



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Educamos para el desarrollo

# UNIVERSIDAD DE CUENCA

## MAESTRÍA EN CONSTRUCCIONES PRIMERA EDICIÓN

ARQUITECTURA FLOTANTE. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE LAS EDIFICACIONES FLOTANTES DEL RÍO  
BABAHOYO

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN  
CONSTRUCCIONES (MSC)

AUTOR: JOSÉ DELGADO CRUZ

DIRECTOR: Msc. ARQ. ALEX SERRANO

Cuenca, julio 2016





## RESUMEN

Alrededor del mundo se han identificado al menos dos maneras de habitar sobre el agua, las cuales difieren entre sí principalmente por el sistema constructivo y tipo de movilidad: i) viviendas sobre pilotes y, ii) viviendas flotantes. Las viviendas flotantes, son también llamadas casas botes o vivienda anfibia, dependiendo del contexto territorial de estudio. En la actualidad la vivienda flotante, tiene plena vigencia tanto en países considerados desarrollados, como en vías de desarrollo. Presenta una variedad de tipologías, sistemas constructivos, materiales, donde la creatividad, manifestaciones culturales, avances tecnológicos y condiciones ambientales han condicionado las formas arquitectónicas resultantes.

En Ecuador las viviendas flotantes emplazadas sobre el río Babahoyo han sido construidas de manera irregular (en términos legales), con un sistema artesanal predominante, donde se observan problemáticas sociales y de salubridad entre sus ocupantes. A pesar de ser un caso único en el país, y de interés arquitectónico, paisajístico y cultural, estas edificaciones se han visto afectadas por inadecuadas intervenciones de reparación y/o mantenimiento por parte de sus ocupantes.

En este sentido, se presenta una propuesta de intervención para las viviendas flotantes de Babahoyo, que supera los problemas actuales identificados en relación a la práctica constructiva e integra estrategias para mejorar las condiciones de confort interior. El documento contempla una primera aproximación al origen y evolución de la vivienda flotante en el contexto internacional y local, para luego presentar un análisis de la vivienda flotante en Babahoyo, identificando los factores de deterioro de los componentes constructivos y evaluando el confort interior bajo cuatro parámetros de análisis: radiación, iluminación, temperatura y CO<sub>2</sub>. Finalmente, se definen estrategias de intervención que mejoran la práctica constructiva y aproximan a las temperaturas óptimas para garantizar el confort interior dentro de estas edificaciones.

**Palabras clave:** arquitectura flotante, mantenimiento, confort interior.

## ABSTRACT

At least two manners of living on water have been identified around world. These forms differ from each other mainly by the construction system and type of mobility: i) homes on stilts and ii) houseboats. The houseboats are also called floating homes or amphibious housing, depending on the territorial context of study. Currently the floating housing is fully in force in both contexts developed countries as well as developing countries. It presents a variety of types, building systems, materials, where creativity, cultural, technological and environmental conditions have conditioned the resulting architectural forms.

In the local context, Babahoyo presents a traditional architecture known as 'las balsas'. It refers to a small settlement of floating homes stationed on borders of the river. This exceptional architecture represents the evolution process of the architecture of the city and its culture. However, the whole settlement is not valued appropriately by authorities, citizens and families who live in. At the moment, these buildings have been affected by deterioration process product of time and inadequate interventions by their owners.

In this sense, the present research aims to contribute to the understanding of this particular way of life, present in different contexts around the world, to study the stage of conservation and living conditions of the inhabitants who occupied 'las balsas', to finally, to develop a proposal to improving the main issues identified. Besides, a short content about internal environmental analysis and recommendations is included.

**Key words:** floating architecture, maintenance, interior comfort.

José Alberto Delgado Cruz, autor/a de la tesis “Arquitectura Flotante. Propuesta de intervención y mantenimiento de las edificaciones flotantes en madera del río Babahoyo”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Magister en Construcciones (Msc). El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, Julio 2016



JOSE ALBERTO DELGADO CRUZ

C.I: 1203068828



José Alberto Delgado Cruz, autor/a de la tesis "Arquitectura Flotante. Propuesta de intervención y mantenimiento de las edificaciones flotantes en madera del río Babahoyo", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, Julio 2016

JOSE ALBERTO DELGADO CRUZ

C.I: 1203068828

# DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios por bendecirme y permitirme cumplir una meta más en mi vida.

A mis ángeles del cielo, que día a día me protegen y guían mi camino.

A mis padres y mis hermanas, por su apoyo incondicional en todo momento. En cada una de las etapas de mi vida han estado siempre presentes con sus consejos, su paciencia y su cariño.

A mi esposa y a mi hija, por impulsarme a terminar este proyecto y por ser el motor de mi vida. Juntas cambiaron mi mundo y cada día lo hacen más maravilloso.

Las amo con mi vida...Gabriela y Victoria.

## AGRADECIMIENTO

Al Msc. Arq. Alex Serrano, por haberme asesorado en la concreción de este trabajo...Gracias amigo por tu ayuda.

A mi Karlita, por los días y noches enteras que te tuvimos fuera de tu casa.

A toda mi familia, por la paciencia que tuvieron por esta espera tan larga.

A mi esposa y a mi hija Victoria, por su amor incondicional y poner toda su fe en mi...Ustedes lo hicieron posible.

Y a todas aquellas personas que de alguna u otra manera formaron parte fundamental en la culminación de este proyecto.

Dra. Vanessa Delgado.

Arq. Felipe Quesada PhD.

Kharla Chávez.

Arq. Daniaba Montesinos.

Msc. Gonzalo Cerda.

Lcdo. José E. Zuñiga.

Casa de la Cultura Núcleo de Los Ríos.

Sr. Pedro Mayorga y familia.

Sr. Kleber Bejarano y familia.

Millón gracias

# INDICE

## Capítulo I: **LINEAMIENTOS GENERALES**

1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivo general	7
1.5. Objetivos específicos	7
1.6. Metodología	8
1.7. Alcances	10

## Capítulo II: **ESTADO DE ARTE**

2.1. La arquitectura flotante. Contexto global y local	11
2.2. Antecedentes de la vivienda flotante en el contexto local	32
2.2.1. La balsa blanca, una vivienda flotante excepcional	37
2.3. Análisis comparativo de la vivienda flotante	39
2.3.1. Diseño	40



2.3.2. Tecnología constructiva	42
2.3.3. Programa arquitectónico	43
2.4. Conclusiones	47
<b>Capítulo III: DIAGNÓSTICO</b>	
3. Arquitectura flotante del río Babahoyo	51
3.1. Factores humanos	54
3.2. Factores arquitectónicos	
3.2.1. Forma	56
3.2.2. Función	60
3.2.3. Tecnología	63
3.2.4. Evaluación de su estado de conservación	67
3.3. Factores ambientales	73
3.3.1. CO2	75
3.3.2. Temperatura	76
3.3.3. Humedad	77
3.3.4. Radiación solar	77

3.3.5. Criterios de selección de estudios de caso	80
3.3.6. Monitoreo de parámetros del ambiente interior	82
3.3.7. Percepción sensorial de los ocupantes	95
3.4. Conclusiones	96
Capítulo IV: <b>PROPUESTA</b>	
4. Introducción	99
4.1. Contexto	100
4.2. Aspectos socio – económicos	101
4.3. Aspectos constructivos	102
4.4. Análisis de condiciones ambientales	111
4.4.1. Resultado del análisis de las condiciones ambientales	118



4.5.	Memoria técnica descriptiva	
4.5.1.	Descripción general del proyecto	121
4.5.2.	Programa de necesidades	122
4.5.3.	Criterios estéticos	123
4.5.4.	Justificación del cumplimiento de la normativa técnica	127
4.6.	Memoria constructiva	
4.6.1.	Descripción general de la propuesta	128
4.6.2.	Conservación y mantenimiento de los materiales que conforman las viviendas flotantes	134
4.7.	Planos de la propuesta	142
4.8.	Conclusiones	162
5.	Conclusiones Generales	164



# CAPITULO 1

## ANTECEDENTES



# ARQUITECTURA FLOTANTE

Propuesta de intervención y mantenimiento de las edificaciones flotantes del río Babahoyo

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El surgimiento de la vivienda flotante en el contexto internacional, se traslada al período neolítico. Según Mendoza & Verdugo (2002) *“restos de grandes balsas que debió utilizar el hombre prehistórico como viviendas se encontraron en un lago de Dinamarca”*.

En Ecuador, las viviendas flotantes o balsas fueron utilizadas por los pobladores precolombinos de las costas como: 1. vehículo de transporte, 2. medio de comercio, y 3. como vivienda, todas estas funciones enmarcadas dentro del proceso de relación intercultural. Los grabados de Humboldt<sup>i</sup>, constituyen una evidencia de la existencia de las viviendas flotantes en nuestro país durante el periodo precolombino, navegando por las aguas del río Guayas. También se encuentra *“La Relación Histórica del Viaje a la América Meridional”* escrita por Jorge Juan y Antonio de Ulloa y publicada en 1748, donde describe claramente la *“balsa de Guayaquil”*.<sup>ii</sup>

Su nombre de “balsas”, en el contexto local, se debe a que en sus orígenes, se construían sobre troncos de madera de balsa sobre la cual se levantaba una casa de un piso y paredes de caña, generalmente con cubiertas de bijao (paja).

## Capítulo I. LINEAMIENTOS GENERALES

En la actualidad, encontramos ejemplos de la construcción de las viviendas sobre el agua, en otros países como China, Japón, Holanda, Alemania, Nigeria, Estados Unidos, entre otros, así como también en América Latina: Chile, México, Perú y Ecuador. Algunos de ellos, heredados de un pasado como el caso de Holanda, donde persisten en muchos de los canales de Ámsterdam, pequeñas casas flotantes de uno o dos dormitorios, que se asientan sobre antiguas barcazas.

En nuestro país, aún persisten las casas flotantes o balsas de Babahoyo, en la provincia de Los Ríos, las cuales han sido descritas por Nurnberg et.al (1982) como una tipología excepcional de arquitectura vernácula del litoral, las mismas que expresan una etapa de la evolución socio cultural de esta región de nuestro país, además de constituir documentos que revelan el paso del tiempo y el carácter de una sociedad.

De la misma manera es posible observar proyectos de viviendas flotantes contemporáneos, desarrollados principalmente por empresas como Waterstudio o Attika Architekten en la región Holandesa, quienes en base a esta forma ancestral y particular de habitar se han dedicado a desarrollar proyectos de viviendas para dar soluciones a las problemáticas actuales como la falta del recurso suelo y el incremento de los niveles de agua debido al calentamiento global, experimentando con nuevos diseños, tecnologías constructivas y el uso de materiales que se encuentran hace mucho tiempo presentes en el mercado, pero con diferentes aplicaciones.

Desafortunadamente, en el contexto local, el estudio de este tipo de arquitectura ha sido relegado, e incluso subvalorado, lo cual ha incidido directamente en su progresivo proceso de deterioro y desatención a las condiciones de quienes las habitan. En este sentido, la presente investigación estudia estas formas de habitar que se materializan en una arquitectura singular, y contribuye a nivel local al mejoramiento de las condiciones de sus ocupantes y el mantenimiento de bajo costo de las viviendas flotantes existentes.

En el proceso se analizan las condicionantes que originan el deterioro de los componentes de madera (agentes bióticos y abióticos), para establecer los medios curativos (químicos, físicos y mecánicos) y preventivos (líneas generales), también las medidas de carácter constructivo correctas que deben incluirse en una intervención, además de un breve análisis de las condiciones interiores de la vivienda considerando cuatro parámetros: temperatura, humedad relativa, radiación y niveles de CO<sub>2</sub>. La difusión y transferencia de conocimientos es una de las prioridades del proyecto, donde las recomendaciones para la intervención, sean de utilidad principalmente para los usuarios de estas viviendas.

### **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Babahoyo, capital de la Provincia de Los Ríos, posee una arquitectura tradicional muy rica en historia: las viviendas flotantes, que se encuentran emplazadas en las orillas de su río, las cuales evidencian un proceso evolutivo de la arquitectura y cultura de esta ciudad de la costa ecuatoriana.

A pesar de ser un caso único en el país, existe una desvalorización de esta tipología constructiva por parte de las autoridades y de aquellas familias que las habitan. Además de factores bióticos y abióticos, estas edificaciones se han visto afectadas por agentes antrópicos. El hombre y sus inadecuadas prácticas de intervención han llevado al deterioro y agravamiento de sus problemas de conservación (materialidad), habitabilidad (confort interior) y salubridad.

Estos factores han agravado en los últimos años la condición de la arquitectura tradicional flotante en madera de la ciudad de Babahoyo, así como también de su entorno, a la vez que la destrucción de un patrimonio cultural pues, las edificaciones tipo “balsa” constituyen sin duda una muestra de saberes y prácticas tradicionales, así como un tipo de arquitectura representativa de la ciudad y del país en general.

Siendo este el principal problema, se suman otros que contribuyen a la degradación del paisaje como son las precarias condiciones de habitabilidad en las que se encuentran estas familias y los niveles de contaminación e insalubridad que generan diariamente hacia las aguas del río Babahoyo.

En la actualidad las intervenciones en estas estructuras, se han realizado con poca fortuna, debido a malas intervenciones por parte de los ocupantes quienes desconocen criterios, métodos y procesos de intervención adecuados para nuestro medio. Considerando el significativo número de habitantes que residen en viviendas flotantes emplazadas en las márgenes del río Babahoyo (150 hab. aprox. - 20 balsas) es importante realizar un estudio que determine los criterios de intervención, mantenimiento y mejoramiento de condiciones interiores de estas edificaciones.

### **1.3. JUSTIFICACION**

En el ámbito tanto arquitectónico como urbanístico, las tipologías de viviendas flotantes, sin duda constituyen una alternativa de trascendental interés, al punto que tanto potencias mundiales como Japón (la pirámide urbana Shimizu en Tokio) se esfuerzan cada día por implementar esquemas de ocupación de este tipo.

Actualmente, países europeos como Holanda y Dinamarca están profundizando el estudio y construcción de viviendas flotantes. Estos proyectos buscan mejorar el funcionamiento de la vivienda sin afectar a su entorno, dotando de adecuadas condiciones de habitabilidad para sus ocupantes quienes se han tornado en grupos exclusivos o élites de gran poder económico que buscan experimentar esta forma de habitar sobre el agua.

A nivel local (Ecuador), la realidad de la vivienda flotante está muy vinculada a los estratos socio económicos más limitados, donde la materialidad, tecnología constructiva de viviendas flotantes, opuesto a constituir elementos de orgullo para quienes las habitan como para quienes se encuentran alrededor, generan una serie de conflictos tanto a nivel paisajístico como a nivel social, debido a las precarias condiciones en las que se encuentran sus ocupantes.

Emplazadas a orillas del río Babahoyo, el asentamiento de viviendas flotantes presenta interés arquitectónico, cultural, paisajístico, pero sobre todo social. Según estudio desarrollado por el GAD Babahoyo (2006), la composición familiar de sus residentes, muestra grupos de 4 miembros/vivienda, encontrándose casos de 6, 7 hasta 9 ocupantes por familia en áreas no mayores a 30m<sup>2</sup>. Por lo tanto resulta urgente realizar un estudio que permita incidir de manera favorable proponiendo sistemas de mantenimiento, mejoramiento de la técnica constructiva y mejoramiento de las condiciones de habitabilidad interior a bajos costos.

## Capítulo I. LINEAMIENTOS GENERALES

Así, además de promover el rescate de la arquitectura tradicional de la ciudad de Babahoyo y mejoramiento de las condiciones de sus ocupantes, se realizará una revisión de alternativas habitacionales contemporáneas desarrolladas en otras latitudes vinculadas a la arquitectura flotante.

#### **1.4. OBJETIVO GENERAL**

- ✓ Formular una propuesta de intervención, mejorando la práctica constructiva actual e identificando prácticas de mantenimiento para las viviendas flotantes del río Babahoyo a fin de mejorar las condiciones de habitabilidad de sus propietarios, recuperar un potencial patrimonio en riesgo y mejorar el paisaje urbano de la ciudad.

#### **1.5. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ✓ Caracterizar las tecnologías constructivas de viviendas flotantes existentes tanto a nivel local como internacional.
- ✓ Establecer los principales factores/agentes de riesgo para esta tipología constructiva y los diferentes elementos que las conforman, en el contexto local.
- ✓ Determinar el grado de deterioro en el que se encuentran las viviendas flotantes emplazadas a las orillas del río Babahoyo.
- ✓ Identificar las directrices encaminadas al mantenimiento de estructuras en madera, no solo como material, sino dentro de una consideración más amplia, como estructura histórica.

### **1.6. METODOLOGÍA**

Como aproximación al problema se plantean tres fases: i) Antecedentes, ii) Diagnóstico, iii) Propuesta de Intervención y Mantenimiento de las Edificaciones Flotantes del río Babahoyo.

En una primera fase se contempla una metodología exploratoria, la cual según Ramírez A (s/d), busca esclarecer temas poco estudiados y motivar investigaciones más rigurosas a futuro. En esta fase la aproximación a la arquitectura flotante, sus orígenes y evolución son estudiados en el contexto internacional y local, concluyendo con una caracterización de la tipología argumentada por las revisiones de fuentes bibliográficas y análisis comparativo de casos de estudio.

En un segundo momento, se establece una situación de diagnóstico de las viviendas flotantes del río Babahoyo, organizado bajo tres factores principales de análisis: i) Factores Humanos, ii) Factores Ambientales y iii) Factores arquitectónicos. En esta fase se realizó un proceso de recolección de información in-situ, apoyado en la aplicación de fichas de diagnóstico de daños y causas.

La ficha se encuentra estructurada en 2 partes: la primera permite identificar los componentes y subcomponentes de cada uno de los elementos que conforman la vivienda flotante, así como también el tipo de material, estado en el que se encuentra y una breve descripción del daño producido; en la segunda parte se realizan esquemas de sus fachadas y detalles constructivos que permitan determinar su tipología constructiva (anexo 1).

En el proceso de levantamiento de información se aplicaron 10 fichas (de un total de 20 edificaciones) debido, principalmente, a la repetición de la información y condiciones inseguras de trabajo por la problemática social que afecta al área de estudio.

En relación al monitoreo de calidad del ambiente interior, este análisis se basó en cuatro parámetros de análisis: radiación, iluminación, temperatura y CO<sub>2</sub>, recomendados por la investigación “Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda” dirigida por el Arq. Felipe Quesada (2015). La monitorización de estas variables se desarrolló en dos viviendas flotantes “tipo”, una mono ambiente y otra dos ambientes, durante un período continuo de una semana en condiciones de ocupación regular. Esta fase concluye con un diagnóstico de las tecnologías constructivas y establecimiento de los principales agentes de deterioro físico y/o de calidad ambiental, que inciden en esta tipología de vivienda del litoral ecuatoriano, y los elementos que la conforman (anexo 2).

El levantamiento de la información in-situ, incluyó la aplicación de entrevistas para conocer procesos empíricos y tradicionales del mantenimiento por parte de los ocupantes, realizados sobre cada uno de los elementos que conforman este tipo de vivienda, para posteriormente ser evaluados.

Finalmente en la tercera fase, y tras realizar un proceso de análisis, síntesis e integración de la información, se realiza una revisión de las condiciones de habitabilidad deseables y recomendaciones internacionales de mantenimiento para los principales elementos que conforman este tipo de edificaciones, establecidas en normas internacionalmente aceptadas. Se concluye con una propuesta de intervención y mejoramiento de las condiciones identificadas en el capítulo anterior de las viviendas flotantes. Para esta fase se incorpora un apartado donde se realiza un proceso de simulación del estado ideal utilizando el software de análisis Autodesk Ecotec, el cual permite entender el comportamiento de la edificación en el contexto de su medio ambiente.

### **1.7. ALCANCES**

La presente investigación aportó al:

- Posicionamiento del estudio de la arquitectura flotante, sus orígenes y potencialidades en el contexto internacional y local.
- Aproximación a una de las tipologías de arquitectura vernácula excepcional del litoral ecuatoriano, a través de la documentación de las viviendas flotantes asentadas sobre el río Babahoyo.
- Caracterización de estado de conservación física y de calidad ambiental interior de las viviendas flotantes del río Babahoyo.



## **CAPITULO 2:** **ESTADO DE ARTE**



## 2.1. ARQUITECTURA FLOTANTE

contexto global

De acuerdo con Erin Feeney (2012), se denomina técnicamente vivienda flotante a *“una casa construida sobre un flotador, que se encuentra eventualmente anclada a un muelle”*. A lo largo del presente apartado se presenta una síntesis de los orígenes y evolución de la vivienda flotante en el contexto internacional y local. Es importante mencionar que en el ámbito tanto arquitectónico como urbanístico, las viviendas flotantes constituyen una alternativa de trascendental interés. Países como Australia, Canadá, Alemania, Hong Kong, India, Nueva Zelanda, Países bajos, Serbia, Reino Unido, Estados Unidos, Zimbabue, Venezuela se esfuerzan cada día por implementar esquemas de ocupación de este tipo.

Reconocidos investigadores señalan que el creciente interés por ocupar el agua obedece a varios motivos, entre los cuales se encuentran el continuo incremento de los niveles de agua producto del calentamiento global (Rayman, 2014), factor que en el caso específico de los países bajos donde más de la mitad del país se encuentra bajo el nivel del mar y los convierte en área potencialmente inundable (Turner 2014; Skjold 2003), ha llevado a los gobiernos a repensar la inversión económica en la construcción de diques por soluciones habitacionales sobre el agua.

## Capítulo II. ESTADO DE ARTE



Imagen 1: Presencia de arquitectura flotante en el mundo



1. Río Murray, Mannun Waters. Australia meridional.
2. Río Murray, Mannun Waters. Australia meridional.
3. Lago Eildon, Victoria. Australia
4. Columbia Británica, Victoria. Canadá
5. Lago Powell, Columbia Británica. Canadá
6. Lago Huron, Ontario. Canadá

## Capítulo II. ESTADO DE ARTE



7



10



8



11



9



12

7. Puerto de Hamburgo, Hamburgo. Alemania.
8. Landwehrkanal en Friedrichshain-Kreuzberg, Berlin. Alemania.
9. Pueblo flotante de Aberdeen, isla de Hong Kong. Hong Kong.
10. Kerala. India
11. Kerala. India
12. Lago Dal, Srinagar, Cachemira. India



- 13. Río Amstel, Amsterdam. Holanda
- 14. Río Mass, Maasbommel. Holanda
- 15. Río Danubio, Belgrado. Serbia
- 16. Río Sava, Belgrado. Serbia
- 17. Portland, Oregon. EE.UU.
- 18. Lake Union, Seattle. EE.UU.

Capítulo II. ESTADO DE ARTE



- 19. Perry Creek, Maine. EE.UU.
- 20. Sausalito, San Francisco. EE.UU.
- 21. Lake Cumberland, Kentucky. EE.UU.
- 22. Casa flotante, Maracaibo. Venezuela
- 23. Lago Kariba. Zimbabue
- 24. Lago Kariba. Zimbabue



Imagen 25: Variaciones de área ocupada por agua entorno al Lago Tonle Sap,

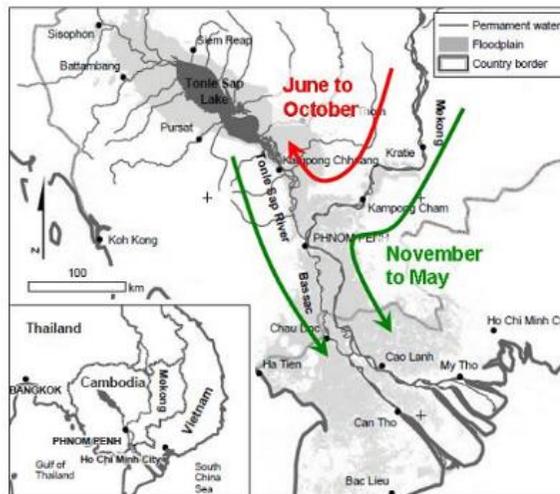


Imagen 26: Variaciones en hidrología Rio Mekong y Rio Tonle Sap, Camboya.

Adicionalmente, se señala la escasez de suelo para atender las demandas del crecimiento poblacional (Rayman 2014; Turner 2014; Skjold 2003) en donde vivir y trabajar en el agua es en efecto una múltiple utilización del espacio. “Debemos pensar en el agua como un lugar para vivir” manifiesta Slavenburg Remko vocero del Departamento de Planeamiento urbano de la ciudad de Leiden, en los Países Bajos.

Finalmente, y aunque no se presentan sólidas investigaciones en torno al tema, se mencionan argumentos en favor de los beneficios psicológicos en los residentes de este tipo de vivienda, obtenidos por el contacto directo con este elemento de la naturaleza –agua-(Turner 2014).

Los ejemplos más antiguos de esta tipología de vivienda, identificados a través del presente estudio se remontan al siglo IX (Vasquez 2013) y se encuentran localizados en el lago Tonle Sap, Camboya. Camboya se encuentra ubicado en Asia Sur Oriental. Limita al Sur con el Golfo de Tailandia, al Este con Vietnam, al Norte con la República Popular de Laos y al Noroeste con Tailandia. Posee un clima tropical que se compone básicamente de dos estaciones: la temporada de lluvias, de junio a octubre, y la estación seca, de mayo a noviembre.

Geográficamente, Camboya es predominantemente plana, con la presencia de llanuras de tierras bajas centrales hacia el río Mekong y el lago Tonle Sap. Esta es la zona más densamente poblada del país, debido a los suelos fértiles y al buen suministro de agua que posee esa región. El río Mekong es el río más grande en el sudeste asiático, con una longitud de más de 5.000 kilómetros hasta llegar al Mar del Sur de China. Alrededor del 86% del área de Camboya está dentro de la cuenca del río Mekong (Meinander 2009).

El Lago Tonle Sap, depende del río Mekong, y cuenta con una extensión aproximada de 160km de largo y 35km de ancho durante la estación seca y se extiende a 250km de largo y casi 100km de ancho durante el invierno (imagen 25) y su profundidad aumenta de 1mts a 10mts, convirtiéndose así en el mayor lago de agua dulce de esta región asiática, a través de un fenómeno hidrológico muy particular (Keskinen 2003).

## Capítulo II. ESTADO DE ARTE



Imagen 27: Arquitectura sobre palafitos, Kampong Phluk, Camboya.



Imagen 28: Arquitectura tipo balsa, Chong Kneas, Camboya

De acuerdo a Meinander (2009), las grandes precipitaciones de agua que caen durante la temporada de lluvias, invierten la dirección del río Tonle Sap, que conecta el lago Tonle Sap con el río Mekong incrementando el área del lago. Es decir, el lago Tonle Sap actúa como una presa, almacenando el agua y regulando el caudal del río Mekong (imagen 26).

Este proceso ha convertido el Lago Tonle Sap en una de las regiones con mayor biodiversidad y abundancia de peces en el mundo (Keskinen 2003; Roshko 2011), la misma que fue declarada como Zona de Reserva de la Biosfera por parte de la UNESCO (1997).

En la actualidad cerca 85,000 personas viven asentados sobre esta zona inundable, donde la pesca se constituye como actividad principal de los pobladores fuertemente limitados económicamente, donde el promedio de ingresos por familia oscila entre 1 a 10USD/día (Meinander 2009). Considerando la forma de emplazamiento de las edificaciones, las tipologías varían en torno a dos tipos: arquitectura sobre palafitos (imagen 27) y arquitectura flotante tipo balsa construida sobre plataformas o pequeños botes, que flotan cuando el nivel del agua sube (imagen 28).

La arquitectura flotante del lugar otorga una dinámica singular al paisaje que varía de acuerdo a las estaciones. Durante periodos secos las edificaciones se organizan en torno a los bordes del lago, mientras que durante los periodos de inundación se extienden sobre el lago (Vásquez 2009; Meinander 2009). Alrededor de 1100 familias habitan en viviendas flotantes, mientras otros acuden a este lugar únicamente en las temporadas favorables para la pesca (Roshko 2011;Meinander 2009).

Roshko (2011) profundizó el estudio de una de las comunidades asentadas sobre el lago Tonle Sap, la comunidad de Chong Kneas, una comunidad diversa culturalmente, conformada por grupos como los Khmer, Vietnamitas, Musulmanes y Chinos. El estudio evidenció que no solo se trata de viviendas flotantes, sino también instalaciones educativas, recreativas, y comercios que se llevan a cabo en tiendas móviles las cuales flotan de casa en casa; iglesias católicas y mezquitas para los miembros de esas comunidades religiosas, bancos, peluquerías, sastres, granjas de cerdos y peces lo cual muestra una compleja organización entorno a esta forma de ocupar el territorio (imagen 29).

Además, la investigación ha demostrado que, el proceso de construcción y organización de las viviendas no es arbitrario. Por ejemplo, el estatus socioeconómico de los residentes, es un factor determinante para la ubicación de las viviendas flotantes donde las familias con mejor posición económica y comercial ocupan la primera fila a lo largo de la "calle principal" indistintamente de la etnia a la que pertenezcan. Esto les favorece al momento de acceder al Moat Peam, lugar donde se procesan y comercializan los peces. Las familias de menor posición económica se ubican en la segunda y tercera fila, en donde según el autor se aprecia un mayor énfasis en la agrupación étnica de las familias. La alineación en las filas posteriores no responde a ninguna característica importante. Al mismo tiempo factores culturales – creencias, relaciones con el entorno- han incidido en la organización del asentamiento, determinando incluso la alineación de las viviendas en sus subconjuntos como en el caso de los Khmer, hasta la escala individual, reconociendo significados en los elementos que conforman la vivienda, hasta el objeto más pequeño que se guarda en la casa.

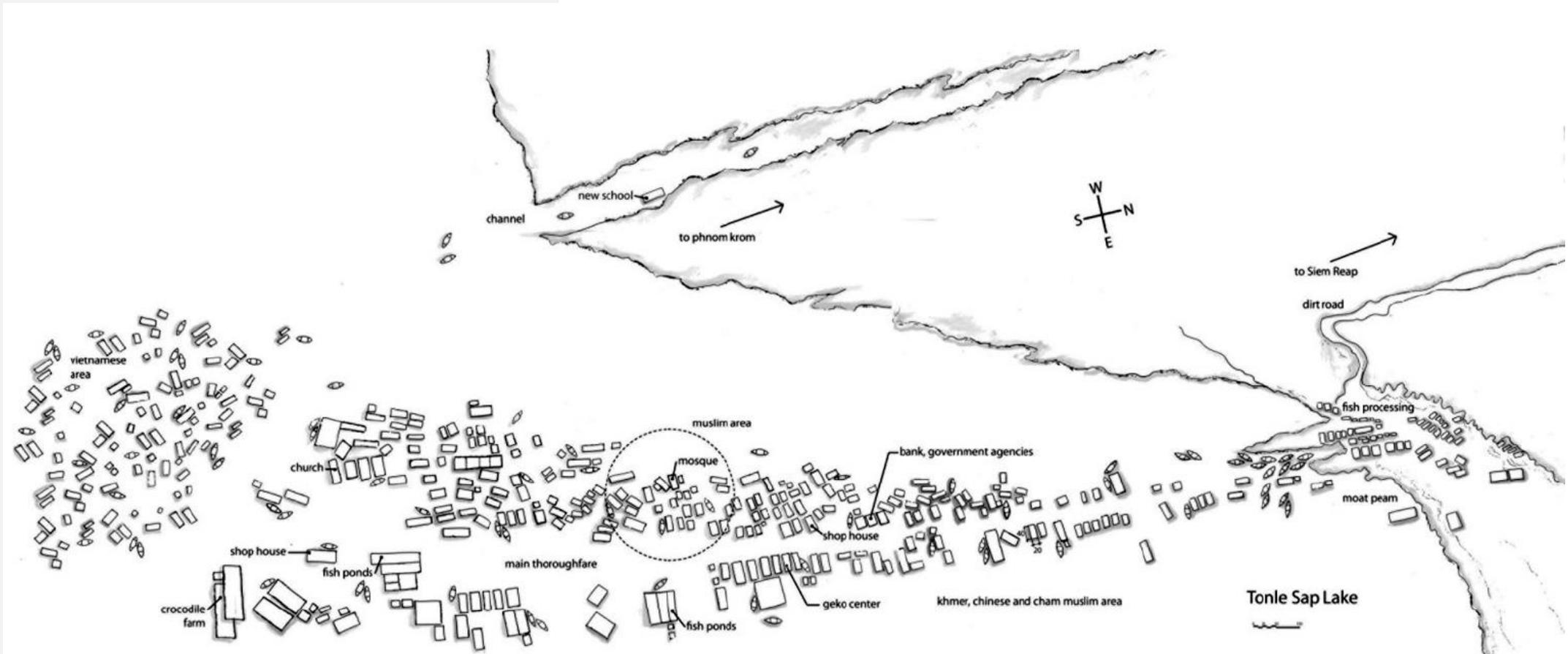


Imagen 29: Asentamiento Chong Kneas, Camboya



Imagen 30: Phteah, Camboya



Imagen 31: Khtom, Camboya

De acuerdo con Meinander (2009) la forma de habitar sobre el lago Tonle Sap no ha cambiado mucho desde sus orígenes, persisten los problemas de salubridad y las formas de construcción de este tipo de viviendas flotantes. Para el proceso de construcción no hacen uso de muchas herramientas, más que la mano y conocimiento de sus constructores. Se trata de una actividad esencialmente masculina.

En la actualidad, se identifican dos tipos principales de viviendas flotantes: Phteah – casa (imagen 30)- y Khtòm –choza- (imagen 31) y se distinguen por los materiales de construcción. Una casa generalmente emplea madera, bambú, metal corrugado, enchapados, tableros de fibra (MDF), o aglomerado laminado, mientras que una choza está compuesto principalmente de bambú, hojas de palma de azúcar y madera.

La estructura de las viviendas -columnas y vigas- se construyen principalmente de bambú, manglares, y madera; el material del piso está hecho de tablones de madera o lámina de madera contrachapada o bambú reciclado. Hacia el exterior y divisiones no portantes en el interior, se realizan con material de bambú o de madera ligera que permite la integración de las ventanas con persianas para proporcionar una ventilación. Los flotadores, son generalmente cañas de bambú. En promedio, las casas flotantes son de doce metros de largo por cinco metros de ancho, alrededor de un patio y zona de acoplamiento de medio metro a un metro de ancho (Roudy 2002). Estas casas son ´renovadas´ cada tres años para combatir el deterioro generado por el medio ambiente (Roshko 2011).

## Capítulo II. ESTADO DE ARTE



Imagen 32: Grabado. Interior de vivienda flotante. Gran Bretaña

El segundo registro más antiguo de esta forma de habitar sobre el agua fue identificado en Gran Bretaña. El Reino Unido de Gran Bretaña es un estado de Europa occidental, limita al norte con el océano atlántico, al sur con el canal de la Mancha, que lo separa de Francia.

Se trata de la isla más grande del archipiélago de las islas británicas, la más grande de Europa y la tercera más poblada del planeta<sup>i</sup>. En este contexto, los ríos son cortos y de caudal moderado lo que permite cierta navegación. Además, Gran Bretaña tiene un amplio sistema de canales construidos antes de la revolución industrial (segunda mitad siglo XVIII) y el auge de los sistemas ferroviarios.

En este contexto las casas-botes, surgen asociadas a pobladores con pequeños e irregulares ingresos que vivían del transporte y comercialización de productos vía marítima. Privados de saneamiento, eran considerados 'solo un pequeño paso más allá de la mendicidad' (Matthews 2013). A finales del siglo XIX George Smith of Coalville, describió la vida en los canales británicos *"Hay alrededor de 100.000 hombres, mujeres y niños viviendo y flotando en nuestros ríos y canales, en un estado de miseria, y la inmoralidad, la crueldad, la maldad y la formación que lleva peligro con ella"* (imagen 32).

En este contexto, se entiende por casas-botes a viviendas flotantes cuyo aspecto y sistema constructivo es muy similar al de una barcaza o bote (Turner 2014), pero se utiliza como lugar de residencia permanente.

La realidad descrita a finales del siglo XIX parece haber sido superada. Según datos de 'The Inland Water Association' (asociación voluntaria creada en 1946, para defender la protección de los canales y su revitalización en beneficio de presentes y futuras generaciones), cerca de 15.000 personas viven sobre el agua en Gran Bretaña, localizadas a lo largo de los canales, ríos y costas. Se trata de un grupo diverso en cuanto a condición social, profesional y edad, donde algunos son propietarios y otros arrendatarios. Estas viviendas al momento cuentan con una regulación legal<sup>iii</sup>



Imagen 33: Concentración de viviendas flotantes, Amsterdam

## Capítulo II. ESTADO DE ARTE



Imagen 34: Vivienda tipo, casa-barco.



Imagen 35: Vivienda tipo, casa-vessel.

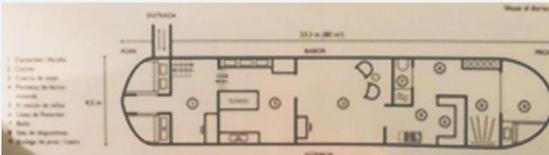


Imagen 36: Funcionalidad de las viviendas flotantes.



Imagen 37: Vivienda flotante sobre el canal de Ámsterdam

Con similares características y aprovechando la presencia de los canales en los países bajos, surgieron las casas-botes como una espontánea solución habitacional para grupos económicos limitados, que tomó fuerza tras la segunda guerra mundial ante la falta de vivienda <sup>iv</sup>.

De acuerdo a Vincent van Loon, en la actualidad alrededor de 2400 familias habitan en viviendas flotantes sobre los canales de Ámsterdam. La imagen 33 muestra la concentración de estas viviendas flotantes en diferentes canales de la ciudad. Su estudio identifica dos tipos predominantes de vivienda flotante: i) la casa-barco (imagen 34), que se caracteriza por reutilizar y adaptar antiguos barcos de carga como vivienda, principalmente fabricadas con metal o hierro. ii) casa-vessel (imagen 35). Este tipo de vivienda también reutiliza un barco antiguo, pero aquí la dimensión y disposición de la cubierta original, se elimina por completo para dar cabida a una estructura nueva con la intención de habitarla.

Hoy por hoy estas viviendas cuentan con todas las comodidades para ser habitadas (imagen 36-37), incluyendo sistemas de gas, electricidad, agua, evacuación de aguas servidas, e inclusive regulaciones que han prohibido su incremento y evalúan permanentemente su conservación, situaciones favorables desde el punto de vista ambiental, sin embargo han venido de la mano procesos de sustitución de población que no puede pagar los altos costos de mantenimiento e impuestos por uso del espacio (canal) de la ciudad.



Imagen 38: Variedad de diseños arquitectónicos a lo largo del canal Amsterdam.



Imagen 39: Variedad de diseños arquitectónicos a lo largo del canal Amsterdam.

Las tradicionales casas-bote y/o “vessel” han sido reinterpretadas y es posible encontrar diferentes variedades en diseños arquitectónicos de viviendas unifamiliares: *‘el tradicional diseño semejante a botes o barcas ha evolucionado compartiendo, cada vez más, características de viviendas construidas sobre tierra tanto en diseño como en términos de confort interior’* (Turner 2014).

La vivienda flotante ha alcanzado niveles de diseño sofisticado, este es el caso del prototipo Watervilla desarrollada por la firma Herman Hertz (imagen 40-41). Soportada por una estructura metálica, similar a los anillos de flotación en alta mar y una base hexagonal. La casa presenta un área de 156m<sup>2</sup> organizados en tres niveles, incluye propulsores mecánicos y un sistema que permite girar 90° para aprovechar el sol (Skjold 2003).

Pero al mismo tiempo, la vivienda flotante ha sido considerada una alternativa para conjuntos residenciales de mayor envergadura. Para el año 2001 las autoridades locales convocaron a un concurso para el diseño de todo un barrio sobre el agua (Rayman 2014), llamado Waterbuurt-West sobre el lago IJmeer. El proyecto realizado por la firma de arquitectos y planificadores Marlies Rohmer, y concluido en el año 2009, ocupa un área de 10000m<sup>2</sup> (Turner 2014).

Organiza 158 viviendas sobre el agua, amarradas entrono a muelles o embarcaderos (Slessor 2013). Cada vivienda fue construida en un taller y luego trasladadas -65km aproximadamente- al sitio de permanencia. Esto impuso determinantes de diseño como la altura máxima de la edificación, la cual no podían exceder 6.5m alto (Rayman 2014) (imagen 42-43).

Capítulo II. ESTADO DE ARTE

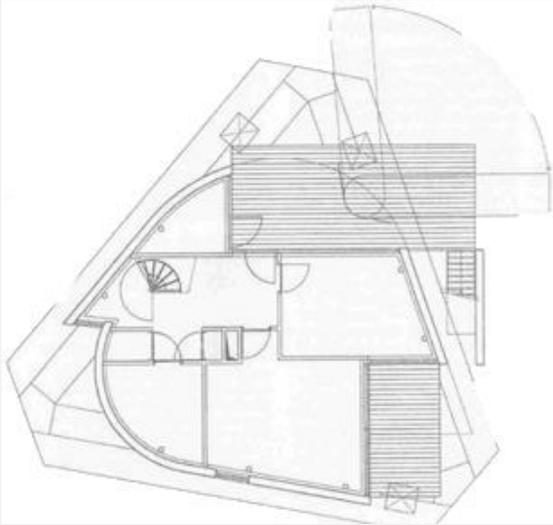


Imagen 40: Watervilla, Ámsterdam



Imagen 42: Casas-bote, Waterbuurt-West

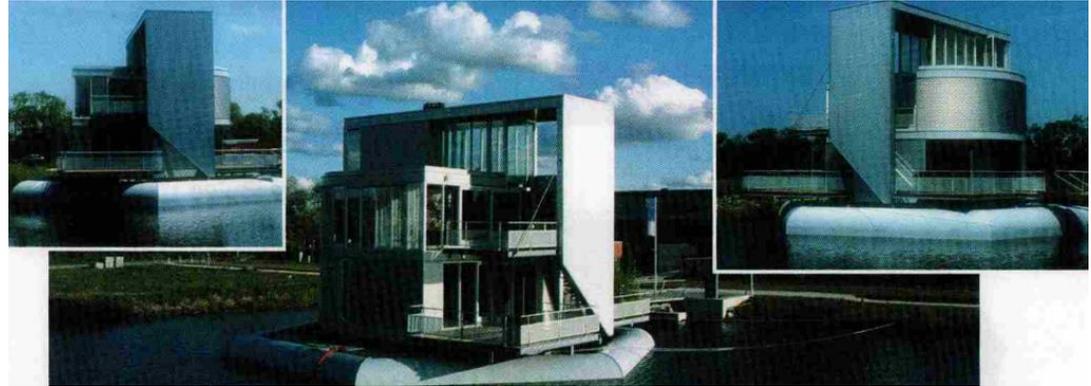


Imagen 41: Watervilla, Ámsterdam



Imagen 43: Waterbuurt-West, Ámsterdam

El prototipo de vivienda que dio origen al barrio, es un sistema modular permite adaptarse a los requerimientos de sus propietarios, por ejemplo extendiendo el área de la vivienda. El prototipo está soportado por tubos herméticos de concreto sumergidos en el agua y una estructura de acero ligero en la parte superior, y grandes paredes acristaladas (Slessor 2013). Las edificaciones flotantes de este conjunto se encuentran organizadas de manera diagonal para maximizar su estabilidad, cuentan con varios niveles, áreas de descanso, jardines en los balcones, terrazas accesibles (Rayman 2014), conectadas a través de muelles en lugar de caminos pavimentados. El uso residencial se mezcla con una oferta de hoteles y restaurantes (Turner, 2014) y presentan un grupo poblacional de diferentes ingresos y edades (Rayman 2014). En términos de Slessor (2013) se trata de una propuesta que recoge la histórica relación de los países bajos con el agua, contribuyen con un paisaje urbano único y se trata de una solución práctica y económica.

## Capítulo II. ESTADO DE ARTE



Imagen 44: Vivienda flotante, Lago Union, USA, 1900



Imagen 45: Sistema constructivo vivienda flotante, Lago Union, USA, 1900

En el caso de Norte América, los primeros registros de viviendas flotantes identificados en el presente trabajo se encuentran localizados en el lago Seattle, Washington. Hoy, Seattle es la ciudad más grande del Estado de Washington, localizada a 155km al sur de la frontera entre Estados Unidos y Canadá. En este contexto, la comunidad de viviendas flotantes ubicadas sobre el lago Union, ha evolucionado con la ciudad misma. Sus primeros registros datan de finales del siglo XIX y principios del XX, donde surge como una solución de vivienda económica para trabajadores del lugar, sin regulaciones ni sistemas sanitarios (imagen 44).

De acuerdo con Feeney (2012), las bases de estas viviendas fueron construidas con grandes troncos de madera descartados de los aserraderos, previamente quemados lo que favorece su resistencia al agua y capacidad de flotación (imagen 45) al mismo tiempo que la estructura, paredes y carpinterías utilizaban este material. Desde sus inicios los diseños presentaron variedad de acuerdo a la condición socio-económica de sus residentes (imagen 46).



Imagen 46: Vivienda flotante, clase media, Lago Union, USA, 1912

La investigación realizada por Feeney (2012) describe un proceso de lucha entre los residentes de este asentamiento y las autoridades locales por su permanencia. Hasta 1950, existían alrededor de 2000 viviendas flotantes, las cuales en su mayoría fueron destruidas. Una vez alcanzada su regulación (1950), trabajos de limpieza y saneamiento del lago fueron emprendidos lo cual incidió positivamente en el disfrute de este recurso para residentes y visitantes (imagen 47, 48, 49).

Hasta el año 2012 aproximadamente 500 viviendas flotantes se encuentran registradas en torno al Lake Union, con una diversidad de estilos que las caracteriza al lugar (imagen 51) y sus residentes han fortalecido sus relaciones de comunitarias al punto de consolidar una organización sin fines de lucro "Floating Homes Association" que los representa y promueve como un lugar turístico digno de visitar (imagen 50).



Imagen 47-48-49: Interacción entre residentes de viviendas flotantes y el Lago Unión, USA.



Imagen 50: Productos promocionales Seattle Floating Homes, Lago Union, USA y página de Facebook

Capítulo II. ESTADO DE ARTE





Entre los ejemplos de arquitectura flotante contemporánea del lugar se puede mencionar, el realizado por la firma Designs Northwest Architects en el año 2009 (imagen 52). Se trata de una vivienda flotante unifamiliar de 195m<sup>2</sup>, cuyo sistema estructural utiliza metal y madera, paredes interiores y exteriores de cedro rojo (durable) típico del lugar. Durante la última década, los proyectos arquitectónicos de viviendas flotantes o también denominadas viviendas anfibas se han extendido a lo largo del mundo, donde las nuevas propuestas se nutren de experiencias previas, el desarrollo tecnológico y creatividad de sus diseñadores.



