Los módulos de vivienda de Bambú de área de 24.60 m², es de un solo ambiente con dos puertas y una ventana, los muros con bambú chancado, tarrajado con mortero Cemento-Arena de También se construyeron viviendas con adobe mejorado en 1.2 centímetros de espesor, la cobertura con vigas de bambú, caña chancada, malla de gallinero, y con torta de concreto encima. También se construyeron módulos de Viviendas de 25 m² con bloques de concreto con menor impacto ambiental, el cual beneficio a más familias.

La iglesia de la Compañía de Jesús de Pisco fue edificada con Bambú y quincha reforzada. Esta edificación sismorresistente demuestra la viabilidad, de construcción en suelos con baja capacidad con material muy económico.

b) En el artículo científico de (CAMIOL UMAÑA, Bambú Guadua: un recurso ecológico, 2009) que tiene como título “Bambú Guadua: un recurso ecológico”, cuyo objetivo fue proponer el uso del bambú Guadua como un recurso natural en la protección del medio ambiente, ya que esta planta se desarrolla muy bien

en climas cálidos y húmedos. Su rápido crecimiento hace que este material se convierta en una especie ideal para la reforestación rápida. Esta investigación trata de incentivar el uso de bambú en obras que habitualmente son construidas con materiales altamente costosos, tanto a nivel ecológico, como también a nivel económico, además de que, en estos momentos de crisis ambiental, es necesario cambiar nuestra participación e injerencia en los procesos de construcción y porque necesitamos contar con opciones ecológicas que puedan ser implementadas fácilmente por las comunidades o hasta por las propias familias. Este artículo aporta en el incentivo y conocimiento sobre el bambú por sus descripciones y estudios sobre el ello como material constructivo, el cual va sorprendiendo al mundo por su capacidad de ofrecer múltiples aplicaciones.

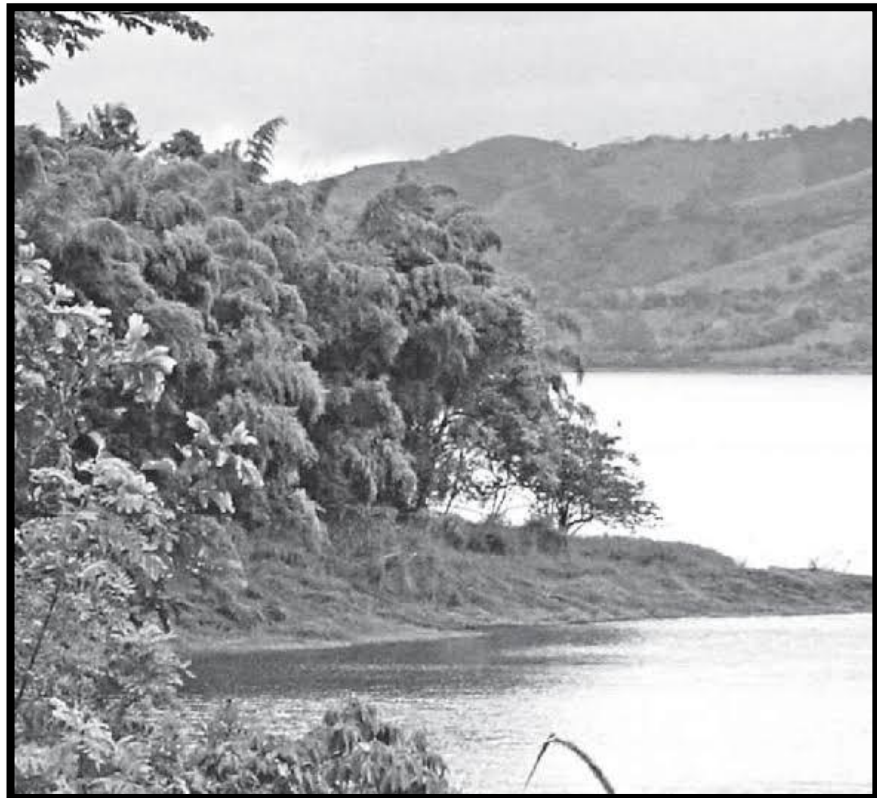


Imagen 1: Linderos de la Laguna Arenal, Costa Rica, sembrados con bambú

c) El artículo científico de (CAMIOL UMAÑA, 2009). Que tiene como título “Guadua, en muros de contención “, cuyo objetivo fue tratar el levantamiento de un muro de contención en terrazas que utiliza como material de construcción

el bambú Guadua. Lo que se quiere rescatar con este artículo es la posibilidad de ejecutar obras de bajo impacto ambiental que, además de estético, sean útiles para nuestro entorno. La investigación conduce a la prevención el cual es fundamental para evitar catástrofes mayores y aunque sea de manera individual y con nuestros propios medios es importante tomar acciones e intervenir positivamente en los lugares que habitamos. Este trabajo aporta en la investigación, ya que es importante saber sobre la resistencia del bambú que puede servir como muro de contención, el cual es fácil de implementar, que ayuda al ecosistema sin producir deterioro ambiental.

2.2 BASES TEORICAS:

2.2.1 Conceptos Generales de Bambú

La Guadua Angustifolia es una especie de Bambú, un material vegetal que se origina en los países andinos amazónico, en selvas húmedas y calientes, y bosques fríos. La Guadua se destaca por sus propiedades estructurales, por la resistencia que posee, por su tamaño que alcanza hasta los 18 a 22 m, incluso puede alcanzar hasta los 30 m. Fue comparado incluso con el acero y con otros materiales de alta tecnología. La capacidad que tiene para captar energía y admitir flexión hace que este material sea sismorresistente. (AÑAZCO, 2014)

2.2.2 Clasificación y Tipos de Bambú

Los bambúes pertenecen a la familia poaceae y a la subfamilia bambuceae, los cuales se dividen en dos tribus, los herbáceos y los leñosos.

2.2.3 Crecimiento de bambú

Todas las especies de Bambú son de rápido crecimiento, la especie de Guadua Angustifolia pueden llegar a una altura de 30 metros, su diámetro máximo es de 25 cm, y el promedio es de 3 a 13 centímetros. La Guadua Angustifolia, tiene un crecimiento de 21 centímetros por día, en los primeros 6 meses.

2.2.4 Usos del Bambú

a) Edificaciones.

El bambú motivó a muchos investigadores a realizar un estudio sobre ello, y como resultado se descubre que es un material sismorresistente, con el cual se realizaron edificaciones modernas, estéticas, amigables con el medio ambiente.



Imágen 2: Casa demostrativa del parque ecológico "Voces por el clima" – 2016

Lugar: Santiago de Surco, Lima, (esquina de la Av. Los Castillos Jr. General Belisario Suárez, a la altura de la cuadra 12 de la Av. Jorge Chávez a la espalda del supermercado Makro). Arquitectos: Yann Barnet, Faouzi Jabrane, Fuente:

<https://www.usmp.edu.pe/ivuc/noticias.php?pag=proy&sec=vivi002>

b) Ecología

(CAMIOL UMAÑA, Bambú Guadua: un recurso ecológico, 2009), propone el cultivo del bambú Guadua Angustifolia en las zonas tropicales y subtropicales, como una alternativa de aliviar el daño causado por la deforestación mundial, ya que este material es de rápido crecimiento y evitaría la erosión del suelo, al mismo tiempo protegiendo y enriqueciendo la tierra. Con sus rizomas y hojas en descomposición, la Guadua permite una filtración de agua, el cual puede almacenar hasta 30,000. Litros en invierno y así pueda liberar en el tiempo de verano.

c) Artesanal

El bambú es un recurso disponible y crece en el bosque tropical húmedo, por lo que su adaptación a la zona estaría más que probada. La siembra de esta planta en las laderas o en las orillas de los ríos es una opción que también puede hacer la diferencia, no sólo como prevención, sino en ambos casos como un producto agroecológico.

2.2.5 Métodos para la extensión de la vida y su correcto manejo del bambú.

Una semana después de la luna llena, es el tiempo propicio para la cosecha de bambú debido a la ausencia de atracción lunar.

a) Ahumar

El Ahumado se realiza sobre fuego con una temperatura de 50 a 60 grados de temperatura ambiental.

Al realizar el ahumado del Bambú, se logra a q el Bambú sea incomedible por los insectos.

b) Aguar

Con esta técnica se sumergen los tallos de Bambú en agua circulante por 4 a 12 semanas.

c) Cocinar

Se cocina durante 15 a 60 minutos para así extraer los alimentos comestibles por los insectos

d) Calentar

Esta técnica de Calentar el tallo hace que la estructura del Bambú tenga mayor resistencia ante los insectos.

e) Aguar con Bórax

El bórax hace un efecto físico en lo insectos, destruyendo su estómago.

Para esta técnica se tiene que abrir los diafragmas con una barra, en una piscina se sumergen los tallos de Bambú, haciendo peso con algún material, para que estas no se eleven.

f) Pintura

Se utiliza, leche de cal, blanqueo, excremento de vaca, etc. Para el recubrimiento

g) Insecticidas

Keroseno, gasóleo, barniz, formalina, etc. son insecticidas muy utilizadas en la fabricación de muebles y artesanía.

h) Herramientas y elaboración

El machete, la sierra y el hacha, son herramientas básicas para tratar con el Bambú. Estas herramientas deben ser muy afiladas, ya que el Bambú es un material que mantiene su dureza en las paredes externas.

i) Cortar y Tallar

Cuando la Guadua esta verde, se corta con machete, pero cuando está seca es preferible cortar con sierra.

j) Serrar

Las sierras más adecuadas para cortar la Guadua son las de tungsteno. Al realizar esta técnica, la dirección del tallo debe ser bien fijado, ya que esta puede rasgarse.

k) Rajar

Para rajar La Guadua se debe realizar rápidamente por el ajuste axial.

l) Romper

Al romper la Guadua se produce deshilación, lo cual se hace difícil el uso en la construcción.

m) Taladrar

El taladro se utiliza para piedras o metal, los cuales sirven para atornillar y hacer uniones de Guadua.

n) Deformación en frío

La Guadua se puede preformar después de la cosecha, durante el tiempo de secado. Si los tallos de Guadua son convexos, se separa para utilizar en detalles curvos de la edificación.

o) Deformación térmica

Al calentar el Bambú con una hornilla hasta 150°C, se vuelve más elástico, es ahí donde se aprovecha y se guarda con su nueva forma durante el enfriamiento.

2.2.6 ESTADO DE MADUREZ DEL BAMBU

a) Brote nuevo

Son los tallos nuevos que nacen del rizoma. Al nacer los brotes son protegidos por hojas caulinares.

b) Brote en Crecimiento

Los brotes de Bambú llegan a su altura máxima, antes de un año de edad.

c) Tallo tierno o verde

Entre 1 a 3 años de edad, el Bambú pierde sus hojas caulinares, los cuales cambia su color a verde brillante. En esta etapa la Guadua aun es tierna y no apta para la construcción.

d) Tallo maduro

Cuando La Guadua, cumple sus 4 años de edad, ya está lista para la cosecha de su tallo, esta se distingue por su color verde opaco, y con pequeñas manchas de líquenes blancos.

e) Tallo Sobremaduro

El tallo sobremaduro se diferencia por su color, amarillo blanquecino, en este

estado pierde sus propiedades físicas y mecánicas, lo cual no es apto para construcciones.

2.2.7 Paredes con Guadua

Los diferentes tipos de Paredes de Guadua que se describirá, son de origen de lugares que corresponden a diferentes climas.

a) Paredes Quincha

La quincha es originaria en Perú, esta técnica comprende el recubrimiento de la caña picada mezclada con estiércol, tierra y paja.



Imágen 3: Paredes de Quincha

b) Paredes Ipirti

El origen de esta Pared en la India, los primeros en construir con este sistema es la organización IPIRTI. Su técnica se refiere a una estructura de latillas horizontales y verticales, los cuales se amarran a cañas rollizas verticales mediante anclajes de madera o varillas de acero.

c) Paredes Bahareque

Este tipo de pared tiene su origen en Arabia. El cual es usado en Colombia y

Ecuador. Esta pared consiste en una Pared doble, el cual es relleno con tierra.

d) Paredes Romero

Su origen fue en Guayaquil, en la construcción de la casa q se publicó en INBAR, esta técnica lleva el nombre del arquitecto quien la construyó. Consiste en la ubicación de latillas en diagonales, y en los espacios intermedios relleno con recubrimiento de mortero de arena y cemento.

2.2.8 MORTERO

2.2.8.1 DEFINICION DE MORTERO

Son mezclas plásticas, de arena y agua, los cuales son para unir piedras o ladrillo. (Cátedra de Ingeniería Rural, s.f.) (GONZÁLEZ DE LA CADENA, 2016)

2.2.8.2 CLASIFICACION

Los morteros se clasifican en dos grupos, los aéreos y los hidráulicos. Los aéreos endurecen con el secado al aire y fraguan lentamente, mientras q los hidráulicos secan bajo el agua. (GONZÁLEZ DE LA CADENA, 2016)

En general los morteros se clasifican por su composición.

a) Morteros calcáreos

Son más flexibles al momento de trabajar con este material. Obtiene baja resistencia a causa de su endurecimiento lento. (GONZÁLEZ DE LA CADENA, 2016)

b) Morteros de Cal y Cemento Portland

Con este tipo de mortero se puede obtener una alta resistencia y buena retención de agua.