Imagen 52: Arquitectura flotante contemporánea, exhibición de ambientes interiores y exteriores.

## 2.2. ANTECEDENTES DE LA VIVIENDA FLOTANTE EN EL CONTEXTO LOCAL

En el contexto local las viviendas flotantes conocidas como balsas han sido utilizadas desde épocas precolombinas por pobladores de las costas ecuatorianas (Cedeño 2008; Gómez 2006). Se trataba de los Manteño - Huancavilca (800-1535) quienes *"fueron los primeros navegantes de veleros de América, ya que recorrían en balsas desde el Perú hasta Acapulco (México) abarcando grandes distancias en mar abierto"*. De la misma manera en otros contextos, estos pobladores aprovechaban la presencia de los ríos para desarrollar la pesca, cubriendo su necesidad de alimento y garantizar su subsistencia por el fácil abastecimiento de agua con la cual realizaban sus menesteres (imagen 53).

Adicionalmente, Efrén Avilés Pino (2014) señala que a más de ser un medio de transporte fluvial y de comercio, las balsas eran vivienda de sus propietarios lo que facilitaba un proceso de relación intercultural. En este sentido, los grabados de Humboldt son considerados parte de la evidencia de viviendas flotantes en periodos anteriores a la conquista española en Ecuador (imagen 54) en las ciudades de Guayaquil, Babahoyo, entre otras.

Posterior a la conquista española, la balsa continuó siendo el medio de transporte común para viajar a Quito desde Guayaquil *"se navegaba en balsa hasta Babahoyo y de allí seguía el viaje en mulas, al mismo tiempo que fueron muy utilizadas para el transporte de mercaderías y productos agrícolas"* (Gomez 2006), mientras que su uso como vivienda, perduraba *"En 1748, en Guayaquil mucha gente habitaba en las balsas atracadas a la margen derecha del río Guayas, formando barrios flotantes, que dificultaban el tránsito fluvial, por lo que las sacaron. La época de balsas continuó hasta bien entrado el siglo pasado (1942)"* (Gomez, s/d). Esta afirmación coincide con las descripciones realizadas por Nurnberg et.al (1982) donde la vivienda flotante o vivienda fluvial, considerada un sub tipo de la vivienda vernácula del litoral, fue erradicada en Guayaquil por problemas asociados a salubridad principalmente entre 1935 y 1945.

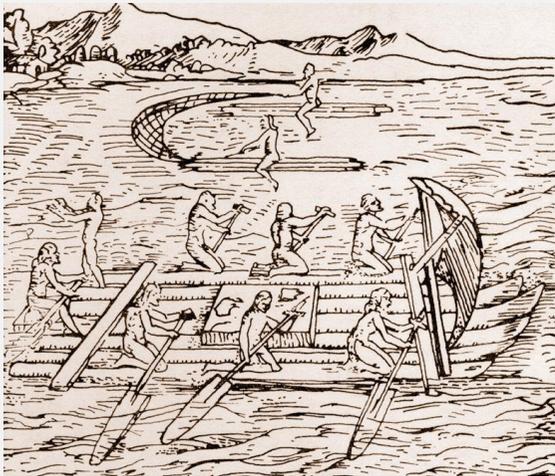


Imagen 53: Grabado balsa manteño-huancavilca. Girolamo Benzoni.

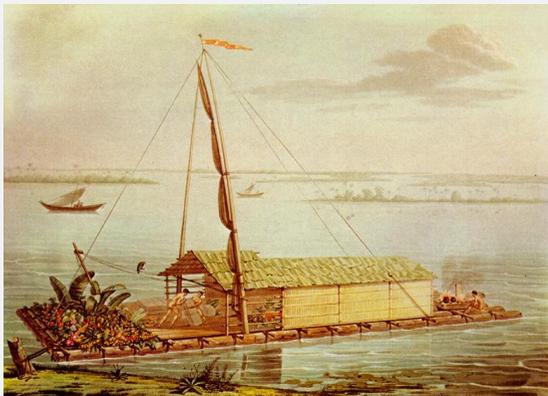


Imagen 54: La Balsa. Primer vehículo aborígen. (Biblioteca Nacional de París)

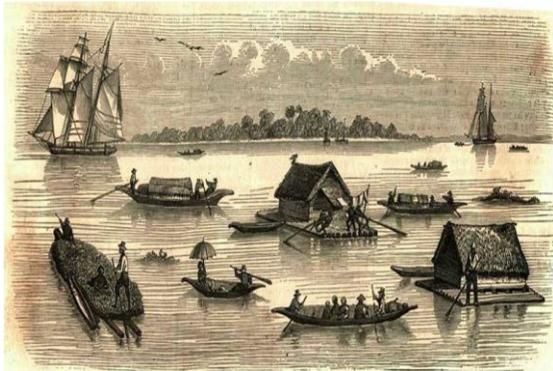


Imagen 55: Diseño de balsas elaboradas por Cedeño y Gómez.

Las descripciones del diseño de las balsas, elaboradas por Cedeño y Gómez, coinciden en que éstas presentaban diferentes tamaños según su finalidad (imagen 55). Las balsas más comunes se construían con un número impar de troncos amarrados entre sí con bejuco plazarte, donde las más pequeñas eran utilizadas para el transporte individual en distancias cortas o para pescar; las de tamaño intermedio servían como transporte de productos de consumo doméstico, acarreo de agua, de arena, ladrillos, paja, etc.; mientras las más grandes podían transportar hasta 50 pasajeros, mientras que aquellas destinadas a vivienda, se construían con paredes y piso de caña, generalmente cubierta de caña recubierta con bijao o también denominada hoja de palma (imagen 56).

En la actualidad las viviendas flotantes solo persisten en la ciudad de Babahoyo, provincia de Los Ríos. Localizada en la región del litoral del Ecuador, posee una de las mayores redes hidrográficas del país, a las que debe su nombre. Su capital Babahoyo, es la segunda ciudad más poblada de la provincia, concentrando cerca del 20% del total de la población, la cual se dedica principalmente a la agricultura, pesca y en menor medida al sector industrial (INEC 2010).

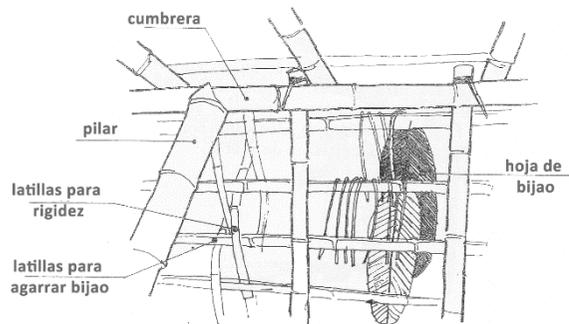


Imagen 56: Detalle cubierta de bijao.

Según Mercedes Beltrán de Beltrán (2008), en uno de sus textos publicados en las revistas de la Casa de la Cultura Ecuatoriana "Benjamín Carrión", Núcleo de Los Ríos, asegura que, Babahoyo fue fundada por los españoles alrededor de 1535. En su opinión, este hecho histórico tiene su confirmación, al crearse La Real Audiencia de Quito, mediante la Cédula que expidió el Rey de España Felipe II, el 29 de agosto de 1563, en la que señala como Tenencia de la Gobernación de Guayaquil, a Babahoyo con sus parroquias de Caracol, Ojiva, Quilca y Mangache.

Beltrán resalta la riqueza natural de Babahoyo, descrita por los españoles Jorge Juan de Santacilia y Antonio de Ulloa, presentadas en el libro "Relación Histórica del Viaje a la América Meridional" en el cual narran el trayecto de su viaje a la Real Audiencia de Quito, considerándola como un lugar paradisíaco, por su follaje exuberante, la abundancia de peces y reptiles en sus ríos y en sus inmensos pantanos.

## Capítulo II. ESTADO DE ARTE

Luego de su fundación en julio de 1535, Babahoyo tuvo su primer traslado hasta lo que hoy es Barreiro, partiendo de la puntilla en la confluencia con los ríos Caracol y San Pablo, hasta el sitio Sabaneta, en los albores del siglo XVII. Según la autora, era tan importante el comercio y la producción agropecuaria (cosechas de cacao, café, arroz y ganado vacuno), que Babahoyo se convirtió en las Bodegas Reales de la Aduana, y llegó a ser el segundo puerto fluvial del país. Esta situación atrajo a inmigrantes de otras latitudes, que llegaban a Guayaquil y se remontaban aguas arriba hasta estas comarcas de tierras fértiles y de incesante intercambio comercial con los pueblos de la región interandina.

El 6 de octubre de 1860, Gabriel García Moreno decreta la erección de la provincia de Los Ríos y fue elevada a la categoría de Capital Provincial Provisional. Para 1867 Santa Rita de Babahoyo desaparecía entre llamas tras un terrible incendio que convirtió en escombros gran parte de los edificios de la ciudad. En la margen izquierda del río, se encontraban los terrenos de la tradicional Casa Hacienda "La Elvira", donados o vendidos por los descendientes Flores-Jijón, los mismos que sirvieron de base para la reubicación poblacional de la antigua Santa Rita de Babahoyo, así como para las oficinas públicas, que se asentarían en esta margen izquierda, con una nueva denominación de ciudad de Babahoyo, fundada el 27 de mayo de 1869. Para 1948, se expide el Decreto en el que se declara a Babahoyo capital definitiva de la provincia de Los Ríos.

La ubicación geográfica de Babahoyo, en medio de las regiones costa y sierra ecuatoriana, y su conexión directa a través del río Babahoyo con el puerto de mayor importancia del país, Guayaquil, convirtieron este enclave, en un punto importante de comercio y comunicación interregional que se ha mantenido desde la época colonial.

Las viviendas flotantes han estado presentes por más de dos siglos (MCPC, 2010) y su origen está asociado a una de las formas para solventar la necesidad de aposento de los primeros habitantes de la región del litoral.

La historia narra que los primeros pobladores construyeron sus balsas flotantes y se ubicaron en las orillas de los ríos, porque por lo general tenían como actividad primordial la pesca con anzuelos o con trampas amarradas al barranco. Los peces a los primeros habitantes de las balsas les sirvió en un mayor porcentaje para su alimentación, para su subsistencia, y el río en general para el fácil abastecimiento de agua con la cual realizaban sus menesteres de cocina, lavado de sus indumentarias, aseo personal y también para el bebedero de sus animales domésticos.

El transporte de sus productos se lo hacía por el río, atando uno a otro los troncos de balsa y caña guadua, lo que se reconoció con el nombre de "balsas" y los que las conducían eran llamados balseros. En esas balsas se transportaban los productos que se daban en la región. Debido a que el viaje duraba varios días, el balsero embarcaba también a su familia, por lo que la balsa se convirtió en una verdadera casa flotante.

La vivienda flotante ha sido clasificada como parte de la arquitectura 'vernácula' del país, en la cual el conocimiento de la técnica constructiva es transmitido de generación en generación. De acuerdo con el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios, por arquitectura vernácula se entiende una arquitectura modesta –no monumental- producto de un proceso de autoconstrucción. En este proceso sus constructores diseñan y construyen su hogar basados en su experiencia y sentido común. Su diseño considera proporciones, geometría, colores, materiales, sistemas tradicionales constructivos y se adaptan a las condiciones topográficas y climáticas de su entorno (ICOMOS, 1999). Este conjunto ha sido incluido desde el año 2010 como parte de los bienes culturales inmateriales del Ecuador, dentro de la categoría técnicas artesanales (MCPC, 2010).

Según Nurnberg et.al (1982) la vivienda flotante presenta características muy similares a las tipologías de vivienda vernácula del resto del litoral identificadas en su estudio. *"A pesar de que otras viviendas se encuentran marcadas por la vida marítima, la diferencia que tiene con otras zonas no son notables, esto principalmente debido a la interacción cultural demográfica milenaria que han tenido"*.

## Capítulo II. ESTADO DE ARTE



Imagen 57: Vivienda flotante, Babahoyo

La diferencia radica principalmente en la ausencia de puntales que les confieren la estabilidad sobre el suelo. En su lugar, los pilares son reemplazados por balsas, las cuales les permiten flotar, soportando los cambios de nivel del río durante el día y a través de todo el año.

En su opinión, este tipo de viviendas son consideradas un *“producto espontáneo de una zona sembrada de ríos y esteros”* (Nurnberg et.al 1982:183), con similares características de materialidad, sistemas constructivos e incluso la flexibilidad para adaptarse a las cambiantes situaciones de sus propietarios. En su reflexión, la vivienda flotante constituye una manera de sobrevivir a las frecuentes inundaciones de la zona y no deja de ser una habitación agradable, *“fascinante paisaje de renovación constante (...) se puede definir estas viviendas como construidas en base a articulaciones móviles, tan viviente y susceptible a cambios como la misma familia que las habita”*

En la actualidad se encuentran emplazadas sobre las aguas del río Babahoyo y ancladas a sus orillas a manera de embarcaciones (imagen 57). Se trata de un asentamiento conformado por 20 edificaciones, pero que en su mayor apogeo, 1981, alcanzó 145 unidades<sup>v</sup>.

### 2.2.1 “LA Balsa Blanca”, UNA VIVIENDA FLOTANTE EXCEPCIONAL



Imagen 58: La Balsa Blanca en las aguas del río Babahoyo.

Según Ángel Franco Valle (2006), arquitecto y técnico de la I. Municipalidad de Babahoyo, aproximadamente en 1880 se construyó una de las más singulares viviendas flotantes en las aguas del río Babahoyo, conocida como la “Balsa Blanca”. Se trata de una vivienda flotante con una superficie aproximada de 123 m<sup>2</sup> distribuida en dos niveles o pisos, que albergaban al menos diez espacios interiores ocupados originalmente como dos salas, una cocina, dos escaleras, cuatros baños, y habitaciones (imagen 58).

Franco señala que la edificación ha navegando desde el río Catarama, hacia el río Babahoyo, en donde también ha permanecido estacionaria en diferentes puntos. Por su área singular y comodidades interiores, luego de vivienda fue utilizada como hotel y casino de oficiales<sup>vi</sup>. Ha alojado personalidades importantes de la época como, el ex Presidente de la República Velasco Ibarra, así como negociantes y agricultores que hacían paso por este sitio, que también funciono como “salón de comida” (Ángel Franco Valle).



Imagen 59: Maqueta de La Balsa Blanca.

En el año 2006, una propuesta de intervención fue presentada para recuperar la excepcional edificación de su considerable estado de deterioro. La propuesta, convertirla en una oficina turística, con un área de exposición y conferencias, conservando en mayor medida sus características constructivas originales, sin embargo ante la tristeza de muchos, a inicios de octubre del 2007, la edificación “naufregó” sobre las aguas del río Babahoyo. Entonces para el año 2009, se esperaba la construcción de una réplica de la edificación con apoyo del Ministerio de Turismo.

A lo largo del tiempo autoridades del sector turístico, cultural y administración de la ciudad, señalan que las viviendas flotantes son consideradas elementos de identidad cultural, sin embargo, la atención a este sector poblacional y su potencial turístico y cultural es una deuda aún pendiente.

## Capítulo II. ESTADO DE ARTE

Al mismo tiempo opiniones contrarias sobre su conservación, se presentan alegando que “desentonan” un paisaje urbano (Turismo, 2006) y son fuente de una serie de enfermedades para residentes y visitantes: *“a pesar de su aparente belleza estética, las condiciones de vida para sus habitantes no son tan seductoras. La falta de servicios higiénicos, de saneamiento ambiental y de conductas saludables produce que las familias sean propensas a contraer enfermedades como la tifoidea, el dengue y el paludismo, entre otras”*.

### 2.3. ANALISIS COMPARATIVO DE LA VIVIENDA FLOTANTE

Tras el estudio de ejemplos de arquitectura flotante pertenecientes a diferentes contextos geográficos y temporales, y el análisis comparativo de sus características arquitectónicas tales como diseño, programa arquitectónico y tecnología constructiva, se identifican dos grupos de construcción flotante, una “vernácula” y una “sofisticada”.

Si bien, establecer un concepto de lo vernáculo en el ámbito arquitectónico no es una tarea sencilla, dado que no existe una definición consensuada al respecto (Maldonado & Vela-Cossío, 2011 Supic, 1982, Gómez, 2010, Blondet, 2003), a este concepto se asocian ideas como la de edificios “típicos” de cada lugar (Zorrilla H. 2015), arquitectura modesta, inclusive vinculada a la ruralidad y que forma parte de las sociedades preindustriales (Lopez 2011). En ocasiones, el término vernáculo se utiliza de manera intercambiable con términos como tradicional, primitivo, espontáneo, informal, anónima, autoconstruida, “arquitectura sin arquitectos”, entre otros, donde los casos de arquitectura flotante de Camboya y Ecuador, claramente conjugan parte de estas características. En efecto, se trata de ejemplos de asentamientos considerados informales en ambos casos, que no han modificado sus prácticas constructivas desde sus orígenes, por lo cual se le atribuye una condición de “primitivo” y “típico”, ocupada predominantemente por estratos socio-económicos bajos, dedicados a actividades primarias como la pesca.

Por su parte, los casos estudiados de Holanda, Estados Unidos y Canadá, muestran la “otra cara de la moneda”. Se trata de ejemplos de edificaciones que han alcanzado altos niveles de sofisticación en cuanto a su diseño, innovación de sistemas constructivos y un amplio programa arquitectónico. Corresponden además a ejemplos contemporáneos de arquitectura flotante construidos en la última década, y principalmente direccionados a satisfacer una demanda exclusiva por parte de los estratos socio-económicos más altos.

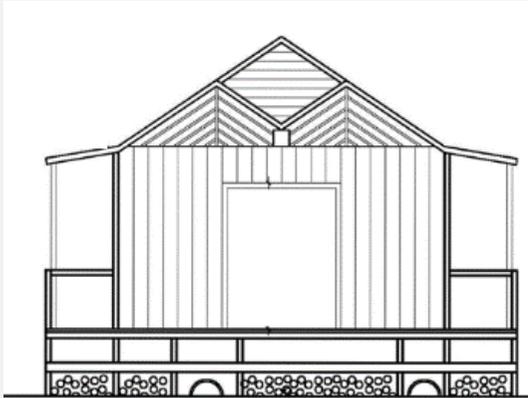


Imagen 60: Alzado frontal edificación flotante, Camboya

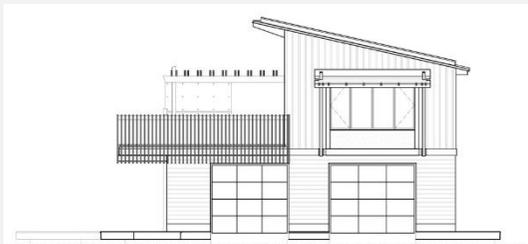


Imagen 61: Alzado frontal edificación flotante, Ontario

### 2.3.1. DISEÑO

Siguiendo esta dicotomía de análisis, se observa que los ejemplos de arquitectura flotante, considerada vernácula, mantienen una geometría elemental, muy similar a los primeros ejemplos de arquitectura construidos sobre tierra firme. Se trata de construcciones de una sola planta, con cubiertas a dos aguas que conforman el envolvente, donde la estética se reduce a juegos de colores en algunas de sus fachadas y entramados de madera, presentes en carpinterías como puertas, ventanas o barandas (imagen 60,62,63 ).

Por su parte los ejemplos sofisticados, muestran un gran progreso de los primeros tipos de arquitectura flotante registrada en sus propios países –tipo bote- a ejemplos de arquitectura con una alta carga estilística. En estos casos, llama la atención la presencia de grandes ventanales, para maximizar la integración del ocupante con el particular entorno sobre el agua. Ejemplos como el Barrio “Waterbuurt” en Holanda (imagen 64) y el proyecto de Muskoka Lake, Ontario (imagen 61,65), evidencian un juego de planos (llenos y vacíos) con elementos estructurales como parte de su lenguaje expresivo donde, inclusive, los materiales empleados no solo obedecen a una tecnología constructiva contemporánea, sino aportan de manera intencionada con sus características (color, textura y durabilidad) al diseño de estas edificaciones (por ejemplo, caso Muskota Lake).



### **2.3.2. TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA**

Los materiales utilizados para la construcción de la vivienda flotante vernácula, corresponden a madera, caña y recubrimientos de cubierta con fibras naturales como hojas de palma de azúcar, bijao o en su defecto material metálico reciclado, como láminas de zinc. La plataforma o base flotante es, en todos los casos, de madera. Esta selección de materiales, predominantemente propios del lugar donde se emplazan estas estructuras, condiciona en buena medida, la espacialidad de la edificación. Es así que, la Balsa Blanca del Ecuador, constituye un caso excepcional de edificaciones de este tipo con altura mayor a un piso.

Del otro lado, la arquitectura flotante considerada sofisticada, muestra un progreso tecnológico comparable con el progreso alcanzado en su dimensión estética. Se trata de estructuras híbridas entre metal-madera para los casos de Canadá y Estados Unidos, y metal-concreto para el caso de Holanda. En los primeros casos, se emplean plataformas de metal al cual se amarran los elementos estructurales (columnas y vigas) también metálicos, revestidos por paredes de madera. En el segundo caso, tubos herméticos de concreto sumergidos en el agua, soportan la estructura de metal a la cual se anclan los grandes paneles de vidrio, como parte del revestimiento. Estos sistemas constructivos y su modulación, han facilitado el crecimiento progresivo de la edificación flotante tanto en altura como en la ampliación de sus espacios por planta.

Es necesario indicar que debido a la presencia de grandes ventanales de estas edificaciones, en todos los casos cuentan con sistemas de control de temperatura mecánicos.

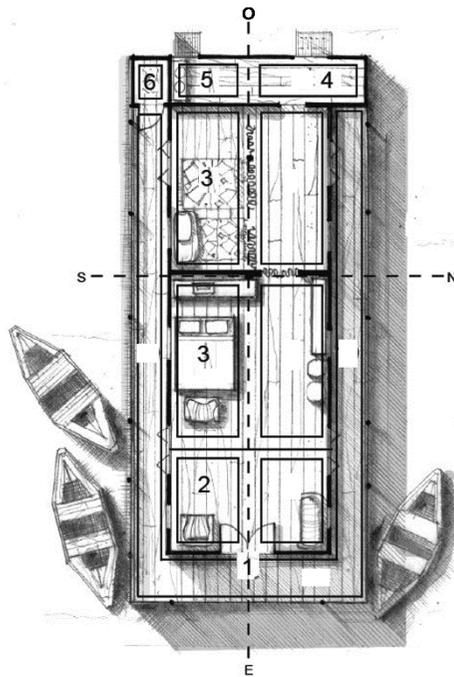


Imagen 66: Organización interior de vivienda tipo del grupo Khmer, Camboya

2. Sala
3. Dormitorio
4. Lavandería
5. Cocina
6. Baño
7. Terraza
8. Circulación exterior

### 2.3.3. PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

Finalmente, en relación al programa arquitectónico, se observa claramente la presencia de funciones básicas del habitar en ambos casos (estar, dormir, cocinar, etc). Sin embargo, la diferencia radica en las limitadas áreas para resolver estas necesidades al interior de la arquitectura vernácula. Las divisiones interiores son mínimas, generando espacios mono-ambientes. Al respecto Supic (1982) sostiene que la arquitectura vernácula es una arquitectura funcional, caracterizada por la simplicidad en la relación de sus funciones. En su opinión, esta simplicidad ha sido fuente de inspiración para la construcción de teorías importantes propuestas por arquitectos del siglo XIX y XX tales como Wright, R. Neutra, W. Gropius, H. Meyer, Mies van der Rohe, Le Corbusier, Moholy Nagy.

Sin embargo, esta funcionalidad no es invariante; los casos de Camboya (imagen 66) y Ecuador (imagen 67) muestran una organización condicionada por el contexto socio-cultural en el que se insertan, cargada de significados, inclusive, en la disposición de los objetos contenidos en el interior de la vivienda, como lo evidencia el estudio de Roshko (2011).

Por su parte la arquitectura considerada sofisticada, muestra amplias áreas para satisfacer el programa arquitectónico, el cual se resuelve en todos los casos en más de una planta. Además, incluye espacios de recreación como "terrazas", área de parqueo cubierta para botes; espacios de trabajo como oficinas, y amplias zonas de aseo, como el caso de Muskoka Lake, Ontario (imagen 68). En estas edificaciones, las relaciones espaciales han sido casi estandarizadas, por ejemplo, concentración de áreas húmedas, áreas sociales en planta baja y áreas privadas en planta alta.

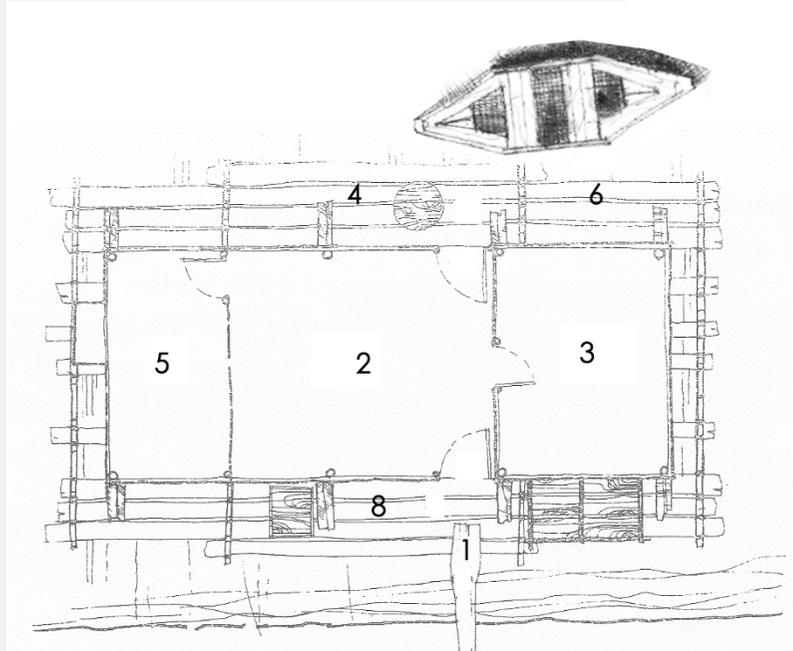


Imagen 67: Organización interior de vivienda flotante, Ecuador

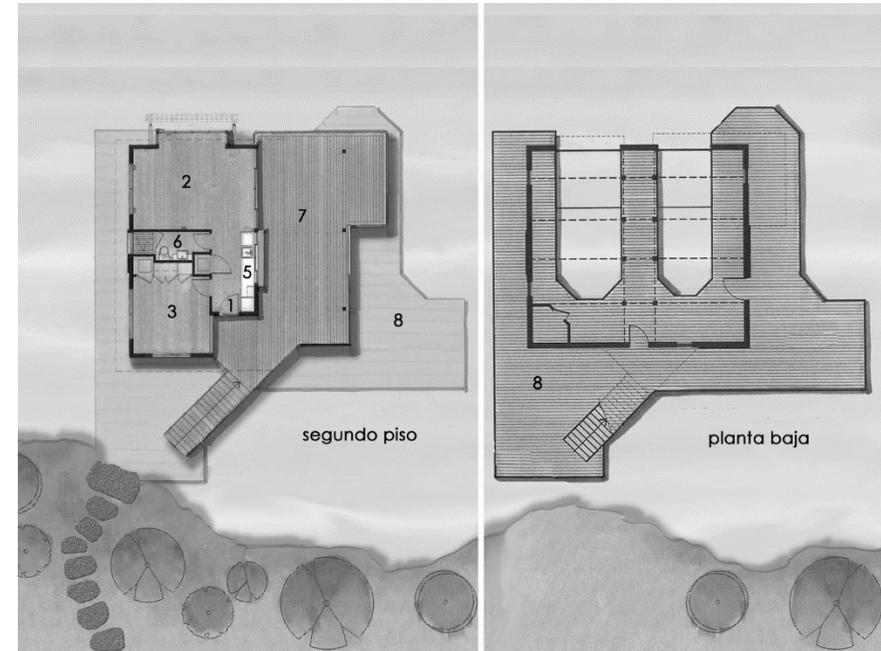


Imagen 68: Organización interior de vivienda Muskoka Lake, Ontario

Este análisis comparativo no busca exaltar o minimizar ningún grupo de arquitectura flotante (vernácula o sofisticada), al contrario, pone de manifiesto sus diferencias para un entendimiento de las realidades sociales, culturales y económicas en las cuales se emplazan. Es importante mencionar que el estudio de la arquitectura vernácula tiene plena vigencia y su estudio ha cobrado fuerza a partir de los años setentas. Según Lopez (2011) y Zorrilla (2015) inicialmente, la sencillez de su dimensión estética, inspiró a grandes exponentes de la denominada “Alta Arquitectura” tales como Adolf Loos, Frank Lloyd Wright, Le Corbusier, Alvar Aalto, Kenzo Tange, quienes admiraban su integración a los contextos naturales en los cuales se emplazaban.

La profundización del estudio de la arquitectura vernácula, la ha liberado- parcialmente- de asociaciones con la nostalgia y el pasado, para reconocerla como una alternativa para enfrentar problemáticas contemporáneas como el desarrollo sostenible (Lopez 2011; Guerrero 2010; Yopez 2012). Hablar de lo vernáculo, es referirse a un diálogo entre la edificación y su entorno, donde a través de la originalidad e invención se consigue un máximo aprovechamiento de recursos naturales para elevar el nivel de confort, y a la vez, refleja las características intrínsecas a cada cultura, época y territorio (Oliver 1969; Rapoport 1982). La optimización de materiales y recursos cercanos y de fácil acceso, el manejo de sombras, del viento, del calor, ventilación, son utilizados para reducir al máximo el consumo de energía proveniente de fuentes artificiales para proveer al edificio de luz o climatización, y en consecuencia, desarrollar soluciones habitacionales económicas (Yopez 2012; Lopez 2011; Guerrero 2010; ICOMOS 1999).

Sin embargo, y a pesar de los avances realizados la arquitectura vernácula, ha sido poco valorada por la sociedad civil. Según Guerrero (2010) Se suele pensar que son inmuebles cuyos materiales resultan inseguros, insalubres y que además son sinónimos de pobreza. Se consideraba, y probablemente se considera aún, que estas obras vernáculas no son más que etapas provisionales en continuo “progreso” hacia la “verdadera arquitectura”.

Capítulo II. ESTADO DE ARTE

Datos generales						
Pais	Camboya	Amsterdam	Washington	Ontario		Ecuador
						
Lugar	Lago Tonle Sap	Barrio IJburg (IJ lake) 'waterbuurt'	Lake Union (Seattle)	Lake Huron	Muskoka Lake	Rio Babahoyo
Arquitecto	autoconstrucción	Marlies Rohmer	Northwest Architects	MOS Michael Meredith, Hilary Sample	Christopher Simmonds	autoconstrucción
Año	s/d	2009	2009	2005	2007	siglo XIX
Area construcción	30m2		195m2	186m2	56m2	30m2
Diseño y Materiales						
	<p>Choza: madera, bambu, hojas de palma de azucar                      Casa: madera, bambu, metal, enchapado, mdf, aglomerado                      piso y estructura: madera</p>	<p>metal soportadas por tubos hermeticos de concreto sumergidos en el agua                      paneles de vidrio anclados a muelles                      sistemas tradicionales reinterpretados en prototipo modular flexible (adapta)                      ubicadas en diagonal para maximizar la estabilidad                      altura max 6,5m</p>	<p>cedro rojo (durable, tonos calidos, tipico del lugar)                      metal (exteriores)                      hibrido interiores (metal-madera)                      estructura hibrido (metal-madera)                      piso pb hormigo pulido gradas metal</p>	<p>estructura flotante de acero, plataforma de metal,                      envoltivo/revestimiento de cedro (arq vernacula), tiras de cedro actuan como pantallas de lluvia, filtran luz, reducen incidencia del viento y controlan el calor al mismo tiempo que contribuyen a definir el carácter de espacios interiores y exteriores, persinas fijas, pisos, carpinterias madera, * al parecer estructura de metal recubierta, ver vigas, entrepisos y sistema de cubierta modulada</p>	<p>interior paneles de plywood como paredes contrastados por color y textura, paneles de cemento (exteriores), gradas de metal, estructura de madera (columnas y vigas), presencia del vidrio, orientacion del cedro que recubre la fachada se diferencia en planta baja vs alta para definir los dos usos, detalles minimalistas, carácter contemporaneo en esp. interiores, vistas variadas y extensas hacia el exterior</p>	<p>madera balsa                      pisos y estructura de madera                      paredes de bambu / gadua                      cubierta de zinc o bijado                      anclado a orillas mediante cabos                      carpinteria madera</p>
Programa arquitectónico						
No. Pisos	1		2	2 sobre el agua	2	1
No. Habitación	2	2	2	1	1	1
baño completo		1		1	1	0
medio baño	1			sauna	0	0
cocina	1	1			1	0
comedor		1		0	0	1
sala	1	1		1	1	0
oficina				1	0	0
extra		terracea	lavanderia	parking botes	parking botes	0
		acceso compartido con otros residentes (muelle)	cubierta accesible (terracea) acceso compartido con otros residentes (muelle)		terracea	

Tabla 1: Síntesis comparativa de aspectos generales de la vivienda flotante en diferentes contextos.

## 2.4. CONCLUSIONES

El presente estudio ha visualizado, al menos, dos maneras de habitar sobre el agua, las cuales difieren entre sí principalmente por el sistema constructivo y tipo de movilidad: i) viviendas sobre pilotes y ii) viviendas flotantes. Las viviendas flotantes, son también llamadas casas botes o vivienda anfibia, dependiendo del contexto territorial de estudio. El origen de las viviendas flotantes más antiguas de las cuales se ha podido identificar registro corresponde al siglo IX, en Camboya, seguido de Ecuador XVI asociado a los primeros pobladores de estos territorios. Posteriormente, la vivienda flotante toma fuerza en el curso del siglo XIX y XX en países como Estados Unidos, Inglaterra y Holanda.

Esta forma de habitar, inicialmente casi nómada, con el tiempo dio origen a asentamientos no planificados o considerados "informales", predominantemente de uso residencial; sin embargo, en la actualidad los registros muestran una diversidad de usos como templos, escuelas, negocios, creando "nuevas ciudades" conectadas a través de ríos, canales y muelles. La condición de informalidad ha sido superada en casos como Holanda, USA y Canadá, mientras ha persistido en países como Camboya y Ecuador.

En todos los contextos estudiados, la vivienda flotante surgió asociada a grupos sociales privados económicamente, estigmatizados por los problemas de mendicidad y salubridad asociados a sus ocupantes. Surgieron como poblados de pescadores, como en los casos de Camboya y Ecuador, mientras en otros como Estados Unidos, Reino Unido y Países Bajos, como una solución habitacional para comerciantes o navegantes. Sin embargo, nuevamente se diferencia que en países considerados desarrollados esta situación ha cambiado radicalmente para convertirse en residencias de las elites económicas. Casos como el de Ámsterdam revelan que son los estratos económicamente altos quienes prefieren este tipo de viviendas, al igual que el sector turístico ha encontrado una fuente de ingresos y atractivo en las ciudades en las cuales se emplazan estas edificaciones.

La vivienda flotante tiene plena vigencia en todos los contextos analizados, con un considerable y diverso grupo de habitantes. Como se ha indicado en el análisis comparativo, en países considerados desarrollados, la vivienda flotante ha evolucionado radicalmente con respecto a sus orígenes, dejando atrás problemas de ilegalidad,

## Capítulo II. ESTADO DE ARTE

insalubridad, limitaciones en el programa arquitectónico, tamaño de la vivienda, materiales y condiciones de habitabilidad interior.

Por su parte, la realidad de Camboya y Ecuador resulta muy similar a sus orígenes, viviendas flotantes ocupadas por grupos económicos con limitaciones para el acceso a terrenos y construcción de viviendas en contexto urbano, construidas de manera irregular (en términos legales), con un sistema artesanal predominantemente, con problemáticas sociales y de salubridad entre sus ocupantes.

Desde el punto de vista formal, se observan importantes avances donde la tecnología constructiva aporta considerablemente al diseño. Es posible identificar que los ejemplos de arquitectura flotante, considerada sofisticada, incorpora amplios vanos (ventanales) que potencian la interacción del ocupante con su entorno. Además, se observa el uso modulado de elementos de carpinterías. Por su parte, la vivienda considerada vernácula, hace uso de materiales locales y reciclados para su construcción, donde la estética de geometrías elementales, utilizan el recurso de color para su personalización.

Respecto a los sistemas constructivos, en los países considerados desarrollados, se observa la incorporación de nuevos materiales como el acero alivianado, concreto, vidrio, e inclusive sistemas motorizados, que han sustituido formas ancestrales de construcción predominantemente basadas en el uso de la madera. Los avances tecnológicos han permitido sobre llevar las limitaciones por los cambios dramáticos de las condiciones ambientales en estos países, a través de la incorporación de sistemas mecánicos de calefacción y ventilación. Por su parte, la localización de la vivienda flotante en Ecuador y Camboya, en la zona del trópico, ha facilitado la permanencia de la construcción predominantemente en caña, y su vinculación a estratos socio económicos limitados, la permanencia de la práctica de autoconstrucción.

Los avances tecnológicos observados en los ejemplos más sofisticados, han permitido desde el punto de vista funcional, solventar un considerable incremento de sus áreas alcanzando casi los 200m<sup>2</sup>, organizados en dos niveles, como el caso de Northwest en Estados Unidos, con todas las comodidades de una vivienda sobre tierra.

Por su parte, los casos de Holanda han evolucionado a diseños de sistemas modulares que permiten inclusive un crecimiento progresivo de la vivienda alcanzando hasta 4 pisos con terrazas, balcones, etc.

En la actualidad, al menos 14 países, en diferentes continentes han conservado y/o incursionado la implementación de viviendas flotantes, considerándolas una potencial alternativa habitacional para diferentes grupos humanos (ricos y pobres), a bajo costo, ideal para zonas potencialmente inundables, optimización del recurso suelo evitando el crecimiento descontrolado de ciudades a áreas sin servicios, entre otros.



# **CAPITULO 3**

## **DIAGNOSTICO**

### **ARQUITECTURA FLOTANTE**



## **3. ARQUITECTURA FLOTANTE**

Río Babahoyo, Provincia de Los Ríos.

El presente capítulo, contempla un estudio de diagnóstico de las viviendas flotantes del río Babahoyo, organizado bajo tres factores principales de análisis: i) Factores Humanos, ii) Factores Arquitectónicos y iii) Factores Ambientales. Insumos que servirán para entender la ocupación de este tipo de viviendas, su condición física a través de la aplicación de fichas de diagnóstico de daños y causas, y monitoreo de calidad del ambiente interior basado en cuatro parámetros de análisis: radiación, iluminación, temperatura y CO<sub>2</sub>.

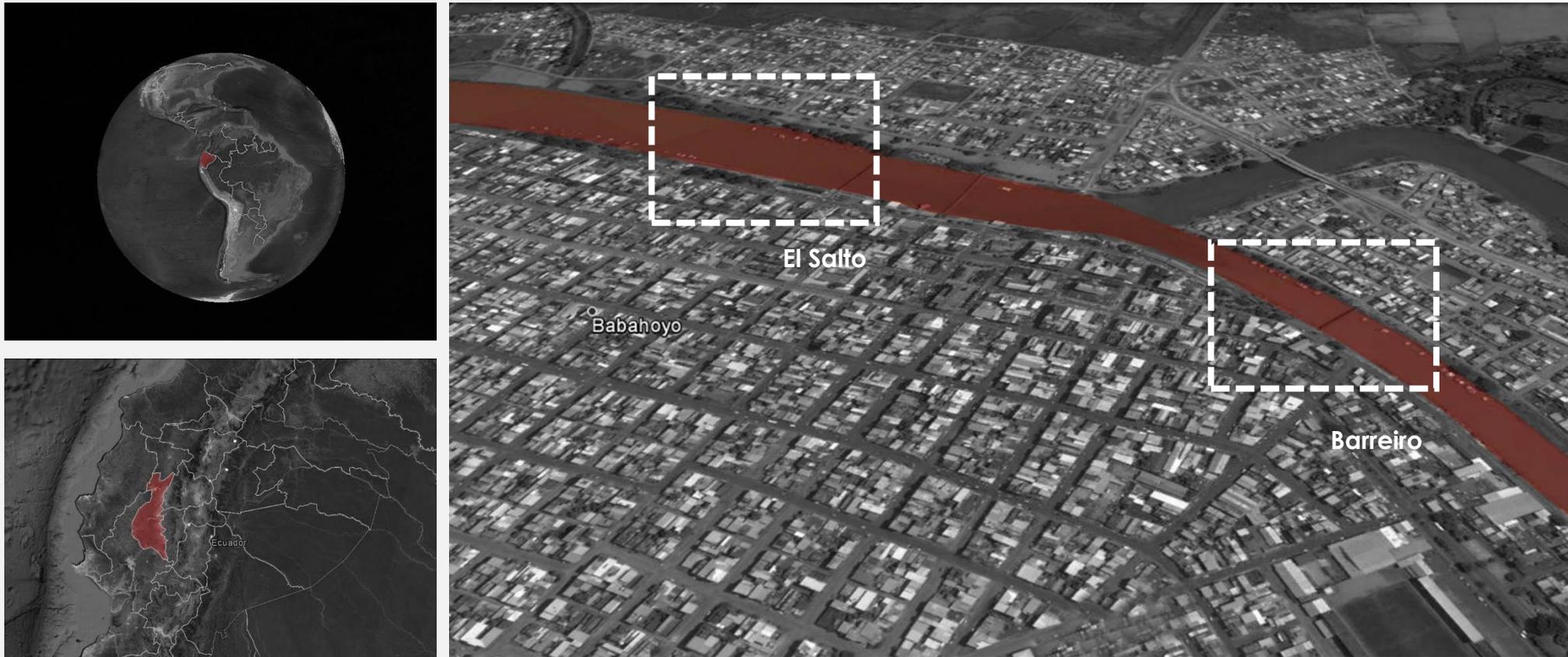


Imagen 69: Localización de las áreas de estudio, en la provincia de Los Ríos, Ecuador.

Resulta importante aclarar que el análisis de los factores humanos, parte de información secundaria recabada por la I. Municipalidad en el año 2006. Para entonces, 35 edificaciones flotantes fueron registradas y en cada una de ellas fue aplicada una ficha socio-económica de donde se desprende: número de ocupantes por edificación, rangos de edad, tipo de tenencia, y estado civil.

Posteriormente, para los análisis de factores arquitectónicos, se realizó un levantamiento de información in-situ, identificando la persistencia de solamente 20 edificaciones flotantes en las parroquias El Salto y Barreiro. Al momento del levantamiento de información se llegó a un punto de saturación, es decir ya no se encontraba ninguno dato nuevo que aporte a la investigación, por cual el análisis arquitectónico y de estado de conservación se refiere a estos 10 casos evaluados (imagen70). Finalmente, dos edificaciones fueron seleccionadas para el monitoreo de calidad del ambiente interior.

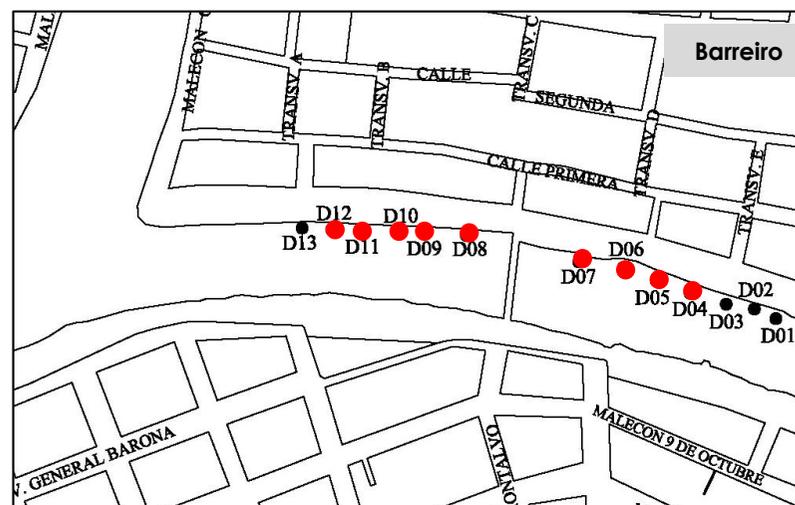
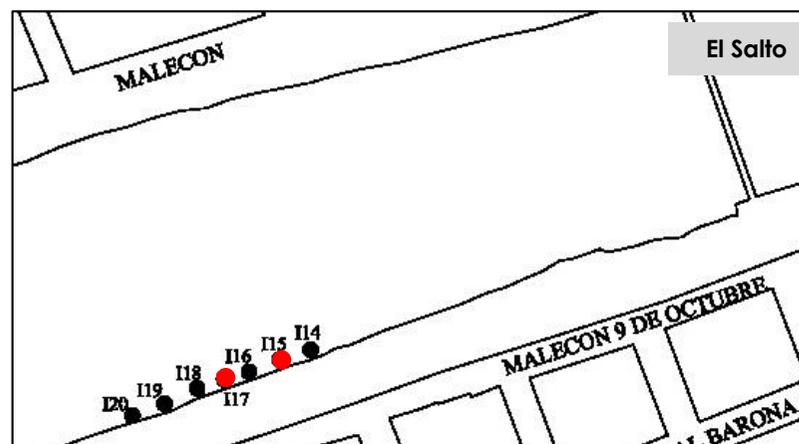


Imagen 70: Identificación de viviendas flotantes evaluadas.

### 3.1. FACTORES HUMANOS

De acuerdo con un estudio de diagnóstico realizado por parte la I. Municipalidad de Babahoyo en el año 2006, se identificaron 138 personas residiendo en 35 balsas ubicadas en ambas orillas del río Babahoyo.

Las características de esta población, según su estado civil, reflejan en su mayoría, familias que viven en unión libre (51%), seguidas de personas solteras (31%) (imagen 71).

Predominantemente se trata de viviendas ocupadas por un promedio de cuatro miembros (40%), sin embargo, es importante resaltar que se han encontrado casos con ocupaciones altas como 6,7 hasta 9 miembros por edificación (imagen 72).

Su población es mayoritariamente joven, con importante presencia de infantes (26%) comprendidos entre 0 y 9 años y donde solamente el 12% es mayor a 50 años (imagen 73). La tenencia de la propiedad en todos los casos es propia.

Durante el proceso de recolección de información in situ, se pudo percibir que se trata de una población con serias limitaciones económicas afectada por problemáticas sociales tales como, la drogadicción, el alcoholismo y la delincuencia, motivos por los cuales, algunos vecinos recomendaban evitar la aplicación de las fichas de diagnóstico (detalladas más adelante) en algunas viviendas.

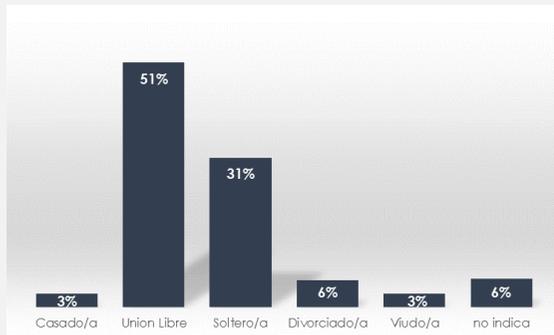


Imagen 71: Porcentaje de viviendas según el estado civil de los ocupantes.



Imagen 72: Porcentaje de viviendas según número de ocupantes.

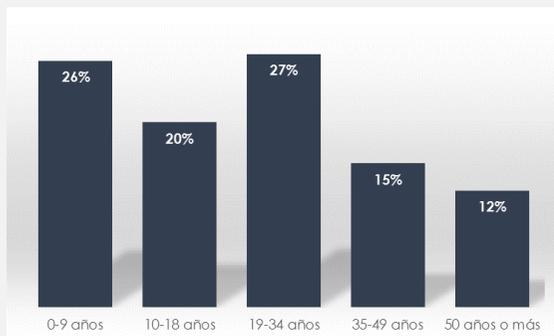


Imagen 73: Porcentaje de viviendas según edad de los ocupantes.



Imagen 74: Población de las viviendas flotantes, Babahoyo.

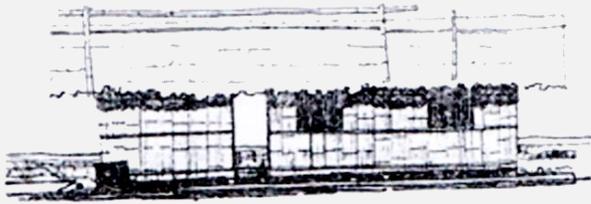


Imagen 75: Elevación a la ciudad

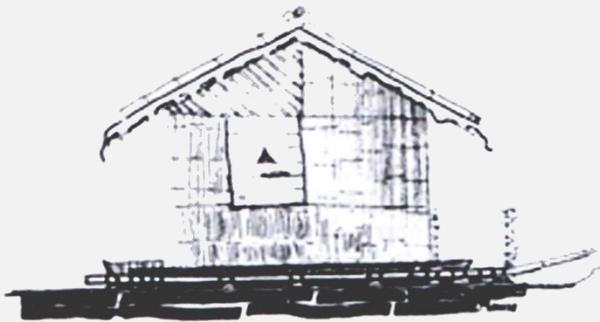


Imagen 76: Elevación lateral

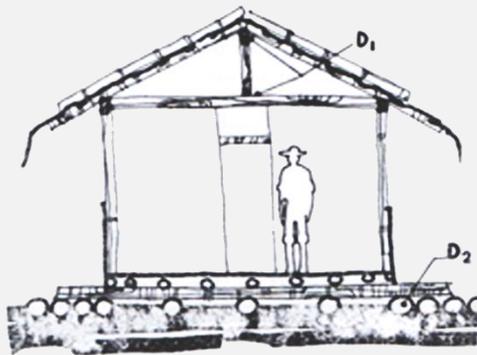


Imagen 77: Corte transversal.

### 3.2. FACTORES ARQUITECTÓNICOS

#### 3.2.1. FORMA

Las edificaciones se caracterizan por presentar una volumetría rectangular, emplazadas con el lado de mayor longitud de manera paralela a la orilla. En todos los casos se trata de edificaciones de una sola planta con altura de cumbrero menor a 4m y cubiertas a dos aguas, en sentido longitudinal. La presencia de aleros en las cuatro fachadas, además de procurar la protección del material de paredes remarca la tipología formal básica de la vivienda (imagen 75,76,77).

La fachada principal se compone de una puerta de acceso, generalmente centralizada, y una ventana de proporciones casi cuadradas en el sector Noroeste de la vivienda. De la misma manera la fachada posterior (hacia el río) en todos los casos presenta una puerta que conecta el área interior con un acceso de menor jerarquía. Son excepcionales los casos que presentan accesos laterales o ventanas en las fachadas laterales.



Como elementos a resaltar se observa que, a pesar de la homogeneidad de la composición formal de la vivienda flotante, sus ocupantes utilizan el recurso del color, aplicado en carpinterías y paredes, como una forma de "personalizar" sus viviendas.

Imagen 78: Utilización del color como recurso expresivo de las viviendas flotantes, Babahoyo.

### Capítulo III. DIAGNÓSTICO



Imagen 79: Balaustrada en vivienda flotante.



Imagen 80: Uso de materiales reciclados para completar la estructura de la vivienda.

Un segundo elemento que contribuye formalmente a la personalización de la vivienda flotante lo constituye la balaustrada. A pesar de no estar presente en todos los casos, en aquellos que es incorporada, es de madera o caña guadua trabajada con diferentes diseños y colores (imagen 79). Frecuentemente cuentan con carpinterías de madera recicladas de otras edificaciones (imagen 80).

Las ampliaciones de estas edificaciones se realizan procurando no afectar la estructura original. El crecimiento de la vivienda obedece al acoplamiento de funciones básicas como el área de aseo, la cual se ubica predominantemente en el exterior adosada a una de las fachadas y techadas con el mismo sistema, pero lleva una estructura independiente y colocada a un nivel de cubierta inferior respecto al volumen principal (imagen 81).

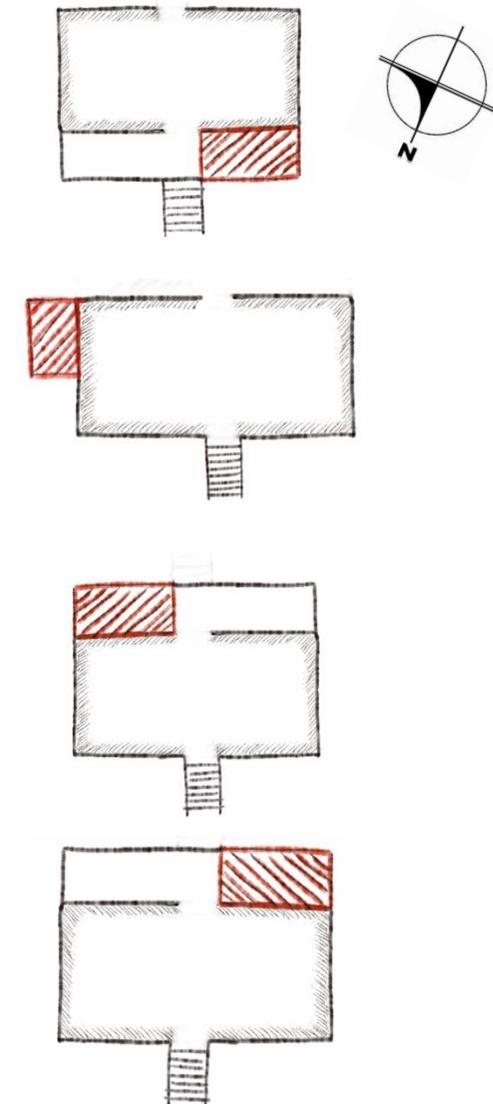


Imagen 81: Esquema de ampliaciones de estas edificaciones, procurando no afectar la estructura original

### 3.2.2 FUNCIÓN

Los accesos (1) y áreas de circulación interior (2), están en todos los casos centralizados. En relación a las funciones contenidas en los espacios interiores de las viviendas flotantes, se observan al menos 6, descritas como: estar (3), cocinar (4), descansar (5), asear (6), lavar (7) y trabajar (8). Los esquemas que se presentan (imagen 82), analizan la organización interior y semi-exterior de estas funciones representadas por números, y los esquemas de circulación principales y secundarios.

Respecto a la organización de la funciones dentro de la vivienda, el sector Este de la edificación es dedicado a las funciones: descansar (5) y asearse (6). La función lavar (7) se ubica predominantemente en el área semi-exterior Sur o posterior, mientras estar (3) y cocinar (4) se ubica en el sector Oeste. En todos los casos analizados se observa una circulación principal centralizada que conecta el muelle o puente de estas viviendas con la tierra firme.

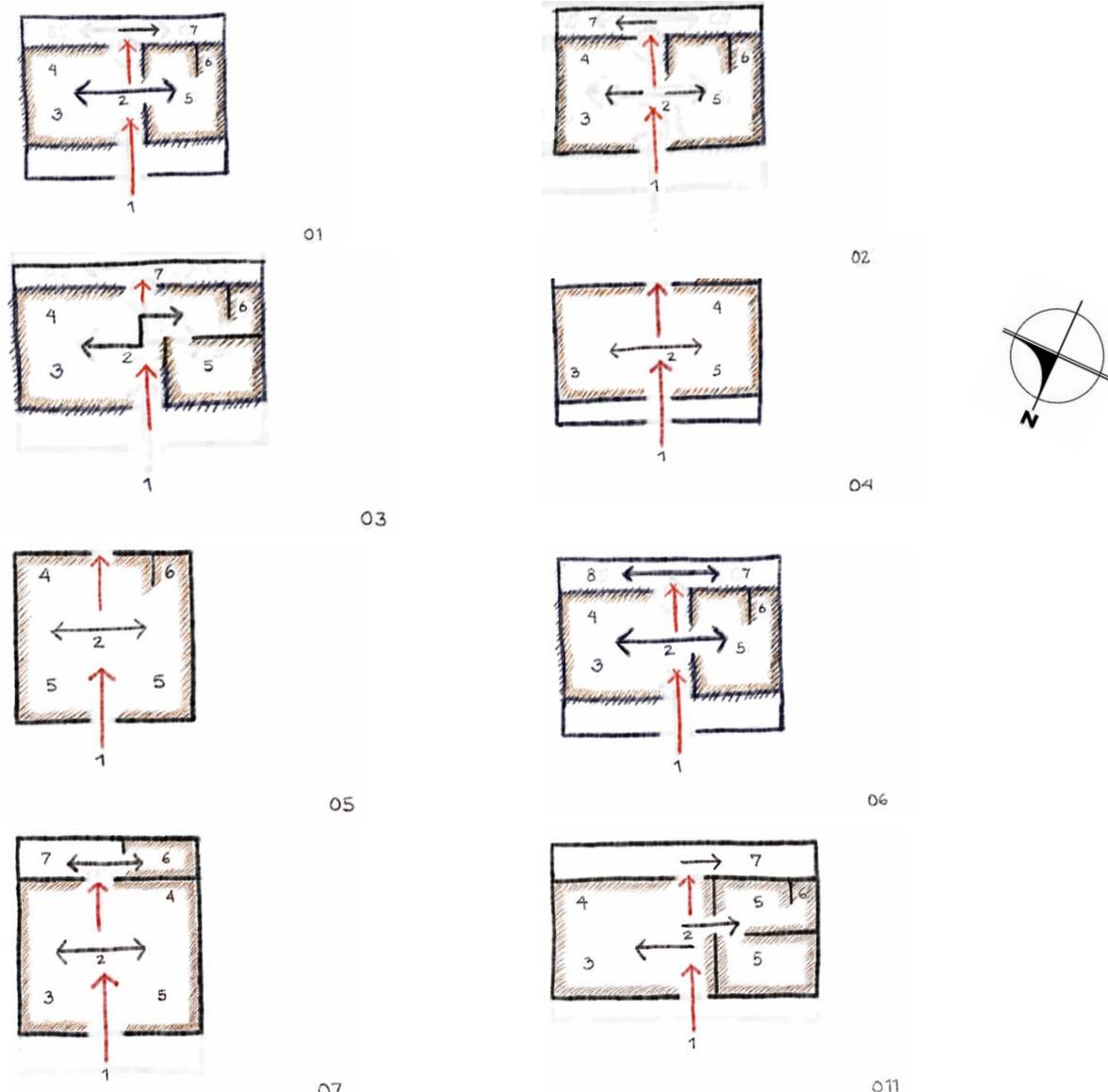


Imagen 82: Esquema de la disposición interior y semi-exterior, según sus funciones y la circulación.

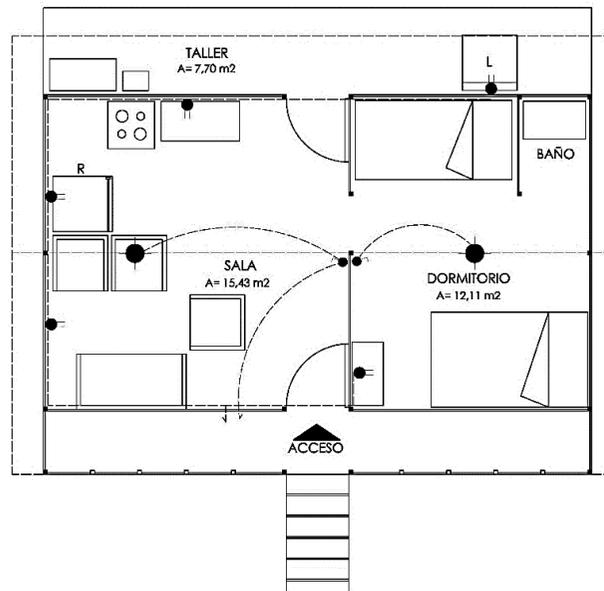


Imagen 83: Organización de funciones en la parte interior de la vivienda.

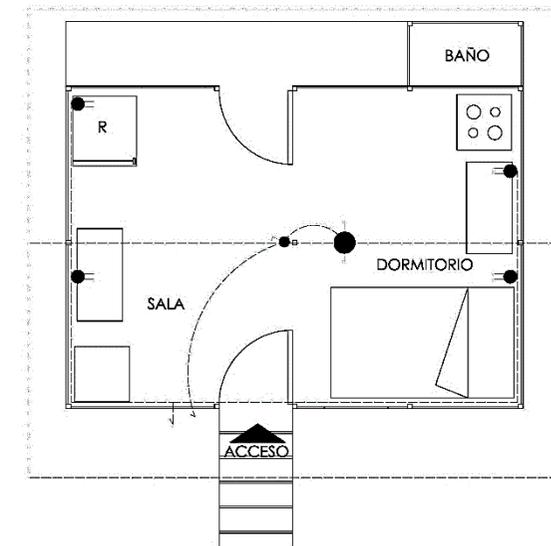


Imagen 84: Organización y relación de la parte semi-externa con la parte interior.

En cuanto al número de ambientes se observaron predominantemente (71%) estructuras de dos ambientes (imagen 83), generalmente divididos por una cortina o pared a media altura. Luego se encuentran edificaciones mono ambientes (29%) (imagen 84). Las áreas interiores de las edificaciones oscilan entre 16m<sup>2</sup> hasta 45m<sup>2</sup>.

### Capítulo III. DIAGNÓSTICO

Un elemento singular que se observa en una de las fachadas, generalmente posterior o este, es el lavadero de cocina. Se trata de una repisa exterior o en algunos casos un balcón apoyado sobre pilares o puntales.



Imagen 85: Lavaderos de cocina en viviendas flotantes.

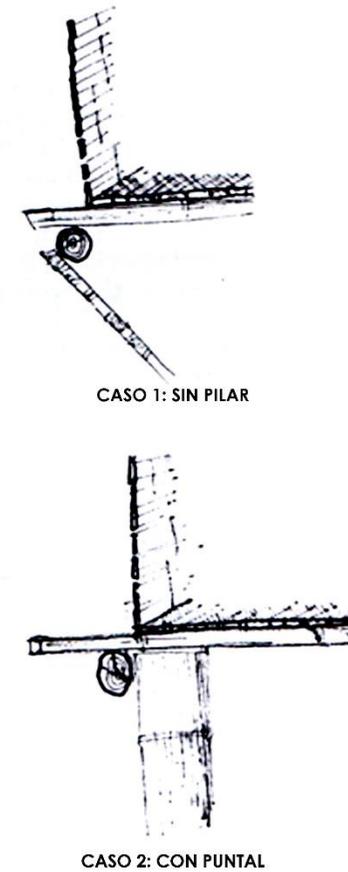
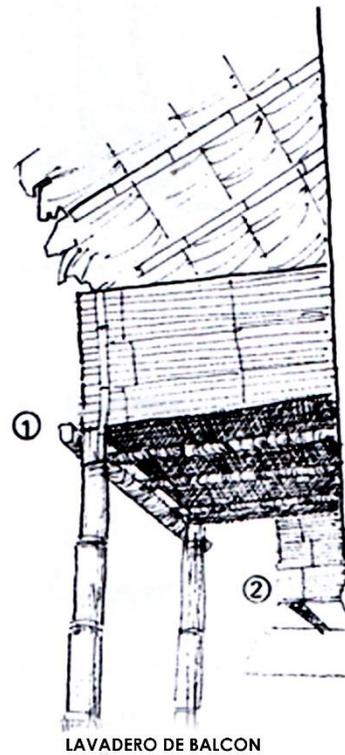
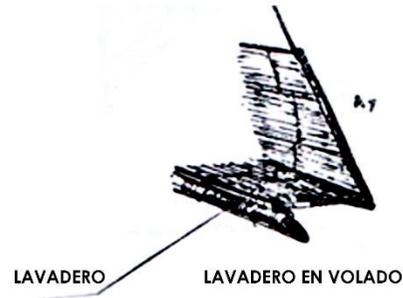


Imagen 86: Detalle de repisa exterior destinada como lavadero de cocina de estas viviendas flotantes.

### 3.2.3 TECNOLOGIA

De acuerdo con Turismo (2006), la construcción de este tipo de edificaciones se realiza en terreno firme y, posteriormente se pone a flote en el río. El MCPC (2010) al igual que Nurnberg et.al 1982, describen el proceso de construcción de la vivienda flotante, que inicia con la preparación de la base de la edificación utilizando troncos de madera balsa que se disponen en dos capas, lo que permite que se mantenga a flote. Para la primera capa se colocan los troncos juntos y amarrados entre sí, de forma horizontal; la segunda: se ubica los troncos encima de la primera capa y de forma vertical, en esta operación se necesitan de 20 a 30 troncos de boya para un área de seis metros de largo por cuatro de ancho. Tienen piso de madera sobre cuerdas que a su vez descansan sobre palos de balsa cubriendo la retícula o malla creada de base. Las tablas son clavadas de tal modo que queden aseguradas (imagen 87,88).



Imagen 87: componentes de la base de la edificación



Imagen 88: Amarre de componentes de la base, mediante cabos.

### Capítulo III. DIAGNÓSTICO

Cada extremo frontal de esta base de la vivienda se amarra con cabos a una superficie fija en la orilla para contrarrestar los efectos de la corriente y mejorar la estabilidad de la edificación sobre el agua, principalmente en periodos en que el caudal del río se incrementa (imagen 89, 90).

En lo referente a la estructura, emplean tanto madera de laurel como caña, denominados también cuartones de madera colocados en forma vertical, los cuales van a formar los pilares de la estructura y van situados de manera perimetral, en las esquinas y en las partes centrales (imagen 91). En el caso de la madera, esta incluye la corteza con secciones poco uniformes, ligeramente labradas a machete.

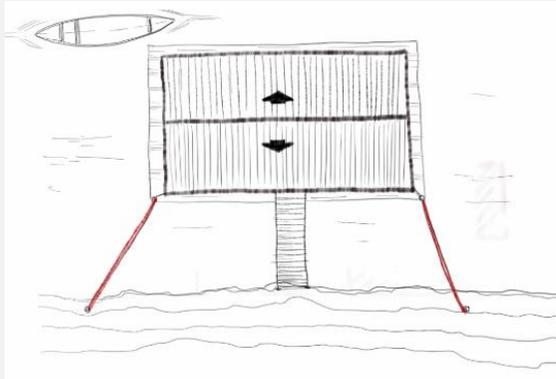


Imagen 89: Esquema en planta de anclaje de la base de la vivienda flotante

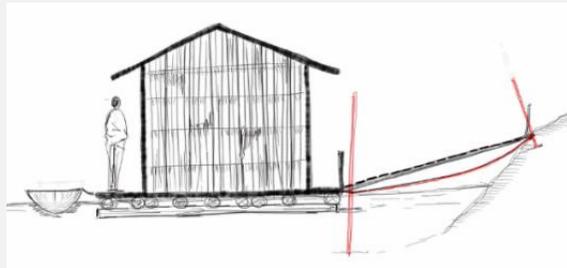


Imagen 90: Esquema de anclaje en elevación



Imagen 91: Proceso de entramado estructural de la base y pilares de la vivienda



Imagen 92: Paredes hechas de "Caña picada".



Imagen 93: Paredes hechas de madera "laurel"



Imagen 94: Paredes hechas de tableros de plywood combinadas con caña

Sobre los cuarterones, se instalan las paredes generalmente hechas de "caña picada" dispuesta verticalmente, con la cara lisa al exterior y rugosa al interior (imagen 92), sin embargo se observan también algunos ejemplos en los cuales las paredes son de madera, presumiblemente laurel (imagen 93) o tableros de plywood combinados con caña (imagen 94). La pared es asegurada con latillas clavadas a la estructura que por lo general es de madera. En las paredes exteriores se dejan boquetes de ventilación que en algunos casos se utilizan como elementos decorativos. En el caso de existir paredes interiores, no llegan al techo por economía o por considerarse innecesario.

### Capítulo III. DIAGNÓSTICO



Imagen 95: Uso de planchas de zinc como recubrimiento de la cubierta a dos aguas



Imagen 96: Estructura de la cubierta, realizada con madera y caña en disposición longitudinal

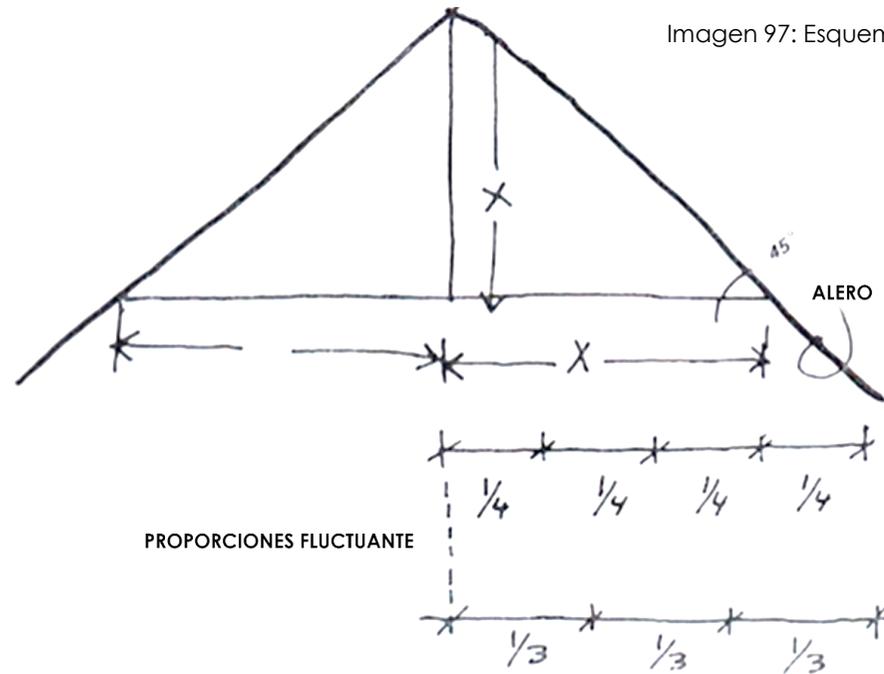


Imagen 97: Esquema de cubierta

La cubierta de dos aguas en todos los casos, presenta como material de recubrimiento planchas de zinc (imagen 95), que han sustituido la antigua práctica de uso de hojas de bijao. Dos factores probablemente han incidido en esta sustitución: el zinc se encuentra fácilmente a mano como material reciclado y de bajo costo e inaccesibilidad a plantas silvestres más apropiadas para estos fines.

La estructura de la cubierta, dispuesta en sentido longitudinal, está formada por madera y en algunos casos es combinada con caña (imagen 96).

Los aleros constituyen una defensa contra la insolación, donde la luz toca las partes inferiores de las paredes, y también contra las lluvias. En términos de Nurnberg (1982) la inclinación de la cubierta, relativamente fuerte (imagen 97), es un factor que mitiga la fuerza de la lluvia y facilita el pronto desalojo del agua.

### 3.2.4. EVALUACIÓN DE ESTADO DE CONSERVACIÓN

Desde el punto de vista de su materialidad, la vivienda flotante puede ser descrita como predominantemente de madera: base madera balsa, estructura y pisos de laurel y paredes de caña. En este sentido, resulta importante recordar algunas de las principales ventajas y desventajas de este material.

En general, la madera tiene una alta resistencia a la compresión, en algunos casos superior, con relación a su peso a la del acero. Esta alta resistencia, sumada a su resistencia a la flexión, es fundamentalmente aprovechada para la construcción de soportes o elementos estructurales como viguetas, travesaños y vigas en pisos, paredes y cubiertas. Además este material presenta facilidad de unión por encolado o ensamble, maniobrabilidad por su ligereza y facilidad de corte y buen comportamiento térmico y frente al fuego (6 veces superior al acero).

Entre los inconvenientes más destacables se encuentra su debilidad frente al ataque de agentes bióticos y abióticos, la irregularidad en su composición, limitaciones físico-geométricas que implican su origen arbóreo, baja resistencia a la tracción.

Se consideran agentes abióticos de deterioro el agua, produce mermas, esponjamientos y pudrición de la madera; el sol a través del fenómeno que se conoce como foto degradación y el fuego que destruye progresivamente la albura o capa exterior del sistema leñoso de los árboles y el duramen o parte más seca y fuerte de la madera de un árbol.

En la mayoría de las ocasiones estos agentes producen daños leves a la madera, a excepción del fuego prolongado. El peligro de esto radica en que, en muchas ocasiones son la vía de entrada de agentes bióticos tales como hongos o insectos.

Por su parte, los agentes bióticos o biológicos son aquellos destructores de la madera pero que necesitan ciertas condiciones para que subsistan y se desarrollen (fuente alimenticia, temperatura, porcentaje de humedad, fuente de oxígeno).

### Capítulo III. DIAGNÓSTICO

Estos agentes bióticos se clasifican según su naturaleza en: i) Reino vegetal: Bacterias, Hongos, ii) Reino animal: Mamíferos, Aves, Insectos Xilófagos (que roen la madera) y, iii) Antrópicos, causados por el hombre tales como uso o diseño inadecuado, limitado o malas prácticas de mantenimiento, etc.

Es decir, las patologías de la madera pueden obedecer a múltiples factores, tales como su exposición a condiciones climáticas adversas (salitre en áreas marítimas, exposición a rayos solares, erosiones diversas, etc.), defectos propios del material (fibras, nudos) o bien a una instalación anómala (falta de tratamiento con pinturas, lustre o barnices, falta de mantenimiento, etc.), las cuales producen alteraciones superficiales que afectan el aspecto decorativo de la misma y facilitan el ataque de agentes de deterioro detallados anteriormente.

Para el estudio de estado de conservación de las edificaciones flotantes se diseñaron fichas de registro de daños-causas (anexo 1), donde se analizaron 5 componente principales de la edificación: A) paredes, B) Pisos, C) Puertas, D) Ventanas y E) Cubierta. Todos ellos a nivel de estructura, revestimiento y acabado. Para cada componente, se identificó el material que lo constituye, estado de conservación pudiendo ser bueno, cuando el daño afecta un área <20%, regular cuando el daño afecta entre el 50-80% del componente analizado y malo cuando el daño afecta más del 80% del componente.

Se incluye una breve descripción del daño y la identificación de su posible causa, utilizando una versión adaptada de la matriz de relaciones daños-causas propuesta por Achig (2010) (anexo 2). Finalmente, se estimó un nivel de afectación a la estabilidad de la edificación flotante, por la presencia del daño identificado, pudiendo ser alta, media o baja.

La recolección de datos se realizó a través de la observación directa de una muestra 10 edificaciones flotantes, a partir de las cuales se llegó a un punto de saturación de información, lo que significa que nuevos registros de los daños y causas se repetían sin proporcionar información adicional relevante.

Se aprovechó, esta visita para incluir en el instrumento esquemas de las edificaciones que sirvieron para el análisis de factores arquitectónicos presentados anteriormente.

El estudio se pudo determinar que 64% de los componentes y subcomponentes de las edificaciones que registran daños, presenta un estado de conservación regular, con un importante número en estado de conservación malo (23%) (imagen 98).

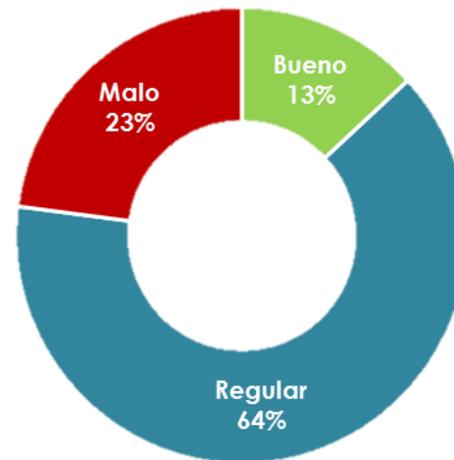


Imagen 98: Porcentaje de conservación de las viviendas flotantes.

La tabla 2, sintetiza la identificación de tipos de daños que afectan a estos componentes y subcomponentes, con sus respectivas causas:

### Capítulo III. DIAGNÓSTICO

COD	COMPONENTE-SUBCOMPONENTE	DAÑO 1			DAÑO 2		
		DAÑO 1	CAUSA 1	%	DAÑO 2	CAUSA 2	%
A1	Paredes-estructura	degradacion de material	presencia de organismos en madera (xilofagos)	67%	degradacion de material	agua (pudricion)	33%
A2	Paredes-revestimiento	degradacion de material	agua (pudricion)	67%	desprendimientos	(rotura) fijacion defectuosa	17%
A3	Paredes-acabado	desprendimientos	presencia de humedad	100%			
B1	Pisos-estructura	degradacion de material	agua (pudricion)	92%	manchas/eflorescencias	contaminacion	8%
B2	Pisos-revestimiento	degradacion de material	agua (pudricion)	71%	degradacion de material	presencia de organismos en madera (xilofagos)	29%
C1	Puertas-estructura	degradacion de material	presencia de organismos en madera (xilofagos)	100%			
C2	Puertas-revestimiento	degradacion de material	agua (pudricion)	50%	degradacion de material	presencia de organismos en madera (xilofagos)	50%
D1	Ventanas-estructura	degradacion de material	presencia de organismos en madera (xilofagos)	100%			
D2	Ventanas-revestimiento	degradacion de material	presencia de organismos en madera (xilofagos)	100%			
E1	Cubierta-estructura	desprendimientos	defectuosa aplicación de la tecnica constructiva	64%	degradacion de material	presencia de organismos en madera (xilofagos)	27%
E2	Cubierta-revestimiento	degradacion de material	oxidacion	100%			



Es decir, se observa una clara supremacía de daños vinculados a la degradación del material, desprendimiento y manchas y eflorescencias debido a la presencia de humedad, tanto en la estructura de piso (balsa y laurel) como de recubrimiento de piso y pared (laurel, marañón, fruta de pan, etc.), degradación de material debido a la presencia de polillas en la estructura de madera en pisos, paredes y cubierta, degradación de material de revestimiento en cubierta (zinc) debido a la oxidación.

Como se observa, estos daños tienen su origen en los agentes abióticos como el agua, donde la presencia de humedad en el recubrimiento de pisos e inmersión en agua de la estructura de pisos generan la aparición de hongos y la pudrición de la madera.

A ello se suman factores antrópicos, como el estado de hacinamiento en el que viven la mayoría de las familias de las casas flotantes y los niveles de insalubridad en su exterior, la falta de mantenimiento de sus propietarios, o malas prácticas constructivas (imagen 103,104), factores que aceleran su deterioro.



Imagen 103: Incorporación de plástico en cubiertas.



Imagen 104: Las malas prácticas constructivas generan fallas en la estructura general y de cubierta.

### Capítulo III. DIAGNÓSTICO

De igual manera, la falta de servicios básicos (agua potable, alcantarillado, energía eléctrica) genera que en sus alrededores se depositen sus desechos (orgánicos e inorgánicos) los mismos que a través del tiempo producen sustancias nocivas para cualquier material acelerando su proceso destructivo (imagen 105).

Finalmente, se puede indicar que el nivel de afectación a la estabilidad de las edificaciones flotantes, es predominantemente media (69%) a causa del estado de conservación de sus componentes - subcomponentes y los tipos de daños identificados (imagen 106).



Imagen 105: Letrinas sobre el río Babahoyo

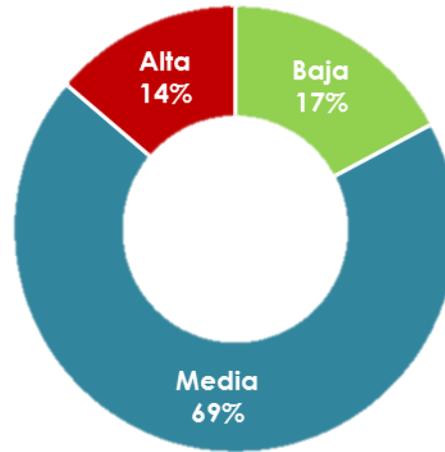


Imagen 106: Porcentaje de viviendas flotantes según nivel de afectación.

### 3.3. FACTORES AMBIENTALES

El último cuarto del siglo XX pone de manifiesto una de las mayores preocupaciones en relación al uso y optimización de recursos naturales. El discurso de la sustentabilidad emerge con fuerza para combatir el derroche de energía que comprometería la supervivencia de generaciones futuras. Desde entonces, abundan estudios que buscan, desde diferentes disciplinas, contribuir al desarrollo de soluciones socialmente aceptadas, ambientalmente amigables y económicamente viables.

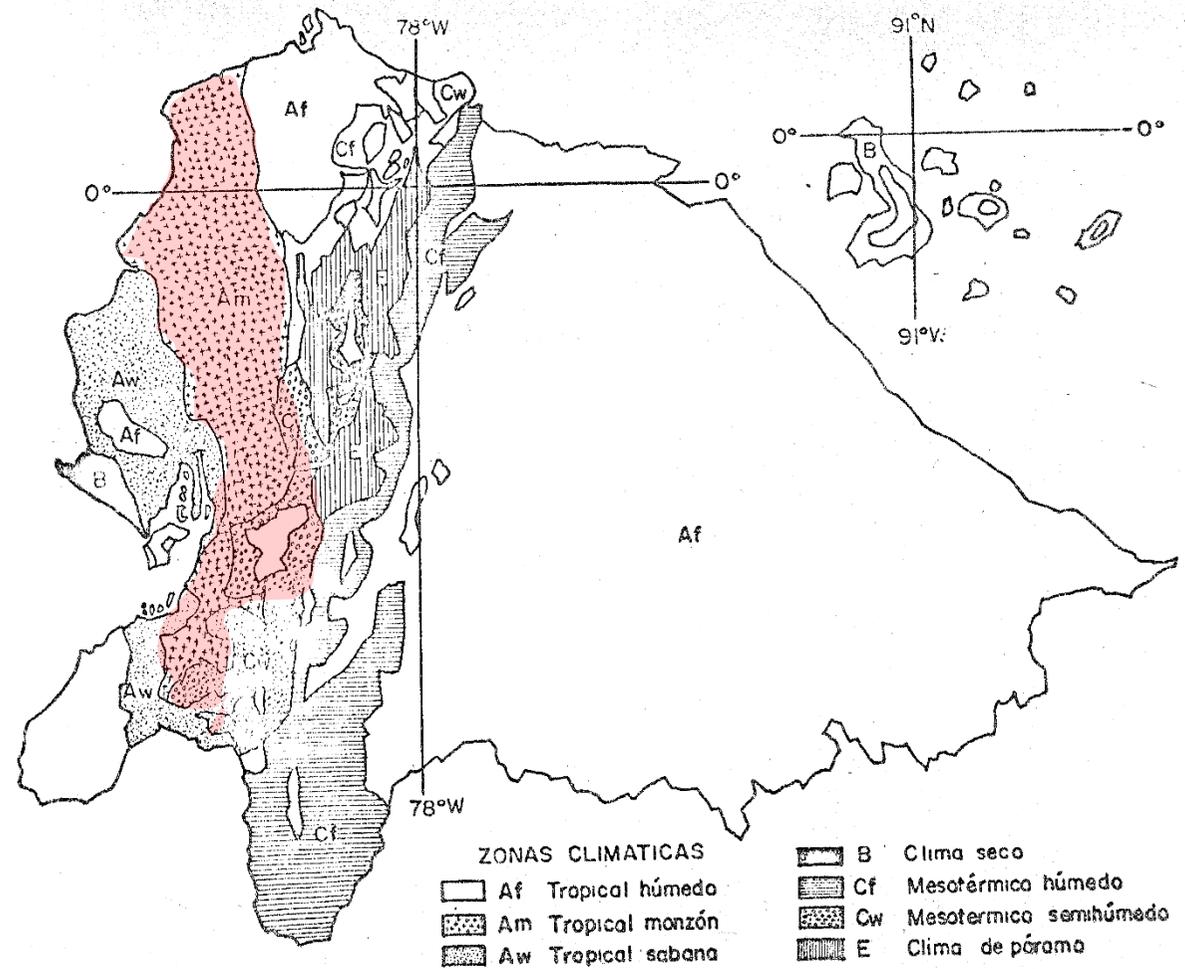
A nivel local, un importante estudio desarrollado a inicios de los 80s por Celleri et.al (1982) revela que en el caso de la arquitectura, un elevado porcentaje de consumo energético corresponde a la climatización de edificaciones mediante sistemas electromecánicos y de combustión, por lo cual hace un llamado al sector vinculado a la planificación y construcción a desarrollar "lógicas" de construcción que aprovechen las condiciones del clima y del medio natural, energía solar, viento, temperatura, humedad, etc, en las cuales se emplazan, con el fin de *"proporcionar confort al interior de la edificación, prescindiendo de los sistemas electromecánicos de climatización utilizando tan solo la Arquitectura y los Arquitectos para lograrlo"* (Celleri et.al 1982).

Otro importante estudio desarrollado a nivel local por Nurnberg et.al (1982) revela como la arquitectura vernácula del litoral responde a las condicionantes del medio ambiente a través del uso de materiales y técnicas empleadas para solventar necesidades de confort con recursos limitados.

Basado en estos estudios, y los conceptos en ellos presentados, se entenderá por clima al conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región, las cuales cambian de acuerdo a la época del año.

Se observan para el caso de Ecuador una división climatológica, basada en la escala de Koppen (imagen 107):

Capítulo III. DIAGNÓSTICO



- (Af) Tropical lluvioso
- (AM) Tropical monzón
- (AW) Tropical sabana
- (B) Clima seco en todas sus formas
- (CF) Templado permanentemente húmedo
- (CW) Templado periódicamente seco
- (E) Clima de páramo

Imagen 107: División climatológica del Ecuador basada en la escala de Köppen.

De acuerdo a esta clasificación, Babahoyo se emplaza dentro de la denominada (AM) Tropical Monzón cuya altura varía entre 0 y 600 m, constituido por planicies aluviales, interrumpidas solo por pequeñas y aisladas elevaciones, vientos de 5,0 m/seg., precipitaciones pluviales entre 1000 y 3000 mm, humedad entre 80% y 60%, temperatura mínima de 23°C, nubosidad entre 6 y 7 octavos y una vegetación de bosque tropical lluvioso (Celleri et.al 1982).

En este contexto se entenderá por climatización, los procesos de acondicionamiento para dotar a los ambientes interiores de un edificio de condiciones óptimas tales que permitan un normal desenvolvimiento de las actividades cotidianas, basadas en el confort (hace referencia a los factores que afectan agradable o desagradablemente a las personas; algunos subjetivos y otros que pueden ser regulado) que el cuerpo humano precisa para sentirse bien.

Para el presente estudio se utilizaron cuatro parámetros de evaluación: **niveles de CO<sub>2</sub> (ppm), temperatura interior (C°), Humedad relativa (%HR) y radiación solar (W/m<sup>2</sup>)**, sabiendo que para un análisis exhaustivo deberán tomarse en cuenta otros factores como son: olores, polvo, ruido, iluminación, acústica, entre otros.

**3.3.1. CO<sub>2</sub>:** De acuerdo con Flores (2008), el CO<sub>2</sub> o dióxido de carbono es un gas incoloro e inodoro, producido de forma natural o generada por actividades del ser humano. Es clasificado como un gas asfixiante ya que al ser 1.5 veces más denso que el aire tiende a desplazar el oxígeno contenido en el aire del lugar. En ambientes interiores la principal fuente de CO<sub>2</sub> son los ocupantes ya que este es el producto metabólico de las personas al respirar. Su monitoreo, refleja una adecuada o inadecuada renovación de aire y junto con temperatura, humedad relativa, y consumo eléctrico, permiten evaluar el desempeño integral al interior de la vivienda.

### Capítulo III. DIAGNÓSTICO

La calidad del aire repercute en el bienestar de las personas. Estudios realizados por la empresa alemana Theben, han identificado la relación entre las concentraciones de CO<sub>2</sub> y sus efectos fisiológicos en el sistema nervioso central, sistema respiratorio y sistema vascular en la personas, recomendando como máximo nivel de concentración de CO<sub>2</sub> en un ambiente interior 1000 ppm (imagen 108).

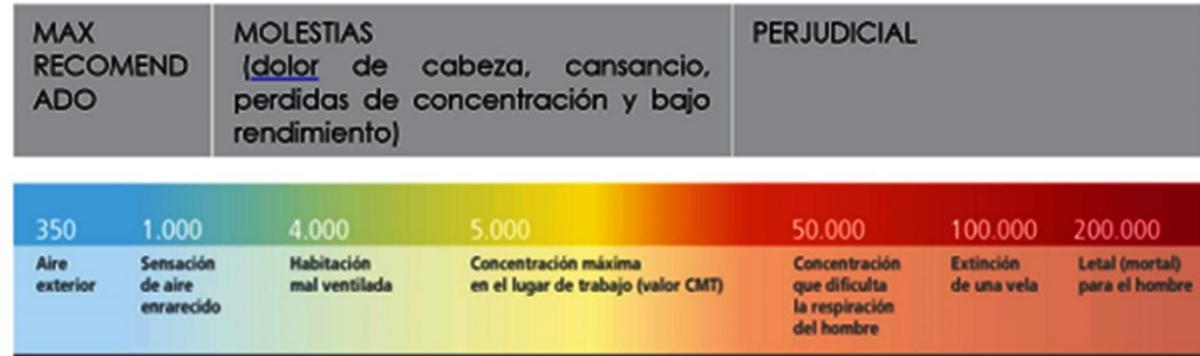


Imagen 108: Concentración típica de CO<sub>2</sub> en ppm y su efecto en las personas.

**3.3.2. TEMPERATURA:** Es la medida del estado relativo de calor o frío, establecida por medio de escalas termométricas. Asociado a este concepto se encuentra el de confort térmico que se refiere a la sensación de bienestar térmico, y aunque dependa de factores subjetivos tales como: edad, sexo, estado de salud, tipo de trabajo, vestido, etc., siempre está relacionado con los valores conjuntos de temperatura y humedad relativa.

**3.3.3. HUMEDAD:** Se llama así al fenómeno que indica la cantidad de vapor de agua contenido en la atmosfera, procedente de la evaporación del agua de los mares y continentes y de la transpiración de los vegetales y animales. La humedad absoluta se expresa normalmente en gramos por kilogramo y es la masa de vapor de agua por unidad de masa de aire húmedo. Para fines metodológicos es mucho más importante la Humedad Relativa, es decir aquella definida por la relación (expresada en porcentaje) entre el peso del vapor de agua contenido en un cierto volumen de aire y el que tendría si estuviese saturado, a la misma temperatura y presión.

En algunos casos, la humedad ocasiona efectos negativos en el hombre, en los materiales de construcción y en la edificación misma, tales como, putrefacción y ataques de hongos, alabeo y desprendimiento de piezas debido a los cambios de humedad, especialmente en pisos, modificación de las condiciones de aislamiento térmico por reducción de su capacidad térmica, formación de fisuras por cambios bruscos de humedad, entre otras.

**3.3.4. RADIACIÓN SOLAR:** Se refiere al flujo de energía o potencia de la radiación solar que cae sobre la atmosfera de la tierra. Globalmente las 3/5 partes de la radiación son absorbidas por la Tierra y la atmosfera, y el resto devuelta al espacio. En términos de (Celleri et. al 1982:63) la radiación *"es transmitida por ondas electromagnéticas con movimiento. Por medio de este fenómeno el calor puede saltar de un objeto caliente a otro más frío. El cuerpo con menor temperatura absorbe la energía irradiada por el otro cuerpo un porcentaje de acuerdo a las características del material, y otro es reflejado"*.

De acuerdo al esquema de confort propuesto por Olgyay, temperatura y humedad relativa son consideradas dos variables fundamentales para el bienestar, a las cuales se agregan otras como radiación, velocidad del viento, y evaporación como medidas correctoras.

### Capítulo III. DIAGNÓSTICO

La imagen 109, corresponde a una adaptación del diagrama de Olgyay al Ecuador por Nenhys-Lara. En ella se observa una zona de confort que varía según la altitud (m.s.n.m). El eje de las ordenadas representa la temperatura que indicaría un termómetro normal en °C, el eje de las abscisas representa la humedad relativa del aire expresada en % y líneas que representan las medidas correctoras, en caso de que las condiciones de temperatura y humedad salgan fuera de la zona de confort.