Si el contenido de cal es alto, se reducirá la resistencia y se obtendrá mayor tiempo en el amasado y colocación. (GONZÁLEZ DE LA CADENA, 2016)

c) Morteros de Cemento Portland

Se caracteriza por su alta resistencia. Este tipo de mortero carece de plasticidad, lo cual dificulta manejarlo. La función q realiza el cemento es de cubrir cada grano, lo cual forma una masa lisa y compacta. En este tipo de mortero no se debe exagerar en la cantidad de cemento ya q aumentaría la resistencia, lo cual provocaría, fisuras en los acabados. (GONZÁLEZ DE LA CADENA, 2016)

2.2.8.3 PROPIEDADES DEL MORTERO

a) Propiedades del Mortero en Estado Fresco

Estas propiedades son de gran importancia, ya que se debe tener conocimiento sobre las características en su estado de endurecimiento.

✓ Trabajabilidad.

Esta propiedad tiene una combinación de propiedades interrelacionadas. Las propiedades que se consideran son la consistencia, fluidez, capacidad de retención de agua, y tiempo de fraguado.

✓ Retentividad.

Esta propiedad tiene la capacidad de retener el agua de amasado, el cual permite que el mortero siga conservando su plasticidad.

A través de un instrumento se puede determinar la retentividad, este instrumento consta de un equipo aspirador de agua y regulador de presión.

✓ Contenido de aire.

Con esta propiedad se determina el comportamiento que tiene el mortero en su estado fresco como endurecido. El aire dentro de un mortero, tiende a producirse por los efectos mecánicos o por aditivos incorporadores de aire aplicados en el mortero, en consecuencia, mejora la trabajabilidad y la resistencia.

b) Propiedades del Mortero en Estado Endurecido.

✓ Resistencia a la compresión.

Este criterio permite seleccionar el tipo de mortero que se va a utilizar, ya que con esta prueba es fácil de medir el cual puede relacionarse con otras propiedades.

✓ Adherencia.

Esta propiedad es impredecible e inconstante. El mortero tiene que poseer mayor adherencia para aumentar su resistencia en los esfuerzos de tracción.

✓ Variaciones de volumen.

El mortero percibe variaciones en cuanto al volumen, dilatación o contracción en su vida útil. Existen tres tipos de variaciones de

volumen (retracción hidráulica y retracción por carbonotación). La retracción hidráulica es la más común en los morteros de junta, el cual no genera un problema ya que no tiene variaciones fuertes en cuanto a su volumen.

✓ Permeabilidad al agua

Esta propiedad permite el paso de agua en el mortero a través de su estructura interna. El agua atraviesa la estructura a través de fisuras que contiene el mortero. En gran porcentaje de casos de mortero, su estructura es impermeable a diferencia de otro tipo de albañilería.

✓ Durabilidad

Esta propiedad es la capacidad que tiene el mortero para mantener su apariencia física, el cual se debe encontrar en buen estado, con buena resistencia y solidez.

2.2.9 LA VIVIENDA EN LA HISTORIA

2.2.9.1 Los primeros refugios

a) La Caverna.

Arquitectos y arqueólogos coinciden que en el periodo prehistórico el hombre busco refugio durante el invierno en la boca de las cavernas que tenía una entrada de aire para prender fogatas. En ese tiempo, no hubo ninguna modificación ni alteración del medio ambiente. El hombre se adaptó a la naturaleza tal cual. Las cavernas fueron habitadas por los hombres llamados **Neandertales** o cavernícolas. Las fogatas que se realizaban en esta época, se hacían con huesos de mamut y ramas de árboles. Esta fogata hacía que se realicen actividades como: contar historias, cocinar y comer. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

b) La Tienda.

La siguiente evolución del hombre se llama, **Cromagnon**, donde se desarrolla la inteligencia, la creatividad y la escritura. Como los hombres se trasladaban buscando alimentos, no tenían un lugar fijo, por ello empezaron a crear tiendas armadas con ramas y pieles de animales y otros hacían excavaciones cubiertas con

ramas y pieles de animales. La tienda fue utilizada en gran parte del mundo, con el mismo tipo de construcción. La tienda es una estructura de armazones ligeras de forma curva cubierta con pieles de animales, hojas de palma, ramas secas, con aberturas orientadas a la dirección del viento para que ventile el ambiente. (SIMANCAS YOVANE, 2003). Vivienda sobre el suelo de arcos paralelo de los pescadores de somono en Nigeria. (Esto es uno de ejemplos de las posibles viviendas transportables sobre el suelo) (SIMANCAS YOVANE, 2003).

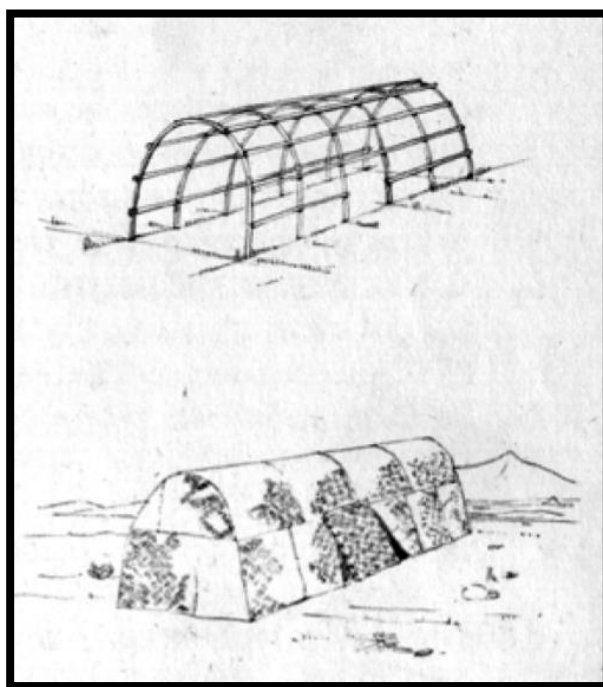


Imagen 4: La vivienda sobre el suelo de arcos paralelo de los pescadores en somono Nigeria. Fuente: Camesasca 1971.p.17.



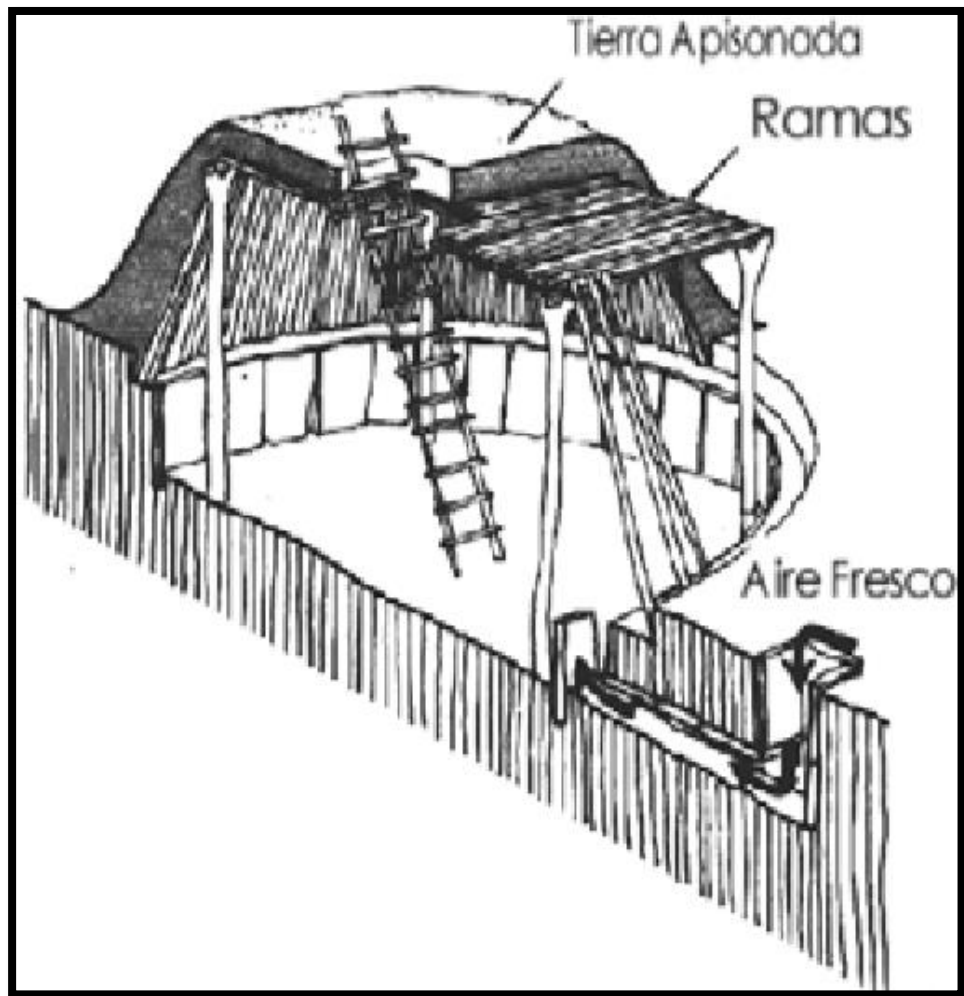
Imágen 5: Tipi o tienda construida por los indígenas del Norte America por los llamados pie negro. Fuente: The house book 2001

2.2.9.2 De la caverna a las viviendas subterráneas y semienterradas.

En los principios del neolítico, el hombre empezó hacer el uso de las primeras herramientas, a tener conocimientos sobre el clima, la orientación solar, y es ahí donde empiezan a edificar sus primeras viviendas subterráneas, con arena fina calcárea del valle. Esto debido a que no encontraban cavernas por la multitud de hombres que fueron apareciendo, por ello los hombres se vieron en la necesidad de realizar excavaciones para su refugio. Una de las evidencias se encontró en China, la edificación más antigua llamada Viviendas en Saco, el cual es un agujero en el suelo, en planta circular, con paredes inclinadas, enlucidas con ceniza blanca. También se encontraron evidencias como las viviendas excavadas en fosas, las cuales ya contaban con paredes verticales muy bien aplomadas, en planta la forma era ovalada, aunque hay algunos que se encontraron en formas cuadradas. Estas viviendas se realizaban debido a la falta de tierra cultivable, por ello los habitantes aprovechaban al máximo la naturaleza, ya que en sus techos tenían cultivos, los ambientes de la vivienda se ubicaban alrededor de un patio, utilizado como ducto para ventilar sus ambientes. Este

tipo de arquitectura también se encontró en Europa, como en España, Portugal y Francia, cada zona con diferentes climas, este tipo de vivienda, es constante con su clima interior, a diferencia de su clima exterior, por ello se encontraron en lugares tan distantes del mundo. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

Posteriormente se evolucionan las viviendas semienterradas, en planta de forma circular, con acceso principal orientada al sur. Las evidencias encontradas de este tipo de viviendas son enterradas un metro como mínimo de excavación. Las paredes eran con materiales similares a la cerámica. En Alemania se encontró un grupo de viviendas de forma elíptica, ligeramente hundida, con entramados de madera cubiertas con hojas secas. Las viviendas encontradas en esta época aprovechaban el suelo con hendiduras cubiertas para aprovechar el espacio, los techos eran de troncos y ramas recubiertos con tierra y vegetales, como hojas de palma, ramas secas o verdes, etc. (SIMANCAS YOVANE, 2003)



Imágen 6: Vivienda semienterrada de Henan y Shanxi. Fuente: Izard, J. y Guyot A. 1983

2.2.9.3 Las primeras viviendas sobre el suelo

Se descubrió como primera vivienda sobre el suelo a la Cabaña del periodo Holoceno ubicado en Alemania, Europa. Contaba con entramados de 6 cm de espesor, se encontró también en otras cabañas, con suelos recubiertos de yeso y las paredes de hojas o tierra. Según pruebas de laboratorio existe la posibilidad de que estas cabañas encontradas hayan sido viviendas fijas. Se hizo el uso de adobe con tierra para muros de las viviendas cerrando la cobertura con el mismo material, ya que no contaban con otros materiales como la madera, la forma de la planta de estas viviendas era rectangulares con un patio interno y cerrado alrededor, con esta distribución la vivienda contaba con ambientes frescos en el día, y en la noche cálidos. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

En Egipto, las viviendas de este tipo eran de adobe con barro y paja prensada. La cobertura era revestida de hojas secas y barro. Las edificaciones de los egipcios tenían grandes dimensiones, con muros altos y techos planos para evitar que el calor se concentre en el interior. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