-  ZONA DE CONFORT HASTA ALTITUDES DE 2000msnm
-  EXTENSION PARA ALTITUDES DE 2000 A 3000
-  EXTENSIÓN DE LA ZONA DE CONFORT PARA VENTILACIÓN
-  EXTENSIÓN DE LA ZONA DE CONFORT PARA CALEFACCIÓN
-  EXTENSIÓN DE LA ZONA DE CONFORT PARA HUMEDIFICACIÓN

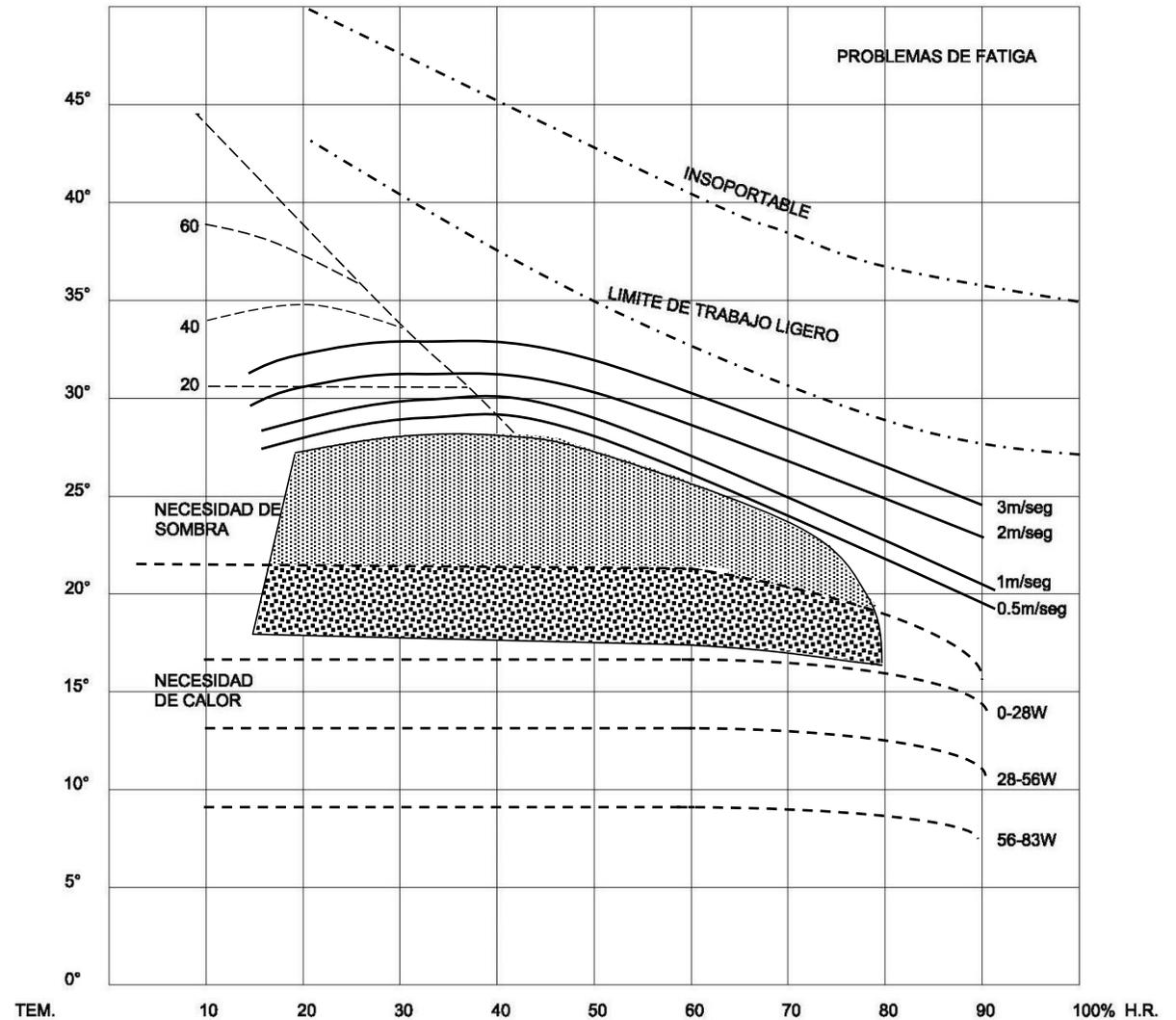


Imagen 109: Esquema de confort adaptado al Ecuador por Nenhys-Lara.

En términos de Hernández (2015) *“Los puntos situados por debajo de la zona de confort indican periodos con defecto de calor, por lo que es necesaria la radiación solar para alcanzar la confortabilidad. Los puntos situados por encima indican periodos sobrecalentados y el bienestar requiere del concurso de la ventilación o enfriamiento evaporativo para regresar a la zona de confort.”*

Con estas aclaraciones, en base al diagrama adaptado a Ecuador, se establece la zona de confort para el caso de Babahoyo, ubicado en altitudes hasta 2000m.s.n.m., estaría determinada por temperaturas entre 21°C – 27°C, Humedad Relativa entre 16% - 79%, y donde la necesidad de calor (radiación) sería irrelevante. Se deduce entonces que la temperatura óptima de confort interior es 24° y la humedad óptima de confort es 47.5%.

### **3.3.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ESTUDIOS DE CASO**

Una vez comprendidas las características de la población que ocupa las viviendas flotantes del río Babahoyo; estudiadas las características arquitectónicas de este tipo de estructuras (formales, funcionales y tecnológicas); y evaluado el estado de conservación de las mismas, resulta fundamental evaluar las condiciones ambientales interiores, y así establecer las determinantes para la propuesta de mejoramiento.

Para este análisis se seleccionaron dos estudios de caso: vivienda del Sr. Jose Bejarano (D05) y vivienda Pedro Mayorga (D10). Esta selección consideró cuatro criterios fundamentales: materialidad, nivel de afectación de la vivienda, accesibilidad y funcionalidad.

Sabiendo que la vivienda flotante presenta una materialidad constituida por madera, caña y zinc en su componentes principales (base, estructura y cubierta respectivamente) se ponderó con 1 a aquel caso en que la materialidad de alguno de sus componentes fuese diferente y 0 para aquellos casos que cumplen la materialidad 'tipo' (anexo 6).

El nivel de afectación fue considerado como un criterio de mayor peso frente a la materialidad (puntuado sobre 2), dado que se busca evaluar las condiciones ambientales interiores en construcciones donde los materiales presenten su condición más desfavorable en términos de conservación. Así, se asignó como 1 aquellas edificaciones que presentaban nivel de afectación bajo o medio y 2 a aquellas que presentaban un alto nivel de afectación en alguno de sus componentes (anexo 7).

La variable de accesibilidad fue la de mayor peso (3) dado que como se indicó en el capítulo 1, se trata de una zona que concentra problemas sociales (delincuencia, alcoholismo, drogadicción entre otros) (anexo 8). La tabla 5, sintetiza los resultados de la ponderación de las variables (puntuadas sobre 6), donde se obtuvieron tres casos con los mismos resultados, entonces se seleccionaron aquellos casos que presenten tipologías funcionales diferentes, un mono ambiente y un caso con dos ambientes.

INTEGRACION DE CRITERIOS					
Codigo	materialidad (1)	afectacion (2)	accesibilidad (3)	total (6)	No. ambiente
D04	1	1	1,5	3,5	dos ambientes
D05	0	2	3	5	monoambiente
D06	0	1	0	1	monoambiente
D07	0	2	0	2	monoambiente
D08	0	2	1,5	3,5	dos ambientes
D09	1	1	0	2	monoambiente
D10	0	2	3	5	dos ambientes
D11	1	2	0	3	dos ambientes
D12	0	1	0	1	dos ambientes
I15	0	2	1,5	3,5	monoambiente
I17	0	2	3	5	monoambiente

casos seleccionados

Tabla 3: Resultados de ponderación de criterios para la selección de monitoreo de parámetros de ambiente interior

## Capítulo III. DIAGNÓSTICO

### 3.3.6. MONITOREO DE PARÁMETROS DEL AMBIENTE INTERIOR

El presente apartado muestra el resultado de la monitorización y medición de variables ambientales y físicas en las dos viviendas flotantes seleccionadas, durante el periodo comprendido entre el 19 al 25 de Noviembre del 2015, bajo un régimen normal habitable. Previamente, se verificó el funcionamiento normal de cada uno de los equipos (anexo 5). Los equipos utilizados para la medición fueron:

- a. Sensor de temperatura (Thermistor). Marca: Apogee. Modelo: ST-100
- b. Sensor de humedad relativa. Marca: Omega. Modelo: HX71-V1
- c. Sensor de dióxido de carbono. Marca: Vernier. Modelo: Carbon dioxide gas sensor
- d. Piranómetro. Marca: Apogee. Modelo: SP-212

Para el registro de la información recabada durante el monitoreo, se utilizó el formato de informe de datos diseñado como parte del proyecto de investigación "Método de certificación de la construcción sustentable de la vivienda" (anexo3).

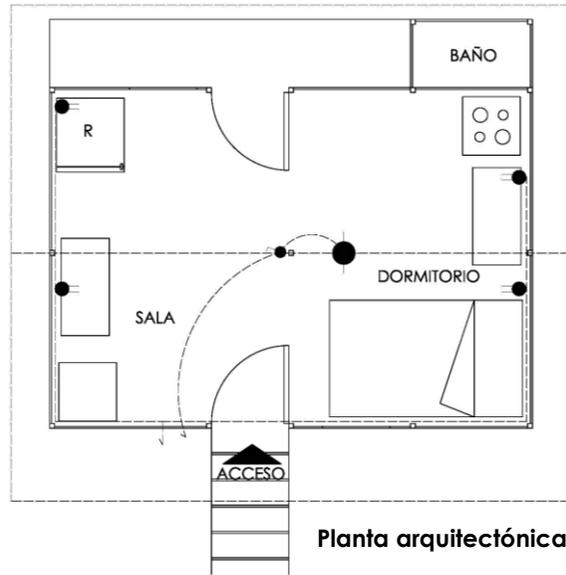


### CASO 1:

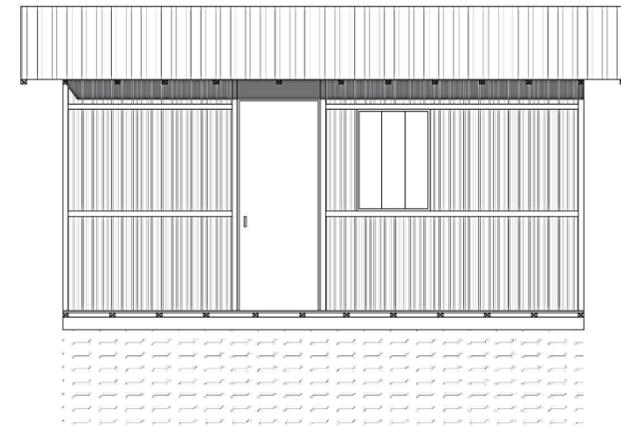
### VIVIENDA DEL SR. JOSÉ RODOLFO BEJARANO MARTÍNEZ

#### Datos generales:

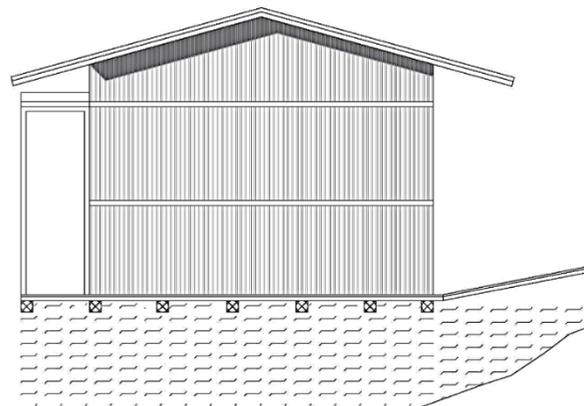
- Materialidad:
  - o Estructura Madera
  - o Paredes caña guadua
  - o Estructura techumbre: Madera y caña guadua,
  - o Recubrimiento de techo: plástico y zinc
- Nivel de afectación alto
- Accesibilidad favorable
- Mono ambiente, un piso
- Orientación Noroeste
- Superficie construida 21 m<sup>2</sup>



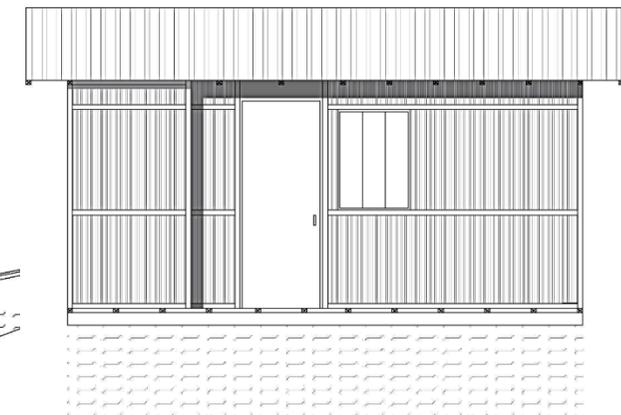
Planta arquitectónica



Alzado frontal



Alzado lateral



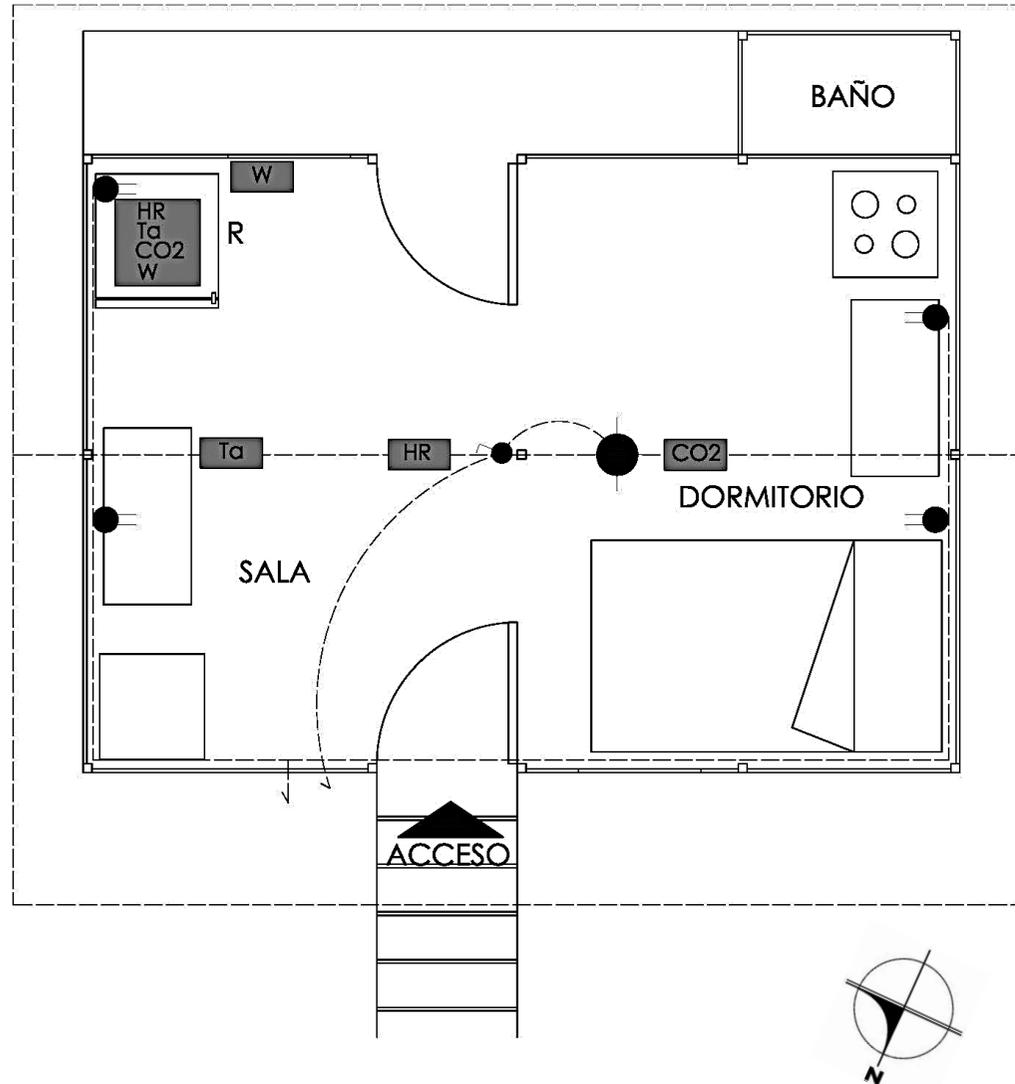
Alzado posterior

Imagen 110. Vivienda del Sr. José Rodolfo Bejarano Martínez.

**ESQUEMA EXPERIMENTAL DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN.**

- Ta : Temperatura del aire, °C.
- HR : Humedad relativa del aire, %.
- CO2 : Concentración de dióxido de carbono, ppm.
- W : Niveles de radiación, W/m<sup>2</sup>

Imagen 111: Esquema experimental de instalaciones de equipos de medición.



## RESULTADOS DE LA MONITORIZACION

### Concentración de CO<sub>2</sub>

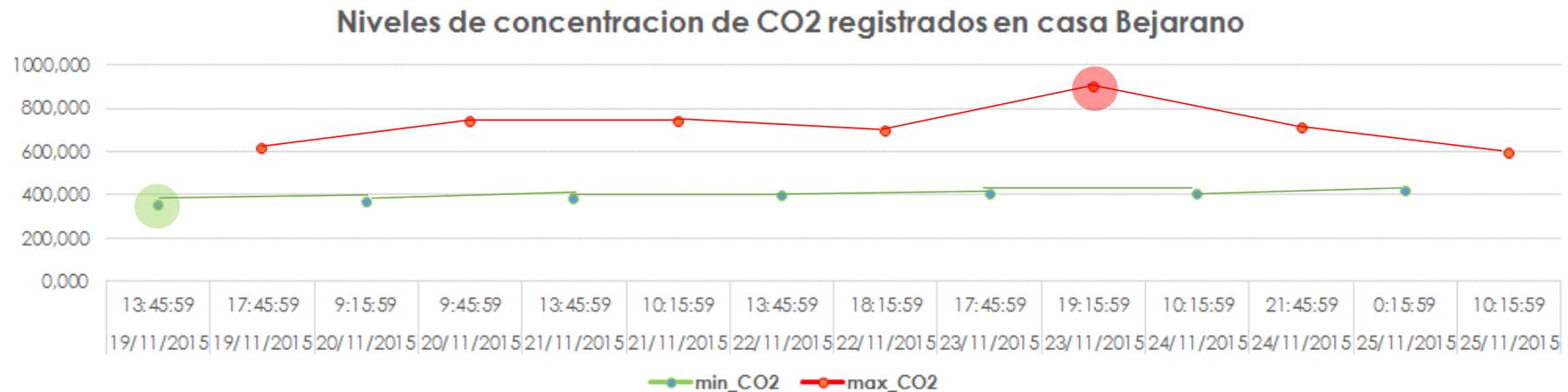


Imagen 112: Día y hora de concentraciones máximas y mínimas de CO<sub>2</sub>

La concentración mínima de CO<sub>2</sub> (35,095ppm) registrada en la casa Bejarano, durante el periodo de monitorización corresponde al día 19/11/2015 a las 13:45, mientras la concentración máxima se registró durante la noche (19:15) del día 23/11/2015 con 89,722ppm. En términos generales se observó que las concentraciones mínimas de CO<sub>2</sub> se registraron predominantemente durante las mañanas entre 9:15 y 13:45.

Mientras las concentraciones máximas no presentaron ningún patrón de comportamiento, observándose en algunos casos altas concentraciones de CO<sub>2</sub> durante la mañana, tarde y noche. Sin embargo y de acuerdo a los parámetros recomendados por Theben, los niveles de concentración máxima de CO<sub>2</sub> se encuentran dentro de los parámetros recomendados (1000ppm)

Temperatura

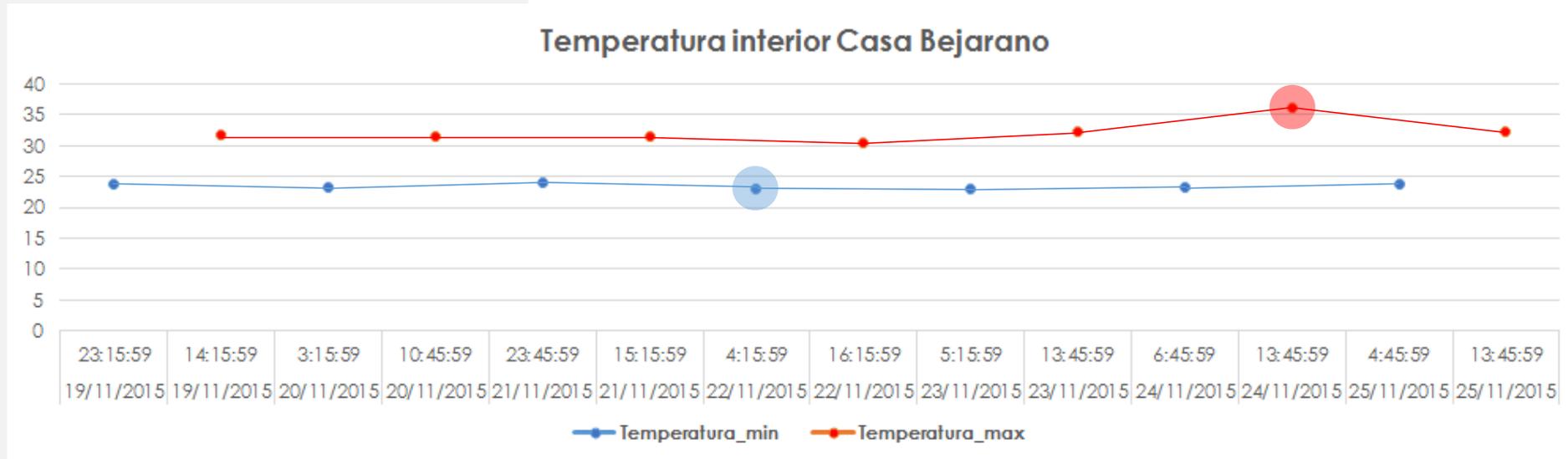


Imagen 113: Día y hora de concentraciones máximas y mínimas de temperatura.

Los resultados de la monitorización de la variable temperatura, muestran el registro mínimo 22.87°C el día 22/11/2015 en horas de la madrugada (4:15), mientras la temperatura mayor es 36°C, registrada el día 24/11/2015 a las 13:45. Los registros mínimos diarios de temperatura corresponden a horas de la noche y la madrugada, mientras se observó que los registros máximos de temperatura, durante los días de monitorización, se presentan entre las 13:45 y 16:15.

A la luz de la temperatura óptima, descrita anteriormente para el caso de Babahoyo (24°C), los resultados revelan temperaturas muy elevadas que deberán ser controladas con la propuesta de intervención a desarrollar.

## Humedad Relativa

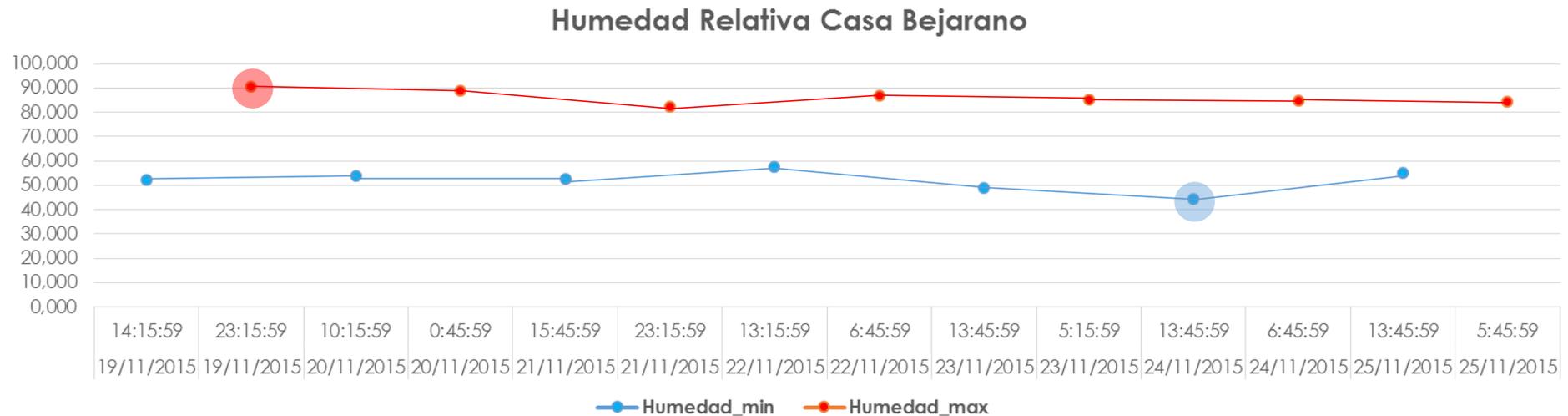


Imagen 114: Día y hora de concentraciones máximas y mínimas de humedad relativa.

El registro mínimo de humedad relativa (44.26%), correspondiente a la vivienda Bejarano, fue identificado el día 24/11/2015 a las 13:45, mientras el máximo porcentaje de humedad (90.38%) fue registrado el día 19/11/2015 a las 23:15. La observación de los mínimos y máximos durante el periodo de monitorización, muestran un patrón de concentración de mínimos durante la tarde en el periodo de 13:15 a 15:45, mientras los máximos registros de humedad se presentaron a partir de las 23:15 hasta las 6:45.

Nuevamente, estos resultados, en relación a la humedad óptima para el caso de Babahoyo (47.5%), los resultados revelan una alta concentración de humedad.

Radiación

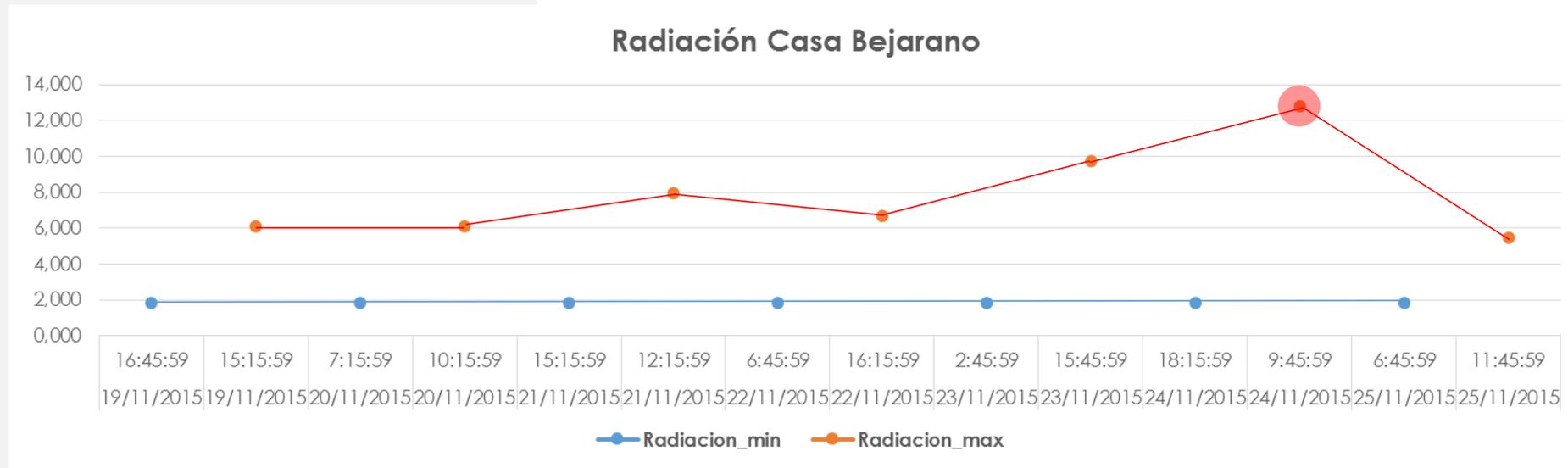


Imagen 115: Día y hora de concentraciones máximas y mínimas variable radiación.

Finalmente, en relación al análisis de radiación, se observa el registro mínimo de 1,831W/m<sup>2</sup>, como una constante durante todos los días del monitoreo, sin embargo son registrados en diferentes horas. Por su parte, el mayor índice de radiación (12,82 W/m<sup>2</sup>) se registró el día 24/11/2015 a las 9:45. Es necesario mencionar que este valor es casi el doble del índice registrado como máximo durante los otros días.

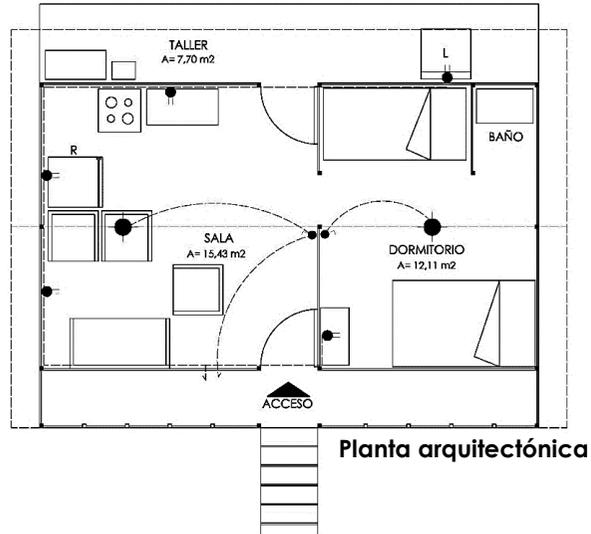
Los rangos de radiación identificados como resultado de la monitorización (1,83-12,82) pueden ser considerados mínimos de acuerdo al diagrama de Olgyay, sin embargo deben ser reducidos de tal manera que no incidan en las condiciones de temperatura interior.

## CASO 2:

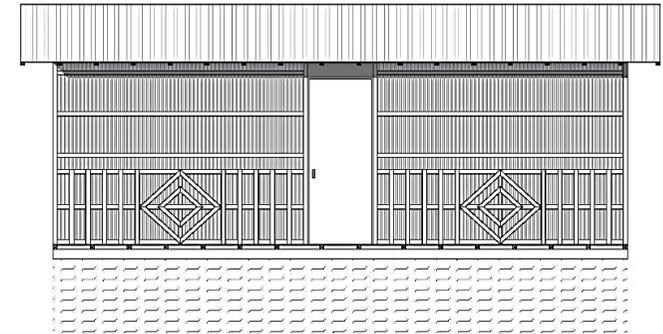
### VIVIENDA DEL SR. PEDRO KLEBER MAYORGA VERA

#### Datos generales:

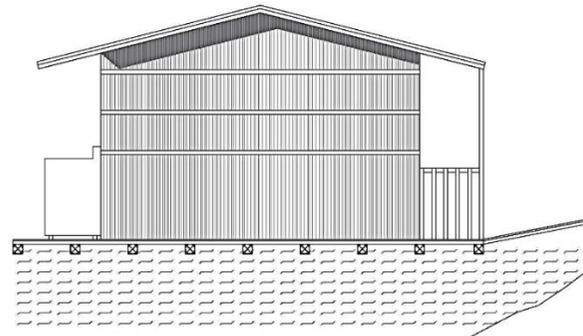
- Dos ambientes, un piso
- Orientación Noroeste
- Superficie construida 42 m<sup>2</sup>
- Materialidad
  - o Estructura Madera
  - o Paredes caña guadua
  - o Estructura techumbre: Madera y caña guadua,
  - o Recubrimiento de techo: plástico y zinc



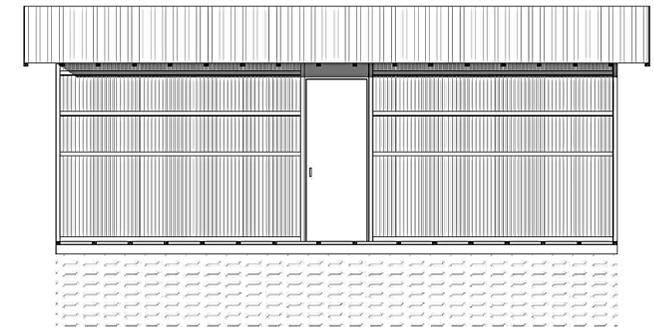
Planta arquitectónica



Alzado frontal



Alzado lateral



Alzado posterior

Imagen 116: Vivienda del Sr. Pedro Kleber Mayorga Vera.

**ESQUEMA EXPERIMENTAL DE  
INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE  
MEDICIÓN.**

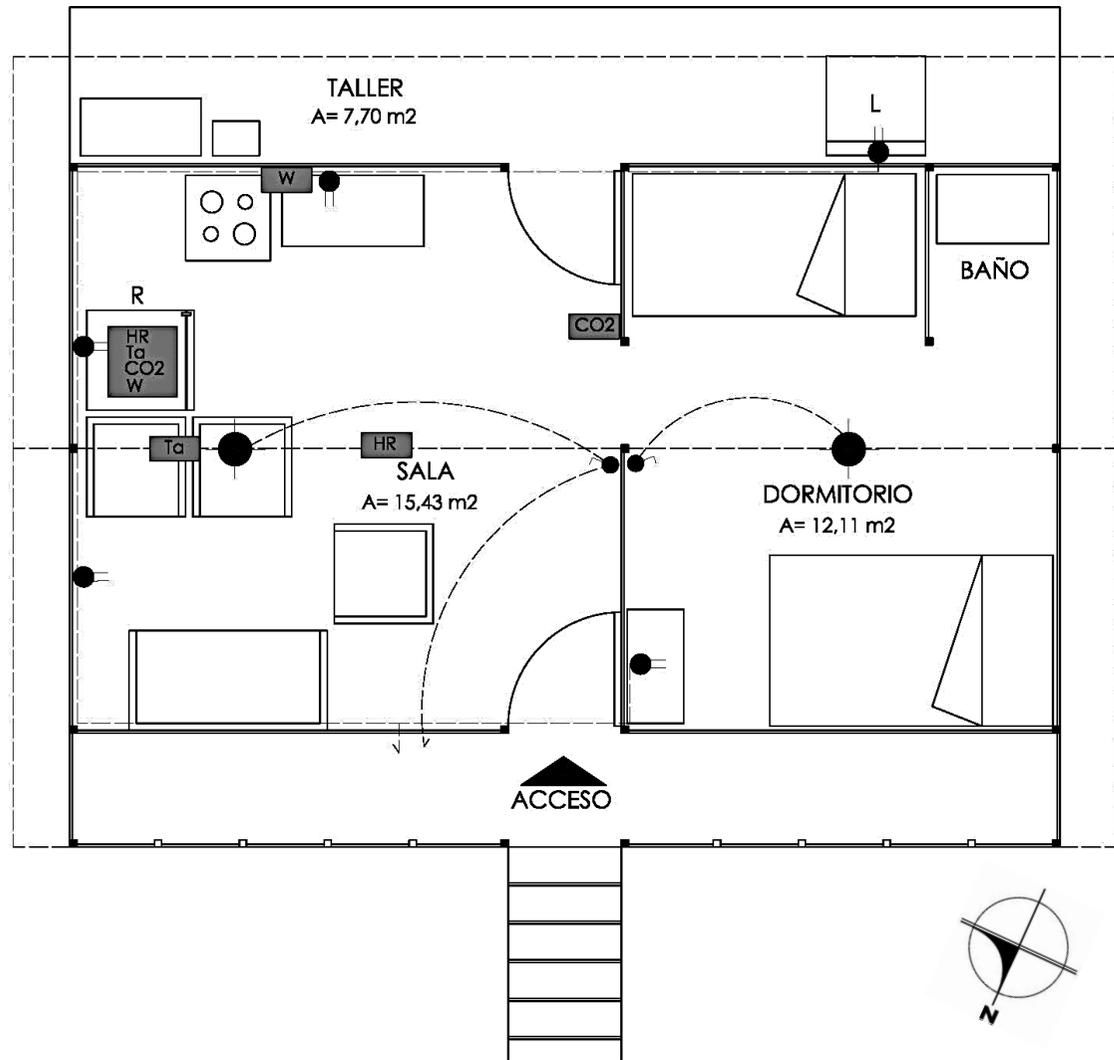
Ta : Temperatura del aire, °C.

HR : Humedad relativa del aire, %.

CO2 : Concentración de dióxido de carbono, ppm.

W : Niveles de radiación, W/m<sup>2</sup>

Imagen 117: Esquema experimental de instalación de equipos de medición.



## RESULTADOS DE LA MONITORIZACIÓN

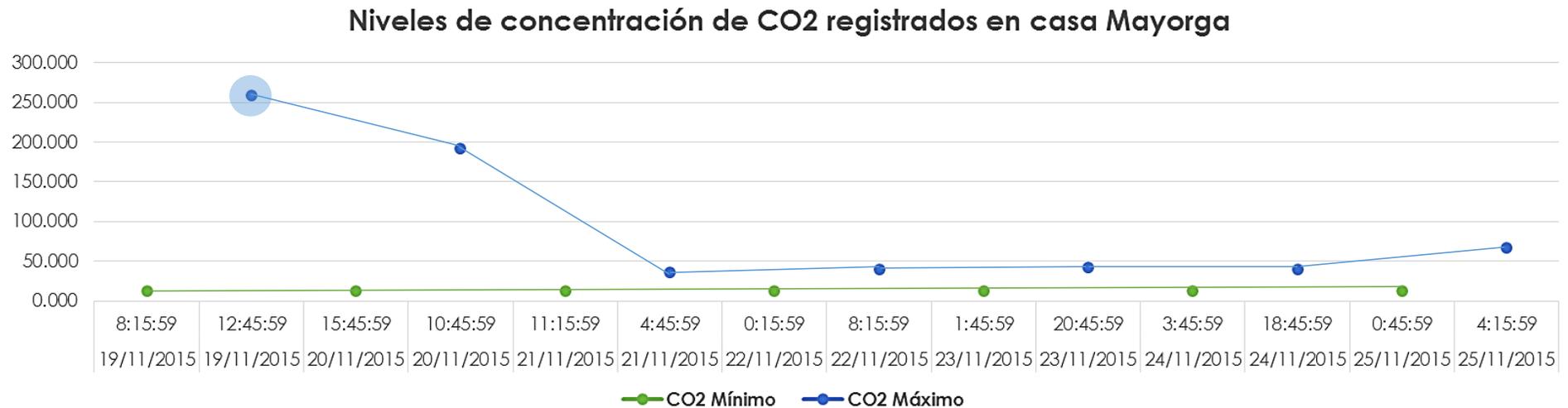


Imagen 118: Día y hora de concentraciones máximas y mínimas de concentración de CO<sub>2</sub>

La concentración mínima de CO<sub>2</sub> registrada en la Casa Mayorga es de 12,207ppm, como una constante durante todos los días del monitoreo; sin embargo, son registrados en diferentes horas. Por su parte, la concentración máxima se registró el día 19/11/2015 a las 12:45 con 259,399ppm. Las concentraciones mínimas no presentaron ningún patrón de comportamiento, observándose en algunos casos altas concentraciones de CO<sub>2</sub> durante la mañana.

Es necesario mencionar que este valor es casi cuatro veces del índice registrado como máximo durante los otros días, debido a la actividad realizada por el propietario del hogar (arreglo de motores de canoas). Sin embargo, y de acuerdo a los parámetros recomendados por Theben, los niveles de concentración máxima de CO<sub>2</sub> se encuentran dentro de los parámetros recomendados (1000ppm).

Temperatura

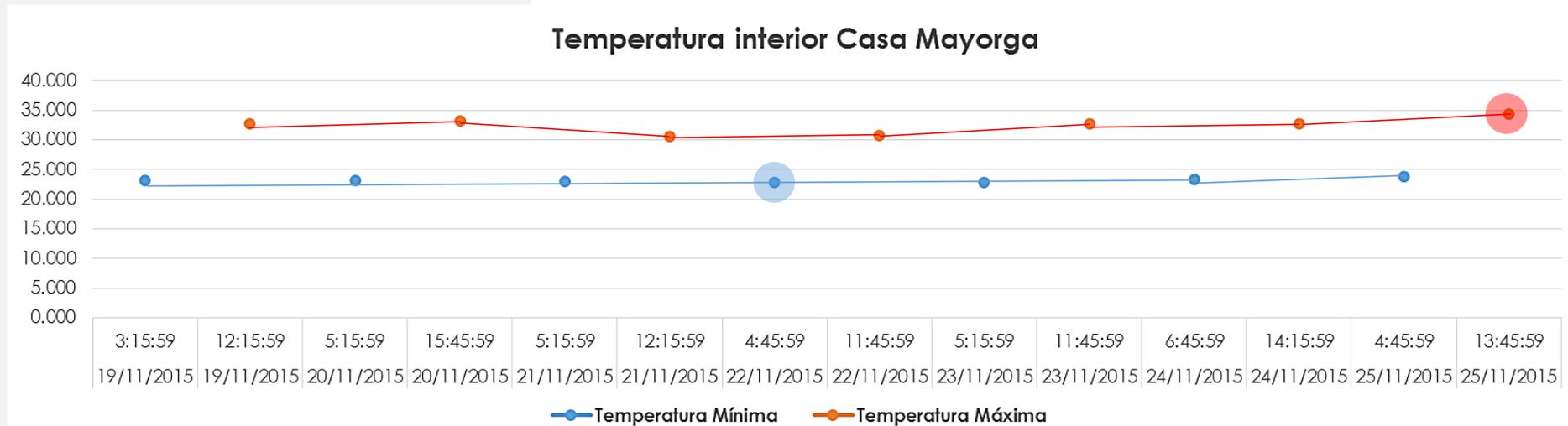


Imagen 119: Día y hora de concentraciones máximas y mínimas de temperatura.

Los resultados de la monitorización de la variable temperatura, muestran el registro mínimo 22.82°C el día 22/11/2015 en horas de la madrugada (4:45), mientras la temperatura máxima es 34.33°C, registrada el día 25/11/2015 a las 13:45. Los registros mínimos diarios de temperatura corresponden a horas de la madrugada, mientras se observó que los registros máximos de temperatura, durante los días de monitorización, se presentan entre las 11:45 y 15:45.

De la misma manera que el caso anterior, los resultados revelan temperaturas muy elevadas que deberán ser controladas con la propuesta de intervención a desarrollar.

## Humedad Relativa

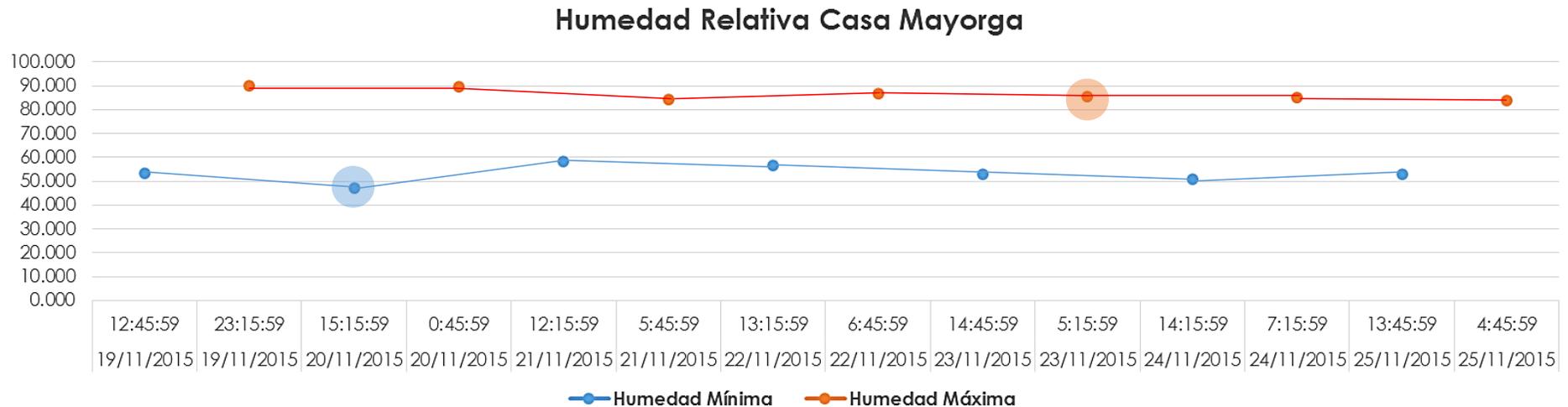


Imagen 120: Día y hora de concentraciones máximas y mínimas de humedad relativa.

El registro mínimo de humedad relativa (44.36%), correspondiente a la vivienda Mayorga, fue identificado el día 20/11/2015 a las 15:45, mientras el máximo porcentaje de humedad (89.94%) fue registrado el día 19/11/2015 a las 23:15. La observación de los mínimos y máximos durante el período de monitorización, muestran un patrón de concentración de mínimos durante la tarde en el período de 12:15 a 15:15, mientras los máximos registros de humedad se presentaron a partir de las 23:15 hasta las 7:15.

Nuevamente, estos resultados, en relación a la humedad óptima para el caso de Babahoyo (47.5%), los resultados revelan una alta concentración de humedad.

Radiación

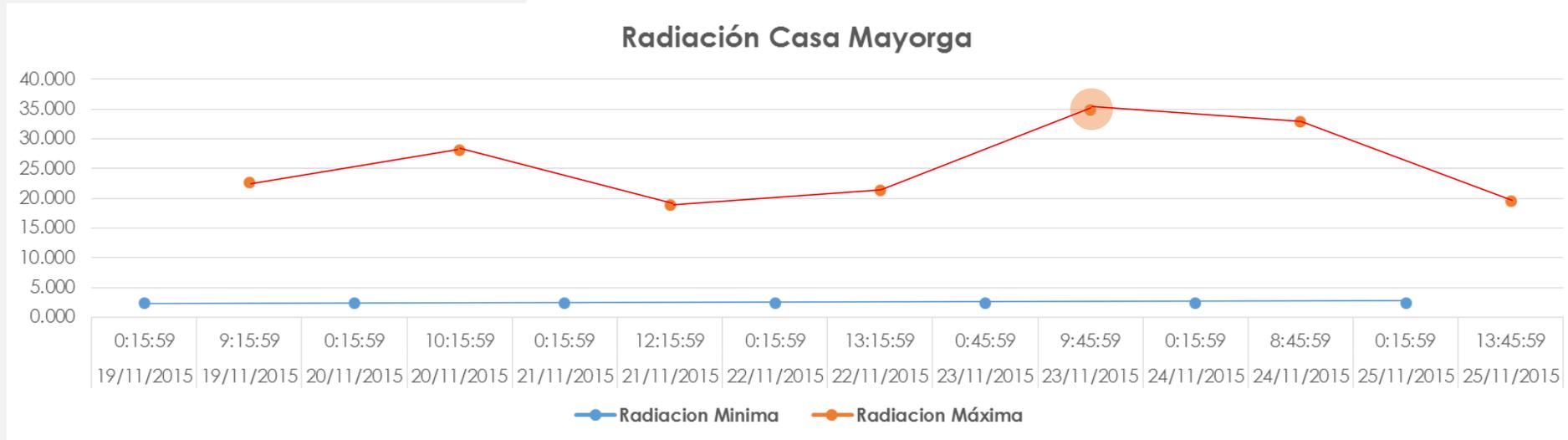


Imagen 121: Día y hora de concentraciones máximas y mínimas de la variable radiación.

Finalmente, en relación al análisis de radiación, se observa el registro mínimo de 2,441W/m<sup>2</sup>, como una constante durante todos los días del monitoreo; sin embargo, son registrados en diferentes horas. Por su parte, el mayor índice de radiación (34,79 W/m<sup>2</sup>) se registró el día 23/11/2015 a las 9:45. Es necesario mencionar que este valor es muy cercano al índice registrado como máximo durante los otros días (32,96 W/m<sup>2</sup>).

Los rangos de radiación deben ser reducidos de tal manera que no incidan en las condiciones de temperatura interior.

### 3.3.7 PERCEPCIÓN SENSORIAL DE LOS OCUPANTES

En adición a los procesos de monitorización desarrollados, se realizó una encuesta (anexo 4) a los propietarios de las viviendas analizadas. La siguiente tabla (4) resume los datos más importantes recabados a través de esta encuesta.