En Grecia las viviendas nacieron de las cabañas neolíticas, su forma en planta era circular u ovoidal, también algunos de forma rectangular, en su fachada principal tiene pórtico, cuenta con dos habitaciones. Las aberturas de estos ambientes eran de mayor dimensión. Las viviendas de Grecia se caracterizaban por sus aberturas, ya que los habitantes eran de pasar mayor tiempo fuera de sus viviendas. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

En España las viviendas se identificaban según las características de los pobladores. Había dos grupos, una de planta rectangular y otra de planta circular. Un ejemplo de la planta rectangular se encuentra en la Aldea Navarra, se construyó con materiales de la zona, con tierra para crear adobes, el interior se divide en tres ambientes, entrada, un área de estar con hogar y banco, y alacena. En Santa Tecla se encontró las viviendas de planta circular u ovaladas, se utilizaron lajas de pizarra con coberturas de techo cónico de paja. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

Las viviendas sobre el suelo ubicadas en la Península Ibérica son de madera y fibras vegetales, ya que estos materiales tienen ventajas frente a la humedad. Esta vivienda contiene un ambiente, con dos focos de calor, el hogar y el horno. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

Los romanos crearon un sistema de calefacción conocido como Hipocausto, el cual era una circulación en pisos y paredes de aire caliente. También empezaron a jalar redes de agua hacia las viviendas mediante canales, esto jalaban de una fuente de agua como cisternas o manantiales. Las viviendas romanas se mantenían con la configuración de las cabañas. No hay mucho conocimiento de las viviendas romanas. Por ello no se sabe cómo de la cabaña con dos espacios pasan a tener la vivienda con patio, el patio un ambiente principal, que cumplía con dar calor y sombra al habitante. Este tipo de viviendas se situó en grandes terrenos el cual se conoce como “**villa**”. Luego fue evolucionando las viviendas donde hacían uso de

cemento o argamasa romana, esto contenía mortero de cal, arena y agua, el cual permitía la construcción con más niveles de pisos. Es en esta época donde se afirma que aparecieron las primeras viviendas multifamiliares sobre pilares de piedra, es ahí donde olvidan las viviendas mediterráneas, el concepto bioclimático, y de integración con el ambiente, priorizando el aprovechamiento del terreno. Se llega a crear la ciudad donde la relación con el medio ambiente se va deteriorando, dando prioridad al interés económico. (SIMANCAS YOVANE, 2003)



Imagen 7: Viviendas de planta circular en Coaña, Asturias. Fuente: Álamo 1995

2.2.9.4 La entrada de lo moderno a la vivienda del mediterráneo.

En esta época de la Edad Media, se cuenta con aparatos mecánicos, innovaciones en la agricultura, la industria y la construcción. En cuanto a la construcción se hicieron mejoras para obtener una mejor calidad de vida en el hogar. Los habitantes contaban con monasterios, grandes castillos. En España, Europa, las viviendas empezaron a configurarse de manera que se juntaban las viviendas con calles angostas, sin alinear. (SIMANCAS YOVANE, 2003).

Los palacios construidos en este periodo son de grandes dimensiones, su fachada no contaba con elementos estéticos, sin embargo, su interior era la que más llamaba la atención, por su distribución, juego de volúmenes, luz, sombra, la decoración en los patios, el juego con el agua y la vegetación. Cada ambiente de este Palacio brindaba calidad de vida a sus habitantes de la clase alta. Las viviendas de la clase social baja no contaban con estas características. No obstante, la similitud y la importancia que tenía en su configuración espacial, tanto la vivienda y el palacio son el patio y el agua. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

En la zona del norte se construyeron viviendas pequeñas de dos niveles, de planta alargada con un pequeño patio en el centro, las viviendas eran de piedra, si pertenecía a familias de la clase social alta, tenían bodegas, y hacían uso de tejas, en estas viviendas no tenían baños dentro de las viviendas, los habitantes hacían uso de baños públicos, o bañeras móviles en residencias grandes, luego se empezó a construir letrinas cerca de la vivienda, según la norma de ese tiempo pusieron q las letrinas se debían ubicar en puntos distantes a la vivienda. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

En el siglo XI, en las zonas de España y Europa, se empezó a construir con ladrillos y otros elementos, se encontraron viviendas de dimensiones mínimas con frentes pequeños, ubicados en parcelas. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

En la Edad Media el fuego, era de mayor prioridad en la vivienda, ya que esta tenía el rol en la cocina para la preparación de alimentos, o para generar calor en los tiempos de invierno, y dar iluminación durante la noche creando velas, antorchas y lámparas de aceite. Como siguiente paso se dio el diseño de chimeneas para la calefacción de los espacios. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

En el siglo XIV, se desarrolla la arquitectura, es ahí donde crean leyes para la construcción, mejorando la distribución urbanística, y el aspecto de los edificios que daban a las calles principales de la ciudad. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

En el siglo XV, muchos habitantes conservaban aun las viviendas de un solo espacio, lo cual era visto como un lugar de trabajo, reunión y de dormir. El uso de muebles era muy importante, tanto en el día y en la noche, la distribución de ello cambiaba por el uso que se le daba durante estos dos tiempos. Las personas de ese tiempo acostumbraban a viajar mucho, por lo que sus muebles tenían que ser livianos para su traslado. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

En el Renacimiento, en toda Europa, nace la **vivienda distribuida**, con salas saturadas de muebles creando un ambiente estético. Las viviendas de esta época eran de dos a cinco niveles, buscaban la mejor ubicación de las viviendas para relacionar el exterior con las viviendas y aprovechar al máximo la iluminación. Se desarrolla la iluminación y calefacción en las viviendas, se deja de lado las contraventanas de madera, para utilizar el vidrio. Es ahí donde el interior de la vivienda llega a tener mejor iluminación, de lo que anteriormente era oscura, en esta época por el uso de vidrio que permite mejor el acceso de luz al ambiente viene a ser útil para el trabajo de los habitantes, sin embargo, este ambiente, no contaba con ventilación, por lo que permitía absorber el calor y brindar un ambiente más cálido. Se realizó la construcción de las chimeneas adosadas a las viviendas, y la habitación estufa en los lugares más fríos. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

2.2.9.5 La primera revolución doméstica

En el siglo XVIII se mejoró las chimeneas, los cuales fueron reemplazados por las estufas de porcelana alemanas en las habitaciones. En cuanto a la iluminación, dejaron de usar velas para el uso de la iluminación artificial como la lámpara de aceite. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

En este tiempo, la distribución de los ambientes cambió en sus formas, función del espacio, se empezó hacer uso de mobiliarios no solo para adornar el ambiente, sino también para dividir espacios, creando habitaciones más pequeñas, dando actividades distintas en cada ambiente. También se implementó el retrete y la bañera móvil, que era más como un elemento decorativo que para el uso diario. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

Es en este tiempo, donde los habitantes ven a las viviendas como un espacio de familia, y no como un refugio para protegerse del clima o intruso. En este

siglo aparecieron estilos arquitectónicos en los edificios públicos. Las viviendas empezaron a tomar áreas muy pequeñas, dando prioridad a las calles. El crecimiento de la ciudad fue más rápido en este siglo donde surgió la urbanización. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

En el siglo XIX, las viviendas contaban con distintos artefactos. La contaminación del aire, la higiene, llevaron a crear técnicas de ventilación e iluminación en los ambientes, también los servicios de agua y desagüe. Las calles también eran iluminadas con lámpara de gas, y muy pronto con energía eléctrica. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

Los arquitectos en esta época, diseñaron las viviendas, sus espacios, detalles interiores, como chimeneas, pasamanos, puertas, muebles, etc. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

2.2.9.6 Siglo XX: Desde la aplicación de la electricidad al movimiento moderno.

En este siglo, los arquitectos, empiezan a diseñar ambientes con sistemas de calefacción e iluminación, de un modo natural. Frank Lloyd Wright, en una de sus viviendas construida en Mississippi, se aprecia el uso de aleros, hacia el oeste para la protección del sol, y hacia el este para la protección de las lluvias. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

Los arquitectos buscaban reducir el costo y tiempo de ejecución de las viviendas, y contar con un buen espacio, creando un confort de vida. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

También se crea la arquitectura orgánica, Antoni Gaudí es un arquitecto, quien toma a la naturaleza como modelo. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

En la construcción, los materiales fueron innovando, la estructura más ligera, ambientes con aislamiento acústico. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

En principios del siglo XX, se desarrollaron tipologías de viviendas, uno de ellos la **villa**, la cual consistía en una vivienda unifamiliar, aislada, y rodeada de un jardín amplio. Otro tipo de vivienda, es la **quinta**, el cual era más que una vivienda unifamiliar con área verde a su alrededor. **La casa popular**, es otra tipología de vivienda, ubicados alrededor de un patio

rectangular. **Las casas burguesas**, viviendas más pequeñas. **Casas señoriales**, viviendas más pequeñas que las villas, pero más grandes que los otros tipos de viviendas, y de mayor calidad. **Las casas de apartamentos**, contaba de cuatro a ocho viviendas, con ventanas bajas y protegidas por rejas en el primer nivel. **Los edificios en hilera**, estos eran contruidos pegados unos a otros, con dos niveles máximo, y un patio en la parte posterior de la vivienda más un jardín delante de la vivienda. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

En los años, muchos arquitectos, buscan recuperar, tradiciones constructivas, dejando a un lado la modernidad, y rescatando la naturaleza, ya que muchos gobiernos empiezan a preocuparse por el ahorro de energía, protección del medio ambiente, la disminución de la contaminación del aire, del suelo, y del agua. Se empiezan a diseñar edificaciones llamadas **arquitectura pasiva**, en el cual se busca, calefacción y refrigeración natural, sin el uso de elementos artificiales. Sin embargo, cuando empiezan a bajar los precios del petróleo, estas edificaciones empiezan a desaparecer, y pocos arquitectos continúan con estas investigaciones. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

En la actualidad, las edificaciones tratan de mantener el equilibrio con el medio ambiente y la tecnología. (SIMANCAS YOVANE, 2003)

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS:

i. Bahareque:

El bahareque tiene su origen en Arabia, es un sistema constructivo, hecho con palos de caña entretreídos, recubiertos de barro. En Perú es conocido como quincha.

ii. Guadua:

Es una de las especies de bambú, guadua tiene cerca de 20 especies. La más utilizada en la construcción es la Guadua Angustifolia, el cual crece en climas húmedos, a orillas del río.

iii. Muros:

Es un elemento de la construcción, para dividir o delimitar espacios. Los muros pueden ser construidas de distintos materiales, como adobe, piedra, bahareque,

concreto, etc.

iv. Recubrimiento en muro:

También conocido como revestimiento. Es una técnica, para mejorar las propiedades y dar mayor resistencia al muro.

v. Mortero

Es la mezcla de distintos materiales como: cal, tierra, cemento, agua, etc. el cual es usado para la construcción.

vi. Vivienda social

Es una vivienda con espacios mínimos, de personas con bajos recursos económicos, los cuales no pueden obtener una vivienda digna.

vii. Influencia

Efecto que produce una cosa hacia otra.

viii. Impermeabilidad

Es la capacidad que tiene un objeto de no dejar atravesar fluido sobre su estructura.

ix. Clima

Es el estado de condición de la atmosfera, temperatura, viento, precipitación, en periodo y zona determinada.

x. Construcción

La construcción es una técnica de realizar infraestructuras. Estas tienen q ser elaboradas con planificación den un proyecto.

xi. Modulación

Es crear paneles de viviendas iguales para ubicarlos en un terreno y hacer una composición con ello.

xii. Materiales orgánicos constructivos

Se refiere a materiales que provienen de la materia orgánica, en este caso los que provienen de los vegetales, como la madera, guadua, pajas, etc.

xiii. Tabiquería interior

se refiere al relleno del muro con que se elabora la construcción, el que está el medio

de los revestimientos del muro.

xiv. Confort térmico

El confort térmico es cuando un ambiente posee un equilibrio de temperatura, y da calidad de vida a las personas que lo habitan.

xv. Acústico

La Acústica es la que ayuda a controlar el sonido de un ambiente ya sea abierto o cerrado.

xvi. Patrimonio

Son bienes que una persona, conjunto de personas o empresas poseen, ya sea como su propiedad u obtenidos por herencia de algún familiar.

xvii. Paisaje limpio

El paisaje limpio es un ambiente libre de contaminación ambiental, funcional, sostenible, y adecuado para las necesidades ecológicas y de los habitantes. En la actualidad hay mucha contaminación, el cual esta acabando con la vida de muchas especies, y los causantes son los mismos humanos, la edificación es una de las industrias que está causando daño a nuestro planeta.

xviii. Tapia pisada

Es una técnica constructiva, hecha de tierra arcillosa húmeda, el cual es compactado a golpes, mediante pisonos. La tapia pisada fue utilizada en varios países para la construcción de sus edificaciones. En los siglos XV y XVI, esta técnica llego a Grecia, Roma y a los pueblos menos desarrollados, en el cual también mezclaron la tapia pisada con bahareque, esta técnica perteneciente a los pueblos de Colombia.

xix. Bahareque encementado

Es un sistema estructural de muros, constituidos por guadua y mortero de cemento. Este sistema se compone con el entramado y el recubrimiento. Para el entramado se arma un marco de guadua conectados con clavos o tornillos, y para el recubrimiento se prepara el mortero de cemento. Para unir los dos componentes, se coloca una malla de alambre en el centro.

Un ejemplo de construcción que se realizó con bahareque encementado es en Lima, Perú. Se diseñó la recepción para la planoteca de la empresa de aguas de Lima,

Sedapal. Cuenta con un solo ambiente, con muros de bahareque encementado, y con cobertura de estructura de Guadua techo de policarbonato de 16 mm.



Imágen 8: recepción de la planoteca de la empresa de aguas de Lima, Sedapal.

Fuente: <http://mauriciogonzalez.co/?portfolio=sedapal>



Imágen 9: recepción de la planoteca de la empresa de aguas de Lima, Sedapal.

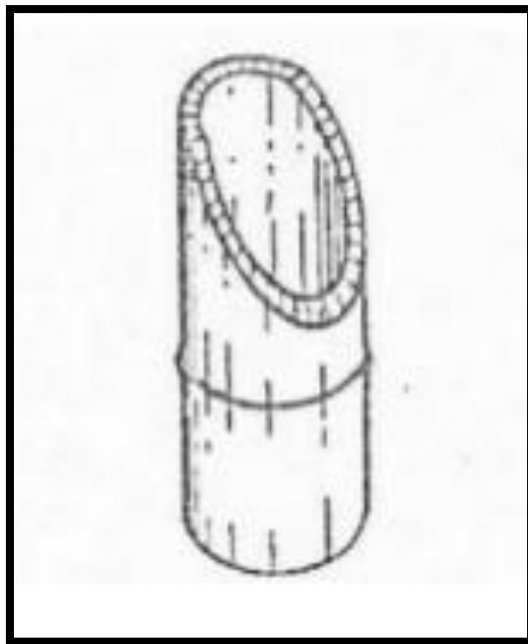
Fuente: <http://mauriciogonzalez.co/?portfolio=sedapal>

xx. Patologías

Las patologías se encargan de estudiar las enfermedades que se presentan en cada especie. en este caso estas se encargan de estudiar cuales son las patologías que predominan en los materiales del Bahareque, tanto físico, biológico, antrópico, y mecánico.

xxi. Pico de flauta

Pico de flauta es una técnica de corte que se hace para unir la guadua con otra.



Imágen 10: Pico de flauta



Imágen 11: – unión de guadua con el corte de pico de flauta

MARCO NORMATIVO

1. MANUAL DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS EN BAHAREQUE ENCEMENTADO – ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA.

Para ese sistema constructivo, el material predominante es la Guadua. Para conseguir el mejor estado de este material se debe tener en cuenta la edad que tiene, para este caso debe tener 4 años.

1.1. SISTEMA DE RESISTENCIA SISMICA

Los muros estructurales son los que transmiten las fuerzas paralelas a su propio plano. Los muros de carga soportan su propio peso, las cargas verticales que cargan la cubierta y los entrepisos. Los muros de rigidez soportan solo su propio peso, el cual es una carga vertical.

1.2. CONTINUIDAD VERTICAL

Los muros estructurales deben ser continuo a partir de la cimentación hasta el diafragma de la cobertura.

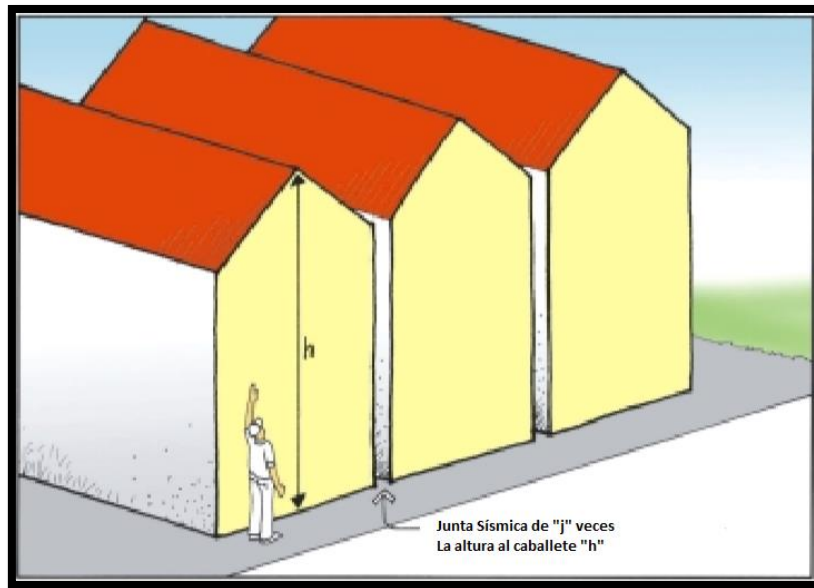
1.3. JUNTAS SISMICAS

Cuando existe un conjunto de viviendas de bahareque con otras viviendas de diferentes materiales, debe dejarse un espacio mínimo.

Por ejemplo: para una vivienda de un piso de 3.5 m de altura al caballete, con ventanas pequeñas y una sola puerta, la separación que debe tener es de 53 mm.

Estructura	j (mm/m)
Edificación con aberturas de mas del 25% de las fachadas	20
Edificación con aberturas de menos del 25% de las fachadas	15

$j \times \text{altura al caballete} = 15 \text{ (mm/m)} \times 3.5 \text{ m} = 52.5 \text{ mm.}$



Imágen 12: Junta Sísmica

1.4. ENCHAPES

Evitar los enchapes pesados en fachadas. En baños se debe enchapar completamente la zona húmeda, para ello se recomienda colocar enchape con mortero sobre malla clavada directamente contra la Guadua,

1.5. SISTEMA DE CIMENTACIÓN

Debe estar compuesto por una malla de vigas que configuren anillos aproximadamente rectangulares en planta, y aseguren la transición de las cargas de la super estructura en forma integral y equilibrada.

Las intersecciones de las vigas de cimentación deben ser monolíticas y continuas.

Las vigas de cimentación deben tener refuerzo longitudinal positivo y negativo y estribos de confinamiento en toda su longitud. Las dimensiones y el refuerzo de los cimientos deben ajustarse a los mínimos que se presentan en la siguiente tabla.

Refuerzo mínimo de cimentaciones.

	UN PISO	DOS PISOS	Calidad
Anchura	300 mm	300 mm	$f'c = 17,25 \text{ Mpa} = 172.5 \text{ kg/cm}^2$
Altura	300 mm	300 mm	$f'c = 17,25 \text{ Mpa} = 172.5 \text{ kg/cm}^2$
Acero longitudinal	4 No. 3	4 No. 4	$f_y = 235 \text{ Mpa} = 2350 \text{ kg/cm}^2$
Estribos	No. 2 a 200 mm	No. 2 a 200 mm	$f_y = 235 \text{ Mpa} = 2350 \text{ kg/cm}^2$
Bastones	No. 3*	No. 4*	$f_y = 235 \text{ Mpa} = 2350 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 3: Fuente: manual de construcción sismo resistente de viviendas en bahareque encementado

1.6. INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

El diámetro del tubo que atraviesa no debe ser mayor de 0.15 cm.

El tubo se debe ubicar en el tercio central del elemento de concreto reforzado

Las perforaciones en los elementos de cimentación no pueden tener alturas mayores de 0.15 cm, ni longitudes mayores de 0.30 cm.

1.7. MUROS

Los muros se clasifican en tres tipos.

1.7.1. Muros estructurales arriostrados

Son los compuestos por solera inferior, solera superior o carrera, pie derecho, elementos arriostrados inclinados y recubrimiento con base en mortero de cemento, con o sin esterilla de guadua, colocado sobre malla de alambre.

Además de recibir cargas verticales, resisten fuerzas horizontales de sismo o viento. Las esquinas de la casa y los extremos de cada muro deben estar constituidos por muros estructurales arriostrados, en ambas direcciones.

1.7.2. Muros estructurales no arriostrados.

Compuestos por solera inferior, solera superior o carrera, pie derecho y recubrimiento con base en mortero de cemento, con o sin esterilla de guadua, colocado sobre malla de alambre. Carecen de elementos inclinados de arriostramiento.

Deben utilizarse para recibir solamente cargas verticales. Se recomiendan en dos direcciones no esquineros, y son los que se deben usar para situar puertas y ventanas.

1.7.3. Muros no estructurales

Son los muros que no soportan otras cargas más que su propio peso. la función de este tipo de muro es la de separar ambientes dentro de la vivienda. Estos muros deben vincularse con los muros perpendiculares a su plano y con los diafragmas.

Las soleras, tendrán un ancho mínimo igual al diámetro de las guaduas usadas como pie derecho. Se recomienda construir las soleras, inferior y superior de cada muro en madera aserrada, ya que sus uniones permiten mayor rigidez y son menos susceptibles al aplastamiento que los elementos de guadua.

Longitud mínima de muros en cada dirección.

$$L_i \geq 0.17A_P$$

Donde:

L_i : Longitud total de muros continuos, sin aberturas en la dirección i .

A_P : Área de la cubierta, para viviendas de un piso, y el área de la cubierta, para cada nivel en viviendas de dos pisos.

1.8. ENTREPISO

El entrepiso no debe fabricarse con una losa de concreto, sino que debe consistir en:

Largueros, viguetas, o alfardas que soportan el recubrimiento o piso.

El recubrimiento que debe resistir la fuerza cortante y que puede hacerse de esterilla de guadua, alambazón y mortero de cemento, malla expandida, alambazón y mortero de cemento, o de tablas de madera.

Como recubrimiento de piso puede usarse un mortero de cemento reforzado con malla electro soldada D50 o equivalente, es decir, que aporte alrededor de $0,5 \text{ cm}^2$ de área de acero por metro lineal de malla. Sobre el mortero mineral se deben colocar acabados livianos como colorantes integrados, pinturas o baldosas de vinilo. No debe utilizarse baldos de cemento u otros pisos pesados y rígidos. En caso de que se construya cielo raso debajo de la estructura de entrepiso, debe facilitarse una corriente de aire en los espacios interiores.

1.9. COLUMNAS

Las columnas de guadua deben estar debidamente vinculadas a las partes de obra que le son correspondientes, base-columna, columna-superficie de muro, columna-cubierta.

Las columnas deben arriostrarse entre sí y con los muros estructurales vecinos.

1.10. CUBIERTAS

Las correas O los elementos que transmitan las cargas de cubierta a los muros estructurales de carga, deben diseñarse para que puedan transferir las cargas tanto verticales como horizontales y deben anclarse en la carrera o solera superior que sirve de amarre de los muros estructurales.

Las correas pueden construirse en madera aserrada o guadua.

Cuando las correas se construyen en guadua, los cantos en contacto directo con el muro deben rellenarse de mortero de cemento fluido.

1.11. UNIONES

Todos los miembros y elementos estructurales deberán estar anclado, arriostrados, empalmados e instalados de tal forma que garanticen la resistencia y fluidez necesarias para resistir las cargas y transmitir las con seguridad.

1.11.1. Uniones clavadas

Las uniones clavadas se reservan para esfuerzos muy bajos entre elementos de madera aserrada y guadua, como por ejemplo de pie derecho a solera en muro. No se recomiendan expresamente, para la unión de dos o más elementos rollizos de guadua. Las uniones clavadas, deben usarse solamente para ajuste temporal del sistema durante el armado y no deben tenerse en cuenta como conexiones resistentes entre elementos estructurales.

1.11.2. Uniones pernadas.

Cuando sea necesario perforar la guadua para introducirle pernos, debe usarse taladro de alta velocidad y evitar impactos.

Todos los cañutos a través de los cuales se atraviesen pernos o barras deben rellenarse con mortero de cemento.

1.11.3. Uniones zunchadas

Pueden utilizarse para fabricar conexiones articuladas. Para conexiones que deban resistir tracción, la pletina debe diseñarse para garantizar que no es el vínculo débil de la unión.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo a (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, & BAPTISTA, 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 servirán para el contraste y generar un nuevo conocimiento que resolverá partes del problema planteado en la investigación.

3.1.2 Métodos específicos

La investigación utilizará el método descriptivo - correlacional, debido a que es una investigación que describirá las características de todas las variables, así como de sus posibles relaciones de influencia entre ellas para lograr enunciados que demuestren nuevos conocimientos formulados en los objetivos de la investigación como consecuencia del planteamiento del problema.

3.1.3 Tipo

La investigación será del tipo aplicada pues se pretende llevar a cabo la construcción módulos de bambú aplicando la técnica del bahareque y que esta nos permita experimentar sobre su relación con los factores reales de la construcción y de esta manera lograr datos registrables para la investigación que tiene como fin el ser aplicado a viviendas de interés social como sistema constructivo .