Pregunta	Caso 1	Caso 2
<b>No. ocupantes</b>	5	3
<b>Años ocupando esta vivienda</b>	1-2 años	>5años
<b>Elementos q ajusta o controla personalmente</b>	Cortinas, ventana, puerta exterior	Puerta interior, exterior
<b>Nivel satisfacción de temperatura interior</b>	Muy satisfecho	Muy Satisfecho
<b>Hora de problemas frecuentes</b>	11am-2pm 11pm- 6am	2pm-5pm 11pm-6am
<b>Descripción del malestar</b>	Humedad demasiada alta, corriente de aire de ventanas	Entrada de sol, corriente de aire de ventanas
<b>Nivel de satisfacción con el confort de su vivienda</b>	satisfecho	Muy satisfecho
En ambos casos los encuestados se sienten tan sanos como cualquiera		

Tabla 4: Síntesis de encuesta aplicada

### **3.4. CONCLUSIONES**

El presente apartado ha permitido clarificar las condiciones sociales de los grupos que habitan las edificaciones flotantes en el caso de Babahoyo, siendo grupos predominantemente jóvenes (19-34 años), con una importante presencia de población infantil (0-9 años), y con una ocupación promedio de 4 personas por balsa, hasta 9 en casos excepcionales y limitados recursos económicos.

En cuanto a sus características arquitectónicas (formales, funcionales y tecnológicas), sin duda es un ejemplo de arquitectura vernácula, basada en procesos de autoconstrucción y optimización de recursos materiales locales tales como la balsa, el laurel, la caña. Sin embargo, se observa una precaria condición de los propietarios que los lleva a reutilizar elementos como el zinc y plástico de otras edificaciones, los cuales presentan un elevado estado de oxidación y deterioro. De la misma manera que en Camboya, los elementos de carpintería también son reciclados. Estos, más el uso del color en sus fachadas constituyen los elementos de 'decoración' de la vivienda flotante en estas regiones.

Las funciones más elementales de la vivienda se organizan en espacios mono ambientes y dos ambientes. Presentan un patrón de organización donde las actividades como: dormir y aseo se ubican en el sector este de la vivienda, mientras que, cocinar y estar en el sector oeste, utilizando en la mayoría de los casos la parte posterior para funciones variadas como aseo, lavandería o trabajo. La localización de los accesos (principal y secundario) de manera centralizada, optimizan temas de circulación y potencian la ventilación cruzada.

El estudio de diagnóstico reveló una seria problemática de estado de conservación de las edificaciones flotantes. Esto principalmente debido a las condiciones adversas de su implantación sobre el agua, la cual debilita rápidamente su materialidad predominantemente -madera y caña- y más aún cuando ésta n materialidad o ha sido previamente tratada y el agua con la cual entra en contacto, presenta considerables niveles de contaminación.

Adicionalmente, se han observado de manera constante problemas de aplicación de la técnica constructiva. A pesar de su forma regular, se observan serios problemas en puntos críticos de la construcción en caña como las uniones entre si y las uniones con otros elementos de revestimiento como el zinc (para el caso de la cubierta). La falta de sistemas de arriostramiento y los continuos movimientos a los que se encuentra expuesta la edificación, por su implantación sobre el agua, generan serios problemas de estabilidad, por lo cual las recomendaciones a desarrollar en el siguiente capítulo deberían orientar de manera general el mejoramiento de esta práctica, sin comprometer la capacidad de auto-construcción que actualmente presente los ocupantes.

Estas malas prácticas en diseño, sin duda guardan relación con la problemática identificada en torno a las condiciones del ambiente interior monitorizado. Los dos casos analizados revelan problemas de elevadas temperaturas, humedad relativa y niveles de radiación que afectan la sensación de confort interior. La encuesta de percepción sensorial realizada a los ocupantes coincide en las horas más difíciles de ocupación interior (entre 11am y 2pm) debido principalmente a la incidencia de sol, altos niveles de humedad y vientos (11pm y 6am), para lo cual también se deberán establecer sugerencias en el siguiente capítulo.



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
Educamos para el desarrollo

# **CAPITULO 4**

## **PROPUESTA**



## 4. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN ARQUITECTURA FLOTANTE

### INTRODUCCIÓN



Imagen 122: Arquitectura flotante de Babahoyo

*"El mirar hacia atrás nos permite encontrar elementos de diseño y constructivos y nos da la posibilidad de reinterpretar y potencializar en una arquitectura contemporánea" (Yépez 2012).*

Del capítulo anterior se desprenden algunas determinantes para la propuesta referidas a aspectos del contexto físico inmediato, socio-económicos de los ocupantes, y aspectos constructivos de la edificación flotante. Se presenta una propuesta detallada en relación a los aspectos constructivos que garantiza la estabilidad de las edificaciones flotantes, potencia los recursos de personalización de las viviendas utilizados actualmente (color y elementos de carpintería) y mejora las condiciones del ambiente interior. Además, se incluyen recomendaciones de mantenimiento continuo para alargar la vida útil de la edificación flotante. Se trata de estrategias de bajo costo económico, que aprovechen los recursos locales y que socialmente puedan ser aceptadas y desarrolladas por los propios ocupantes, facilitando los procesos de autoconstrucción que actualmente caracterizan este tipo de edificaciones. Por tratarse de vivienda económica, se parte de la utilización de áreas mínimas q respondan a las funciones básicas identificadas en el estudio de diagnóstico, con áreas promedio de 16m<sup>2</sup> y de conformación espacial única o mono espacio que se adaptan según el transcurrir del día.

## Capítulo IV. PROPUESTA

### 4.1. CONTEXTO

La intervención en el contexto y específicamente en las edificaciones flotantes debe ser entendida de forma integral, es decir, debe potenciar su valor paisajístico, constructivo y social. Sin embargo esta labor involucra diferentes campos de acción para futuras investigaciones, y el presente trabajo se centra únicamente en un elemento de toda esta complejidad constructiva, cultural y paisajística profundizando en las soluciones en el ámbito arquitectónico constructivo y brevemente mencionando algunas sugerencias en torno al contexto y aspectos socio-económicos.

La riqueza paisajística del conjunto puede ser potenciada mediante la recuperación de las márgenes del río con el uso de vegetación propia del sector, con especies nativas tales como palmera real, laurel, ceibo, albahaca, jigua, matapalo, caucho, helechos y bejuco de agua o frutales como mandarina, limón, pomarosa, toronja, pomelo entre otros. La vegetación contribuirá a un embellecimiento de las riveras del río, la presencia de aves y funcionalmente favorecerá la creación de pantallas de viento, zonas de sombras y protección contra radiación de las áreas y viviendas cercanas. En efecto, éste es uno de los recursos sugeridos por Nurnberg et. al (1982) para controlar las condiciones al interior de la edificación en el litoral ecuatoriano, donde: “la irradiación produce la evaporación de la savia en la superficie de las hojas, lo que a su vez, como proceso endotérmico refresca el ambiente. Pero aquel mismo proceso genera la convección térmica del aire, que constituye una ventilación natural” (1982:216).

Por otro lado, ante la presencia de agentes contaminantes del río derivados de las áreas correspondientes a baños en las viviendas flotantes y letrinas instaladas a manera de “equipamiento” común para residentes en las orillas (imagen 123), la solución más efectiva y económica será emplazar estos servicios (baños) a manera



Imagen 123: Letrina sobre el río Babahoyo



Imagen 124: Contaminación por desechos

de baterías sanitarias comunes en tierra firme, las cuales estarían conectadas al actual sistema de recolección de aguas servidas de la ciudad, de tal manera que sirvan tanto para los residentes de edificaciones flotantes como los de las riberas.

Respecto a la contaminación derivada de las áreas de cocina de las viviendas flotantes (imagen 124), se sugiere emprender una iniciativa de captación y reciclaje de estos residuos que podrían ser comercializados para la alimentación de cerdos. De reducirse los niveles de contaminación del río, se contribuiría a la reducción de enfermedades de las personas que habitan en este sector, la prolongación del tiempo de vida útil de las estructuras de madera que soportan las edificaciones y la recuperación de un área de recreación como se ha concretado en otros países (Holanda, EEUU, entre otros), donde hoy este recurso –río- es utilizado como un medio de subsistencia de fauna, movilización y área de esparcimiento.

Se deberá además incluir e inculcar nociones básicas de respeto al medio ambiente emprendiendo una campaña de concientización sobre los residuos de baños y cocina vertidos al río actualmente que son fuente de problemas de salud.

#### **4.2. ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS**

La observación y entrevistas realizadas a los ocupantes de este tipo de edificaciones muestran como la austeridad, les ha conducido a utilizar recursos propios del lugar como la madera y la caña guadua, de la mano de materiales reciclados como carpinterías y recubrimientos de cubierta. En este sentido, la propuesta conserva (no sustituye) estos materiales, considerados de origen vegetal y de fácil extracción en el lugar donde es utilizado, e incorpora algunas recomendaciones que buscan maximizar su período de vida útil al mismo tiempo que controla posibles defectos de construcción, como se observa en el análisis de aspectos constructivos (4.3.).

## Capítulo IV. PROPUESTA

### 4.3. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

#### a) Orientación

La orientación de la edificación, su diseño o forma arquitectónica, los materiales utilizados y su interacción con factores climáticos como el sol y vientos dominantes, resultan determinantes para las condiciones de confort térmico interior, amortiguando, desfasando y/o almacenando calor de diversas fuentes.

Respecto a la orientación en relación al sol, para el caso de Ecuador (latitud 0) se considera la orientación este-oeste como la de mayor aprovechamiento de la energía solar, lo que según Celleri et.al (1982) representa un radiación en muros entre 1.5 a 3 veces mayor que las caras con orientación norte-sur. Por lo tanto, para este caso se sugiere conservar la orientación actual, norte-sur para las fachadas de mayor longitud. Las ventanas no estarán en sentido este-oeste a fin de evitar calentar otras partes de la edificación.

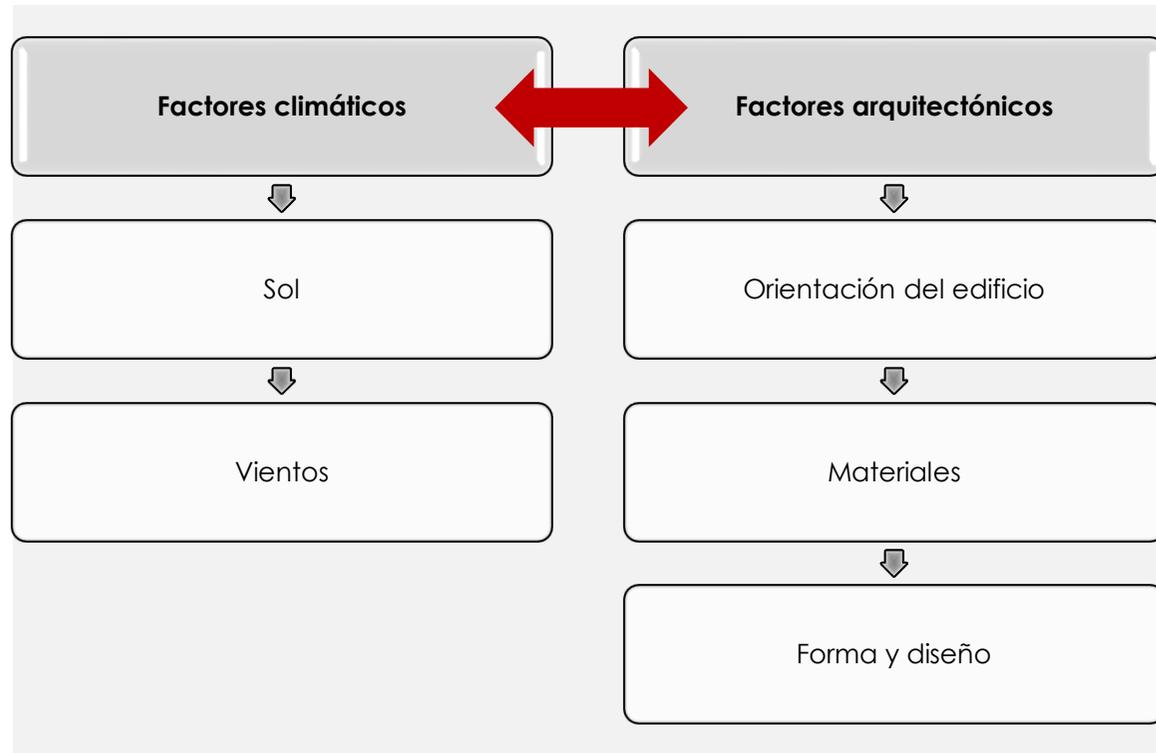


Imagen 125: Interacción factores arquitectónicos y climáticos

Por otro lado, la ventilación sirve para la renovación del aire (extraer aire del interior y sustituirlo por aire nuevo del exterior) y para controlar la temperatura de un ambiente. En efecto, el movimiento del aire puede favorecer la sensación de un ambiente fresco en ambientes calurosos o también incrementar el riesgo de condiciones demasiado frías. Se distinguen tres tipos de sistemas de ventilación: i) mecánica o artificial; ii) espontánea, que se realiza por infiltración a través de muros; iii) natural, provocada por apertura de puertas, ventanas (Celleri et.al 1982). En el caso de las viviendas flotantes del río Babahoyo se aprovecharan los vientos dominantes a través de ventilación espontánea y la orientación de vanos de puertas y ventanas en esta dirección (oeste-este).

## Capítulo IV. PROPUESTA

### b) Materiales

Los materiales que actualmente componen la edificación flotante de Babahoyo son: **b.1. Madera balsa**, en contacto permanente con el agua, **b.2. Madera de laurel** utilizada en pisos, estructuras de soporte (vigas y columnas) y carpinterías; **b.3. Caña Guadua**, utilizada en estructura y revestimientos y finalmente **b.4. Zinc**, como material de recubrimiento de cubiertas. La presente propuesta conserva esta materialidad, e incorpora un análisis de sus características y potencialidades.

#### b.1. Madera Balsa

Se denomina madera balsa a la madera del balso (*Ochroma pyramidale*), árbol que crece en la selva subtropical del Ecuador, así como en México, Costa Rica, Perú, Bolivia y Brasil. Ecuador la exporta a varios países, favorecido por las condiciones geográficas y climáticas de la cuenca baja del río Guayas que hacen que el balso ecuatoriano tenga mayor desarrollo y calidad que en el resto del mundo.

En el caso de la provincia de Los Ríos, el cultivo de la balsa es considerado una alternativa de producción rentable, según boletín de la Prefectura de Los Ríos (2015) *“Es uno de los cultivos que pide poco para su mantenimiento y se adapta a cualquier tipo de suelo”*, sin embargo, algunos expertos recomiendan suelos profundos de origen aluvial, con buena aireación y en ningún caso anegado, o bien en suelos arenosos o levemente arcillosos, producto de la meteorización de rocas ricas en bases.

Actualmente, la Prefectura de los Ríos promueve un proyecto denominado “Siembra Balsa”, el mismo que para el año pasado alcanzó a cubrir cerca de mil hectáreas en la provincia. Los cantones de mayor producción son Ventanas, Valencia y Mocache (imagen 126), lo cual garantiza una producción y acceso permanente a este material, en este contexto.



Imagen 126: Emprendimientos productivos de la provincia de Los Ríos.

### **b.2. Madera Laurel**

El laurel es una especie nativa de los bosques primarios y secundarios de la Costa y Amazonía ecuatorianas. Pertenece a la familia *Boraginaceae*, de nombre científico *Cordia alliodora*. La especie tiene su óptimo desarrollo en suelos profundos, franco arenosos y franco arcillosos, bien drenados, de preferencia aluvial con ceniza volcánica reciente, sin capas endurecidas ni agua freática permanente a poca profundidad y rico en materia orgánica. Soporta suelos alcalinos, neutros y ligeramente ácidos, se comporta mejor en estos últimos (pH de 4.5 a 6.5). Es una especie de rápido crecimiento, principalmente en las zonas más húmedas.

En la vivienda flotante, la madera de laurel es utilizada actualmente en elementos estructurales (pilares y cubiertas) así como en elementos de carpintería como pisos, puertas y ventanas, sin embargo la propuesta maximiza la utilización de caña en elementos estructurales y optimiza el uso del laurel para elementos de carpintería.

### **b.3. Caña Guadua**

La *Guadua angustifolia Kunth* es una de las muchas especies del bambú. La guadua es la especie más utilizada de los bambús en América Latina, donde se encuentran plantaciones de esta especie, principalmente, en el eje cafetero de Colombia. Aunque las especies del bambú crecen en distintas clases de tierra, que no sean muy ácidas o alcalinas, sin embargo y por lo general, el bambú necesita terrenos con buenas condiciones de drenaje y que no sean pantanosos. Por otro lado, los bosques de bambú necesitan abundantes cantidades de agua. La calidad de los troncos fuertes y la rapidez de su crecimiento dependen mucho de la selección de los terrenos. Los tipos de bambú de Latinoamérica no son únicamente los más resistentes a los insectos o mohos, sino también los más fuertes. El rápido crecimiento del bambú lo hace económicamente muy competitivo.

## Capítulo IV. PROPUESTA

La sección del tronco es cilíndrica, igual que un tubo, con particiones transversales a intervalos regulares que evitan el pandeo del tronco. En el litoral ecuatoriano es el material característico de la arquitectura vernácula y en la actualidad su uso ha sido extendido a viviendas de clase alta y proyectos turísticos como hoteles y restaurantes.

En el caso de la vivienda flotante, la caña guadua será utilizada para la conformación del sistema estructural y recubrimiento de paredes, teniendo en cuenta que este tipo de construcción ligera, se calienta fácilmente porque los muros tienen poca masa, y se enfrían de la misma manera debido a que los materiales no almacenan calor.

Esta limitación, puede ser superada con una correcta orientación de la edificación, orientación y tamaño de vanos y finalmente la correcta instalación de la caña picada como piel de la edificación.

PARTE	DESCRIPCION	UTILIZACION
<b>Copa</b>	Es la parte apical de la guadua, con una longitud entre 1.20 a 2.0 metros.	Se pica en el suelo del guadual como aporte de materia orgánica
<b>Varillon</b>	Sección de menor diámetro. Su longitud tiene aproximadamente 3.0 metros	Generalmente se utiliza en la construcción como apuntalamientos y como soporte (correa) para disponer tejas de barro o paja.
<b>Sobrebasa</b>	El diámetro es menor y la distancia entre nudos es un poco mayor comparada con la basa. La longitud es de aproximadamente 4.0 metros.	Utilizada como elemento de soporte en estructuras de concreto de edificios en construcción (puntal).
<b>Basa</b>	Parte de la guadua que posee mayores usos, debido a que su diámetro es intermedio y la distancia entre nudos es mayor que en la cepa; tiene una longitud aproximada de 8.0 metros	Si el tallo es de buen diámetro se utilizan también para columnas, además de esta sección se elabora la esterilla, la cual tiene múltiples usos en la construcción. Es el tramo más comercial de la Guadua.
<b>Cepa</b>	Es la sección base del culmo con mayor diámetro, la distancia de sus entrenudos es corta, lo cual le proporciona una mayor resistencia. Su longitud es aproximadamente de 3.0 metros	Se utiliza para columnas y refuerzos en construcción. Tiene buen comportamiento a esfuerzos de flexión, gracias a la corta distancia entre nudos.
<b>Rizoma</b>	Es el tallo subterráneo, que conforma el soporte de la planta. Las raíces o rizomas se pueden encontrar hasta 2.0 m de profundidad.	En decoración, muebles, artesanías de mayor dimensión y juegos infantiles.

Imagen 127: Partes de la planta de caña guadua y su utilización en la construcción.

**CUADRO COMPARATIVO DE CARACTERISTICAS GENERALES.**



<b>TIPO</b>	<b>liviana</b>	<b>liviana, blanda.</b>	<b>pesada, duras</b>
<b>DENSIDAD</b> Suele indicar propiedades mecánicas puesto que cuanto más densa es la madera, es más fuerte y dura.	0.10 – 0.15 g/cm <sup>3</sup>	0.29-0.46 g/cm <sup>3</sup>	>0.71g/cm <sup>3</sup> - 0.83 g/cm <sup>3</sup>

## Capítulo IV. PROPUESTA

### DURABILIDAD

Es la propiedad de la madera de permanecer física y químicamente sana, o con sus características originales, frente a la acción de distintos agentes perjudiciales.

**Baja.** Se pudre con facilidad, muy susceptible al ataque de insectos, (escarabajos de la clase *Ambrosia* cuerno largo y *Lyctidae*), hongos termitas.

**Alta.** Es moderadamente durable a durable en contacto con el suelo.

**Alta.** Depende de un buen mantenimiento. Con adecuado tratamiento hasta 30 años.

### CORTE ALTURA DIÁMETRO USOS

4-7 años  
25-30m  
75-90cm  
Material aislante en los barcos de transporte de gases licuados; aislante cámaras frigoríficas y otros sistemas de refrigeración; aislante acústico maquetas arquitectónicas, aeromodelismo, elementos flotadores, embalajes especiales, tableros listonados.

15 años  
40m  
100cm  
Demandada en las industrias y artesanías del mueble, enchapes decorativos; vigas, columnas, elementos estructurales, construcción de botes; cubiertas, entablados, etc. Lanchas y botes, construcción naval; madera para muelles y embarcaderos, ebanistería; gabinetes, puertas.

4-5años  
20m  
12cm  
Elemento estructural de construcciones, cerramientos y particiones, andamios, encofrados y postes para cultivos, muebles, artesanías, pisos. Caña picada se emplea para forrar lo paneles estructurales de madera, paneles autoportantes.



**OBSERVACIONES**

La mejor madera es de color blanco, algunas veces con un ligero tinte rosado, de grano recto, muy lustrosa y suave y aterciopelado al tacto. Es de textura ligeramente gruesa, fácil de trabajar. Es poco conductora del calor. No se puede cepillar y no sostiene los clavos ni los tornillos.

Una construcción de bambú necesita una protección por diseño que asegure que este material no reciba directamente ni humedad, ni rayos directos del sol. Bajo costo, flexibilidad en diseño y construcción, mínimo de tecnología, rápida construcción y poco tiempo de montaje.

Tabla 5: Síntesis comparativa de características generales de maderas y caña guadua presentes en la vivienda flotante de Babahovo.

## Capítulo IV. PROPUESTA

### b.4. Zinc

La introducción de láminas de zinc como material de recubrimiento en cubiertas surgió en principio asociado al sector industrial, sin embargo en la actualidad, su uso es cada vez más visible en viviendas. Esta situación es atribuida a la fácil instalación, bajo costo y accesibilidad a este material.

Las planchas de zinc de origen reciclado, usadas en las viviendas flotantes de Babahoyo tienen ondas las cuales sirven de canal para la evacuación de las aguas lluvias. Su instalación se realiza sobre una estructura de madera o caña con clavos como medio de fijación.

Así, se cumple con la función de proteger el espacio interior y sus ocupantes, de las situaciones climáticas como lluvia, viento, polvo, etc., sin embargo, como se indicó en el capítulo anterior, la cubierta es uno de los componentes determinantes de las condiciones ambientales al interior de la edificación. Tratándose de transferencia de calor y por sus propiedades físicas de excelentes conductoras, las cubiertas con láminas de zinc no son justamente las más idóneas en climas cálidos y húmedos, como el caso del presente estudio. Adicionalmente se observó que en el caso de las balsas de Babahoyo, la cubierta presenta problemas de oxidación y defectuosa aplicación de la técnica de instalación utilizada.

Por tal razón se incluye a continuación un apartado específico donde se analizan diferentes alternativas para impedir y reducir el paso del calor al interior de la vivienda flotante y al mismo tiempo facilitar la evacuación del aire caliente que tiende a acumularse en la parte superior por ser menos denso.

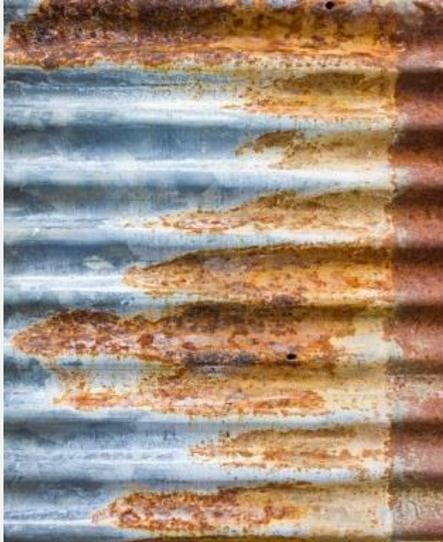


Imagen 131: Láminas de zinc, usado como recubrimiento de cubierta

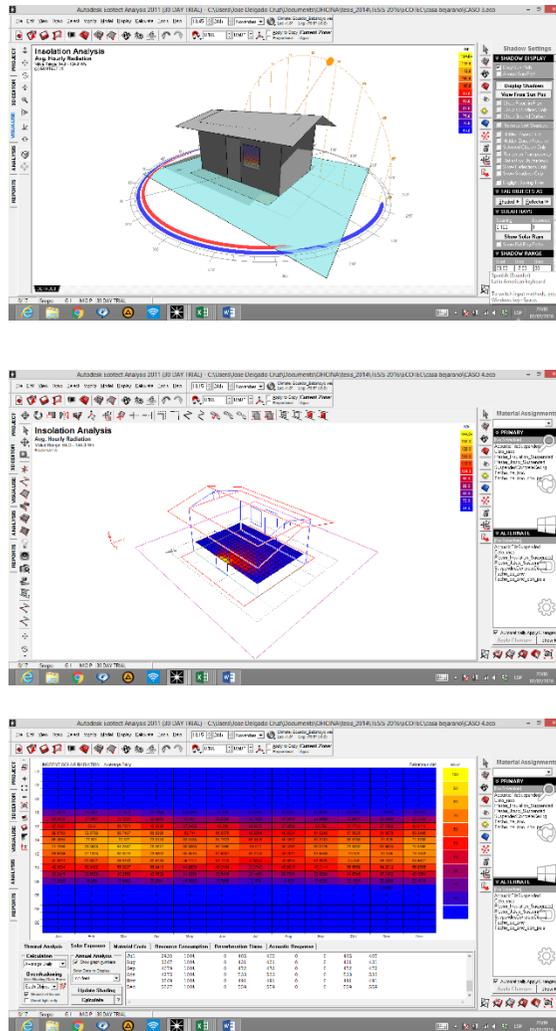


Imagen 132: Análisis vivienda flotante. Simulador de escenarios ECOTEC

#### 4.4. ANÁLISIS DE CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Para la evaluación de condiciones ambientales interiores se ha utilizado el software Autodesk ECOTECT, el cual ofrece la posibilidad de construir simulaciones y análisis del comportamiento de una edificación en términos de temperatura interior, humedad relativa, entre otros factores ambientales, en base a la orientación, ubicación geográfica, forma y proporción, radiación directa, inercia térmica de los materiales, características de aislamiento, puentes térmicos, entre otros.

De acuerdo con Díaz (2012) *“El tejado ideal del clima cálido (o en situación de verano en climas templados), debe absorber la menor cantidad posible de calor y ofrecer una resistencia casi total a la corriente calórica. Pero precisamente esta es la principal debilidad de las cubiertas metálicas de zinc, puesto que propician todo lo contrario al conducir rápidamente el calor hacia el interior.”* Este análisis intentara corregir la debilidad de esta tipología reduciendo la transmisión de calor y por tanto, el efecto de discomfort térmico que perciben los usuarios, a través de estrategias de protección térmica complementarias basadas en estudios previamente validados, para otros contextos de similares características como el desarrollado por Díaz (2012).

Según Nurnberg (1982) *“En cuanto al material de recubrimiento se observa una notable variedad. Eso se debe a dos factores: el primero es el hecho de que se utiliza el material que se encuentra más a la mano...el resultado es que el cultivo de la región determina el recubrimiento: así en los arrozales será la paja de arroz y en los cañaverales las hojas de caña de azúcar”.* La paja de arroz tiene buenas propiedades que la hacen interesante para la bioconstrucción, es más resistente mecánicamente que la paja de trigo, es también más hidrófoba y se descompone difícilmente, por tanto es una buena fibra en combinación con la tierra en formas tradicionales de construcción como el adobe. En nuestro caso de estudio, y en acuerdo con Nurnberg (1982), se propone el uso de este material como aislante térmico de la cubierta de zinc hacia el interior de la vivienda.

## Capítulo IV. PROPUESTA

El destino final que le dan las empresas o pequeños agricultores a este material luego de su cosecha es la quema por lo que, al reutilizarlo se estaría contribuyendo al medio ambiente además de hacer uso de un material proveniente de fuentes naturales.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO), la producción de arroz en el Ecuador ocupa el puesto No. 26 a nivel mundial (2010). De acuerdo a los datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca del Ecuador y el Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria, para el año 2009 de superficie disponibles señalan aproximadamente 371 mil hectáreas sembradas de arroz en el territorio nacional.

La mayor área sembrada de arroz en el país está en la Costa. Apenas dos provincias, Guayas y Los Ríos, representan el 83% de la superficie sembrada de la gramínea en el Ecuador. En cuanto a la producción, de forma correspondiente, Guayas y Los Ríos tienen el 47% y 40% respectivamente, por lo que se estaría garantizando el suministro de esta fibra vegetal para sus aplicaciones en el ámbito de la construcción en esta región del país.

Con la información meteorológica de Babahoyo, correspondiente a los días y horas en que se registraron las temperaturas y humedad relativa más críticas (min 22.86° 22-11-2015 y máx. 36.13 24-11-2015) de la edificación flotante durante el diagnóstico, se pudo evaluar el comportamiento térmico de manera comparativa entre los escenarios hipotéticos:

- a. Escenario 1: Cubierta de zinc, con extensión de aleros de zinc
- b. Escenario 2: Cubierta de zinc con aleros extendidos y con paja de arroz como aislante térmico interior.
- c. Escenario 3: Cubierta de zinc con aleros extendidos y con cámara de aire ventilada
- d. Escenario 4: Cubierta de zinc con aleros extendidos, paja de arroz como aislante térmico interior y cámara de aire ventilada.

Babahoyo se ubica en una latitud  $-1.8166^\circ$ , longitud  $79.5166^\circ$ , altura sobre el nivel del mar 11msnm. De acuerdo a la simulación de datos generada por el programa ECOTEC, se observó que la temperatura promedio para el 19 de noviembre 2015 fue de  $28.19^\circ \text{C}$ , en tanto que la humedad relativa para la ciudad con valores medios de 69.54%.

La tipología de la edificación flotante muestra una cubierta a dos aguas, para el caso de análisis de base  $3,5 \times 5\text{m}$ , para un área de cobertura de  $17.5 \text{m}^2$ . En sección la altura entre el forjado horizontal y la cumbrera es de 0.70 m.

Se toman la orientación de implantación de la cubierta alineando el eje de su cumbrera con el eje Este-Oeste, correspondiente a las orientaciones más favorables para las edificaciones en estos climas.

- ✓ Temp. Ext= Temperatura exterior según ECOTEC
- ✓ Temp. Int= Temperatura interior monitoreada in situ
- ✓ Temp. Inte Cx= Temperatura interior obtenida tras las modificaciones propuestas

## Capítulo IV. PROPUESTA

### a) Escenario 1: Cubierta de zinc con extensión de aleros de zinc = 80cm



Imagen 133: Cubierta zinc con prolongación de aleros

El primer escenario de análisis evalúa los cambios de comportamiento de la temperatura al interior de la vivienda flotante "tipo" diseñada, incorporando la variación de longitud de aleros a 80cm.

Los resultados muestran la efectividad de esta intervención, ya que se mejora la baja temperatura durante la madrugada del 22 de noviembre, sin modificar la temperatura máxima registrada durante la tarde.

De la misma manera, la prolongación del alero reduce considerablemente la temperatura máxima monitoreada el 24 de noviembre a las 13:45 de 36,13° a 28,7°.

**FECHA: 22 DE NOVIEMBRE DEL 2015**

	Temp. Ext. °C (ECOTEC)	Temp. Int. °C (Monot.)	Temp. Int. °C Caso 1
Temp. Min. (04h15)	20,4	22,86	25,3
Temp. Máx. (16h15)	30,2	30,48	30

**FECHA: 24 DE NOVIEMBRE DEL 2015**

	Temp. Ext. °C (ECOTEC)	Temp. Int. °C (Monot.)	Temp. Int. °C Caso 1
Temp. Min. (06h45)	21,2	23,34	25,2
Temp. Máx. (13h45)	30,7	36,13	28,7

Tabla 6: Análisis variación temperatura escenario 1.

**b) Escenario 2:** Cubierta de zinc con aleros extendidos y con paja de arroz como aislante térmico interior.

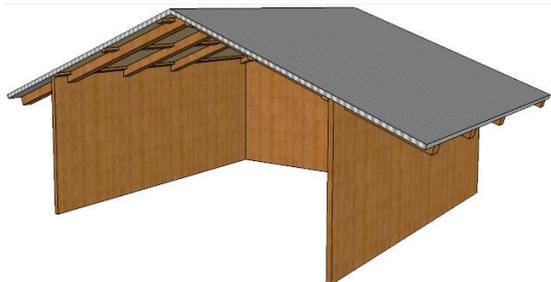


Imagen 134: Cubierta zinc con aleros extendidos y paja de arroz como aislante térmico

Es una medida recomendada en caso de que no sea posible ventilar la cubierta. Se trata de la segunda opción para contrarrestar la rápida transmisión del calor de las cubiertas metálicas. Para aminorar los costos de un sistema de aislamiento se ha seleccionado el uso de paja de arroz, material abundante y de fácil obtención en la localidad, con un espesor no mayor a 3cm, colocada al interior de la cubierta.

Los resultados muestran la efectividad de la propuesta al mejorar la baja temperatura durante la madrugada del 22 de noviembre, pero con el inconveniente de incrementar la temperatura máxima registrada durante la tarde.

De la misma manera, la inclusión de la paja de arroz, contribuye a reducir considerablemente la temperatura máxima monitoreada el 24 de noviembre a las 13:45 de 36,13° a 31°, pero sin llegar a los resultados obtenidos en el escenario 1.

**FECHA: 22 DE NOVIEMBRE DEL 2015**

	Temp. Ext. °C (ECOTEC)	Temp. Int. °C (Monot.)	Temp. Int. °C Caso 2
Temp. Min. (04h15)	20.4	22.86	24.4
Temp. Máx. (16h15)	30.2	30.48	31.6

**FECHA: 24 DE NOVIEMBRE DEL 2015**

	Temp. Ext. °C (ECOTEC)	Temp. Int. °C (Monot.)	Temp. Int. °C Caso 2
Temp. Min. (06h45)	21.2	23.34	24.2
Temp. Máx. (13h45)	30.7	36.13	31

Tabla 7: Análisis variación temperatura escenario 2.

## Capítulo IV. PROPUESTA



Imagen 135: Cubierta zinc con prolongación de aleros, ventilación compuesta por cámara de aire con dos ventanillas y aberturas en la base.

**c) Escenario 3:** Cubierta de zinc con aleros extendidos y cámara de aire ventilada.

El tercer escenario evalúa la efectividad de construir una cámara de aire ventilada, considerada una de las soluciones más efectivas para evitar que la temperatura superficial del cielorraso se eleve demasiado afectando así la sensación térmica que experimentan los usuarios al interior de la vivienda. La cámara de aire ventilada es descrita como un área vacía, no transitable, entre la sección del cielorraso y el cumbrero de la cubierta, de tal manera que el aire en el espacio interior funciona como un disipador del calor que es irradiado por el metal. El cielorraso tendrá un espesor <1cm por el material a utilizar (caña picada). Los huecos de ventilación lo componen dos ventanillas de 0.4 x 0.40 m y aberturas en la base de la cubierta de 0.15 cm de altura y ancho igual al perímetro de la cubierta.

Los resultados muestran la efectividad de la propuesta al mejorar la baja temperatura durante la madrugada del 22 de noviembre, sin modificar la temperatura máxima registrada durante la tarde.

De la misma manera, la inclusión de la cámara de ventilación, mejora la baja temperatura durante la madrugada del 24 de noviembre, y reduce considerablemente la temperatura máxima monitoreada a las 13:45 de 36,13° a 30,1°

**FECHA: 22 DE NOVIEMBRE DEL 2015**

	Temp. Ext. °C (ECOTEC)	Temp. Int. °C (Monot.)	Temp. Int. °C Caso 2
Temp. Min. (04h15)	20.4	22.86	26.8
Temp. Máx. (16h15)	30.2	30.48	30.5

**FECHA: 24 DE NOVIEMBRE DEL 2015**

	Temp. Ext. °C (ECOTEC)	Temp. Int. °C (Monot.)	Temp. Int. °C Caso 2
Temp. Min. (06h45)	21.2	23.34	26.6
Temp. Máx. (13h45)	30.7	36.13	30.1

Tabla 8: Análisis variación temperatura escenario 3.



Imagen 136: Cubierta zinc con prolongación de aleros, paja de arroz como aislante térmico interior y cámara de aire ventilada.

**d) Escenario 4:** Cubierta de zinc aleros extendidos, paja de arroz como aislante térmico interior y cámara de aire ventilada.

Finalmente se evalúa una situación que incluye las tres propuestas anteriores.

Los resultados muestran la efectividad al mejorar la baja temperatura durante la madrugada del 22 de noviembre, sin modificar la temperatura máxima registrada durante la tarde.

De la misma manera, mejora la baja temperatura registrada durante la madrugada del 24 de noviembre, además de reducir notablemente la temperatura máxima registrada durante la tarde. Sin embargo, se observa que estos resultados presentan el mismo comportamiento que el escenario 3 que no incluye paja de arroz como aislante térmico, lo que advierte una despreciable función de esta solución en combinación con las otras.

**FECHA: 22 DE NOVIEMBRE DEL 2015**

	Temp. Ext. °C (ECOTEC)	Temp. Int. °C (Monot.)	Temp. Int. °C Caso 2
Temp. Min. (04h15)	20.4	22.86	26.8
Temp. Máx. (16h15)	30.2	30.48	30.5

**FECHA: 24 DE NOVIEMBRE DEL 2015**

	Temp. Ext. °C (ECOTEC)	Temp. Int. °C (Monot.)	Temp. Int. °C Caso 2
Temp. Min. (06h45)	21.2	23.34	26.6
Temp. Máx. (13h45)	30.7	36.13	30.1

Tabla 9: Análisis variación temperatura escenario 4.

## Capítulo IV. PROPUESTA

### 4.4.1. RESULTADOS DEL ANALISIS DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES.

La temperatura interior más baja registrada durante el periodo de monitoreo corresponde a 22.86°C el 22 de noviembre a las 04:15, en ese mismo momento del día se registra una temperatura exterior de 20.4°, lo cual indica que la temperatura más abrigada es al interior pero sin acercarse a la zona de confort (24°).

Por otro lado, la temperatura interior más alta registrada durante el periodo de monitoreo corresponde a 36.13°C en la hora más caliente del día, las 13:45 el 24 de noviembre en ese mismo momento del día se registra una temperatura exterior de 30.7° lo cual indica una clara necesidad de desarrollar alternativas que controlen el stress térmico interior.

Las imágenes muestran de manera comparativa el comportamiento de los diferentes escenarios planteados para mejorar la temperatura mínima y máxima registrada en estos dos días y así determinar la medida más apropiada para las viviendas flotantes.

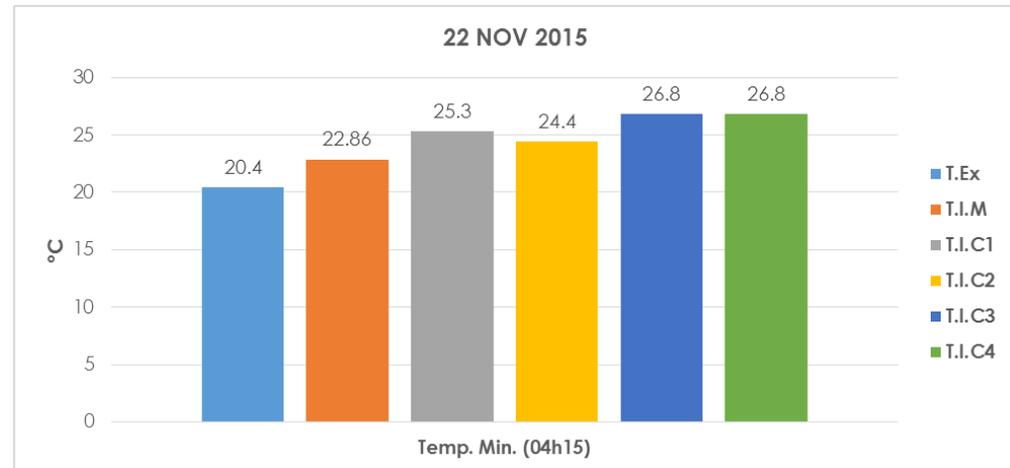


Imagen 137: Gráfica comparativa de variación de temperatura mínima 22-nov.

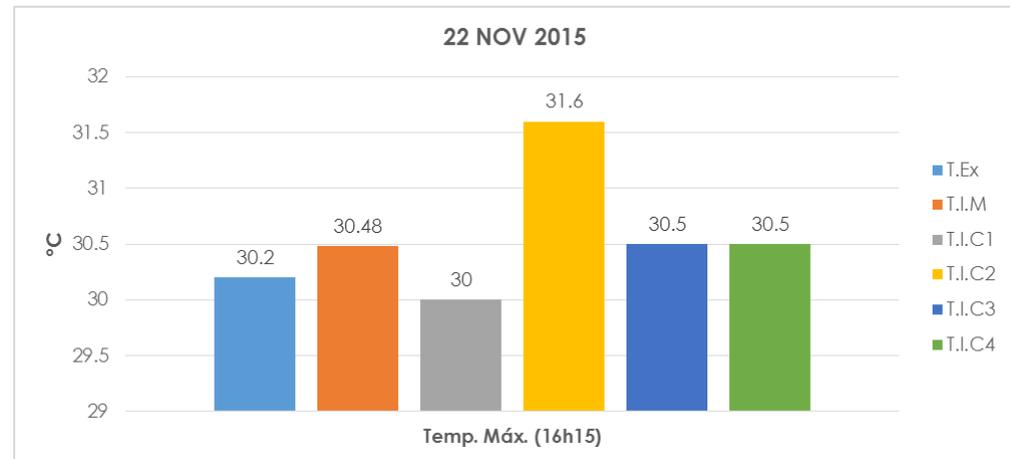


Imagen 138: Gráfica comparativa de variación de temperatura máxima 22-nov.

Los resultados comparativos de los cuatro escenarios, analizados durante los dos días donde se registraron las temperaturas críticas (min. y máx.), indicaron que los valores obtenidos para cuando la cubierta esta desprovista de la cámara de aire ventilada, así como de cualquier tipo de material aislante (TIC1), pueden ser mejorados solamente con la prolongación de la extensión de los aleros, lo que se traduce en la alternativa más económica.

La segunda alternativa, corresponde a la incorporación de una cámara de aire ventilada dentro de la vivienda flotante (TIC3), donde se observa un notable mejoramiento de la temperatura mínima y reducción de la temperatura máxima, registradas.

La incorporación de paja de arroz, como aislante (TIC2) contribuye a mejorar las temperaturas mínimas registradas en las madrugadas, pero al mismo tiempo conservan calor durante las horas de mayor temperatura, por lo cual no se recomienda.

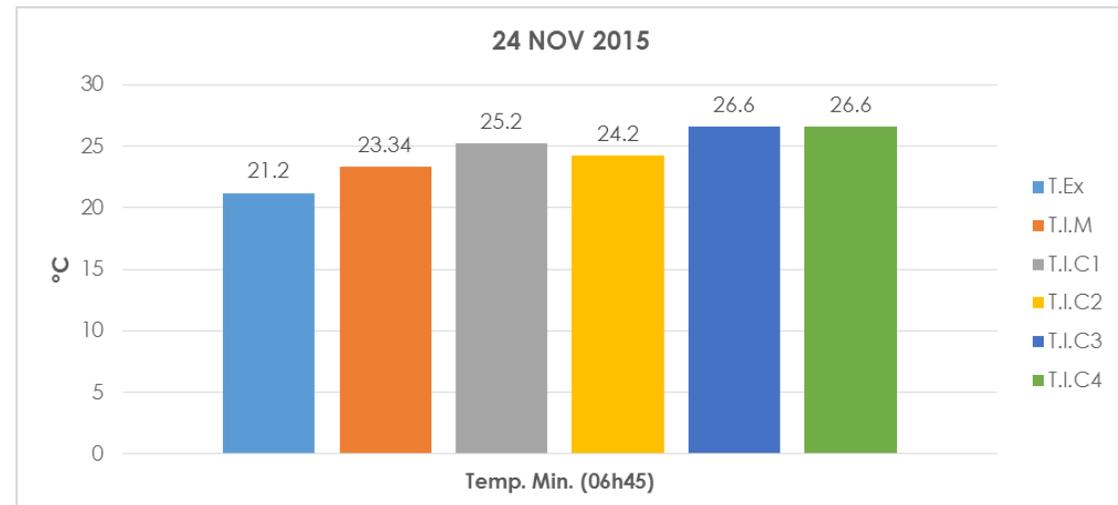


Imagen 139: Gráfica comparativa de variación de temperatura mínima 24-nov.

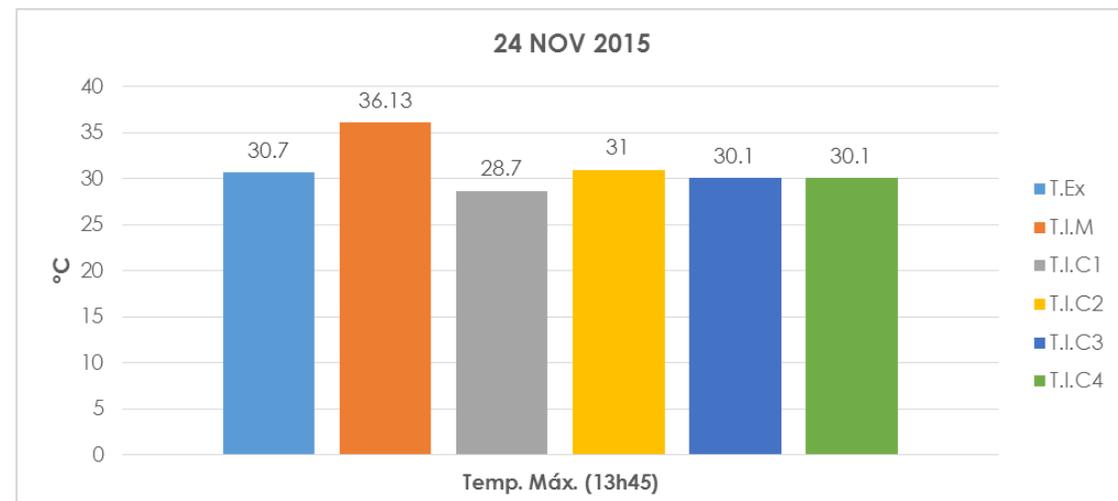


Imagen 140: Gráfica comparativa de variación de temperatura máxima 24-nov.