3.1.4 Nivel o alcance

Según (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, & BAPTISTA, 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, como es el caso de la construcción con bahareque en el Perú y en relación a la zona de estudio determinada por el caso de la ciudad de Satipo.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Según (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, & BAPTISTA, 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, influencia 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:

$$\frac{GE}{GC} \quad \frac{O_1 \quad X \quad O_2}{O_3 \quad O_4}$$

Donde:

GE = Grupo Experimental

GC = Grupo de Control

X = Variable experimental

$O_1 \quad O_3$ = Mediciones pre-test de la variable dependiente

$O_2 \quad O_4$ = Mediciones post-test de la variable dependiente

El caso cuasi experimental se ha seleccionado por la razón de que las variables involucradas como son el caso de:

DEPENDIENTE: Muros de Bahareque con bambú y mortero

INDEPENDIENTE Impermeabilidad de viviendas de bajo costo

Estas variables deberán ser aprobadas para demostrar el nivel de influencia una sobre la otra teniendo en consideración el nivel de influencia que se lograra mediante los trabajos de campo para demostrar su grado de impermeabilidad , mediante ensayos de laboratorio estandarizados para este caso, y se contrastara con el grupo control que es el caso de las muestras en las que no se ha manipulado la muestra para de esta manera comparar los resultados del grupo experimental.

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 será el conjunto de especies de bambú existentes en la ciudad de Satipo, que sean utilizables para fines de construcción en contraste con las recomendaciones técnicas de la norma E0100 de Bambú en el Reglamento Nacional de Construcciones en la cual se norma el uso para fines de construcción de la especie de Guadua Angustifolia Kunt , especie que existe en varios territorios del país, pero que coexiste con otras especies de bambú como es el caso de las especies de Filostacia aurea que es una especie muy abundante en la selva central del país, la investigación pretende identificar que especies de bambú existen en el área de estudio, con estas especies seleccionadas se desarrollaran probetas de ensayo para el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

3.3.2 Muestra:

Según (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, & BAPTISTA, 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 nuestras muestras serán prototipos desarrollados a partir de la población existente usando el material y sistema seleccionado.

3.3.3 Unidad de Análisis:

La unidad de análisis es una muestra seleccionada por sus características demostradas en los ensayos y que mediante sus mejores virtudes en su proceso de composición y construcción permitirá ser construida con bambú para su futura aplicación en viviendas de interés social.

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 las probetas construidas 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 de Observación: donde se identificarán las características de cada probeta construida, 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.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En este capítulo se presentará la explicación del proceso constructivo de los paneles que se realizó para las pruebas. Posteriormente, mediante fichas de observación, tablas y gráficos, se presenta los resultados obtenidos de cada panel

4.1.1 Análisis y Justificación de la Ubicación del Terreno de Pruebas

El terreno para las pruebas se ubica en el Campus de Incho (Universidad continental) de desarrollo para la fabricación de los paneles de bahareque de Guadua y Mortero

Desarrollado las pruebas se procederá a explicar el proceso constructivo de los paneles de bahareque de guadua y mortero

a) Tipología de Muro

Para los paneles de este sistema constructivo se realizó un tipo de Muro, “Bahareque de Guadua con Mortero”.

b) Proceso Constructivo del Panel

Para la elaboración del panel se tuvo en cuenta el siguiente proceso constructivo:

Materiales:

- ✓ Marco de madera
- ✓ Guadua
- ✓ Cemento
- ✓ Arena
- ✓ Agua

Herramientas

- ✓ Alicata
- ✓ SERRUCHO
- ✓ Formón
- ✓ Martillo
- ✓ Badilejo
- ✓ Balde
- ✓ Lampa

Fotografía 1: Marco de madera



Fotografía 2: Mortero (mezcla de cemento, agua, arena, ocre)



Para separar la arena fina se puso una malla la cual separaría las piedras de la arena, sirviendo esta como un filtro.

Una vez obtenida la arena fina esta será mezclada con cemento agua y ocre para su posterior colocación en el panel.

Ejecución:

Se utilizo en marco de madera para la elaboración de los paneles de prueba. Las dimensiones del marco de madera son: 0.60 m x 0.60 m, con listones de 0.05 m x 0.05 m. En el interior del marco se clavan las latillas de Guadua colocando la cara de la Guadua hacia el exterior, posteriormente se coloca la malla y el relleno de mortero.

Fotografía 3: Latillas de Guadua



Fotografía 4: relleno de mortero



forrar encima de la capa de bambú con malla metálica, esto es necesario para que el mortero tenga un mejor agarre al panel, es necesario asegurar bien cada lado del panel para luego no tener complicaciones.

Fotografía 5: relleno de mortero



Al cabo de una semana, con los bloques secos se realizó una prueba simulando el goteo de las lluvias el cual humedecerá la superficie del panel para ver su reacción.



al culminar de verter toda la mezcla de concreto se debe aplanar al nivel del listón de madera para generar una distribución bastante homogénea, para ello se puede utilizar un badilejo o el mismo pedazo de listón sobrante anteriormente.

Pasado un día, es necesario realizar el curado de concreto para poder generar mayor eficacia en la reacción de ésta.

Usando el sistema de goteo se verificará la calidad del bahareque.

Fotografía 6: Prueba de goteo a los paneles



Fotografía 7: Activando la prueba de goteo



4.1.2 Resultados de ficha de observación de los paneles Campus Incho

Realizado las fichas de observación aplicadas a los paneles de bahareque de Guadua con mortero en el campus de Incho de la Universidad Continental - Huancayo, se manifestaron varios resultados según la característica tomada.

- ✓ **Fecha de fabricación:** 05/09/2019
- ✓ **Dimensiones del panel:** 0.60 m x 0.60 m x 0.05 m de espesor
- ✓ **Lugar de fabricación:** Campus de Incho de la Universidad Continental
- ✓ **Material usado para el panel:** Madera cepillada de 0.60 m x 0.60 m x 0.05 m de espesor
- ✓ **Material usado en el interior del panel:** Se utilizó latillas de guadua con empastado de mortero elaborado de cemento, arena fina y agua.
- ✓ **Área:** 0.36 m²
- ✓ **El espesor:** variante según el tipo de mortero desde 0.5 cm a 2.5 cm y la consistencia del slum de cada mezcla
- ✓ **Tipo de trama:** cuadrado
- ✓ **Tipo de malla:** cuadrado
- ✓ **Geometría del panel:** Ortogonal
- ✓ **Color:** Ocre en un 15%

Es importante mencionar que en cada muestra de panel se realizaron variaciones en la dosificación del mortero y en algunos casos se varió el sentido y dirección de las latillas de bambú, así como el tipo de malla usada para visualizar el mejor resultado en función a la uniformidad de la superficie, los fisuramiento y la decoloración de los paneles, por tal motivo se usó ocre al 15% del volumen como un reactivo a la humedad.

a) Fabricación de panel B-01

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 1: Panel B - 01



Ilustración 1: Panel B-01 de cañas en sentido horizontal, no presenta fisuras ni agrietamientos el mortero quedo adherido de manera uniforme

b) Fabricación de panel B-02

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 2: Panel B - 01



Ilustración 2: Panel B-02 de cañas en sentido horizontal, si presenta fisuras y agrietamientos el mortero quedo adherido de manera uniforme la separacion entre cañas es superior a 1.5cm

c) Fabricación de panel B-03

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 1: Panel B - 03



Ilustración 3. Panel B-03 de cañas en sentido horizontal las cañas esta fijadas por el lado liso hacia el interior, no presenta fisuras ni agrietamientos el mortero quedo adherido de manera uniforme en la parte posterior se desbora el mortero .

d) Fabricación de panel B-04

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 2: Panel B - 04



Ilustración 4: Panel B-04 de cañas en sentido vertical, no presenta fisuras ni agrietamientos el mortero quedo adherido de manera uniforme, se usó una malla de $\frac{1}{4}$ de pulgada las cañas se fijaron con el lado poroso hacia el mortero, esto permitió una buena adherencia .

e) Fabricación de panel B-05

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 3: Panel B - 05



Ilustración 5: Panel B-05 de cañas en sentido vertical , presenta fisuras leves y un agrietamiento diagonal el mortero quedo adherido de manera uniforme, se usó una malla de un cuarto de pulgada

f) Fabricación de panel B-06

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 4: Panel B - 06



Ilustración 6: En el panel se evidencia un fisuramiento diagonal a lo largo de todo el panel, no se muestra la vista posterior porque después de la prueba de goteo se desmoronó

g) Fabricación de panel B-07

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 5: Panel B - 07



Ilustración 7: Panel B-07 de cañas en sentido horizontal, presenta fisuras leves y un agrietamiento en la esquina inferior el mortero quedo adherido de manera uniforme, se usó una malla de plástico no permite que el mortero se una a las cañas.

h) Fabricación de panel B-08

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.



Ilustración 8: Panel B-08 de cañas en sentido vertical, presenta fisuras profundas y un agrietamiento vertical el mortero quedo adherido de manera dispareja la mezcla sobre paso las cañas, se usó una malla hexagonal de gallinero de media pulgada.

i) Fabricación de panel B-09

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 6: Panel B - 09

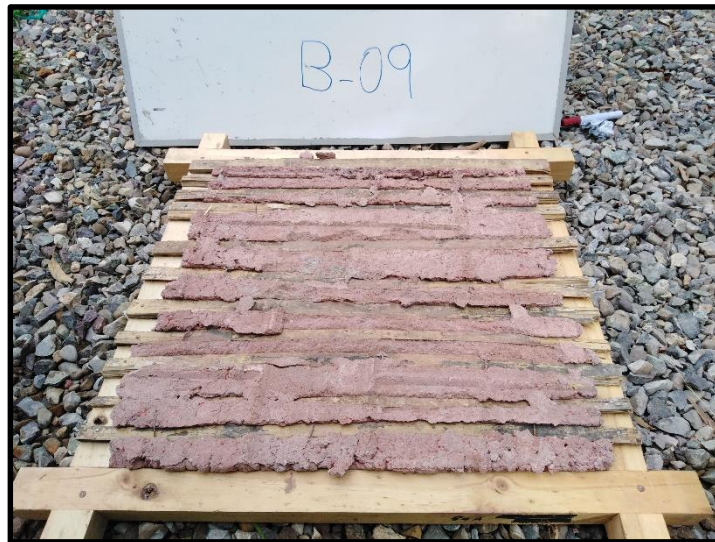


Ilustración 9: Panel B-09 de cañas en sentido horizontal , no presenta fisuras ni agrietamientos el mortero quedo adherido de manera uniforme, se usó una malla de un cuarto de pulgada el mortero envuelve adecuadamente las cañas

j) Fabricación de panel B-10

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 7: Panel B - 10



Ilustración 10: Panel B-10 de cañas en sentido vertical , no presenta fisuras y un agrietamiento en la esquina inferior el mortero quedo adherido de manera uniforme, se usó una malla de un cuarto de pulgada, el mortero envuelve adecuadamente a las cañas

k) Fabricación de panel B-11

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 8: Panel B - 11



Ilustración 11: Panel B-11 de cañas en sentido horizontal , presenta fisuras leves y agrietamientos en general el mortero quedo adherido de manera uniforme, se usó una malla de un cuarto de pulgada, la mezcla usada contenía agua en abundancia.