## **Capítulo IV. PROPUESTA**

Como conclusión al análisis de los diferentes escenarios de las viviendas flotantes, se decidió optar por el Escenario 3: Cubierta de zinc con aleros extendidos y cámara de aire ventilada, como solución para la realización de la propuesta arquitectónica debido a sus mayores ventajas en cuanto al aislamiento térmico que presenta con relación a los otros escenarios analizados. A pesar de existir una alternativa más económica, únicamente con la prolongación de los aleros a 80cm (Escenario 1), lo que se busca es que la propuesta planteada sea eficiente y cumpla con su objetivo principal que es mejoramiento de los niveles de confort y de habitabilidad en el interior de la vivienda.

#### 4.5. MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA

**4.5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.** Los aspectos analizados anteriormente se concretan en el diseño de una vivienda tipo mono ambiente de 16.45 m<sup>2</sup> de superficie, de sección rectangular 4.70m x 3.50m, con las funciones básicas identificadas a través del estudio de diagnóstico: Ingresar, Circular, Estar, Cocinar, Descansar, Lavar y Trabajar; la cual excluye el área de baños.

La vivienda flotante se sitúa a orillas del río Babahoyo. En términos generales, se conserva la morfología simétrica y regular de la vivienda actual, la misma que evita la torsión horizontal de la construcción, y la materialidad de la envolvente considerando su simplicidad y armonía en conjunto, proporciones que además favorecen sus funciones y condiciones ambientales interiores. Por exigencias de la arquitectura flotante y exigencias propias del diseño estructural en caña, las cargas provenientes de la cubierta deben ser reducidas al máximo, utilizando únicamente los elementos necesarios para su armadura y ligeros revestimientos.

Para aprovechar las dimensiones y longitudes de los materiales a usarse en la construcción de estas viviendas (principalmente caña), y debido a las recomendaciones de uso de las diferentes partes del tronco de este material (cepa y basa), los espacios de la misma están dispuestos a partir de módulos (0.75x2.20 / 0.90x2.20 / 1.50x2.20) de tal manera que, sea fácilmente construida para futuras ampliaciones.

El estudio de diagnóstico de daños de la edificación flotante reveló como uno de las principales causas de deterioro de las edificaciones flotantes la “mala práctica constructiva” como el uso de clavos en los elementos de caña o el uso de tiras de madera de diferentes secciones en los cumbrosos. A diferencia de otros agentes como la presencia de humedad, el cual es difícil de eliminar debido al contacto directo y permanente de la edificación con el agua, la mala práctica constructiva puede ser superada a través de una serie de soluciones constructivas que se derivan del entendimiento de los materiales y procesos que componen la edificación flotante.

## Capítulo IV. PROPUESTA

### 4.5.2. PROGRAMA DE NECESIDADES

De acuerdo al programa de necesidades, este proyecto trata de dar respuestas a las funciones básicas identificadas anteriormente, siguiendo criterios económicos y estéticos.

La vivienda consta de una sola planta mono ambiente, respondiendo al siguiente programa:

CUADRO DE SUPERFICIES		
PLANTA	USO	SUPERFICIE UTIL (m <sup>2</sup> )
PLANTA BAJA	Paredes/Circulación	3.00
	Estar/Comedor	2.85
	Cocina	2.85
	Area de descanso	8.30
	SUBTOTAL AREA VIVIENDA	17.00
	Portal	2.90
	Lavandería	1.70
	Area de trabajo	1.20
	SUBTOTAL AREAS EXTERIORES	5.80
	TOTAL AREA VIVIENDA	22.80

Tabla 10: Detalle de las áreas de los diferentes ambientes de la propuesta.

Estos espacios que integran la vivienda se disponen de manera funcional para su uso cotidiano. Al ser una vivienda mono ambiente y de dimensiones mínimas, todos los espacios se encuentran integrados por la circulación que se ubica en la parte central de la vivienda, teniendo mayor proximidad entre sí el Estar/Comedor con la Cocina, y en ubicación opuesta a ellos se encuentra el Area de descanso.

#### 4.5.3. CRITERIOS ESTÉTICOS

En la fachada Sur se ubican los dormitorios y cocina protegidos de la incidencia solar. Los vientos fuertes golpean el Oeste y Sur permitiendo la ventilación cruzada (144). La protección contra la insolación y la lluvia es atendida a través de la prolongación de los aleros de la cubierta donde la luz solar toca solamente la parte inferior de las paredes y penetra por entre las ranuras de la caña picada.

Con respecto a la ventilación, la pared de caña es el medio eficaz para lograr ventilación, donde los cortes longitudinales ofrecen fácil paso a las brisas suaves. Al respecto se sugiere mejorar el terminado de las paredes de caña y combinar distintos tipos de orientación de los paños de caña picada (imagen 141 y 142) o en su defecto trabajar con medias cañas (imagen 143) que mejoran sustancialmente el control de los vientos exteriores. Se deberá tomar la precaución de dejar la parte lisa hacia el exterior.



Imagen 141, 142, 143: Detalle de los distintos tipos de orientación de la caña guadua para las paredes de la vivienda.

## Capítulo IV. PROPUESTA

Puertas y ventanas que permanecen abiertas casi todo el tiempo son otros factores de ventilación. Ventilación cruzada, con ventanas y puertas a ambos lados de la casa, aprovecha las corrientes de aire para refrescar las habitaciones sin necesidad de utilización de aire acondicionado.

Para el caso de ventanas, se propone la utilización de elementos auxiliares tales como persianas, que controlan y regulan el sol durante el día e interceptan pérdidas de calor durante las noches.

Estos diseños contribuirían además, como dispositivos para regular el viento y sol al interior de la vivienda, así como contra miradas indiscretas, de buena calidad y bastante barato (imagen 145).

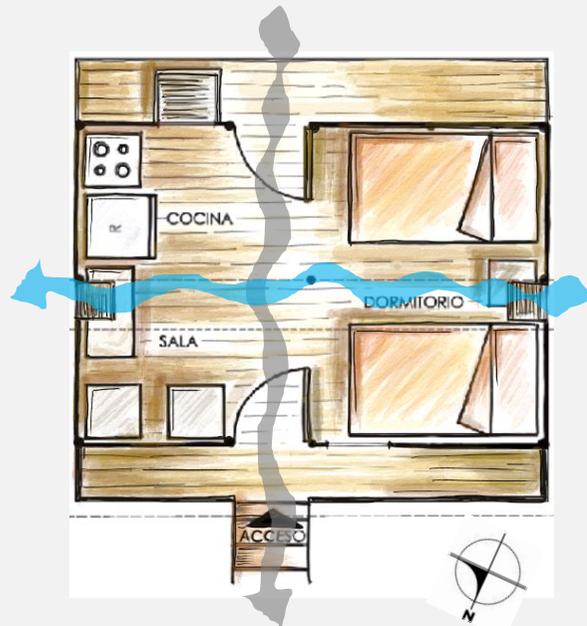


Imagen 144: Esquemas de ventilación cruzada.

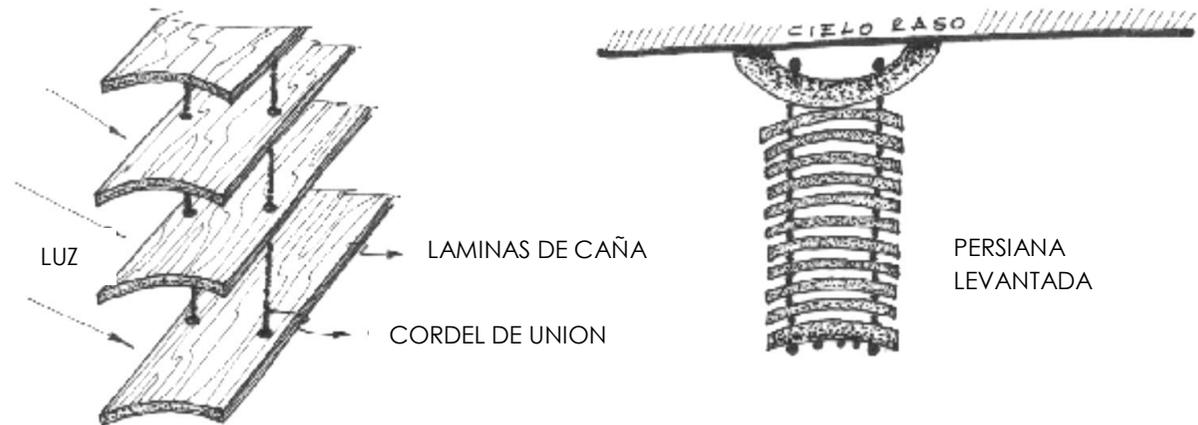


Imagen 145: Detalle para persianas de caña

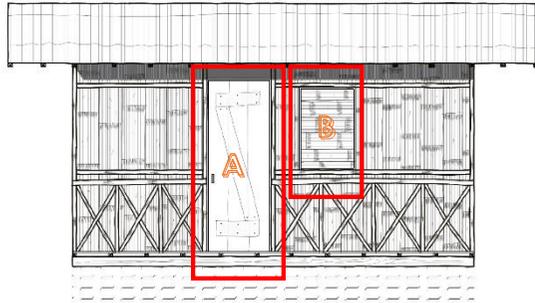


Imagen 146: Detalle para puertas y ventanas

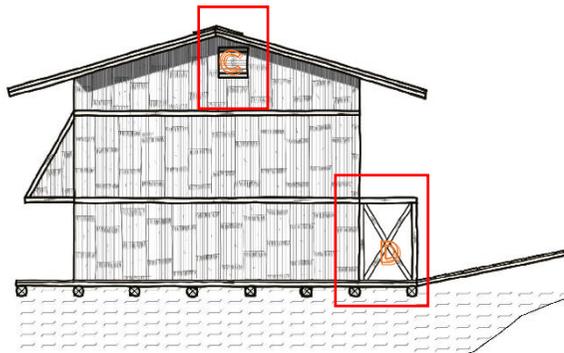


Imagen 147: Detalle para pasamanos y ventoleras.

La propuesta enfatiza el rol potencial de los componentes constructivos, como carpinterías y paredes, como atributos al diseño básico de la vivienda flotante con temas decorativos variados logrados a través del tejido y orientación de la caña picada.

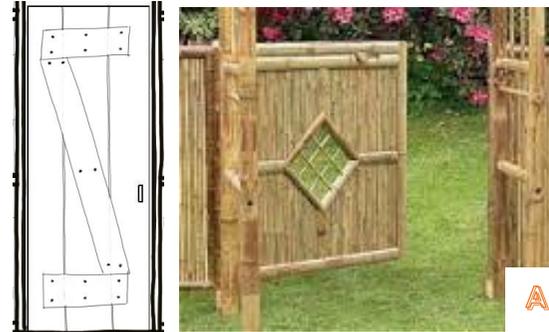


Imagen 148: Detalle para puertas



Imagen 149: Detalle para ventanas



Imagen 150: Detalle para ventoleras



Imagen 151: Detalle para pasamanos

#### Capítulo IV. PROPUESTA

COLOR	REFLEXION
Blanco	80-90
Amarillo pastel pálido	80
Rosado pastel pálido	80
Beige pastel pálido	70
Lila pastel pálido	70
Azul pastel	70-75
Verde pastel	70-75
Amarillo intenso	35
Marrón desuado	25
Azul	20-30
Verde	20-30
Negro	10

Tabla 11: Tabla Porcentajes de reflexión de acuerdo al color

Se denominan "techos fríos" a aquellos que mantienen una reflectancia alta, sin embargo en el caso del zinc, debido a su reducido espesor, la temperatura en la cara exterior es la misma a la de la cara interior en menos de un minuto. Es por esto que se recomienda utilizar un mayor ángulo de inclinación de los planos de la cubierta (mayor pendiente), lo cual tiene un impacto en el comportamiento térmico del material puesto que, mientras más cerca de la horizontal (menor pendiente) se encuentre, mayores serían sus niveles de temperatura.

Finalmente, y considerando que las viviendas flotantes utilizan como revestimiento zinc reciclado y oxidado, el cual presenta un alto porcentaje de absorción, se recomienda la aplicación de pinturas de color claro (blanco) para techos de zinc para rechazar la radiación solar, evitando que sea absorbida y transmitida al interior. Además el uso de estos materiales (pinturas) prolonga la vida útil de las chapas metálicas.

En el caso del hacer uso del recurso color sobre las fachadas y carpinterías, se sugiere evitar colores oscuros y procurar colores claros cercanos a la caña que reflejan el calor (ver tabla 11)

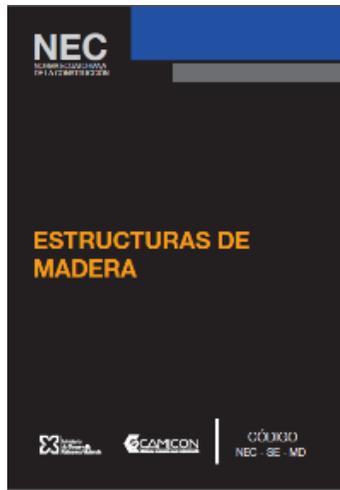


Imagen 152: Norma Ecuatoriana de la Construcción. Estructuras de madera (NEC-SE-MD)



Imagen 153: Guía Práctica Ecuatoriana. Bambú caña guadua (GPE INEN 042)

#### 4.5.4. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA TÉCNICA

En la redacción del presente proyecto se han observado las normas aplicables sobre la construcción en caña y se cumplirán todas las Normas obligatorias dictadas hasta la fecha en materia de edificación.

Para este caso concreto son, principalmente:

- CPE INEN 005-3 (1984): Código Ecuatoriano de Construcción. Código de Práctica Ecuatoriano. "Administración, control y zonificación" (CO: 01.07-601.3)
- GPE INEN 042 (1976): Guía Práctica Ecuatoriana. "Bambú caña guadua. Recomendaciones para el uso en la construcción" (CO: 05.08-703)
- NEC-SE-MD (2014): Norma Ecuatoriana de la Construcción. "Estructuras de madera"
- NEC-SE-VIVIENDA (2014): Norma Ecuatoriana de la Construcción. "Vivienda de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m".
- NTE INEN 2-492 (2009): Norma Técnica Ecuatoriana. "Láminas de acero recubiertas con zinc (galvanizadas) o recubiertas con aleación Hierro Zinc (galvano-recocido) mediante procesos de inmersión en caliente. Requisitos" (MT: 05.04-402).
- NSR-10 (1997): Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. Título G- Estructuras de madera y estructuras de guadua.
- PADT-REFORT/JUNAC (1984): Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, 4ta Edición Preliminar, Lima -Perú.
- PADT-REFORT/JUNAC (1984): Manual de Clasificación de Madera Estructurales, 2da. Edición, Lima -Perú.
- Manual del Grupo Andino para la Preservación de Maderas Junta del Acuerdo de Cartagena, Editorial Carvajal, 1988.

## Capítulo IV. PROPUESTA

### 4.6. MEMORIA CONSTRUCTIVA

#### 4.6.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PROPUESTA

DESCRIPCION GENERAL DE LA PROPUESTA		
COMPONENTE	ELEMENTO	MATERIAL
ESTRUCTURA DE BASE	Base de vivienda flotante	Balsa
		Caña guadua
		Tiras de laurel
ESTRUCTURA SUPERIOR	Columnas	Caña guadua
	Vigas	
	Refuerzos	
	Riostras	
	Solera de cubierta	
CUBIERTA	Viguetas	Caña guadua
	Correas	
	Cumbrero	
CARPINTERIAS	Ventanas	Tiras de laurel
	Puertas	
	Ventoleras	
ACABADOS Y REVESTIMIENTOS	Piso	Tiras de laurel
	Paredes	Caña guadua picada
	Ventanas	
	Puertas	Tablas de laurel
	Ventoleras	Caña guadua picada
	Cámara de aire	
	Cubierta	Zinc

Tabla 12: Descripción general de los materiales a usarse en la vivienda en los diferentes elementos, según en cuadro de necesidades.

### a. Estructura de base



Imagen 154: Pernos, tuercas y arandela según el Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR 10 Capítulo G)

Para su construcción se usa troncos de balsa y caña guadua como base. Primero se instala la base de la casa usando estos troncos, los cuales se disponen en dos capas sobre el río. En la primera capa, se colocan troncos de balsa de sección no menor a 20cm amarrados en pares mediante cabos, en alineación con el curso del río con una separación de 70cm aproximadamente entre ellos. En la segunda capa, se ubica la caña guadua de sección no menor a 12cm encima de la primera capa y en sentido perpendicular a la primera estructura amarrada a los troncos de balsa mediante cabos y con una separación de 35cm aproximadamente entre ellos. Para esta base se necesitan aproximadamente de 10 a 12 troncos de balsa y de 10 a 12 cañas para un área de 3.50m de ancho por 5.00m de largo. Esta estructura se amarra con cabos a unos puntales que se encuentran fijos en la orilla para contrarrestar los efectos de la corriente.

### b. Estructura superior

De aquí en adelante, todas las uniones de los diferentes elementos compuestos en caña guadua, la Norma GPE INEN 042 recomienda hacerlo mediante cortes tipo boca de pescado o pico de flauta dependiendo el caso; y, de igual manera, la NSR-10 Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, en su capítulo de: Estructuras de madera y estructuras de guadua recomienda el uso de pernos de 3/8" tipo (A325) o varilla roscada de 3/8" con tuerca tipo (ASTM A563 grado C) y arandela tipo (ASTM F436), siendo estos elementos fabricados en acero temperado de alta resistencia a la corrosión atmosférica. Las perforaciones hechas para la colocación de los pernos deben estar bien alineadas respecto a su eje y tener un diámetro mayor al diámetro del perno de 1.5mm (1/16").

Para uniones entre módulos o paneles mediante pernos se deben considerar como mínimo tres conexiones por unión, colocadas a cada tercio de la altura del muro. Todas las uniones deberán usar preferiblemente pernos a 30mm del nudo, evitando por completo el uso de clavos en elementos de caña.

## Capítulo IV. PROPUESTA

Por su relación peso-resistencia, gran durabilidad y accesibilidad, la caña es el material de construcción óptimo para la estructura y recubrimiento de paredes. En este sistema constructivo resulta importante resolver de manera apropiada las uniones entre los diferentes elementos estructurales, para lo cual se establecen tres tipos de uniones (imagen 155 - 160), las mismas que remplazan uniones a cordel o de otro tipo. Sin embargo para el caso que se utilicen sistemas a cordel se sugiere revisar el anexo 9, tomado de INEN (1976).

No se utilizarán diámetros de caña inferiores a 80mm y las piezas deben ser cortadas de tal forma que quede un nudo entero en cada extremo o próximo a él, a una distancia máxima  $d = 6$  cm del nudo (imagen 161).

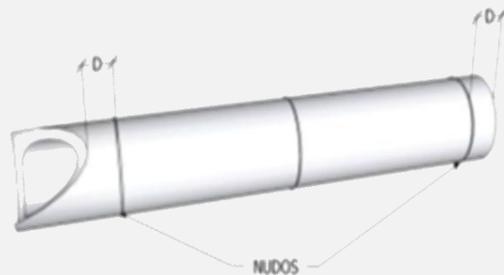
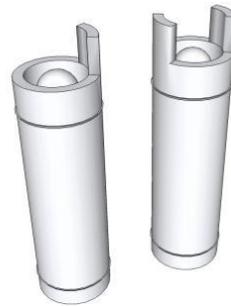


Imagen 161: Distancia al nudo para el corte de las piezas de caña guadua.

### 1. Corte Recto

Corte que se realiza perpendicularmente al eje Longitudinal de la Guadua



Cortes con orejas 158

### 2. Corte Boca de Pescado

Corte Cóncavo transversal a la Guadua



159

### 3. Corte Pico de Flauta

Corte Transversal a la Guadua que no llega en ángulo recto



160

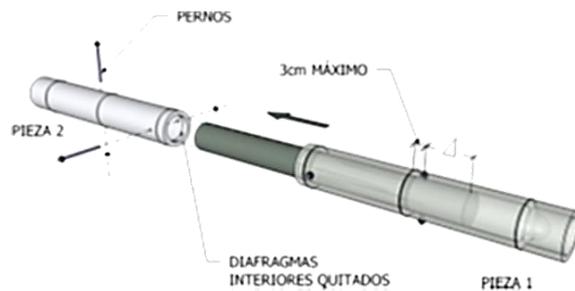


Imagen 162: Unión entre dos piezas de caña mediante diafragmas internos y pernos.

La unión de dos piezas de caña se puede realizar con la introducción de un elemento de madera, con dos pernos de 9 mm como mínimo, perpendiculares entre sí, en cada una de las piezas a unir

Para mejorar su comportamiento estructural, se construirá una pared hecha de tal manera que funcione como un diafragma; ésta, su vez, proporcionará suficiente rigidez a su construcción y transportará las fuerzas de presión y tensión de una parte a otra sin causar mayores deformaciones, llegando inclusive a reemplazar el uso de troncos de madera por el uso de diagonales en guadua.

Una vez fijada la base de la vivienda, se colocan las columnas de caña guadua de sección no menor a 12cm sujetos a la base mediante cortes tipo boca de pescado, con perno tipo o varilla roscada, tuerca y arandela descritas anteriormente.

Así, para una apropiada técnica constructiva se sugiere iniciar la colocación de los muros estructurales de caña siempre desde una esquina, comprobando la ortogonalidad y verticalidad entre los planos constructivos piso-pared y pared-pared.

Se incorporará el uso de diagonales en la estructura de los muros, ancladas de piso a techo, cuidando que la colocación sucesiva de estos paneles forme con sus ejes "V" invertida. Los refuerzos diagonales estarán conformados de la misma manera que las vigas por caña guadua de igual sección a las columnas formando elementos triangulares en la estructura de la vivienda. De la misma manera se unirán a la base mediante cortes tipo pico de flauta, con perno tipo o varilla roscada, tuerca y arandela.

En la parte superior se colocará la viga solera de cubierta que servirá como elemento de amarre para toda la estructura (columnas) de la vivienda, la misma que estará compuesta por caña guadua de sección no menor a 12cm a las cuales se unirán las columnas mediante cortes tipo boca de pescado, con perno tipo o varilla roscada, tuerca y arandela.

## Capítulo IV. PROPUESTA

Para rigidizar la estructura será necesaria la colocación de una viga tipo riostra que unirá las vigas soleras con un ángulo de 45 grados formando una estructura triangular. Este elemento será de caña guadua de sección no menor a 10cm y se unirá a las vigas soleras mediante cortes tipo pico de flauta, con perno tipo o varilla roscada, tuerca y arandela.

Como elementos de soporte de los aleros se colocaran elementos tipo pie de amigo los cuales estarán compuestos por caña guadua de sección no menor a 10cm y se unirán a las viguetas de los aleros mediante cortes tipo pico de flauta, con perno tipo o varilla roscada, tuerca y arandela.

### c. ESTRUCTURA DE CUBIERTAS

La cubierta será inclinada, a dos aguas con una pendiente no menor al 30% y su estructura estará conformada, al igual que toda la estructura de la vivienda, con elementos en caña guadua de sección no menor a 12cm. De ésta manera, se colocan los pares las cuales descansarán sobre las vigas soleras de cubierta y se fijarán a las mismas por medio de destajes amarradas con cabos. Estos pares son los que dan la pendiente de la cubierta; se colocan con una separación no mayor a 80cm, unidos a los pie derechos por medio de corte tipo pico de flauta y se aseguran con perno tipo o varilla roscada, tuerca y arandela.

Al remate de la cubierta se colocará la viga de cumbrero, la misma que se unen a al pie derecho de la cubierta por medio de cortes tipo boca de pescado y se asegurarán mediante pernos tipo o varilla roscada, tuerca y arandela.

Para instalar el revestimiento de la cubierta es necesario la colocación de las correas, del mismo material que toda la estructura de la vivienda (caña guadua), las mismas que recorren toda la longitud de la cubierta y se instalarán con una separación no mayor a 60cm entre sí y se amarrarán con cabos a los pares.

#### d. CARPINTERÍAS

La fabricación de las carpinterías de la vivienda flotante, tanto en puertas, ventanas, ventoleras y pasamanos están descritas en la sección de los criterios estéticos, sin embargo, sus estructuras estarán compuestas básicamente por 2 tipos de materiales dependiendo del elemento; caña y tiras de laurel.

#### e. ACABADOS Y REVESTIMIENTOS

Una vez concluida la estructura de la vivienda se procederá a la instalación de los revestimientos para los diferentes elementos. Para la colocación del piso de la vivienda es necesario hacer una nivelación de la base debido a que son elementos naturales y sus secciones no son uniformes; por lo tanto, se procede con la instalación de cuñas de madera en los lugares donde sea necesario, y sobre este entramado de vigas de caña guadua, se colocará las tablas de laurel de igual manera mediante clavos galvanizados de 2 ½".

Para las paredes de la vivienda se procederá a revestirlas con tableros de caña picada, la misma que se fabrica asentando la caña en el suelo y con un hacha se procede a picar la caña hasta abrirla por completo formando una especie de tabla.

Estos tableros de caña picada se fijan a la estructura mediante un elemento llamado "latilla" que es una tira de mayor sección de esta caña picada (aproximadamente 10cm de ancho). Se fijan la "latilla" y los tableros de caña picada a la estructura mediante clavos galvanizados de 1 ½".

El mismo procedimiento de las paredes se repetirá para la elaboración del tablero que conforma la cámara de aire para el aislamiento térmico de la cubierta. Para la instalación del revestimiento de la cubierta estará compuesto por planchas onduladas galvanizadas o planchas de zinc las mismas que se fijaran a la estructura mediante clavos para zinc de 3", al igual que el caballete del cumbretero, el mismo que será impermeabilizado con láminas asfálticas tipo Alumband.

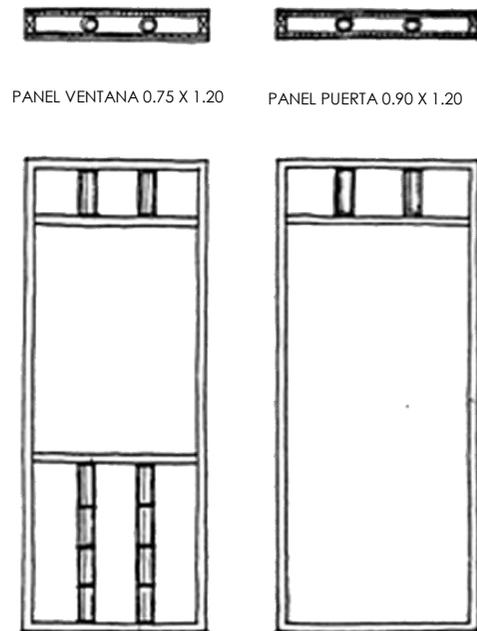


Imagen 163: Paneles para puertas y ventanas.

## Capítulo IV. PROPUESTA

Vale la pena recalcar que se debe restringir, en la medida de lo posible, el uso de clavos para las construcciones en caña guadua, como lo recomienda la Norma GPE INEN 042, siendo utilizados exclusivamente en elementos de revestimientos más no en elementos estructurales.

### 4.6.2. CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS MATERIALES QUE CONFORMAN LAS VIVIENDAS FLOTANTES

Una vez comprendidas algunas características generales de los materiales propuestos para la vivienda flotante (apartado 4.3.3. b), es posible analizar de métodos de conservación o preservación que favorezcan la prolongación de su vida útil ante agentes de deterioro identificados en este caso, para finalmente establecer los mecanismos o tratamientos más apropiados bajo consideraciones sociales, económicas y ambientales.

**a. Maderas.** Se entiende como preservación de maderas al conjunto de técnicas que tras la aplicación de sustancias protectoras tienden a evitar que sean afectadas por agentes destructores. En términos de Alberto Calderón una sustancia considerada preservante, debería reunir todos o algunos de los siguientes requisitos:

- a) Ser tóxico para los agentes destructores (fungicida y/o insecticida, etc.).
- b) No ser tóxico para el hombre y los animales.
- c) No ser corrosivo para los metales.
- d) No ser combustible.
- e) Tener buena penetración.
- f) Ser químicamente estable y no descomponerse con el tiempo.
- g) No ser soluble en agua. Tener buena permanencia.
- h) Ser abundante.
- i) Ser económico.

El mismo autor propone una clasificación de estos preservantes en tres grupos principales:

A. Oleosos

1. Cresota

---

1. Pentaclorofenol

B. Oleosolubles

2. Naftenato de Cu

---

3. Oxido de Tri – n – butil estaño

---

1.  $\text{SO}_4\text{Cu}$

---

2. Cloruro de Zn (ClZn)

---

B. Hidrosolubles

3. Fluoruro de Na (FNa)

---

4. Pentaclorofenato de Na

---

5. Sales de Cobre, Cromo, Boro (CCB)

---

6. Sales de Cobre – Cromo – Arsénico (CCA)

---

Tabla 13: Tabla Clasificación de preservantes.

## Capítulo IV. PROPUESTA

A partir de esta clasificación, el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) ha establecido una recomendaciones del tipo de preservante a utilizar considerando las condiciones de riesgo para la madera, por su exposición al agua o contacto con el suelo, presentadas en la tabla 14, de donde se desprende que por ejemplo, para la madera balsa, expuesta constantemente al contacto con agua de río, se recomiendan preservantes Oleosos, como la Cresota y productos alternativos como CCA.

∞

Tabla 1 – Clasificación de las condiciones de riesgo para la madera

Clase de riesgo	Clase de exposición	Condición de uso	Preservador	Retención Kg/m <sup>3</sup> (2)		Ejemplo de uso	
				Coníferas	Latifoliadas		
R6	Agua salada (1)	Madera que está constante o periódicamente en contacto con agua de mar, expuesta al ataque de organismos marinos	CCA + Creosota	24 + 200	28 + 200	Madera redonda y Madera aserrada	Obras marítimas, muelles, amarras, diques, pilotes, tablestacas, defensas, etc.
			CCA Creosota	40 400	45 440		
R5	Agua dulce (1)	Madera que está constante o periódicamente en contacto con agua dulce o con suelos inundados	CCA	9,6	10,8	Madera redonda	Postes de uso agrícola bajo riego por anegamiento permanente, puentes, pilotes, tablestacas, muelles, amarras, diques, muros de contención, estructuras para jardines o construcciones y columnas.
			Creosota	140/156(5)	153/170		
			CCA Creosota CCA	9,6 140/156(5) 24	10,8 153/170 -	Madera aserrada	Puentes, pilotes, diques, compuertas, muelles, amarras, desagués, etc. Torres de enfriamiento de uso industrial (3).
R4	En contacto con el suelo (1)	Madera interior o exterior, en contacto con el suelo	CCA Creosota	9,6 140/156(5)	10,8 153/170 (4)	Madera redonda	Postes para líneas de energía y telecomunicaciones, estructuras para jardines y para construcciones, pilotes. Postes para uso agrícola, juegos, cercas, pérgolas, estructuras para viñas y huertos (rodrgones).
			CCA Creosota	6,4 140/156(5)	7,2 153/170 (4)		
			CCA Creosota	6,4 140/156(5)	7,2 153	Madera aserrada	Madera para, juegos revestimientos, cercas, pérgolas, viñas y huertos.
R3	Exterior sin contacto con el suelo	Madera que no está en contacto directo con el suelo pero que está expuesta a la intemperie o lixiviación	CCA Creosota	6,4 140/156(5)	7,2 153/170	Madera redonda y aserrada	Estructuras para juegos, cercas, estructuras para construcciones, vigas, columnas, pérgolas. Muebles para jardín, estructuras, vigas aéreas, revestimientos, juegos para niños, balastradas.
			CCA Creosota	6,4 140	7,2 153/170		
R2	Interna sin contacto con el suelo	Madera usada bajo techo sin contacto con el suelo, sin contacto con el agua	CCA CCB	6,4 8,5	7,2 9,5	Postes o madera redonda	Madera estructural para construcciones vigas, columnas, estructuras internas, pavimentos de madera. Madera no estructural, pisos, puertas escaleras, revestimientos, placares.
			CCA CCB	4,0 5,0	4,5 5,5		

Nota: CCA: Cromo cupro arsenicales

Tabla 14: Recomendaciones (Calderón) para el tipo de preservante a utilizar

Si bien la Cresota es un preservante insoluble en agua, insecticida – fungicida – perforadores marinos, de alta permanencia, este producto derivado de la destilación del alquitrán de hulla, de composición química compleja, no se recomienda su aplicación como preservante para ningún tipo de las maderas encontradas en la edificación flotante. Esta decisión debido a que se trata de un producto toxico, de uso es delicado, que representa peligrosidad cuando entra en contacto con la piel o por inhalación, entre otros aspectos, que han llevado a la prohibición de su comercialización en el caso de la Unión Europea y estrictas regulaciones de uso en Estados Unidos<sup>vii</sup>.

Es necesario mencionar que en la actualidad los ocupantes de las viviendas flotantes de Babahoyo utilizan "Creolina" –derivado del Cresota- para ahuyentar a ciertos animales del sector (culebras) y también alejar a bichos que destruyen la madera (polillas o termitas). Recomendándose sustituir este producto por el uso moderado de diésel para proteger los pisos de laurel.

Por otra parte, el IRAM sugiere el uso de productos alternativos CCA, en el caso que exista un eventual riesgo de ataque de hongos junto al de insectos, sobre la madera, como por ejemplo Clorotalonil-CPF o IPBC-CPF. Estos productos son aplicados a través del proceso vacío presión, el cual incorpora una gran cantidad de líquido preservante en la madera, modificando drásticamente su contenido de humedad inicial (cercano al 28%). La madera tratada con estos preservantes queda con un color verde y con un alto peso, debido a las características hidrosolubles de los preservantes. En este momento se trata de uno de los preservantes de mayor difusión, la madera tratada no es tóxica para el hombre, no tiene olor, no es combustible, la madera a tratar debe tener una humedad cercana al punto de saturación de las fibras (más o menos 30%), una vez tratada debe secarse durante 2 a 4 meses.

## Capítulo IV. PROPUESTA

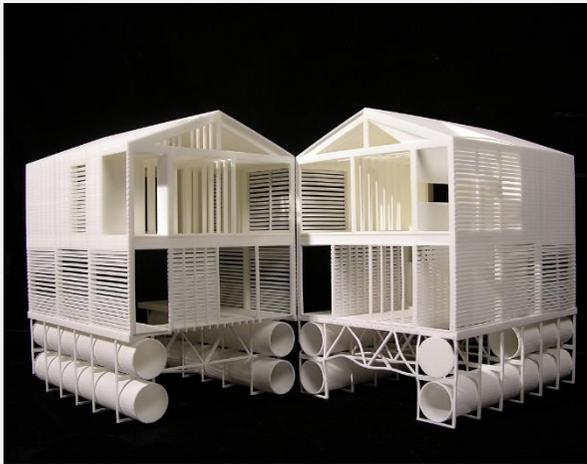


Imagen 164-165: Vivienda flotante con tubos metálicos en Canadá.

Debido a la complejo método de aplicación del preservante, largos tiempos de secado e incremento de peso de la madera tratada (posteriormente a su aplicación), tampoco resulta un mecanismo de preservación apropiado para la madera mayormente expuesta al contacto con el agua como la madera balsa. En este sentido se reconoce la carencia de estudios más profundos que contribuyan a mejorar los procesos de preservación de la madera bajo este tipo de condiciones en contacto permanente con el agua y de bajo costo.

Se reconocen entonces dos posibles alternativas: 1) La sustitución de las bases de balsa (aproximadamente cada 2 años), tratada con brea o grasa animal, como preservante - de la misma manera que se viene realizando en la actualidad- 2) la sustitución del material flotador por tanques reciclados metálicos (55gl).

Un ejemplo de la aplicación de elementos metálicos tubulares, como elementos flotadores, constituye la vivienda desarrollada por el grupo de arquitectos MOS, en el Lago Huron, Canadá, en el año 2005 (imagen 164-165). Se trata de una edificación flotante de dos pisos, con un área de 186m<sup>2</sup>, de planta rectangular y tipología arquitectónica considerada vernácula. En este ejemplo se utilizó una plataforma cuya estructura está fabricada completamente en metal a la cual se insertan los tubos metálicos de una sección aproximada de 90cm. Esta plataforma soporta - exento del agua- un entramado de madera tratada donde se asienta la vivienda, también construida completamente en madera (estructura, paredes, pisos y cubierta).

Para el caso de las viviendas flotantes de Babahoyo, esta alternativa de sustitución de madera balsa por tanques metálicos reciclados, como elementos flotadores, es ilustrativa y debería ser evaluada por futuras investigaciones donde se determine con un análisis matemático o experimental el número de tanques metálicos a utilizar de acuerdo a los esfuerzos que soportaran (estructura de la vivienda y su ocupación), además de orientación más favorable considerando la variación en el caudal del río.

## b. Caña Guadua

Resulta indispensable secar e inmunizar la guadua para garantizar la calidad del producto. La guadua contiene humedad, la cual es indispensable extraer, para obtener su mayor resistencia y controlar hongos. Existen diversos métodos para alargar la vida de esta fibra natural a través del uso de preservantes. Se sugiere utilizar el método **por impregnado o inmersión** por la facilidad de aplicación, sencillo y requiere poco conocimiento técnico, el bajo riesgo ambiental y humano que representa este proceso y los preservantes en el utilizados.

Según la humedad, edad y espesor, la caña deberá estar inmersa en el preservante de a 5 - 8 semanas. Los troncos pueden ser sumergidos en un tanque hecho de barriles de petróleo cortados por la mitad y colocados sobre una base adecuada. Se puede construir igualmente un estanque de hormigón.

### • PERFORACIÓN CON BROCAS O VARILLAS 10/12 mm

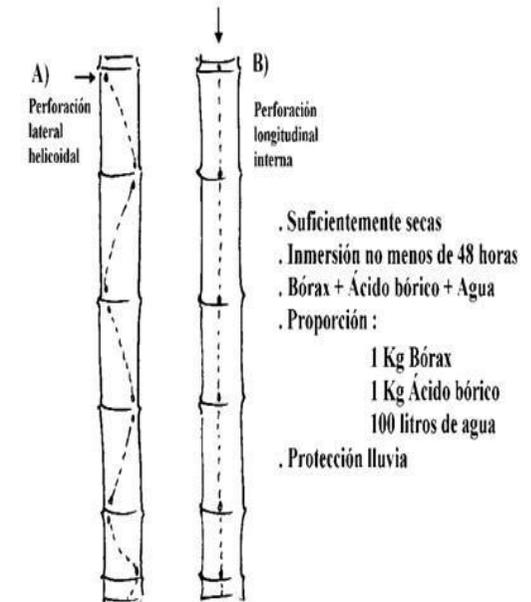
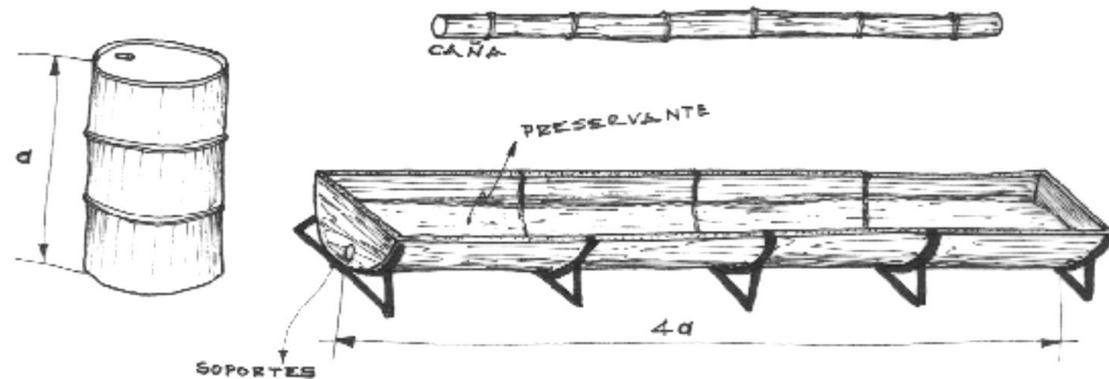


Imagen166: Esquema del método por impregnado o inmersión.



## Capítulo IV. PROPUESTA

Cuando se usen cantidades muy grandes del líquido preservante, en las regiones calurosas o a causa de la lluvia, se debe evitar su evaporación o disolución en un exceso de agua. La concentración de preservante oscila entre 3% y 6%. Para aumentar la penetración del líquido, se pueden perforar los nudos con una varilla de hierro de 12 a 16 mm de diámetro.

Un tipo de preservante sugerido se basa en la composición sales minerales (bórax, ácido bórico y agua). Otra opción segura es el Pentaborato, de bajo costo, fácil aplicación y buen nivel de eficiencia en guaduas que no serán sometidas directamente a la intemperie.

La preservación por Inmersión en Pentaborato impide la proliferación de insectos gracias a la estructura intrínseca de estas sales de Boróx, (duras y angulosas) de modo que si un xilófago ataca la caña estas pequeñas piedras perforan su estómago impidiendo que el insecto continúe con su ciclo de vida.

Para su mantenimiento habitual, se recomienda el uso de aceite de linasa con trementina o betún para acabado final, protección de rayos UV y repelente de insectos<sup>viii</sup>.

Adicionalmente, se deberá considerar que el diseño de la vivienda garantice la protección de la caña frente a la intemperie (sol y lluvias) con la incorporación de aleros y zócalos, de ser necesario, con altura mínima de 40cm que le protejan contra salpique de la lluvia.

El clavado raja la caña por lo cual se deberá utilizar taladro, arandelas y tuercas.

De acuerdo al proyecto de normativa recomendaciones de construcción con caña guadua (Perú, 2011), para piezas de caña expuestas a la intemperie se recomienda realizar el mantenimiento como mínimo cada 6 meses, mientras tanto para piezas estructurales de caña en interiores, se debe realizar el mantenimiento como mínimo cada 2 años.

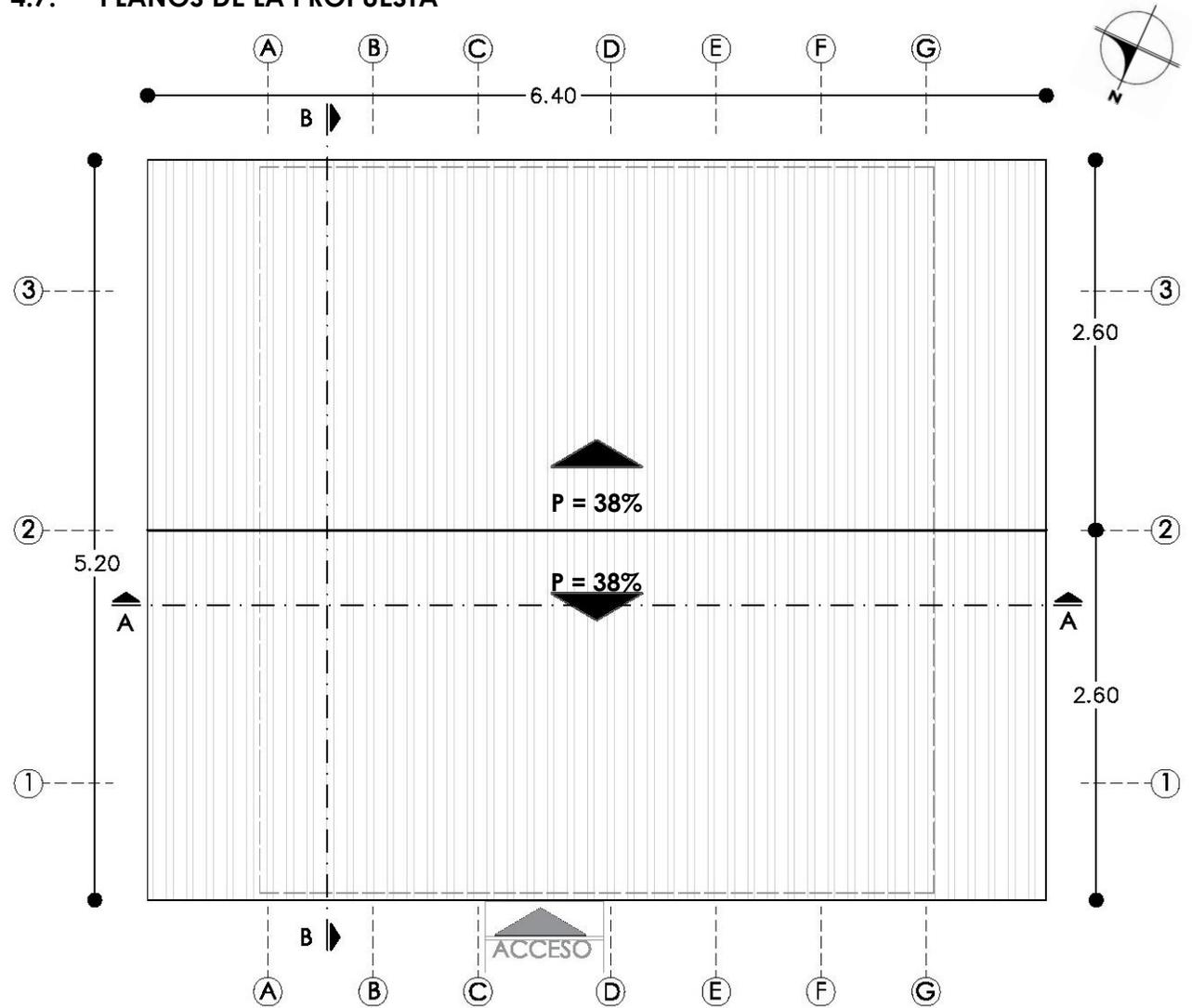
### c. Zinc

Al tratarse de zinc reciclado se revisará que no existan faltante, y se procurará sellar los agujeros existentes con una lámina asfáltica tipo Alumband. Respecto a recomendaciones básicas de instalación y mantenimiento de las planchas de zinc se observará la forma de fijación sobre las correas de caña utilizando tornillos auto perforantes, perforando en la parte superior de la onda para evitar filtraciones. Al momento de colocar una nueva plancha en forma longitudinal ésta debe tener traslape de un una onda quedando una encima de la otra, debiendo estar ambas fijadas en la viga.