I) Fabricación de panel B-12

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 9: Panel B - 12



Ilustración 12: Panel B-12 de cañas en sentido horizontal , presenta fisuras leves y agrietamientos en el centro del panel el mortero quedo adherido de manera uniforme, se usó una malla de media pulgada, la mezcla usada no se homogenizo adecuadamente

m) Fabricación de panel B-13

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 10: Panel B - 13



Ilustración 13 Panel B-13 de cañas en sentido vertical , no presenta fisuras ni agrietamientos en general el mortero quedo adherido de manera uniforme, se usó una malla de un cuarto de pulgada, la mezcla usada contenía fue mezclada con la de otra muestra esto no es lo adecuado para un ensayo real.

n) Fabricación de panel B-14

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 11: Panel B - 14

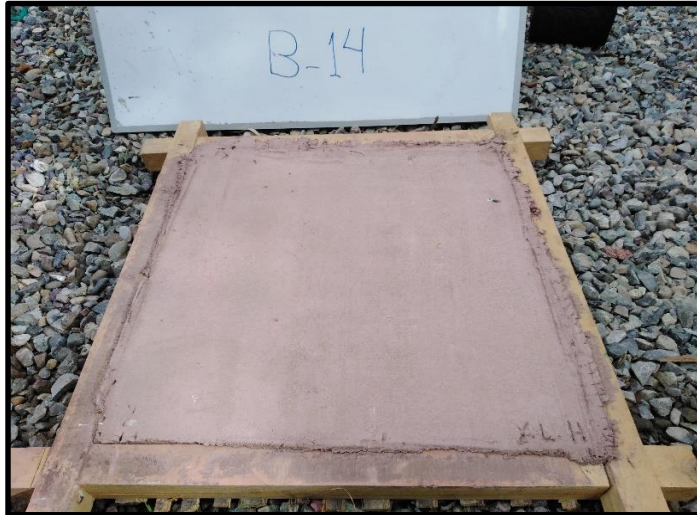


Ilustración 14: Panel B-14 de cañas en sentido vertical , no presenta fisuras ni agrietamientos en general el mortero quedo adherido de manera uniforme, se usó una malla de media pulgada, la mezcla usada contenía el porcentaje de humedad adecuado .

o) Fabricación de panel B-15

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 12: Panel B - 15



Ilustración 15: Panel B-15 de cañas en sentido horizontal , no presenta fisuras ni agrietamientos en general el mortero no quedo adherido de a las cañas , se usó una malla sintética el mortero no cumplió con envolver a las cañas , la mezcla usada contenía el porcentaje de humedad adecuado, pero la malla era muy densa .

p) Fabricación de panel B-16

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 13: Panel B - 16



Ilustración 16: Panel B-16 de cañas en sentido vertical , no presenta fisuras ni agrietamientos en general el mortero quedo adherido de manera uniforme, se usó una malla de media pulgada, la mezcla usada contenía el porcentaje de humedad adecuado.

q) Fabricación de panel B-17

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 14: Panel B - 17



Ilustración 17: Panel B-17 de cañas en sentido horizontal , no presenta fisuras ni agrietamientos en general el mortero quedo adherido de manera uniforme, se usó una malla cuadrada de media pulgada, la mezcla usada contenía el porcentaje de humedad adecuado

r) Fabricación de panel B-18

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 15: Panel B - 18



Ilustración 18: Panel B-18 de cañas en sentido horizontal , presenta una fisura y agrietamiento horizontal el mortero quedo adherido de manera uniforme, pero no atravesó las cañas , se usó una malla de media pulgada, la mezcla usada contenía el porcentaje de humedad adecuado pero por la cercanía entre cañas no se logró que el mortero ingrese ni envuelva a las cañas generando las fisuras .

s) Fabricación de panel B-19

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 16: Panel B - 19



Ilustración 19: Panel B-19 de cañas en sentido horizontal , presenta fisuras y agrietamientos en general el mortero no quedo adherido de manera uniforme, porque se usaron dos mallas ,una malla hexagonal y una malla mosquitero , que no permitieron que la mezcla envuelva a las cañas limitando su adherencia.

t) Fabricación de panel B-20

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 17: Panel B - 20



Ilustración 20: Panel B-20 de cañas en sentido vertical , presenta una fisura vertical y agrietamientos verticales el mortero quedo adherido de manera uniforme, atravesó y envolvió las cañas , se usó una malla cuadrada de media pulgada, la mezcla usada contenía el porcentaje de humedad.

u) Fabricación de panel B-21

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 18: Panel B - 2



Ilustración 21: Panel B-21 de cañas en sentido vertical , no presenta fisura ni agrietamiento el mortero quedo adherido de manera uniforme, atravesó y envolvió las cañas , se usó una malla cuadrada de media pulgada, la mezcla usada contenía el porcentaje de humedad adecuado.

v) Fabricación de panel B-22

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 19: Panel B - 22



Ilustración 22: Panel B-22 de cañas en sentido horizontal , no presenta fisuras ni agrietamientos el mortero quedo adherido de manera uniforme, pero no atravesó las cañas , se usó una malla de tipo mosquitero , no se logró que el mortero envuelva a las cañas .

w) Fabricación de panel B-23

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 20: Panel B - 23



Ilustración 23: Panel B-23- de cañas en sentido horizontal , no presenta fisuras ni agrietamientos horizontal el mortero quedo adherido de manera uniforme, pero atravesó de manera parcial hacia las cañas , se usó una malla cuadrada de media pulgada, la mezcla usada contenía el porcentaje de humedad adecuada.

x) Fabricación de panel B-24

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 21: Panel B - 24



Ilustración 24: Panel B-24 de cañas en sentido vertical , presenta una fisura y agrietamiento vertical el mortero quedo adherido de manera uniforme, pero atravesó las cañas de manera parcial , se usó una malla de media pulgada, la mezcla usada contenía el porcentaje de humedad adecuado.

y) Fabricación de panel B-25

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 22: Panel B - 25



Ilustración 25: Panel B-25 de cañas en sentido horizontal , no presenta fisuras ni agrietamientos el mortero quedo adherido de manera uniforme, atravesó y envolvió las cañas de forma adecuada , se usó una malla de media pulgada, la mezcla usada contenía el porcentaje de humedad adecuadas.

z) Fabricación de panel B-26

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 23: Panel B - 26



Ilustración 26: Panel B-26 de cañas en sentido horizontal , presenta una fisura y agrietamiento horizontal profundo el mortero quedo adherido de manera uniforme, atravesó las cañas y las envolvió , se usó una malla de media pulgada, la mezcla usada contenía el porcentaje de humedad adecuado.

aa) Fabricación de panel B-27

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 24: Panel B - 27



Ilustración 27: Panel B-27 de cañas en sentido vertical , presenta una fisura y agrietamiento horizontal el mortero quedo adherido de manera uniforme, el mortero atravesó las cañas , se usó una malla de $\frac{3}{4}$ de pulgada, la mezcla usada contenía el porcentaje de humedad adecuado.

bb) Fabricación de panel B-28

El panel realizado fue en el Campus de Incho de la Universidad Continental, donde sus resultados se muestran en las imágenes siguientes.

Resultado 25: Panel B - 28



presenta fisuras ni agrietamiento el mortero quedo adherido de manera uniforme, pero atravesó de manera parcial las cañas , se usó una malla de media pulgada, la mezcla usada contenía el porcentaje de humedad adecuado.

Tabla 4: cuadro de resultados obtenidos de las fichas de observación de cada uno de los paneles elaborados en campo

DENOMINACION	PESO DE LA MUESTRA	PORCENTAJE DE FISURAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PERPENDICULAR DE LA FIBRA	CONSERVACIÓN DE COLOR POR PRUEBA DE GOTEO	PORCENTAJE DE HUNDIMIENTO EN EL PANEL
B-01	18.8	2	Alta	Alta	5
B-02	19.57	35	Media	Alta	5
B-03	20.585	0	Alta	Alta	5
B-04	20.125	10	Alta	Alta	0
B-05	21.085	50	Media	Alta	5
B-06	18.945	50	Media	Alta	0
B-07	18.475	50	Alta	Alta	5
B-08	19.63	40	Media	Alta	0
B-09	19.89	0	Alta	Alta	5
B-10	21.005	0	Alta	Media	15
B-11	21.065	90	Media	Alta	0
B-12	21.385	50	Media	Alta	10
B-13	21.075	50	Media	Alta	10
B-14	20.575	10	Alta	Media	10
B-15	19.64	0	Alta	Alta	10
B-16	17.895	10	Alta	Alta	10
B-17	21.41	10	Alta	Alta	5
B-18	17.945	10	Alta	Alta	10
B-19	19.355	50	Media	Alta	10
B-20	20.47	10	Alta	Alta	10
B-21	20.695	10	Alta	Alta	0
B-22	20.415	10	Alta	Alta	25
B-23	19.85	10	Alta	Alta	0
B-24	21.455	10	Alta	Alta	10
B-25	19.965	10	Alta	Alta	10
B-26	19.63	80	Bajo	Alta	5
B-27	18.68	50	Media	Media	50
B-28	19.635	10	Media	Alta	25

Esta tabla de resumen se organiza en función a los resultados obtenidos en la fase de experimentación y recogidos por medio de las fichas de observación en la cual se registra las características más notorias que en cada panel se probó, se registró también el acabado exterior e interior de cada panel para poder mostrar el tipo de fijación del mortero, la malla y las cañas en tiras.

Es importante mencionar que para fines experimentales se trabajó sobre un panel de 60 cm x 60cm el cual representa un área referencial de un muro de bahareque, este panel nos permitió probar diferentes tipos de disposición de las cañas, vertical, horizontal o diagonal, también se puso en prueba el tipo de malla, sus espesores y características principales, tienen una relación directa con el mortero, porque son las mallas las que permiten que el mortero se fije a las tiras de bambú.

Tabla 5: Cuadro resumen - mejores resultados de los paneles

DENOMINACION	PESO	PRESENCIA DE FISURAS (%)	RESISTENCIA A LA COMPRESION PERPENDICULAR DE LA FIBRA (%)	CONSERVACION DE COLOR (%)	PRESENCIA DE HUNDIMIENTOS (%)	
B-03	20.585	0	Alta	Alta	0	
B-09	19.89	0	Alta	Alta	0	
B-10	21.005	0	Alta	Media	0	
B-15	19.64	0	Alta	Alta	10	

De una población de 28 paneles y después de pasar las pruebas de goteo, comprensión perpendicular a la fibra y presencia de fisuras, se seleccionaron 04 muestras en las cuales se logró los mejores resultados, que son a consecuencia de cuatro factores fundamentales que describo a continuación.

- Mortero: El mortero debe ser realizado en una proporción de 1 a 3 con arena fina o máximo arena gruesa, deberá tener un porcentaje de humedad que permita la manipulación y fijación de la mezcla.

- Disposición de las cañas: Las cañas pueden estar en sentido vertical, horizontal y finalmente diagonal, de estas tres posiciones la más eficiente es la posición horizontal, al momento de re revestir los muros la disposición horizontal es la mejor alternativa
- Tipo de Malla : Las mallas con mejor resultado son las mallas metálicas de un rango no superior a la media pulgada ni tampoco inferior a un cuarto de pulgada , en las pruebas realizadas se evidencio que el usar una malla inadecuada impide que el mortero envuelva a las cañas de bambú .
- Separación de las cañas: Las cañas no deben superar los 3 cm de separación ni estar por debajo de 0.5 cm de separación, esto es importante porque el mortero debe rodear y envolver a las cañas de bambú.

Fotografía 8: Resultado de pameles con prueba de resistencia



Fuente: Propia-Elaboración: Propia

La conservación de color es alta, la prueba de goteo no afecta en la coloración q se utiliza en los paneles ya que es utilizado en toda la mezcla. No se presenta hundimiento en los morteros en la mayoría de los paneles. Estos paneles prueban la resistencia a impactos

que será de utilidad en la propuesta constructiva y se utilizaran en los muros para el proyecto que se propone.

Los paneles fueron sometidos a ensayos de coteo y de impacto para poder probar si su resistencia a estos elementos de desgaste es válida para poder ser aplicado en el área de intervención y que sus resultados se puedan interpretar de manera gráfica, textual y estadísticamente validado.

4.1.3 Resultados de las mediciones estadísticas realizadas.

Tabla 6: Relación de muestras y porcentajes de fisura posteriores al secado y prueba de compresión perpendicular a la fibra

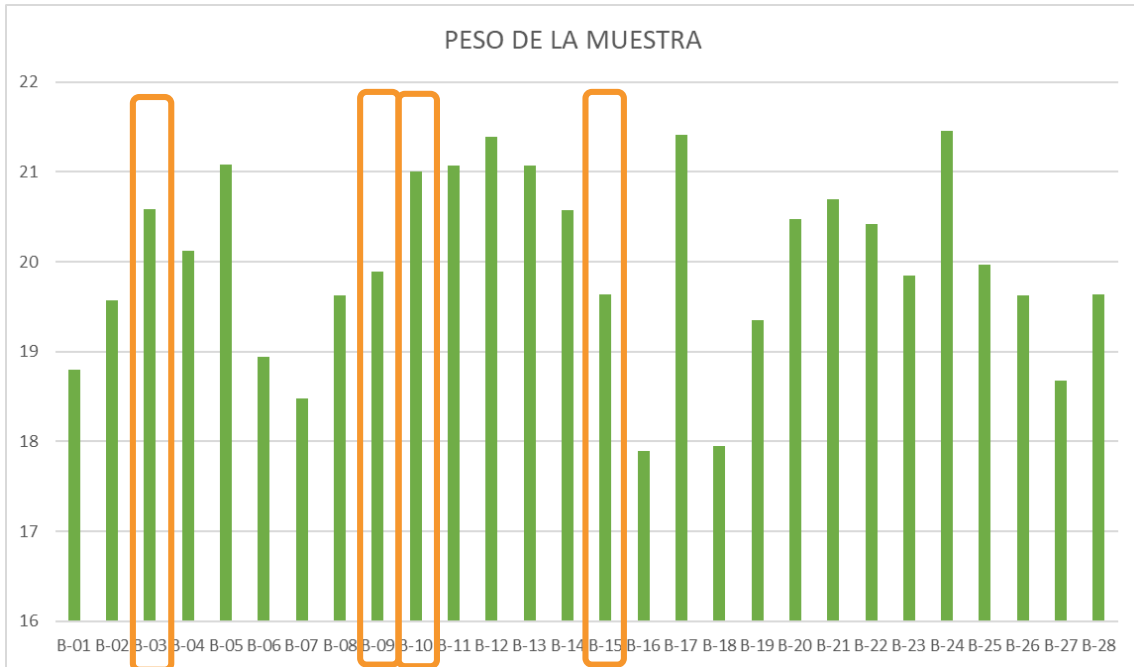


Tabla 7: En este cuadro se evidencia el porcentaje de fisuras que se identificaron posteriores al tiempo de secado de los paneles y a las pruebas de resistencia también se evidencia los niveles bajos en presencia de fisuras.