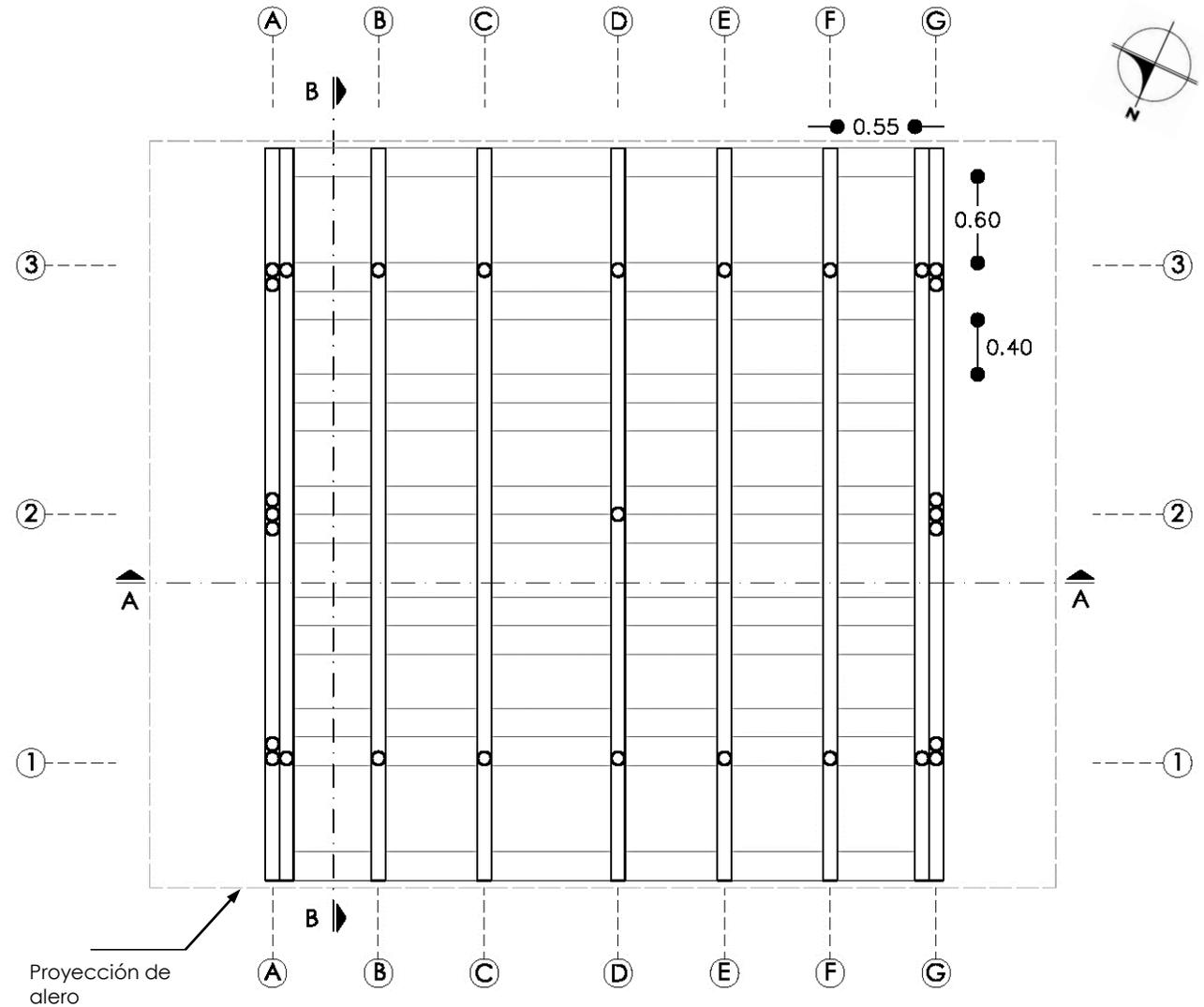
Para evitar que este tipo de cubiertas filtren el agua entre las juntas de las chapas es necesario que siempre tengan una pendiente mínima que algunos especialistas fijan en no menos del 10%, para una buena evacuación de las aguas, encontrándose casos hasta 8% y un traslape entre las planchas de al menos una longitud de onda completa.

## Capítulo IV. PROPUESTA

### 4.7. PLANOS DE LA PROPUESTA

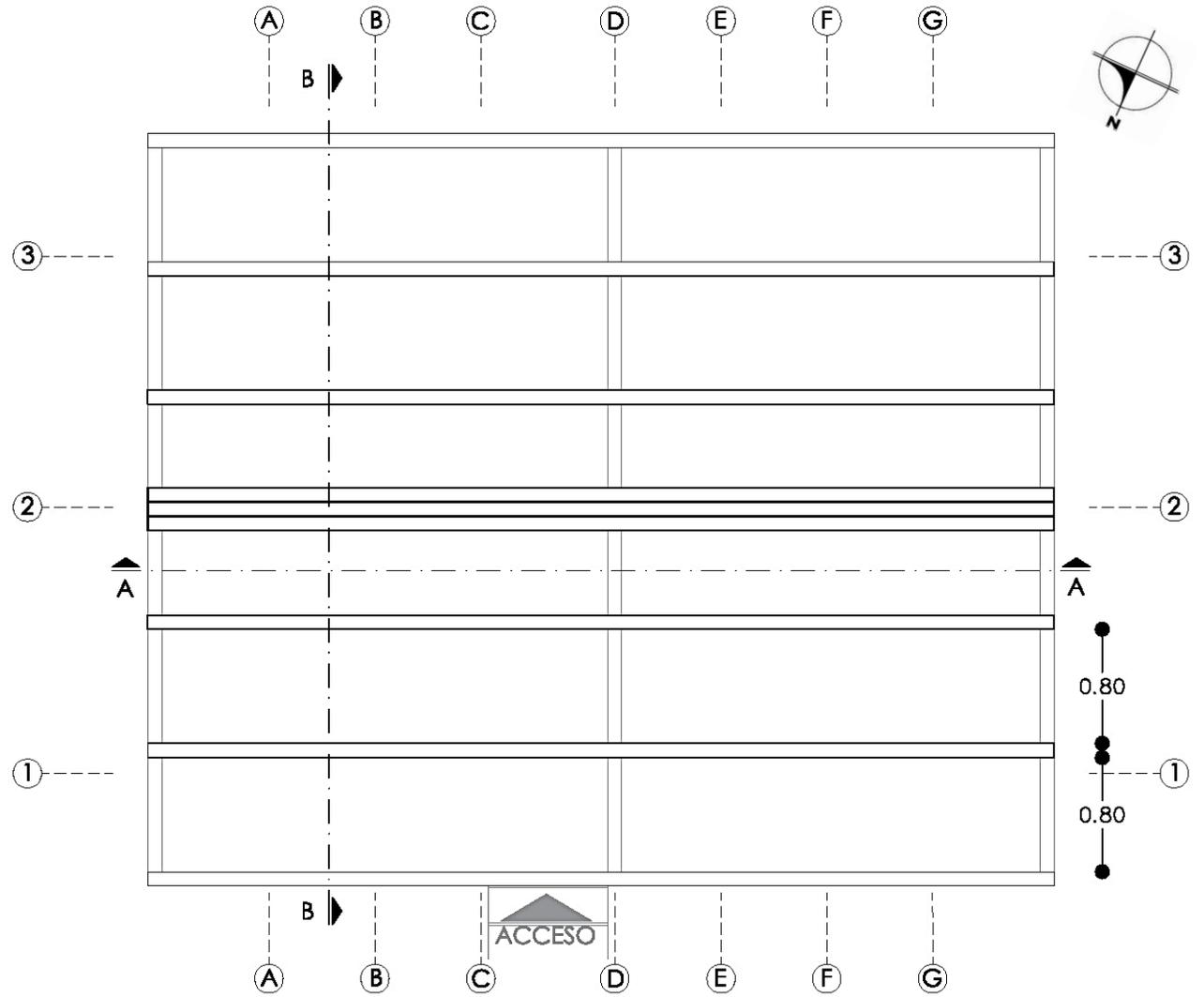


**EMPLAZAMIENTO**  
ESCALA 1:50

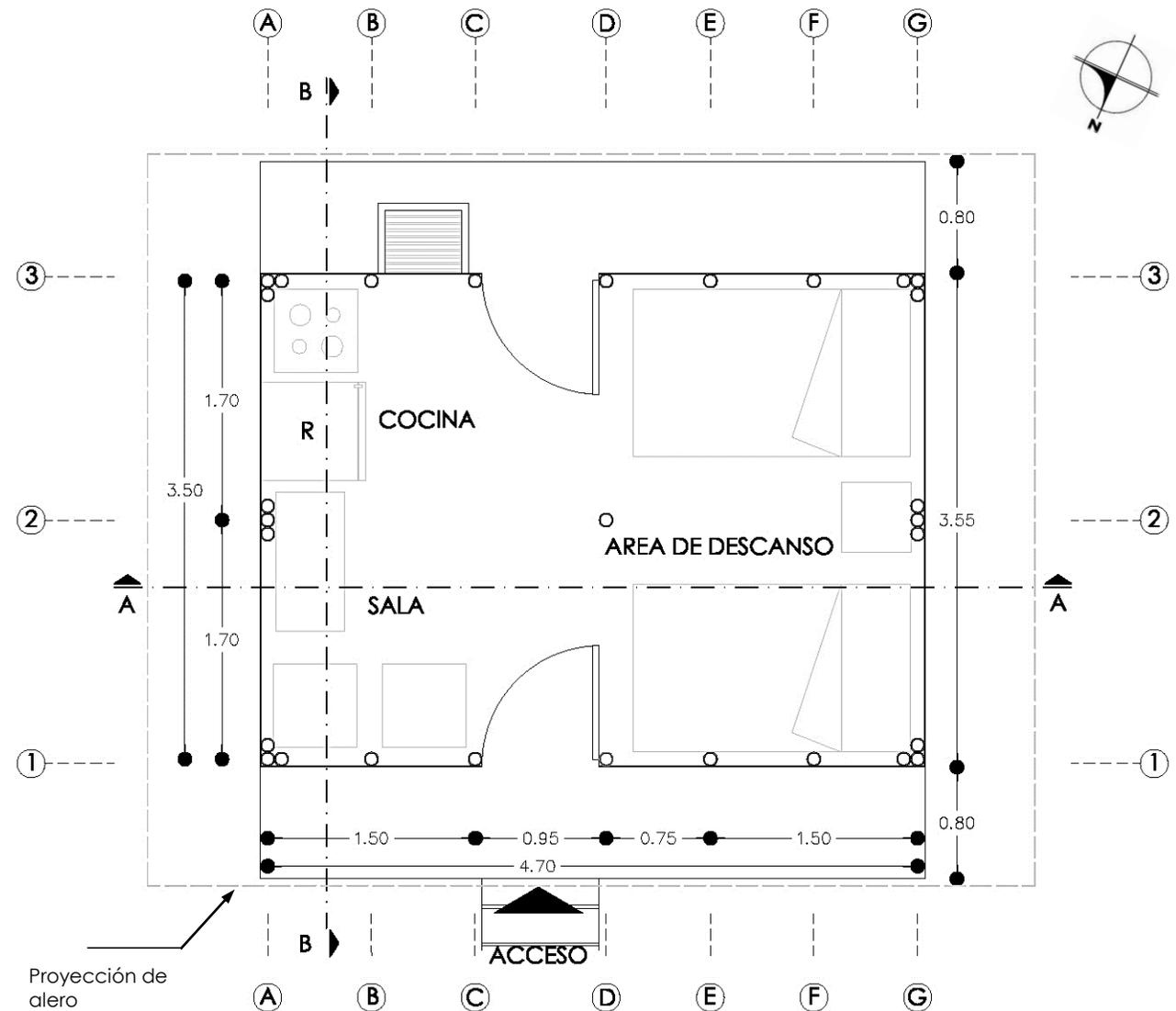


**PLANTA DE LA BASE FLOTANTE**  
ESCALA 1:50

# Capítulo IV. PROPUESTA

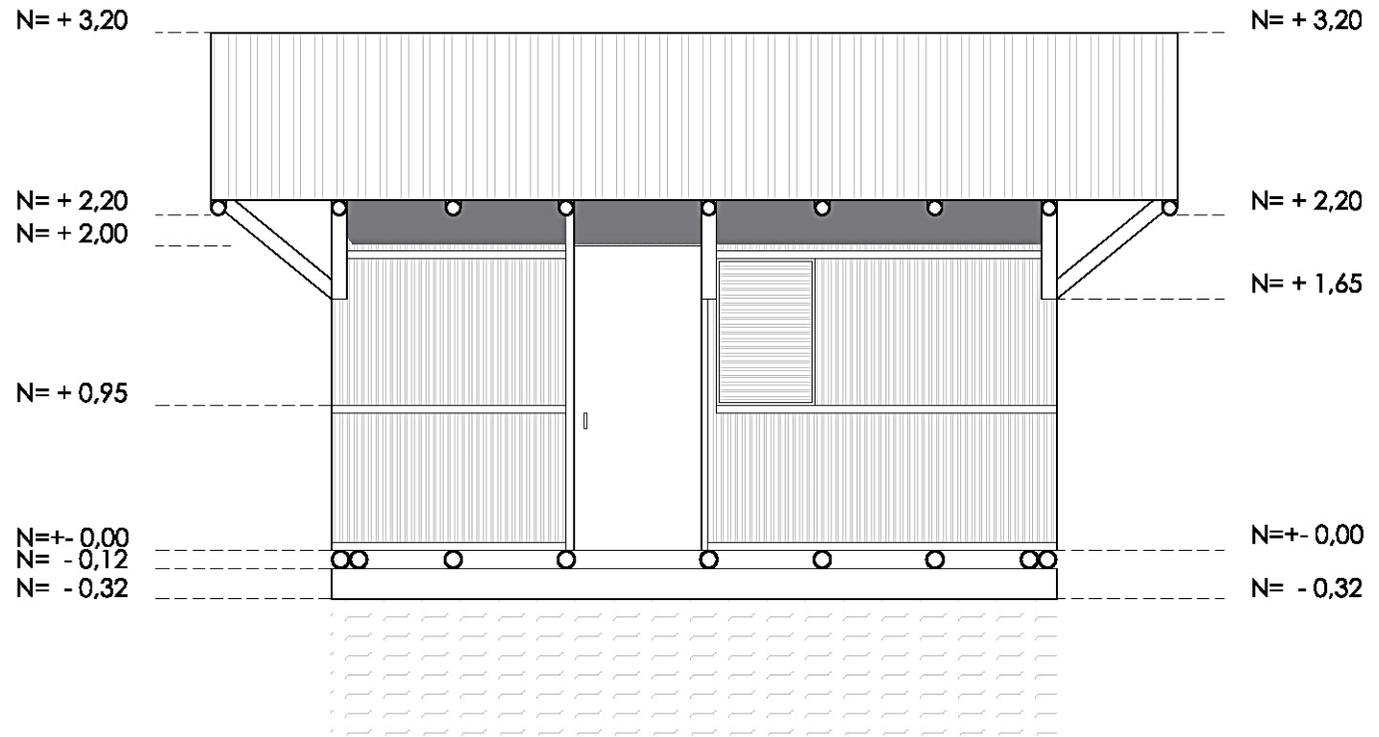


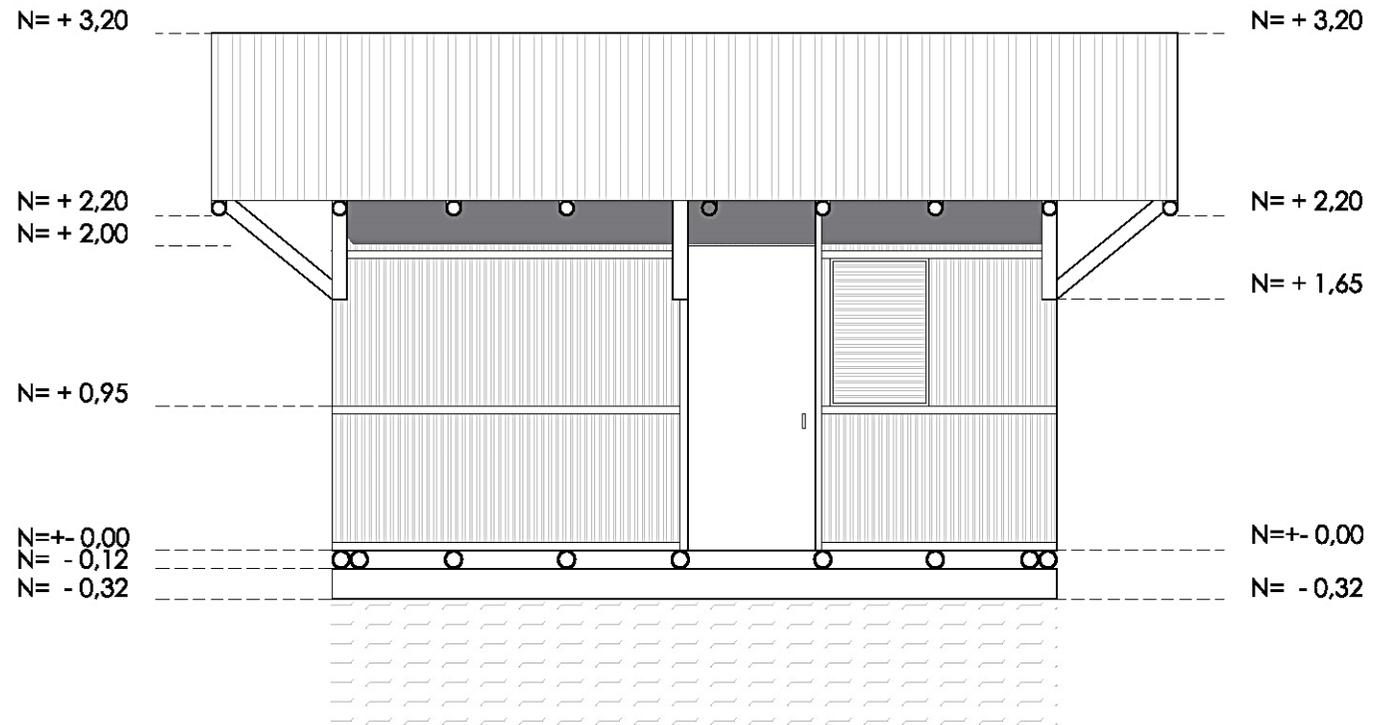
**PLANTA DE ESTRUCTURA DE CUBIERTAS**  
ESCALA 1:50



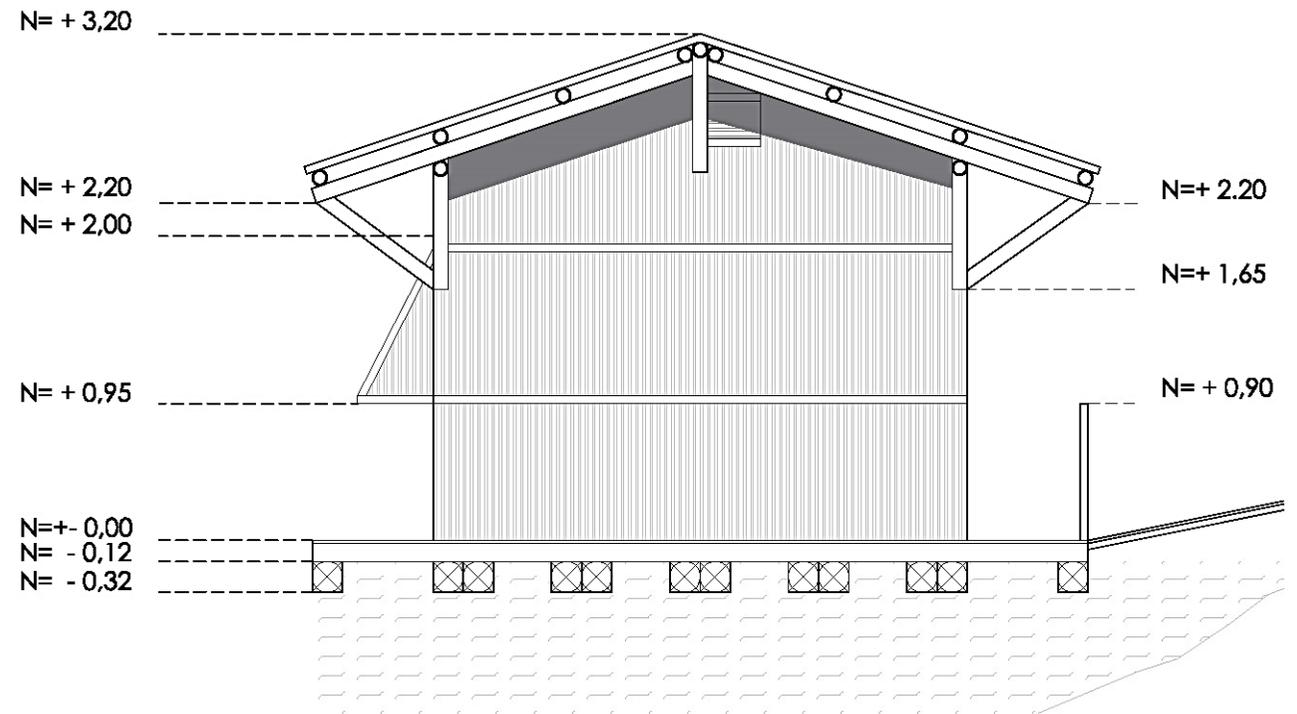
PLANTA ARQUITECTONICA  
ESCALA 1:50

## Capítulo IV. PROPUESTA

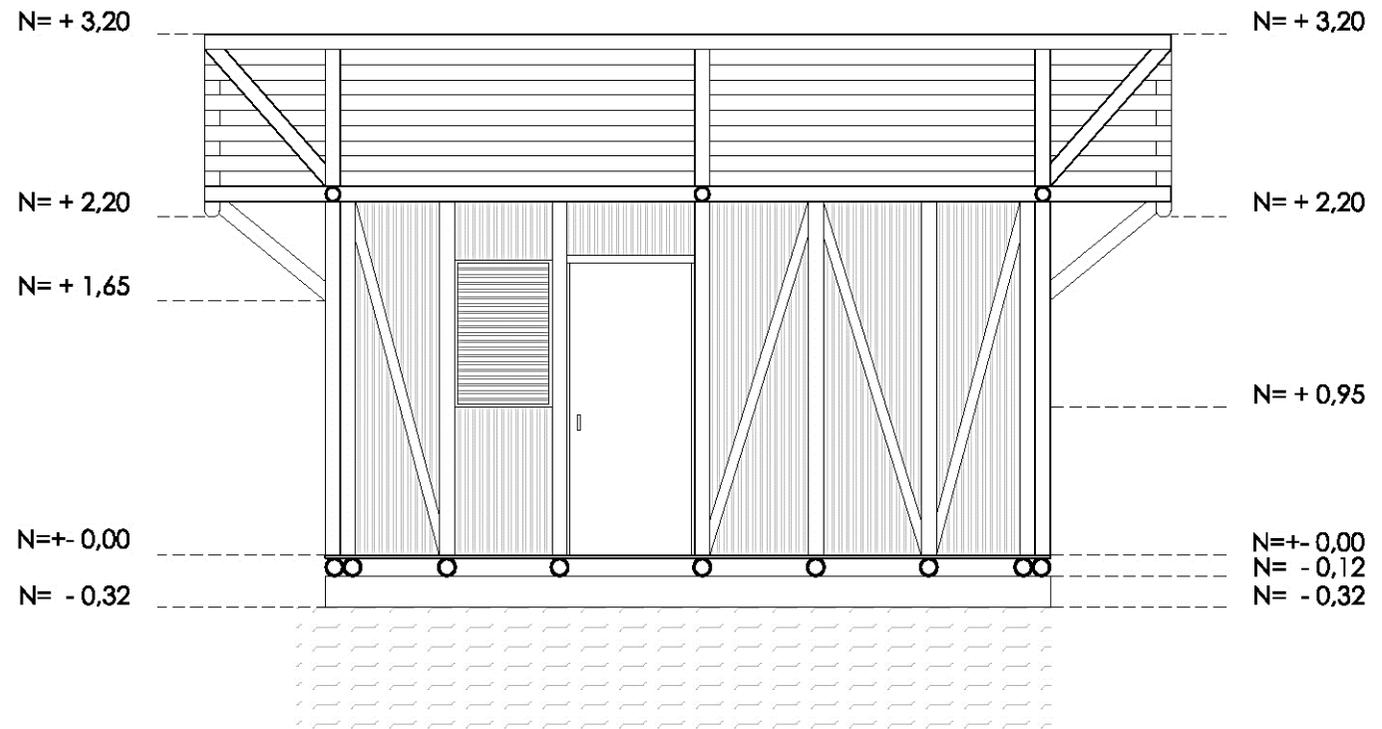
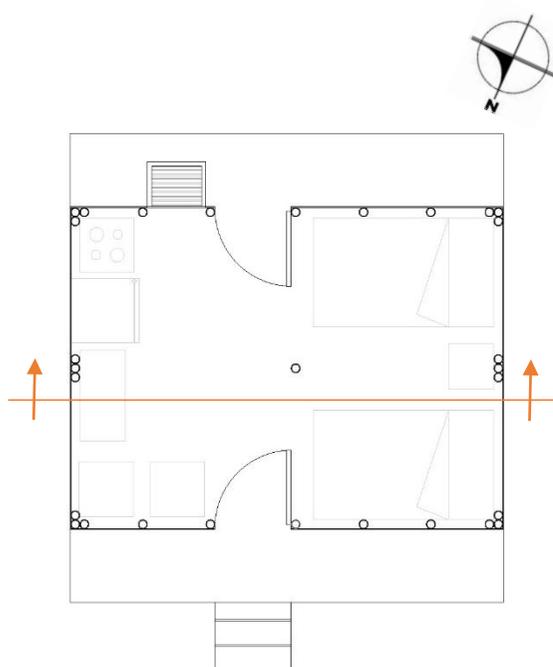




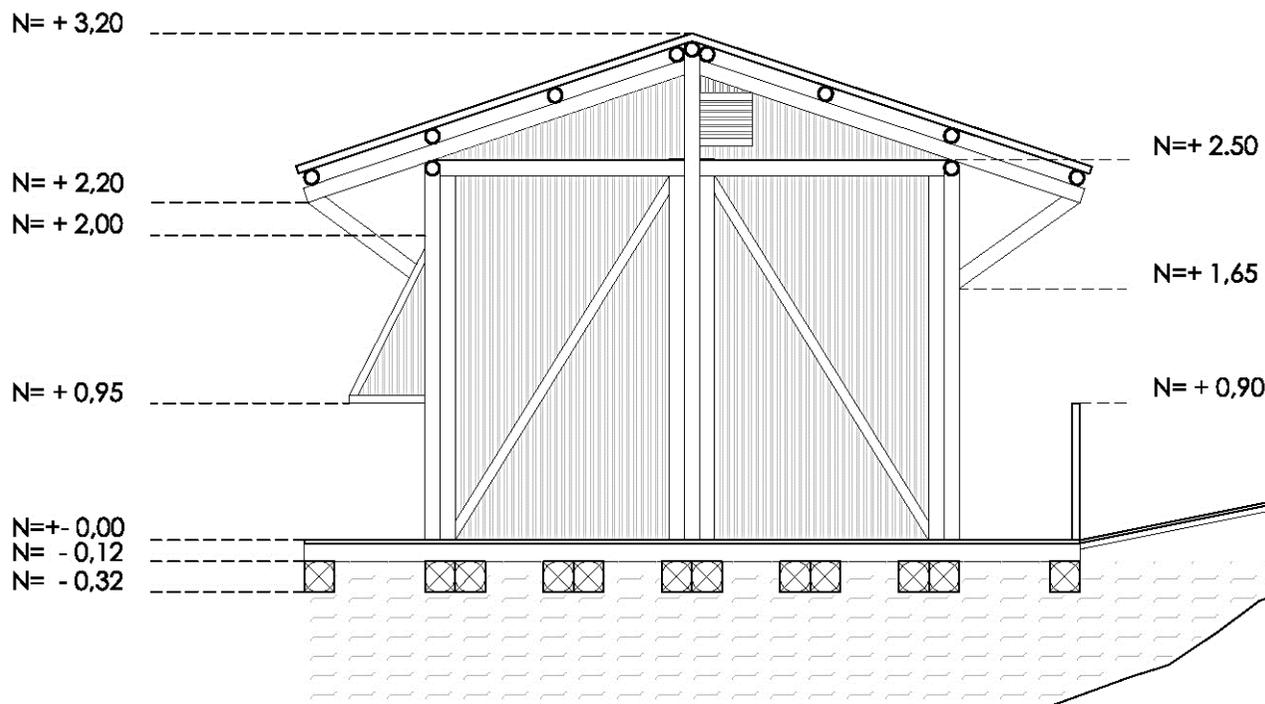
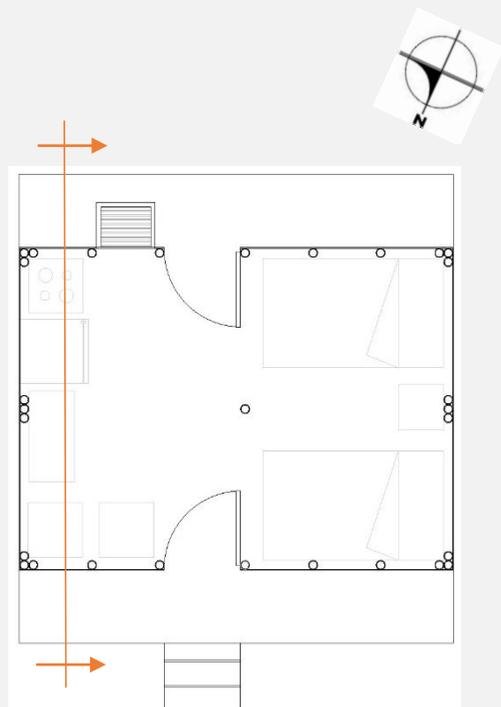
## Capítulo IV. PROPUESTA



**ELEVACION LATERAL IZQUIERDA**  
ESCALA 1:50



# Capítulo IV. PROPUESTA



**SECCION B - B**  
ESCALA 1:50

## DETALLES CONSTRUCTIVOS

### Detalle 01

- 01 Tabla de laurel de 20cm
- 02 Clavo galvanizado de 2 ½"
- 03 tronco de balsa de 20cm
- 04 Viga de piso de caña de 12cm

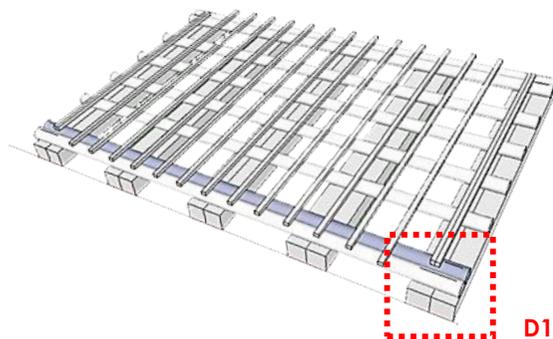
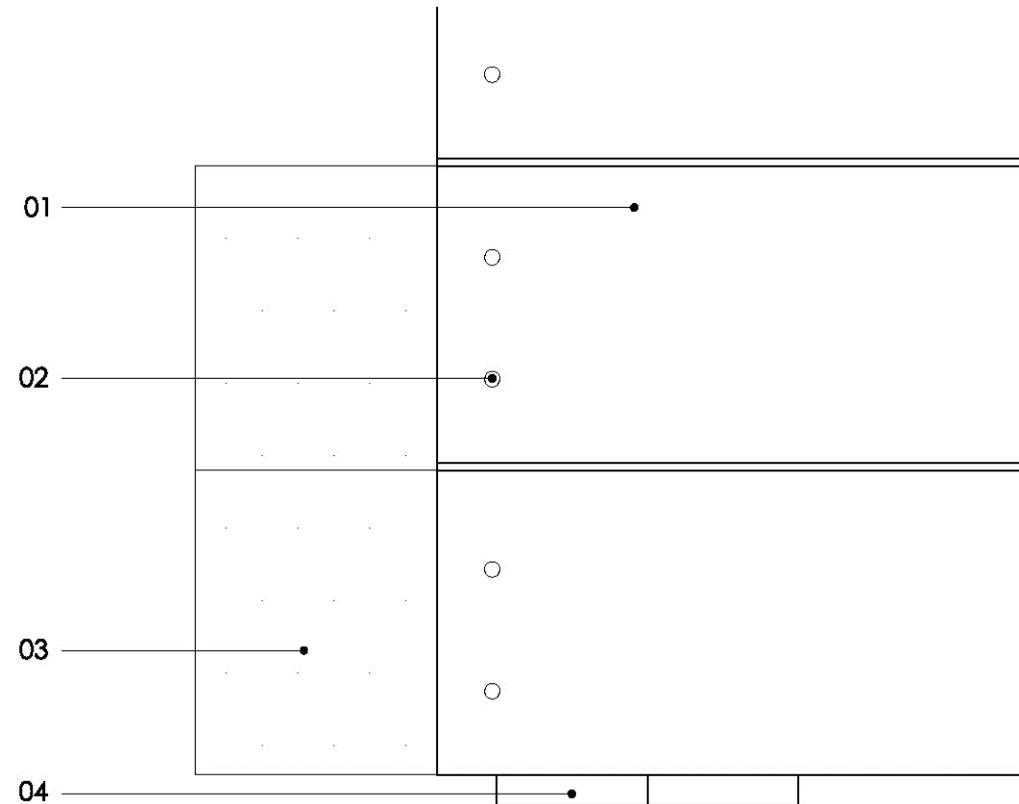


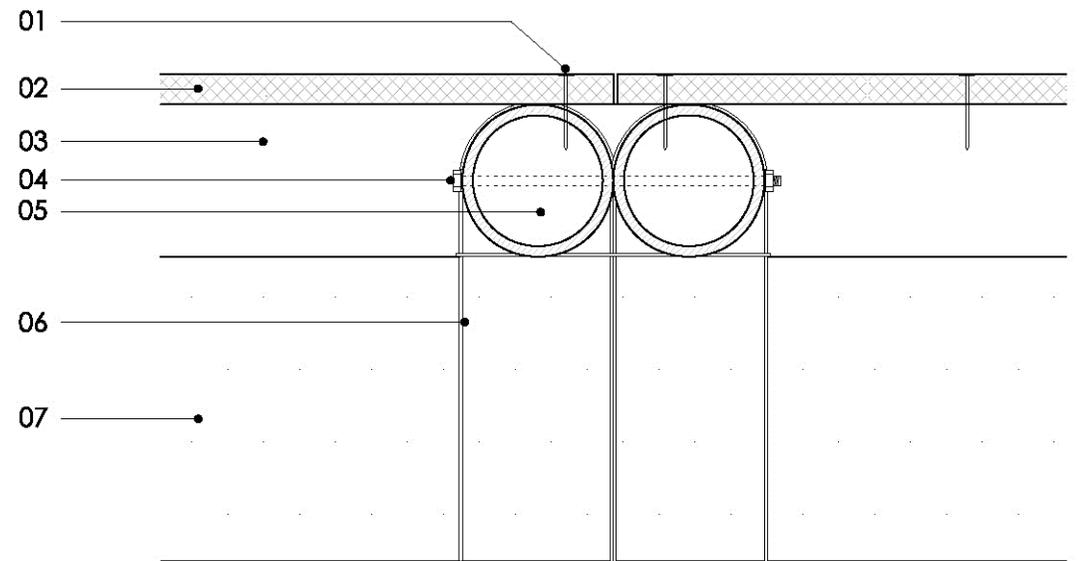
Imagen 167: Solución constructiva para estructura del piso de la vivienda flotante.



## Capítulo IV. PROPUESTA

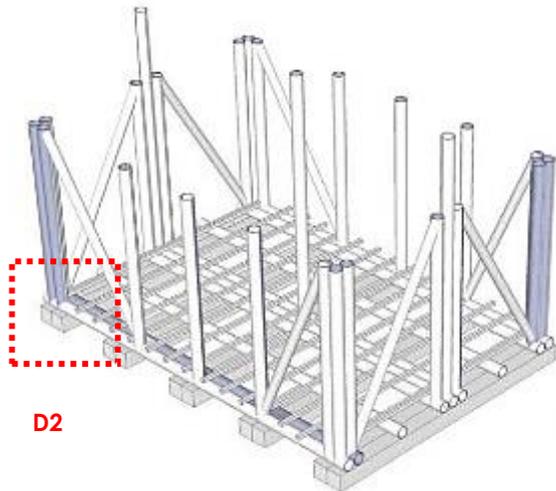
### Detalle 01

- 01 Clavo galvanizado de 2 ½"
- 02 Tabla de laurel de 20cm
- 03 Viga de piso de caña de 12cm
- 04 Perno de 3/8" tipo (A325)
- 05 Viga de piso de caña de 12cm
- 06 Cabo
- 07 Tronco de balsa de 20cm



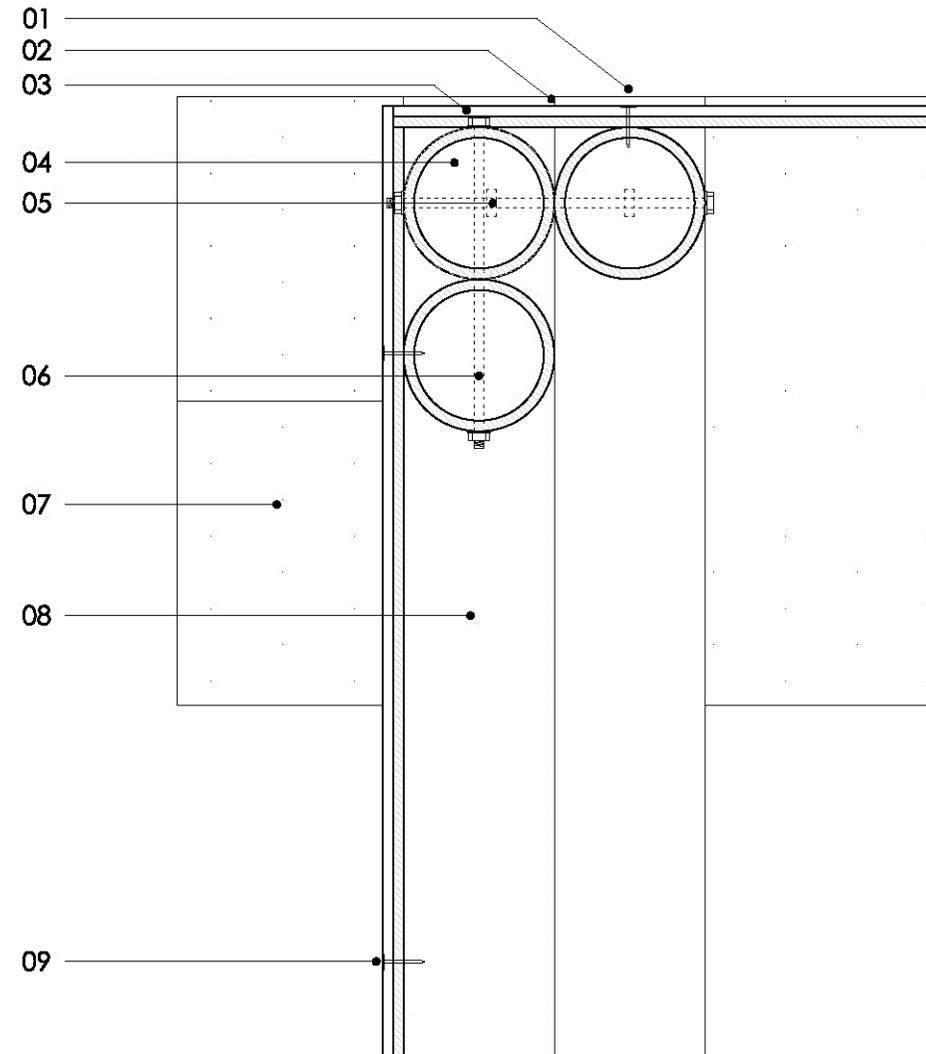
### Detalle 02

- 01 Clavo galvanizado de 1 ½"
- 02 Latilla de caña guadua
- 03 Revestimiento de caña picada
- 04 Columna de caña de 12cm
- 05 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 06 Perno de 3/8" tipo (A325)
- 07 Tronco de balsa de 20cm
- 08 Viga de piso de caña de 12cm
- 09 Clavo galvanizado de 1 ½"



D2

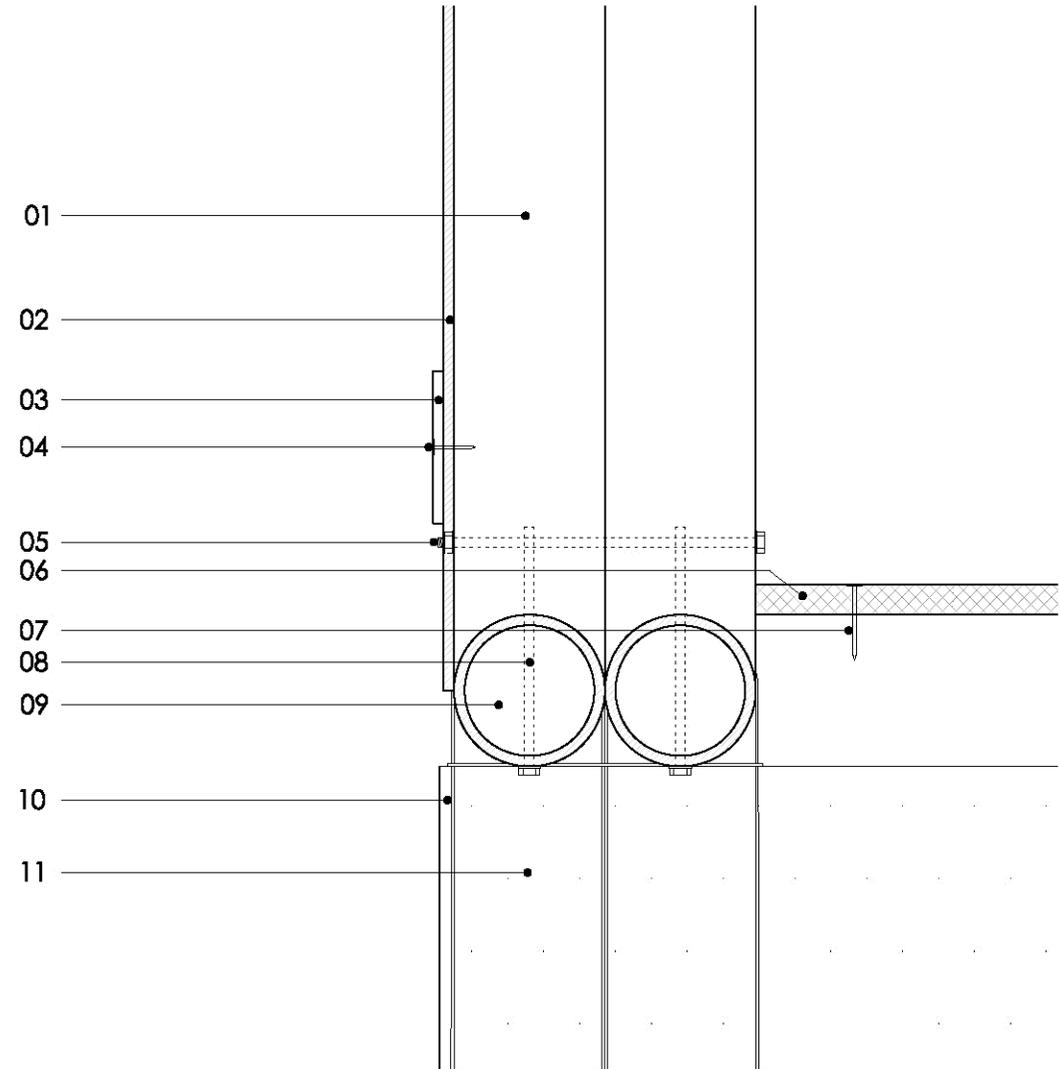
Imagen 168: Instalación de muros estructurales sobre base flotante.



## Capítulo IV. PROPUESTA

### Detalle 02

- 01 Columnas de caña de 12cm
- 02 Revestimiento de caña picada
- 03 Latilla de caña guadua
- 04 Clavo galvanizado de 1 ½"
- 05 Perno de 3/8" tipo (A325)
- 06 Tabla de laurel de 20cm
- 07 Clavo galvanizado de 2 ½"
- 08 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 09 Viga de piso de caña de 12cm
- 10 Cabo
- 11 Tronco de balsa de 20cm



**ALZADO**  
ESCALA 1:5

### Detalle 03

- 01 Latilla de caña guadua
- 02 Revestimiento de caña picada
- 03 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 04 Perno de 3/8" (A325)
- 05 Tronco de balsa de 12cm
- 06 Columna de caña de 12cm
- 07 Viga de piso de caña de 12cm
- 08 Refuerzo diagonal de caña 12cm

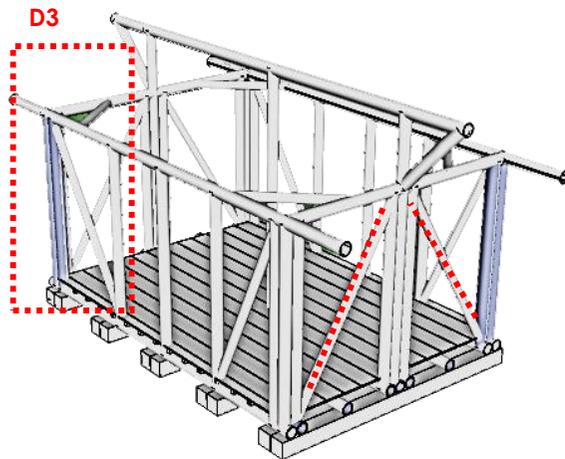
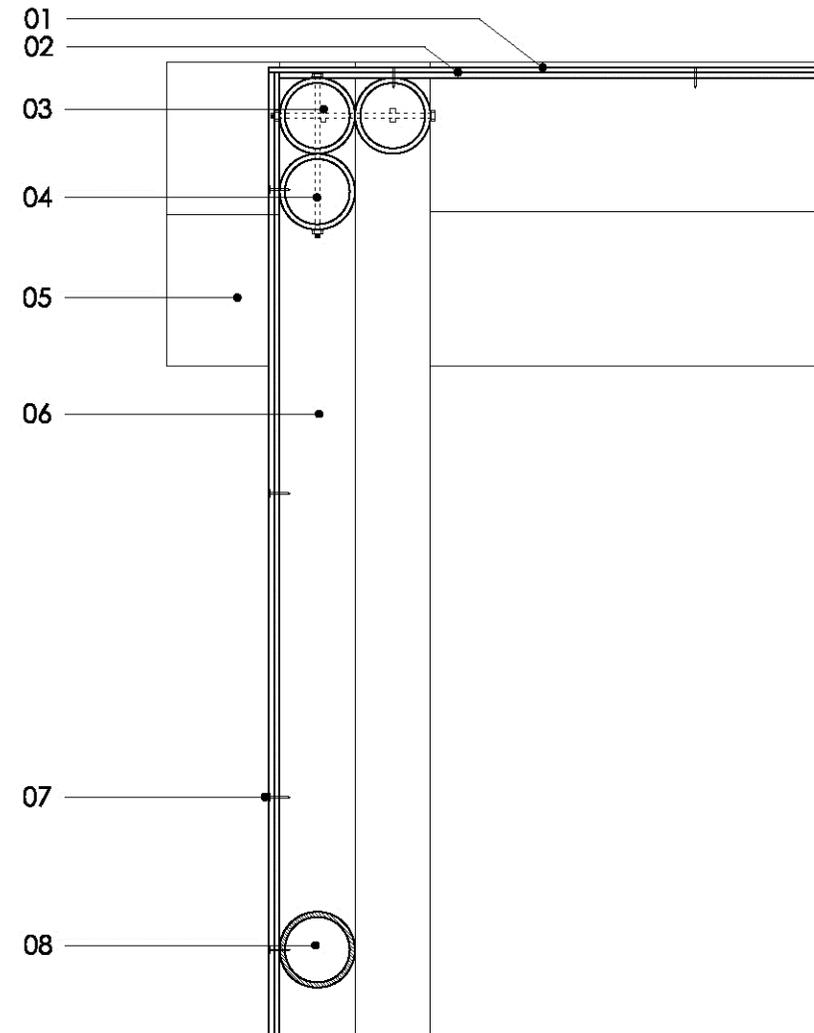


Imagen 169: Instalación de diagonales en muros estructurales sobre base flotante.