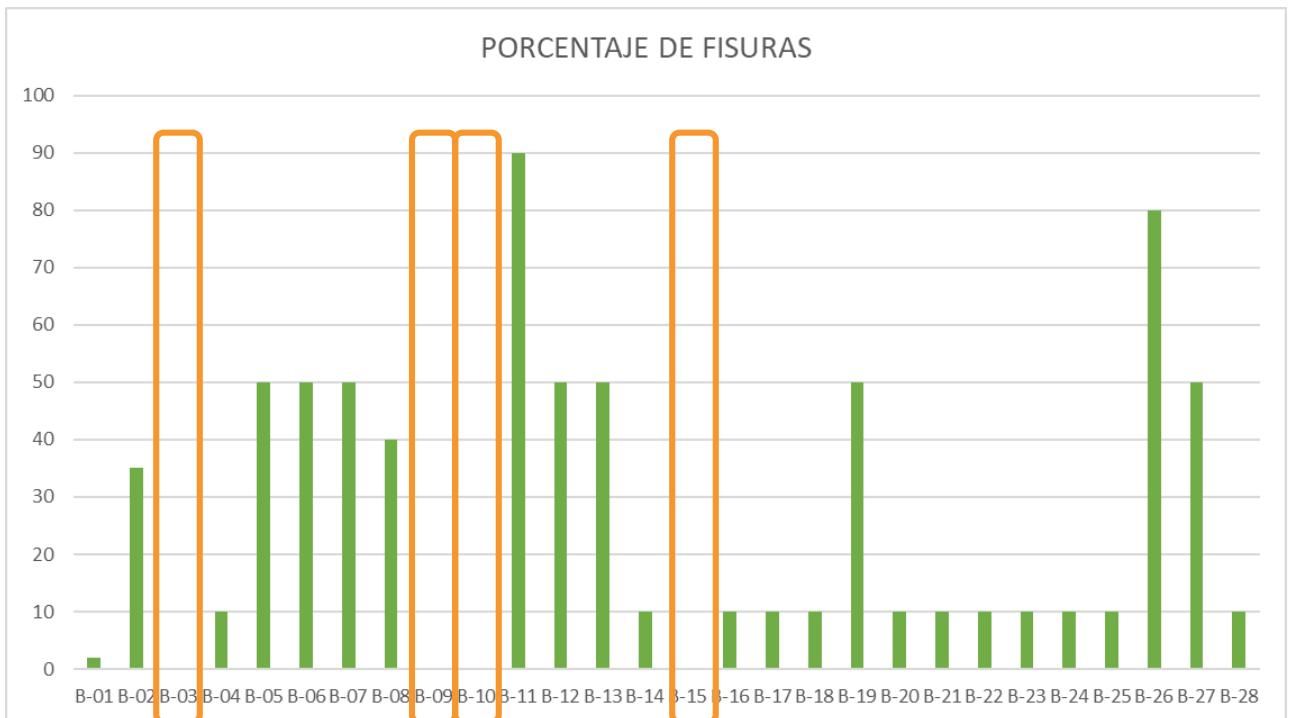
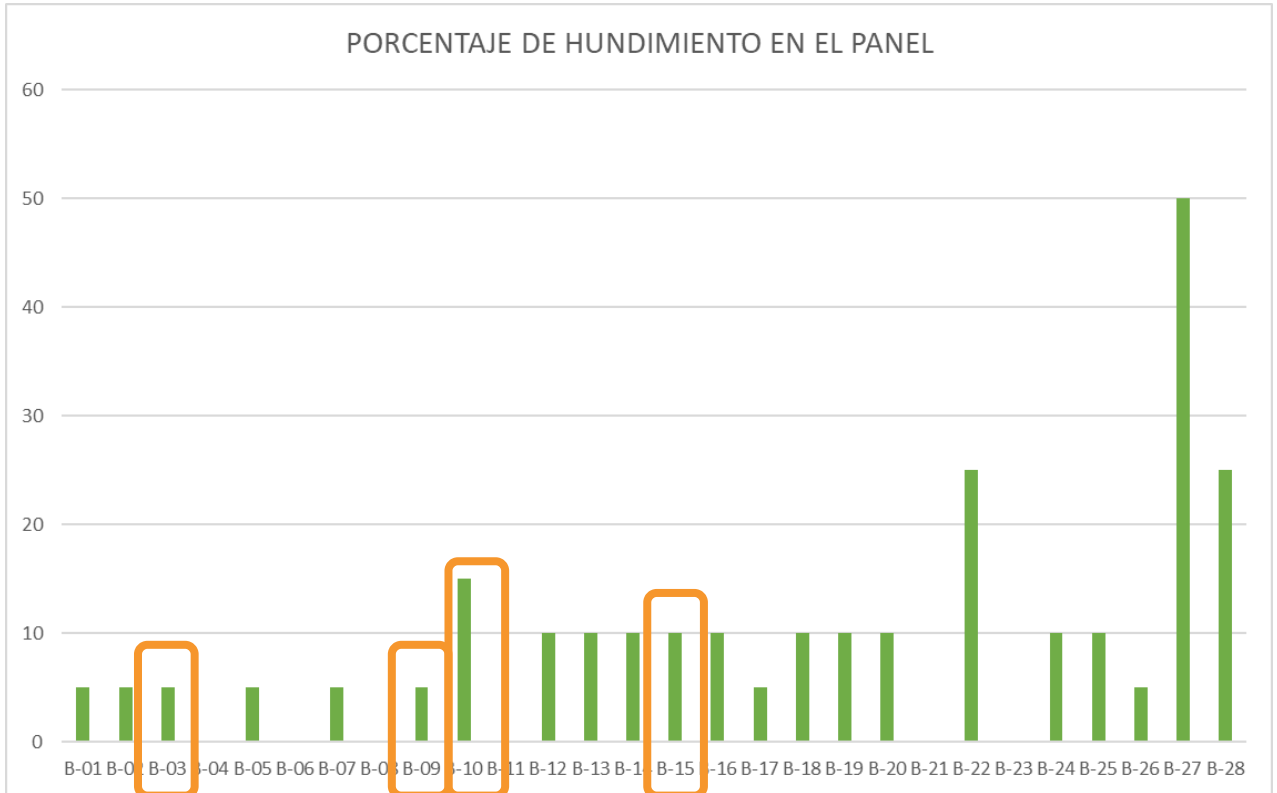


Tabla 8: Cuadro en el que se evidencia el porcentaje de hundimiento de la parte central del panel por esfuerzos físicos mecánicos que se usaron para demostrar la resistencia y la adherencia del material .



4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.2.1 HIPOTESIS GENERAL

Se plantea la siguiente hipótesis a fin de comprobar si la investigación genera conocimientos validos que demuestren la proposición:

El uso de bahareque de bambú con mortero en muros influye positivamente en la impermeabilidad de viviendas de bajo costo en el clima lluvioso de la ciudad de Satipo Junín al 2019. Haciendo la prueba de goteo a cada panel realizado, se tiene como resultado que este funciona positivamente ante estas pruebas, ya que no presenta fisuras, hundimientos en gran porcentaje, y también tiene la presencia de una buena conservación de su color.

4.2.2 HIPOTESIS ESPECÍFICA H1

El uso de bahareque de bambú con mortero, disminuye los costos en las partidas de revestimiento para muros de viviendas. Ya que al realizar estas pruebas se puede afirmar que el costo de la elaboración de muros de bahareque con guadua y mortero son muy económicos, fáciles y rápidos para la construcción, el cual solo requiere de muy pocos recursos, lo que le convierte en una técnica excelente para construir viviendas en zonas donde estos recursos existe en abundancia, para ello se utilizaron los siguientes materiales: marco con listones de madera, malla gallinero, clavos de 1" y 2", ocre, cemento y arena.

4.2.3 HIPOTESIS ESPECÍFICA H2

El uso de bahareque de guadua con mortero es aplicable a muros de viviendas de bajo costo en un clima lluvioso.

Realizada la prueba con los paneles elaborados, se puede afirmar que este sistema constructivo del bahareque de guadua con mortero funciona positivamente, ya que funciona como un muro estructural, liviano y antisísmico.

4.2.4 HIPOTESIS ESPECÍFICA H3

El uso de bahareque con mortero influye positivamente en la impermeabilidad de los muros expuestos a la lluvia en viviendas de bajo costo en la ciudad de Satipo Junín al 2019. Para ello se realizó el sistema de goteo en el campus de

Incho de la Universidad Continental, el cual no genero muchos cambios en los paneles realizados.

Fotografía 9: resultado ante las pruebas de goteo



4.2.1 HIPOTESIS ESPECÍFICA H4

El uso de bahareque de bambú con mortero permite la modulación al momento de diseñar viviendas de bajo costo en la ciudad de Satipo Junín al 2019. Su simplicidad constructiva, su rendimiento en una edificación hace que esta técnica sea accesible para las personas de bajos recursos económicos, y mas en la ciudad de Satipo, donde la Guadua crece con facilidad.

CAPÍTULO V

PROYECTO ARQUITECTÓNICO

4.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

4.1.1 Alcances y Objetivos del proyecto arquitectónico

El presente proyecto tiene como objetivo plantear un panel de vivienda unifamiliar, donde se realiza la propuesta teniendo en cuenta el material estudiado.

4.1.2 Ubicación Geográfica

El Distrito de Satipo es uno de los nueve distritos de la Provincia de Satipo, ubicada en el Departamento de Junín. Limita por el norte con el Departamento de Pasco; por el este con el Departamento del Ucayali y el Departamento del Cuzco; por el sur con el Departamento de Ayacucho; y, por el oeste con las provincias de Chanchamayo, Jauja, Concepción y Huancayo.

Figura 2: Ubicación en PDU-Satipo



- a) **Área del Terreno:** 240.00 m²
- b) **Perímetro del Terreno:** 64.00 ml
- c) **Dimensiones:**
 - o **Norte:** 12.00 m
 - o **Sur:** 12.00 m
 - o **Este:** 20.00 m
 - o **Oeste:** 20.00 m

4.1.4 Topografía del terreno

El terreno presenta pendiente topográfica de 1.00 m de desnivel.

- **SECCION A-A**

Figura 3: Perfil A de la topografía del terreno



Fuente: Elaboración propia – Google Earth.

- **SECCION B-B**

Figura 4: Perfil B de la topografía del terreno



Fuente: Elaboración propia – Google Earth.

4.1.5 Justificación Funcional

El diseño del proyecto se realizó considerando la norma técnica E.100 Bambú. Los muros del proyecto son de caña de Guadua y mortero como empastado.

4.1.6 NORMATIVIDAD

4.1.6.1 NORMA E.100 CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO

Esta norma es a nivel Nacional y es aplicada para edificaciones de hasta dos niveles con Bambú (*Guadua Angustifolia*), el cual es un material que cuenta con propiedades estructurales en sus tallos, la resistencia que tiene es similar a la madera.

El Bambú tiene una variedad de especies. Para esta Norma se aplica en la especie *Guadua Angustifolia*. La cosecha de este material se realiza entre los 4 a 6 años.

7. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA EL BAMBU ESTRUCTURAL

- ✓ 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

8. ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

8.1 MÉTODO DE ANÁLISIS

- ✓ Las limitaciones y esfuerzos admisibles dados en esta Norma son aplicables a estructuras analizadas por procedimientos convencionales de análisis lineal y elástico. La determinación de los efectos de las cargas (deformaciones, fuerzas, momentos) en los elementos estructurales debe efectuarse con hipótesis consistentes y con los métodos aceptados en la buena práctica de la ingeniería.
- ✓ Página 7 de 58

8.2 MÉTODO DE DISEÑO

- ✓ El diseño de los elementos estructurales de bambú en conformidad a esta Norma

- ✓ deberá hacerse para cargas de servicio, utilizando el método de esfuerzos
- ✓ admisibles.
- ✓ Los esfuerzos admisibles serán exclusivamente aplicables al bambú estructural que
- ✓ cumple con lo indicado en el numeral 7. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA EL BAMBÚ ESTRUCTURAL.
- ✓ Los elementos estructurales de bambú deberán diseñarse teniendo en cuenta
- ✓ criterios de resistencia, rigidez y estabilidad. Deberá considerarse en cada caso la
- ✓ condición que resulte más crítica:

8.2.1 REQUISITOS DE RESISTENCIA

- ✓ Los elementos estructurales de bambú deben diseñarse para que los esfuerzos
- ✓ aplicados, producidos por las cargas de servicio y modificados por los coeficientes
- ✓ aplicables en cada caso, sean iguales o menores que los esfuerzos admisibles del
- ✓ material.

8.2.2 REQUISITOS DE RIGIDEZ

- ✓ a) Las deformaciones deben evaluarse para las cargas de servicio.
- ✓ b) Se considerarán necesariamente los incrementos de deformación con el tiempo
- ✓ (deformaciones diferidas) por acción de cargas aplicadas en forma continua.
- ✓ c) Las deformaciones de los elementos y sistemas estructurales deben ser menores
- ✓ o iguales que las admisibles.
- ✓ d) En aquellos sistemas basados en el ensamble de elementos de bambú se
- ✓ incluirán adicionalmente las deformaciones en la estructura debidas a las uniones,
- ✓ tanto instantáneas como diferidas.

4.1.6.2 NORMA A.020 VIVIENDA

ARTÍCULO 19: Las ventanas que dan ventilación e iluminación a los ambientes, deberán tener un cierre adecuado a las condiciones del clima.

ARTÍCULO 26: Las instalaciones eléctricas serán de una tensión de 220 voltios y contar con dispositivos automáticos de interrupción por sobrecarga y podrán ser empotrados o visibles.

4.1.7 CUBIERTA

La cobertura propuesta tiene inclinaciones independientes en dos sentidos, compuesto por una estructura de cañas de Guadua las cuales desembocarían en canaletas que posteriormente serían integradas a la red de desagüe pluvial.

4.1.8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SANITARIAS

Las tuberías de las instalaciones eléctricas, y sanitarias, serán realizadas de la manera convencional en los muros, losa y piso, la instalación del sistema eléctrico y sanitario no interferiría con la estructura planteada.

4.1.9 ACCIONES SÍSMICAS

El terreno tiene como zonificación R3 – RDM (residencial de densidad media) lo cual tiene como uso de vivienda unifamiliar.

En el mapa de zonas sísmicas el terreno se encuentra ubicado en la zona tres.

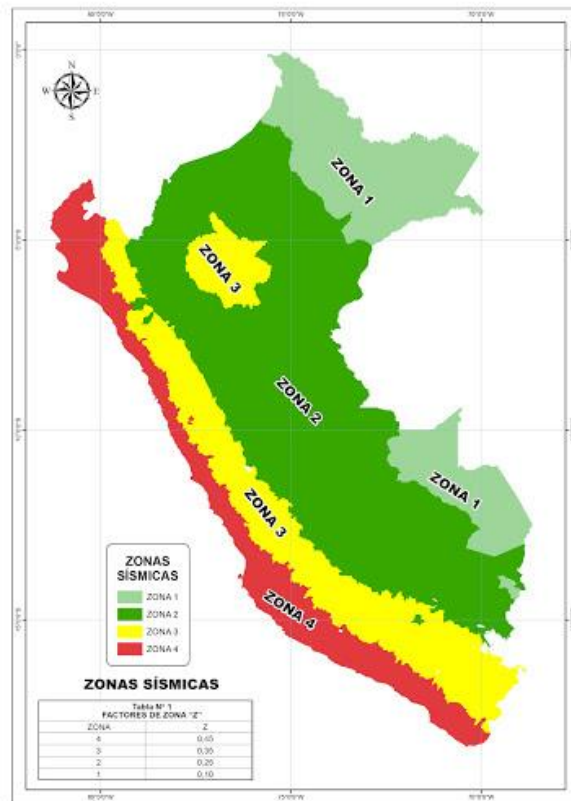


Figura 5: Mapa de zonas sísmicas de Perú

4.1.10 PROYECTO

4.1.10.1 Idea Rectora

Al realizar la ficha de observación aplicada a las pruebas, se concluye lo siguiente:

Los muros del proyecto se realizarán con Guadua y mortero, ya que este sistema funciona correctamente con las pruebas realizadas, tiene buena resistencia y capacidad ante el clima de la zona propuesta.

En la propuesta de diseño arquitectónico de la vivienda unifamiliar, se toma en cuenta en clima de la ciudad de Satipo, y el entorno, el cual cada ambiente necesita ventilación, y materiales constructivos adecuados para controlar el confort de vida de los habitantes sin afectar el medio ambiente.

Anteproyecto

Función: Como todo ambiente necesita de buena función, se propone todos los espacios con iluminación y ventilación, el cual es primordial para los habitantes.

Los ambientes tienen dimensiones adecuadas para la comodidad del usuario, esta se tomó en cuenta con el reglamento nacional de edificaciones.

Espacio: Los espacios del proyecto se ubican de acuerdo a la función que tienen aprovechando la configuración del terreno.

Forma y Volumen:

La configuración volumétrica se basa en una idea arquitectónica moderna que busque la armonía con los elementos estructurales que por origen vienen de la arquitectura clásica, este volumen se organiza teniendo en cuenta los parámetros normativos.

4.1.11 Programa Arquitectónico

El presente programa arquitectónico baso la elección de espacios para una familia de cuatro integrantes, cuyos ambientes serán concebidos por los arcos como elementos estructurales en la fabricación de vanos.

PROGRAMA ARQUITECTONICO					
VIVIENDA					
ZONA	SUBZONA	ESPACIO	CANT.	AREA ESPACIAL (m2)	AREA ZONA (m2)
SOCIAL	SOCIAL	SALA	1	16.03	23.03
		COMEDOR	1	07.00	
INTIMO	INTIMO	DORMITORIO PRINCIPAL + SS.HH.	1	17.83	71.56
	INTIMO	DORMITORIO HIJO 1	1	16.00	
	INTIMO	DORMITORIO HIJO 2	1	09.90	
	INTIMO	DORMITORIO HIJO 3	1	17.83	
	INTIMO	SS.HH.	1	03.00	
	EDUCATIVO	SALA DE ESTUDIO	1	07.00	
SERVICIOS	SERVICIOS	COCINA	1	07.00	44.68
	SERVICIOS	PATIO DE SERVICIO	1	21.00	
	SERVICIOS	COCHERA	1	15.00	
	SERVICIOS	½ SS.HH.	1	1.68	
SUB TOTAL VIVIENDA					139.27
35% MUROS Y CIRCULACION					48.75
AREA TOTAL CONSTRUIDA					188.01
AREA LIBRE					132.64

4.1.12 PLANOS DE VIVIENDA UNIFAMILIAR

Plano de Ubicación y Localización

Planteamiento General

Plano de Arquitectura

Plano de Techos

Cortes

Elevaciones

Paneles

CONCLUSIONES

- Se evidencio en los trabajos de campo como en las muestras experimentales que el uso del bahareque de bambú con mortero de cemento influye positivamente en la impermeabilidad de viviendas de bajo costo en el clima lluvioso de la ciudad de Satipo al año 2019, puedo afirmar este enunciado en razón de que en las muestras de ensayo se logró que los morteros aplicados sobre las tiras de bambú en más de un 35% de las muestras no se evidencio la penetración de la humedad hacia el interior de la muestra teniendo en cuenta que en los ensayos realizados las muestras son paneles de 60x60 centímetros, y la modulación de un muro e bahareque es de 1.22mx2x44cm esta muestra referencial nos permite proyectar el resultado en el total del panel, los ensayos se realizaron por aspersion simulando el volumen lluvioso de la ciudad de Satipo.
- En los ensayos realizados con los paneles de prueba se realizaron diferentes muestras de mortero y técnicas de fijación, entre las más exitosas fueron las de uso de caña en tiras y malla de gallinero con un mortero de no más de 1cm de espesor y las tiras separadas unas de las otras en 1.5 cm , estas dos características principales permitieron alcanzar los mejores resultados en la fijación del mortero y en el nivel de ahorro , la cantidad de material que se usa es mucho menor a la cantidad de material en un tarrajeo convencional, teniendo en consideración que en el sistema de bahareque al revestir también se cierra la envolvente del muro no cumple función estructural y permite tener el acabado exterior de la vivienda son tres partidas en un solo proceso constructivo .
- Se logró demostrar de manera práctica que la técnica del bahareque no representa un proceso constructivo complicado , porque al desarrollar los diferentes paneles se ensayaron diferentes formas de usar las tiras de bambú, las mallas y la forma de aplicación del bahareque , en estos ensayos se pudo evidenciar que si la separación de las tiras de bambú no superan los 2 cm y sobre ellas se fija una malla hexagonal de gallinero el mortero se fija de manera uniforme y pareja generando un revestimiento que no supera el espesor de 1.5cm esto permite que el rendimiento en un muro completo sea mayor porque el bahareque no requiere ser humedecido o bañado en cemento líquido para lograr la fijación del mortero.
- Se evidencio que toda aplicación de bahareque con mortero de cemento debe ser aplicado sobre muros modulados que permitan que las tiras de bambú se puedan fijar y recubrir con una malla de gallinero, esta modulación es recomendable que sea en dimensiones modulares a 60 cm porque las cañas en esa longitud no pierden su linealidad ni tampoco se pandean o curvean por el peso propio del material o del mortero aplicado, la modulación también permite optimizar los paños de malla que revisten los paneles y disminuyen el desperdicio de materiales.

RECOMENDACIONES

- Todo sistema constructivo nuevo genera nuevas aplicaciones y técnicas inmersas en la aplicación de los materiales, o la forma en la cual se trabajan y modulan, es importante proponer y gestionar capacitaciones tanto los pobladores locales como al personal de construcción para la aplicación de la técnica de manera correcta y a partir de estos conocimientos difundir la técnica constructiva, que en lugares de fácil acceso al material predominante como es el caso de bambú reduce costos de construcción sin perder calidad arquitectónica ni funcional.
- Después de recabar la información experimental y constructiva del bambú se recomienda siempre trabajar con tiras de bambú que este secas, al estar húmedas las tiras de bambú tienden a doblarse o a reducir su sección esto es negativo por que pierde uniformidad el panel y genera trabamos muy delgados o muy gruesos de mortero, posterior a la aplicación, curado y secado del mortero se pueden generar fisuras en estos tramos disparejos.
- Se recomienda con mucho énfasis que solo se deba usar una caña de bambú de la especie guadua angustifolia kutn por ser una caña mas resistente que otras especies, también porque esta normado su uso en el país y se tienen ensayos de resistencia, en el área de estudio que es la ciudad de Satipo existe esta especie en abundancia, por lo cual se puede obtener la materia prima, también existen otras variedades como es el caso de la filostachis aureus y la bmabusa vulgaris, estas otras especies no son resistentes y pierden volumen al secarse por tal motivo no es recomendable usar estas variedades de bambú.
- Se recomienda impulsar la investigación de más procesos constructivos a partir del uso del bambú en áreas donde su crecimiento es abundante y de fácil acceso, el bahareque representa una técnica de construcción en la que se optimiza el uso del bambú, pero no es la única forma de transforma o aplicar el bambú en la construcción, también se pueden tecnificar los proceso para lograr una mejor aplicación de los materiales en el proceso constructivo.

BIBLIOGRAFÍA

- GONZÁLEZ DE LA CADENA, J. F. (2016). *ESTUDIO DEL MORTERO DE PEGA USADO EN EL CANTÓN CUENCA. PROPUESTA DE MEJORA, UTILIZANDO ADICIONES DE CAL*. Cuenca.
- AITIM. (2011). La Arquitectura de Bahareque Colombiana, Patrimonio de la Humanidad. *AITIM - ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN TÉCNICA DE LAS INDUSTRIAS DE LA MADERA*, julio-agosto.
- AÑAZCO, M. (2014). *Estudio de vulnerabilidad del Bambú (Guadua angustifolia) al cambio climático en la costa del Ecuador y norte Perú*. Ecuador.
- Bappler Ramírez, A. (2013). Viva Guadua. Colombia.
- CAMIOL UMAÑA, V. (2009). Bambú Guadua, en muros de contención. *Tecnología en Marcha*, 38-44.
- CAMIOL UMAÑA, V. (2009). Bambú Guadua: un recurso ecológico. *Tecnología en marcha*, 3-9.
- Cátedra de Ingeniería Rural. (s.f.). *Ingeniería Rural*, 1.
- ERASO O., I. M. (2007). Vivienda Sismoresistente en Guadua. Colombia.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., & BAPTISTA, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: MCGRAW-HILL.
- PINEDA URIBE, J. C. (2017). Analizar las características y patologías constructivas del bahareque tradicional en la Vereda San Pedro del Municipio de Anserma (Caldas). Colombia, Caldas.
- POPPENS, R., & MORÁN UBIDIA, J. A. (2005). Vivir con Guadúa.
- SIMANCAS YOVANE, K. C. (2003). *Reacondicionamiento Bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Cataluña - Barcelona.
- VILLEGAS GONZÁLES, F. (2005). *Comparación Consumos de Recursos Energéticos en la Construcción de Vivienda Social: Guadua Vs. Concreto*. Colombia.

ANEXOS