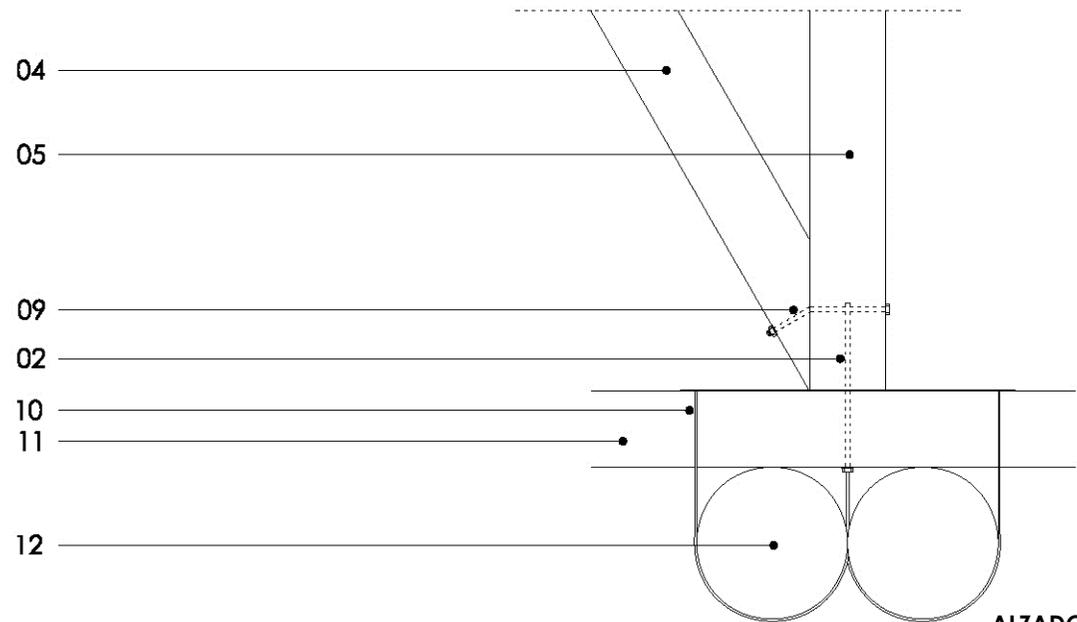
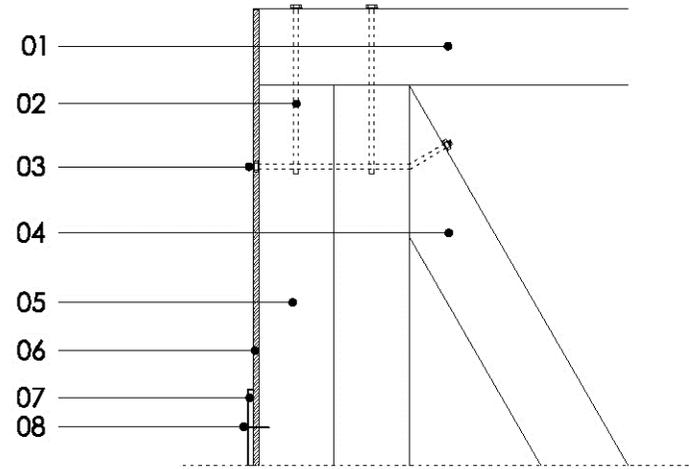
PLANTA  
ESCALA 1:10

josé alberto delgado cruz

## Capítulo IV. PROPUESTA

### Detalle 03

- 01 Solera de cubierta de caña 12cm
- 02 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 03 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 04 Refuerzo diagonal de caña 10cm
- 05 Columna de caña de 12cm
- 06 Revestimiento de caña picada
- 07 Latilla de caña guadua
- 08 Clavo galvanizado de 1 1/2"
- 09 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 10 Cabo
- 11 Viga de piso de caña de 12cm
- 12 Tronco de balsa de 20cm



ALZADO  
ESCALA 1:10

### Detalle 04

- 01 Solera de cubierta de caña 12cm
- 02 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 03 Riostra de caña de 10cm
- 04 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 05 Clavo galvanizado de 1 1/2"
- 06 Latilla de caña guadua
- 07 Revestimiento de caña picada

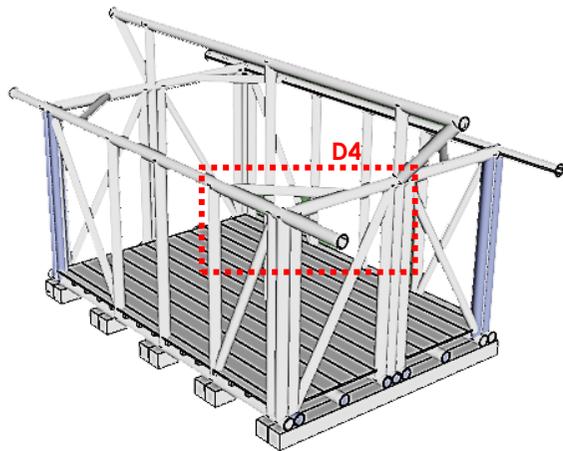
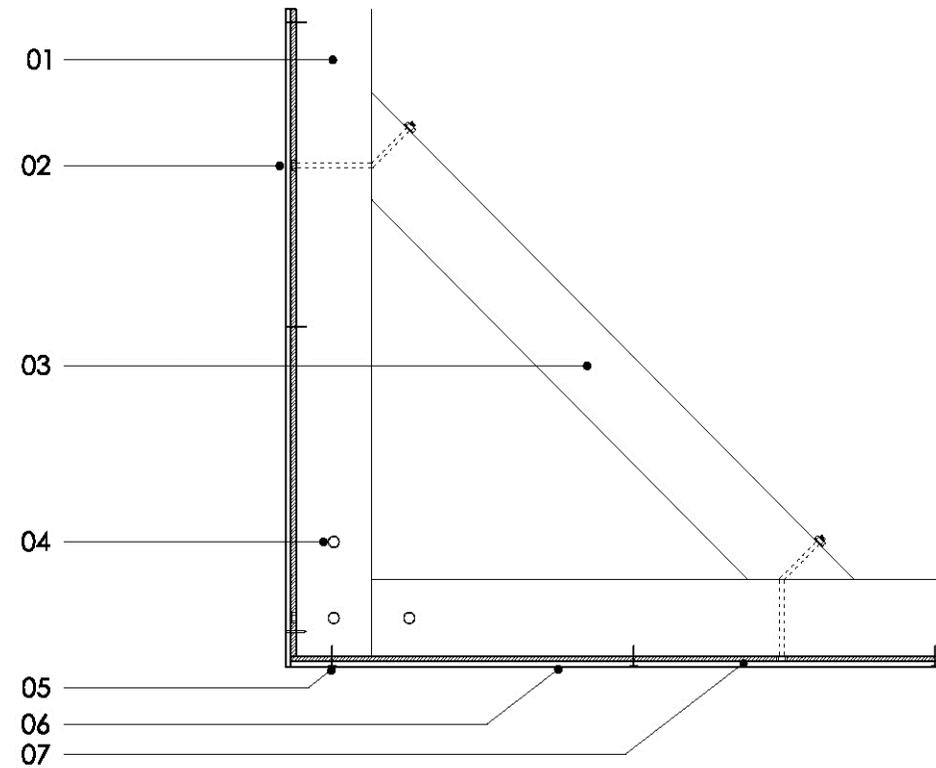


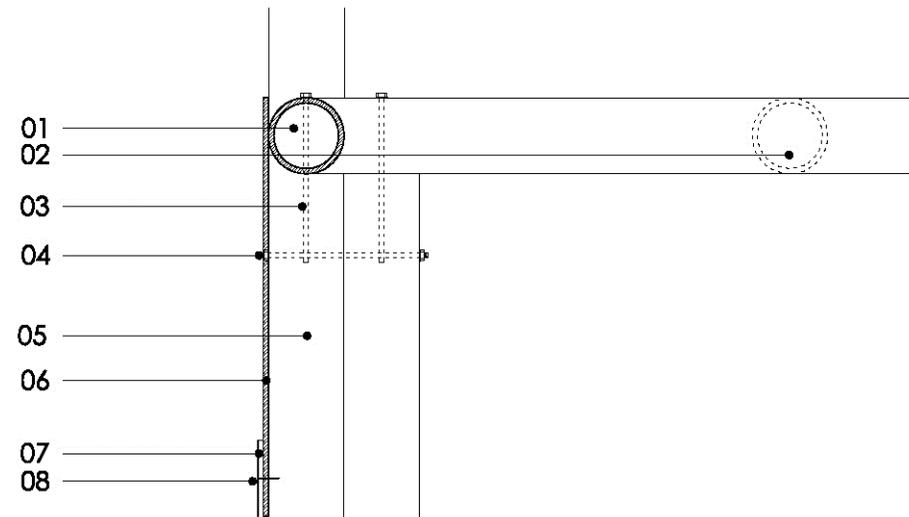
Imagen 170: Reforzamiento de estructura mediante sistema de riostras.



## Capítulo IV. PROPUESTA

### Detalle 04

- 01 Solera de cubierta de caña 12cm
- 02 Riostra de caña de 10cm
- 03 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 04 Perno de 3/8" tipo (A325)
- 05 Columna de caña de 12cm
- 06 Revestimiento de caña picada
- 07 Latilla de caña guadua
- 08 Clavo galvanizado de 1 1/2"



### Detalle 05

- 01 Caballete de cumbrero de zinc
- 02 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 03 Clavo para zinc de 3"
- 04 Plancha de zinc ondulado
- 05 Viga de cumbrero de caña de 12cm
- 06 Correa de cubierta de caña de 10cm
- 07 Perno de 3/8" tipo (A325)
- 08 Cabo
- 09 Par de cubierta de caña de 12cm
- 10 Columna de caña de 12cm
- 11 Clavo galvanizado de 1 1/2"
- 12 Latilla de caña guadua
- 13 Revestimiento de piso de cámara de aislamiento térmico de caña picada
- 14 Solera de cubierta de caña de 12cm
- 15 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 16 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 17 Columna de caña de 12cm
- 18 Refuerzo diagonal de caña de 10cm

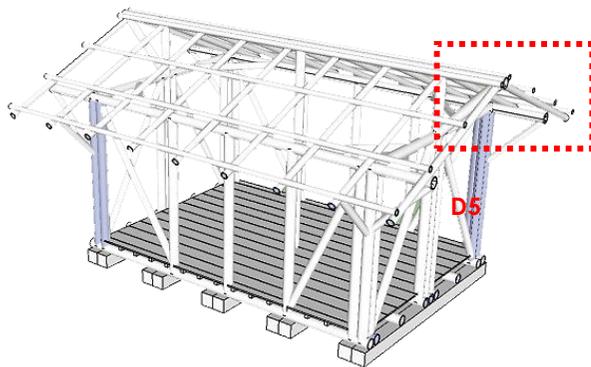
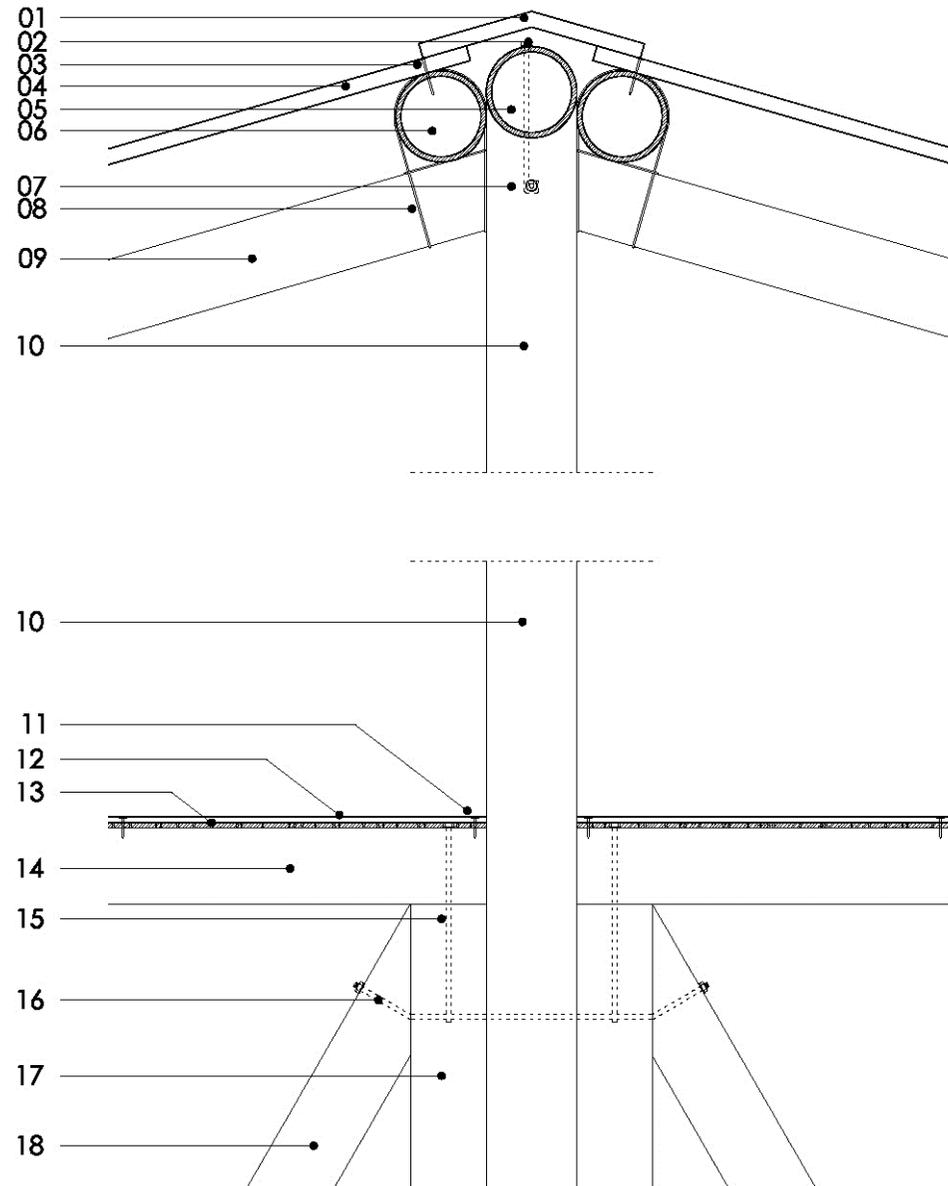


Imagen 171: Estructura de cubierta de caña.



## Capítulo IV. PROPUESTA

### Detalle 06\_Alzado

- 01 Plancha de zinc ondulado
- 02 Clavo para zinc de 3"
- 03 Cabo
- 04 Correa de cubierta de caña de 10cm
- 05 Par de cubierta de caña de 12cm
- 06 Latilla de caña guadua
- 07 Clavo galvanizado de 1 ½"
- 08 Revestimiento de piso de cámara de aislamiento térmico de caña picada
- 09 Solera de cubierta de caña de 12cm
- 10 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 11 Perno de 3/8" tipo (A325)
- 12 Columna de caña de 12cm
- 13 Pie de amigo de caña de 10cm
- 14 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 15 Latilla de caña guadua
- 16 Clavo galvanizado de 1 ½"
- 17 Revestimiento de caña picada

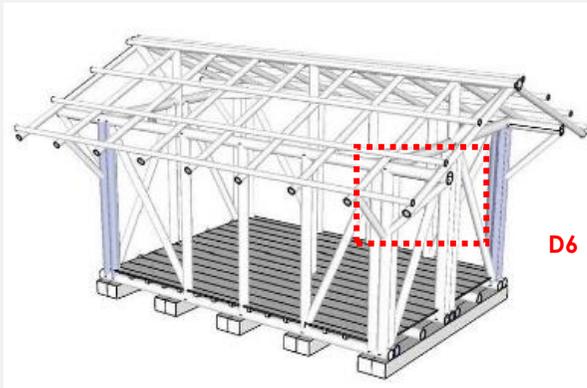
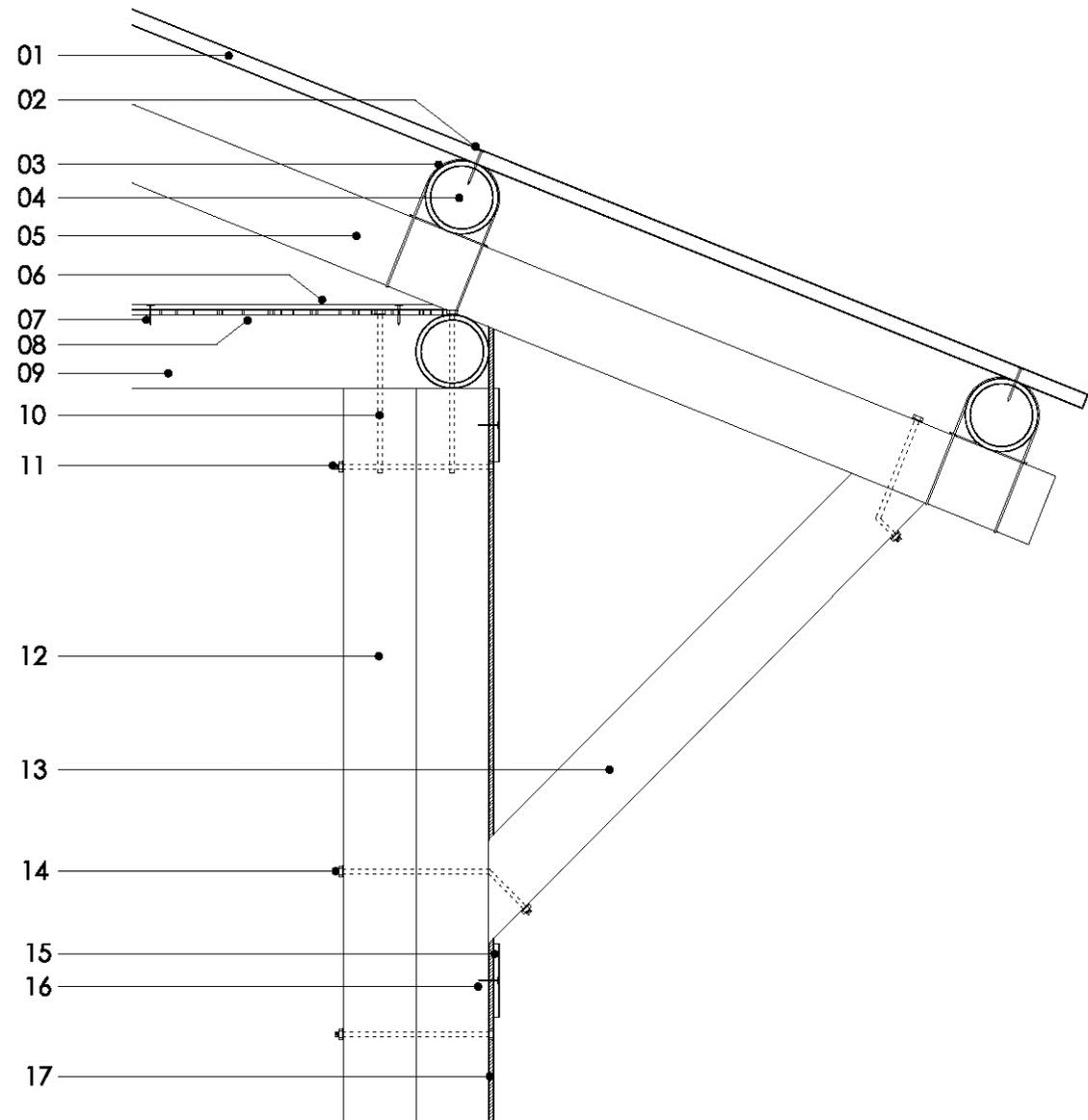


Imagen 172: Refuerzo diagonal para aleros mayores a 60cm



### Detalle 07

- 01 Caballete de cumbrero de zinc
- 02 Viga de cumbrero de caña 12cm
- 03 Correa de cubierta de caña de 12cm
- 04 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 05 Pie de amigo de caña de 10cm
- 06 Revestimiento de caña picada
- 07 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 08 Latilla de caña guadua
- 09 Revestimiento de piso de cámara de aislamiento térmico de caña picada
- 10 Solera de cubierta de caña de 12cm
- 11 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 12 Varilla roscada de 3/8" con tuerca
- 13 Columna de caña de 12 cm
- 14 Refuerzo diagonal de caña 10cm
- 15 Latilla de caña guadua
- 16 Clavo galvanizado de 1 1/2"

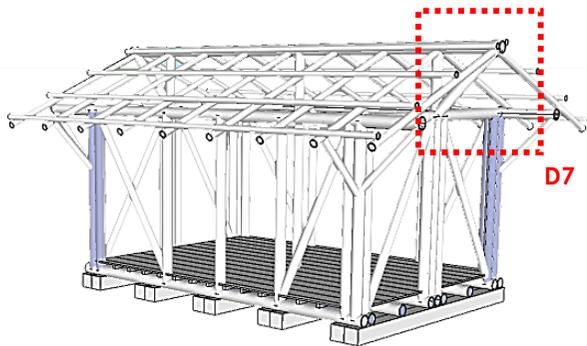
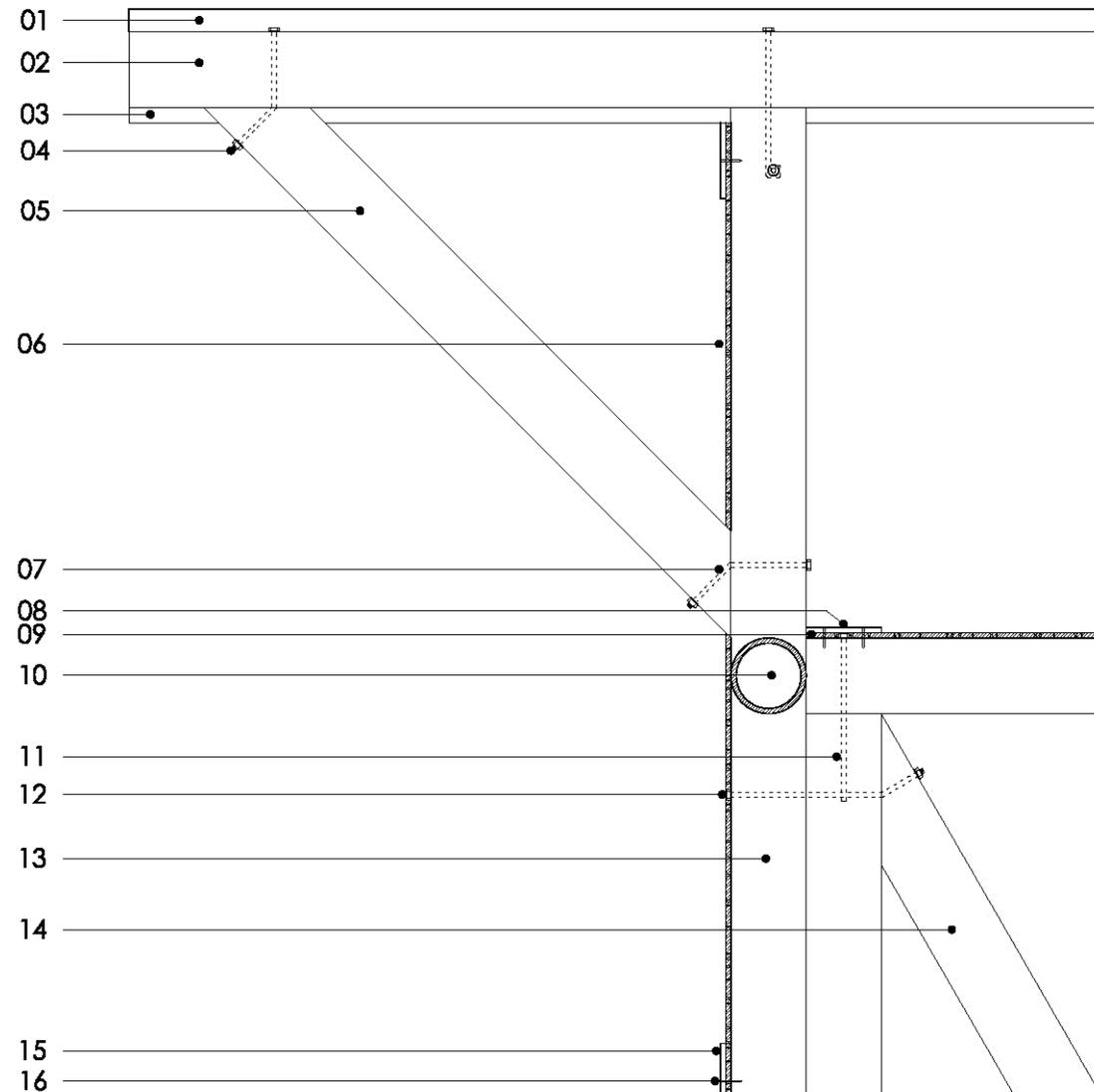


Imagen 173: Refuerzo diagonal para cumbreros mayores a 60cm



ALZADO  
ESCALA 1:10

## Capítulo IV. PROPUESTA

### 4.8 CONCLUSIONES

La investigación desarrollada en este capítulo ha establecido recomendaciones de intervención en el contexto inmediato de emplazamiento de las edificaciones flotantes para la recuperación de las orillas, a través de la incorporación de elementos vegetales (plantas nativas), y del río mediante el control de los factores de contaminación sugiriendo la instalación de baterías sanitarias en tierra firme de manera que puedan conectarse a la red de desagües de la ciudad, y el reciclaje y reutilización de sus desechos.

Por otro lado, partiendo del reconocimiento de “malas prácticas constructivas” para la elaboración de estas viviendas flotantes, como uno de los principales factores de deterioro, se ha presentado paso a paso y de manera detallada, soluciones constructivas que mejoren la condición actual de sus habitantes, mediante una correcta aplicación de los materiales que conforman su estructura y revestimiento (caña guadua, madera de laurel y zinc), así como también de los diferentes elementos que sirven para su unión (pernos, tuercas, arandelas y varillas roscadas).

Mediante el análisis de 2 viviendas flotantes, se elaboró una propuesta que mejora de las condiciones de confort interior de las viviendas flotantes del río Babahoyo; para lograr este control de los factores climáticos, se ha desarrollado un estudio de diferentes escenarios que contribuyan al mejoramiento de las condiciones ambientales interiores, recomendándose incrementar la longitud actual de los aleros a 80cm como mínimo, la incorporación de una cámara de aire para el control de las temperaturas máximas y mínimas, el uso de elementos arquitectónicos como persianas, puertas y ventanas poniendo especial interés por utilizar recursos propios del lugar como las maderas de balsa, laurel y la caña guadua.

Finalmente se han establecido recomendaciones que buscan maximizar el período de vida útil de estos materiales a través de proceso de bajo costo económico que les permita soportar a estas edificaciones, permanecer en constante contacto con el clima (sol y lluvia); que puedan aprovechar los recursos locales y, que socialmente puedan ser aceptadas y desarrolladas por los propios ocupantes. Además, se ha enfatizado en la importancia de la protección previa de la madera a utilizar, durante la instalación y su mantenimiento constante, así como también de los demás materiales utilizados en la construcción de estas viviendas (caña y zinc).

## Capítulo IV. PROPUESTA

### 5. CONCLUSIONES GENERALES

La presente investigación ha permitido conocer el estado de arte de arquitectura flotante en el contexto internacional y local. Esta particular forma de habitar, casi nómada que surgió asociada a las actividades de intercambio y ocupadas por los estratos económicos más limitados, muestra una situación contrastada en aquellos países en los cuales aún continúa vigente. Al respecto, se pueden clasificar dos grupos de arquitectura flotante: i) vernácula, asociada a temas de espontaneidad, autoconstrucción, optimización de recursos locales y naturales para su construcción y diseño, presente en países considerados en vías de desarrollo, donde las formas de habitar parecen haberse detenido en el tiempo; y ii) sofisticada referida a una vivienda “bote” totalmente evolucionada con respecto a sus orígenes, desarrolladas por reconocidos estudios de diseño, donde se observan innovaciones tecnológicas, emplazadas en países considerados desarrollados. Si bien se trata de dos tipos de arquitectura flotante, ambas presentan potencialidades para enfrentar problemáticas habitacionales contemporáneas.

Desafortunadamente, en el contexto local -y muy similar a la situación de Camboya- el estudio de este tipo de arquitectura ha sido relegado. Asociado a la vivienda flotante se encuentran problemas de legalidad en su emplazamiento, desatención a condiciones de salubridad, improvisadas intervenciones de mala calidad sobre la construcción y deficientes condiciones de habitabilidad interior. En efecto, el estudio de diagnóstico ha evidenciado que una de las mayores causas de deterioro de la edificación flotante, después de su inevitable contacto directo con el agua, es el agente antrópico. Donde la contaminación de las aguas del río Babahoyo así como las malas prácticas constructivas ponen en serio riesgo la estabilidad de estas edificaciones. Deficientes uniones y sistemas de amarre entre los diferentes elementos de la edificación (base-estructura-cubierta), y falta de atención a tratamiento de la madera y caña, previo su utilización, representan el factor común en este tipo de viviendas.

En relación a las condiciones ambientales interiores, los dos casos analizados revelaron problemas de elevadas temperaturas, humedad relativa y niveles de radiación que afectan la sensación de confort interior, principalmente al medio día y en la madrugada. Al respecto se evaluaron cuatro diferentes escenarios para lograr niveles de confort considerados óptimos al interior de la vivienda emplaza en esta zona del litoral ecuatoriano. El incremento de la longitud actual de los aleros a 80cm como mínimo, de la mano con la incorporación de una cámara de aire en la cubierta y el uso de elementos arquitectónicos como persianas, puertas y ventanas, fue considerado el escenario óptimo desde el punto de los resultados en cuanto a los niveles de confort alcanzados, además de económico, y de fácil construcción.

Estos hallazgos fueron incorporados en una propuesta de intervención que mejora la práctica constructiva actual, sin comprometer la capacidad de auto-construcción y conservando las características formales de este tipo de arquitectura vernácula propia del lugar. De manera detallada, se presentó un ejemplo de construcción 'ideal', entendida como la correcta instalación de los materiales que conforman su estructura y revestimiento (caña guadua, madera de laurel y zinc), así como también de los diferentes elementos que sirven para su unión (pernos, tuercas, arandelas y varillas roscadas). Se enfatizaron detalles referidos a las uniones entre los elementos de la edificación de tal manera que se garantice la estabilidad de la estructura, siguiendo recomendaciones internacionales tales como:

- GPE INEN 042 (1976) Guía Práctica Ecuatoriana. "Bambú caña guadua. Recomendaciones para el uso en la construcción"
- NEC-SE-MD (2014): Norma Ecuatoriana de la Construcción. "Estructuras de madera"

#### Capítulo IV. PROPUESTA

- NTE INEN 2-492 (2009): Norma Técnica Ecuatoriana. “Láminas de acero recubiertas con zinc (galvanizadas) o recubiertas con aleación Hierro Zinc (galvano-recocido) mediante procesos de inmersión en caliente. Requisitos” (MT: 05.04-402).
- NSR-10 (1997): Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. Título G- Estructuras de madera y estructuras de guadua.
- CPE INEN 005-3 (1984): Código Ecuatoriano de Construcción. Código de Práctica Ecuatoriano. “Administración, control y zonificación” (CO: 01.07-601.3)
- NEC-SE-VIVIENDA (2014): Norma Ecuatoriana de la Construcción. “Vivienda de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m”.

Adicionalmente se han incorporado criterios de modulación que permiten maximizar el aprovechamiento de los materiales que intervienen en la edificación, lección aprendida de los ejemplos de vivienda ‘sofisticada’ y finalmente se establecieron recomendaciones en relación al tratamiento de las maderas, previa su utilización en construcción así como para su mantenimiento constante.

Finalmente se dejan planteadas líneas para futuras investigaciones donde se profundice el manejo de factores externos a la edificación, tales como la recuperación de las orillas, a través de la incorporación de elementos vegetales (plantas nativas), reduciendo así la incidencia de radiación solar sobre las superficies; el control de los factores de contaminación y el reciclaje y reutilización de sus desechos, que de manera complementaria a la presente investigación coadyuven a mejorar las actuales condiciones paisajísticas y sociales de la población que reside a orillas del río Babahoyo.



# REFERENCIAS

## IMAGENES Y TABLAS



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achig, M.C. (2010). Methodology for analysis, diagnosis and monitoring of damage in heritage architecture (earth and timber) in Cuenca, Ecuador. Case Study: Casa Peña in the Barranco of the city. Tesis de Maestría en Conservación de Monumentos y Sitios, Universidad Católica de Lovaina - Universidad de Cuenca, Leuven, Bélgica, 11-12, 180-249.
- Avilés, E. (2014). La Balsa (transporte). Enciclopedia del Ecuador. En <http://www.encyclopediadelecuador.com/temasOpt.php?Ind=194>. Visitado 29.12.2014
- Bhandari, B. B., & Abe, O. (2003). Education for Sustainable Development in Nepal Views and Visions.
- Blondet, M. et. a. (2003). *Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos*. Earthquake Engineering Research Institute. California.
- Calderón, A. (s/d). Preservación de maderas. Cuadernos de dasonomía, serie didáctica no. 16. Departamento de producción agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.
- Cedeño, S. (2008). La Balsa de Guayaquil. El Universo. En <http://www.eluniverso.com/2008/07/02/0001/18/12E117B3F01743D484CA1610649BA60F.html>. Visitado 29.12.2014
- Celleri E., Cordero M., Pesantez J. (1982). ECODISEÑO. Tesis profesional de arquitectura. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Díaz O. (2012). "La cubierta metálica en el clima cálido húmedo: análisis del comportamiento térmico del techo de zinc de la vivienda vernácula dominicana". Master en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Cataluña. España.
- Diccionario Ilustrado de la Lengua Española. (1968), ARISTOS, Ed. Ramón Sopena S.A. España. Pág. 221
- Gómez, J. (2014). El Guayas y la Balsa. Artículos históricos. En [http://www.archivohistoricoguayas.org/images-articulos-balsa1\\_jpg.mht](http://www.archivohistoricoguayas.org/images-articulos-balsa1_jpg.mht). Visitado 29.12.2014
- Gómez, J. (2006). Primeros habitantes de Guayaquil. Por Moisés Pinchevsky. El Universo. En <http://www.eluniverso.com/2006/12/24/0001/1020/8287CAFFA40D4037A446A48121F3494C.html>. Visitado 29.12.2014
- Gómez, J. E. (2010). Vivienda efímera urbana: ¿arquitectura vernácula? *dearq07*, 136–143.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Feeney, E. (2012). Images of America. Seattle's floating homes. En [http://books.google.com.ec/books?id=9JNPfDf1QTUC&pg=PA2&lpg=PA2&dq=erin+feeney+images+of+america+seattle+floating+homes&source=bl&ots=8zsqpXD3jf&sig=ySkPIGZqsQ12wGgf0RKhDERkbjs&hl=es&sa=X&ei=vApiVivkNIGeNu\\_yg-AE&sqj=2&ved=0CEMQ6AEwBw#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=9JNPfDf1QTUC&pg=PA2&lpg=PA2&dq=erin+feeney+images+of+america+seattle+floating+homes&source=bl&ots=8zsqpXD3jf&sig=ySkPIGZqsQ12wGgf0RKhDERkbjs&hl=es&sa=X&ei=vApiVivkNIGeNu_yg-AE&sqj=2&ved=0CEMQ6AEwBw#v=onepage&q&f=false) visitado 11.11.2014
- Guerrero, L. (2010). La herencia de la arquitectura tradicional. En alarife No.20 8-26.
- Hernandez, P. (2015). En <http://pedrojhernandez.com/2014/03/03/diagrama-bioclimatico-de-olgyay/> visitado 10.01.2016
- Hortle, K. G., S. Lieng and J. Valbo-Jorgensen. (2004). An Introduction to Camboya's Inland Fisheries. Mekong Development Series No. 4. Mekong River Commission, Phnom Penh, Camboya. 41 p. ISSN 1680-4023.
- ICOMOS (1999). Carta del Patrimonio vernaculo construido. Mexico. En [http://www.talactor.com/archivos/legint/1999\\_ICOMOS\\_CartaM%C3%A9jico2.pdf](http://www.talactor.com/archivos/legint/1999_ICOMOS_CartaM%C3%A9jico2.pdf) visitado 01/11/2015
- INEC (2010). Fasciculo Provincial Los Rios. Resultados del Censo 2010 de poblacion y vivienda en el Ecuador. En [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/los\\_rios.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/los_rios.pdf) visitado 09/07/2014
- INEN (1976). Instituto Ecuatoriano de Normalización. Guia practica 042. Bambú caña guadua. Recomendaciones para el uso en la construcción. Quito, Ecuador.
- Turismo M. (2006). Ficha de atractivos turisticos del Ecuador. Ministerio de Turismo del Ecuador. Ecuador.
- Franco A. (2006). Reseña historica de la Balsa Blanca. I. Municipalidad de Babahoyo.
- Keskinen, M. (2003). *Socio-economic survey of the Tonle Sap Lake, Camboya*. Helsinki University of Technology.
- Lamberts, D. (2001). Tonle Sap fisheries: a case study on floodplain gillnet fisheries in Siem Reap, Camboya. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand. RAP Publication 2001/11.
- López, M. (2011). Reinterpretación de la arquitectura vernácula habitacional: Hassan Fathy y Charles Correa. Trabajo de disertacion. Maestrado Integrado en Arquitectura y Urbanismo. Escola Superior de Gallaecia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Maldonado, L., & Vela-Cossío, F. (2011). El patrimonio arquitectónico construido con tierra. Las aportaciones historiográficas y el reconocimiento de sus valores en el contexto de la arquitectura popular española. *Informes de La Construcción*, 63(523), 71–80. doi:10.3989/ic.10.062
- Mathews, J. (2013). "Thousands of these floating hovels": Picturing Bargees in Image and Text, *Nineteenth-Century Contexts: An Interdisciplinary Journal*, Vol. 35, No. 2, 121–142
- MCPC. (2010) Ministerio Coordinador de Patrimonio Cultural. Ficha de registro de Bienes Inmateriales. Ecuador.
- McKenney, B. and P. Tola. (2002). *Natural Resources and Rural Livelihoods in Cambodia: A Baseline Assessment*. Cambodia Development Resource Institute Working Paper No. 23. ISSN 1560-9197.
- Mendoza F. & Verdugo A. (2002). Los costos en la construcción de viviendas cobijo arquitectura cuenca 2000 – 2001. Tesis previa la obtención título Contador Público Auditor. Universidad de Cuenca. 93p
- Mendrano, A. (2009) A 17 meses no se concreta la réplica de la Balsa Blanca. *El Universo*. En [http://www.eluniverso.com/data-recursos-fotos-PR10A020409.photo02\\_228\\_168.jpg.mht](http://www.eluniverso.com/data-recursos-fotos-PR10A020409.photo02_228_168.jpg.mht). Visitado 29.12.2014
- Meinander, M. (2009). *Livelihood Sustainability Analysis of the Floating Villages of the Tonle Sap Lake, Cambodia*. Helsinki University of Technology.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2011). *Proyecto normativo Diseño y construcción con bambú*. Perú
- Mogollon J., & Diaz G., (1990). *Sistema Normalizado en Gadua y madera. Desarrollo progresivo de viviendas populares en ladera*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. IV Concurso Iberoamericano de informes. Colombia
- Municipalidad de Babahoyo (2006). *Proyecto de readecuación de las casas flotantes (balsas) de la ribera del Río Babahoyo en el Malecón 9 de Octubre*. Babahoyo, Ecuador.
- Nurnberg, D. (1982), Estrada, J. y Holm, O. *Arquitectura vernácula en el Litoral*. Archivo Histórico del Guayas. Banco Central del Ecuador. Guayaquil, 1982. 297p.
- Oliver, P. (1969). *Shelter and Society*. New York: Frederick A Praeger.
- Ramírez, A. (s/d). *Metodología de la investigación científica*. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Pontificia Universidad Javeriana. 111p.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rapoport, A. (1982). The meaning of the built environment: a nonverbal communication approach.
- Rayman, N. (2014). This floating city may be the future of coastal living. En <http://time.com/2926425/the-floating-homes/>. Visitado 11.11.2014
- Slessor, C. (2013). Floating Houses, The Netherlands by Marlies Rohmer architects & planners. <http://www.architectural-review.com/buildings/floating-houses-the-netherlands-by-marlies-rohmer-architects-and-planners/8649745.article>. Visitado 11.11.2014
- Skjold, A. (2003). Tomorrow's floating homes: Part house, Part boat, Part offshore Ring. En revista 'The Futurist'.
- Supic, P. (1982). Vernacular architecture: A lesson of the past for the future. *Energy and Buildings*, 5(1), 43–54. doi:10.1016/0378-7788(82)90027-5
- Teran M., Lopez F., Piloso J., Mejia M., (s/d). Proyecto de producción de tambores para almacenamiento de productos industriales en la ciudad de Duran. Escuela Superior Politecnica del Litoral, Centro de Investigacion Cientifica y Tecnologica. Guayaquil, Ecuador.
- Tijen R. (2011). The Floating Dwellings of Chong Kneas, Camboya. *Buildings & Landscape* 18, No. 2, 43–60.
- Turner, S. (2014). The Floating Houses of Amsterdam. En <http://marquettetturner.com/the-floating-houses-of-amsterdam/>. Visitado 11.11.2014
- UNESCO. (2014) – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation. 2009. World Heritage – Angkor. [Internet document]. [Visited 28.01.2014]. Available online at: <http://whc.unesco.org/en/list/668>
- Van Loon V. (2014). Houseboatmuseum. Amsterdam [www.xs4all.nl/jheeck](http://www.xs4all.nl/jheeck)
- Vinueza, M. (2012). Ficha técnica no. 7: balsa. Ecuador forestal. En <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-7-balsa/>.
- Vinueza, M. (2012). Ficha técnica no. 4: laurel. Ecuador forestal. En <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-4-laurel/>
- Yepez, D. (2012). Análisis de la arquitectura vernácula del Ecuador: Propuestas de una arquitectura contemporánea sustentable.

Zorrilla, H. (2015). El concepto arquitectura vernacula. Arquitectura de casas. En <http://ww.arquitecturadecasas.info/el-concepto-arquitectura-vernacula/>. Visitado 15.01.2016

### SITIOS WEB

<http://www.unesco.org/mabdb/br/brdir/directory/biores.asp?code=CAM+01&mode=all>  
[http://www.armada.mil.ec/index.php?option=com\\_content&task=view&id=40](http://www.armada.mil.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=40)» [sin fecha]  
[www.iram.org.ar/index.php?IDM=47](http://www.iram.org.ar/index.php?IDM=47)  
[www.vyh.fi/tila/ilma/paastot/preservation\\_of\\_wood.doc](http://www.vyh.fi/tila/ilma/paastot/preservation_of_wood.doc) ).  
[www.osmose.com.au](http://www.osmose.com.au); [www.osmose.co.nz](http://www.osmose.co.nz); [www.koppersarch.co](http://www.koppersarch.co)

- 
- <sup>i</sup> <http://www.armada.mil.ec/wp-content/uploads/Books/episodioshistoricosare/files/assets/common/downloads/page0021.pdf>
- <sup>ii</sup> <http://marineria.es.tl/HISTORIA-NAVAL.htm>
- <sup>iii</sup> <http://web.archive.org/web/20090830162508/http://www.waterways.org.uk/Waterways/Boating/LivingAfloat>
- <sup>iv</sup> <http://lasvacacionesideales.com/2012/09/13/amsterdam-la-ciudad-de-las-casas-flotantes/>
- <sup>v</sup> Video <https://www.youtube.com/watch?v=OuJ7MSrVKM4>;  
<https://www.youtube.com/watch?v=2ywF4YFtsPc>
- <sup>vi</sup> <http://www.contenido.com.ec/casas-flotantes-de-babahoyo/>

## REFERENCIAS DE IMÁGENES Y TABLAS

### IMÁGENES CAPITULO 2

Imagen 1: Recuperado de <http://www.australia.com/es-cl/articles/houseboating-murray-river.html>

Imagen 2: Recuperado de <http://www.australia.com/es-cl/articles/houseboating-murray-river.html>

Imagen 3: Recuperado de <http://www.pisos.com/noticias/noticias/mas-actualidad/una-casa-barco-para-pasar-las-vacaciones/>

Imagen 4: Recuperado de <http://demexicoacanada.com/fotos-victoria/victoria-canada-12/>

Imagen 5: Recuperado de <http://mundo.solocasas.com.mx/casas-flotantes-asombrosos-alrededor-del-mundo/>

Imagen 6: Recuperado de <http://mundo.solocasas.com.mx/casas-flotantes-asombrosos-alrededor-del-mundo/>

Imagen 7: Recuperado de <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/11190.html#.VrARqMyHf4g>

Imagen 8: Recuperado de <http://www.alamy.com/stock-photo-germany-berlin-east-berlin-district-of-kreuzberg-coffee-night-club-76631577.html>

Imagen 9: Recuperado de [http://es.123rf.com/photo\\_24539102\\_bay-pueblo-flotante-famoso-en-aberdeen-es-un-area-y-la-ciudad-en-la-costa-sur-de-la-isla-de-hong-kon.html](http://es.123rf.com/photo_24539102_bay-pueblo-flotante-famoso-en-aberdeen-es-un-area-y-la-ciudad-en-la-costa-sur-de-la-isla-de-hong-kon.html)

Imagen 10: Recuperado de <http://megaricos.com/2013/05/15/35-increibles-lugares-que-deberias-visitar-durante-tu-tiempo-de-vida/kerala-india-navegue-en-un-bote-casa-flotante-por-las-aguas-estancadas-de-la-ciudad/>

Imagen 11: Recuperado de <http://101lugaresincreibles.com/2013/11/un-laberinto-de-lagos-y-casas-flotantes-en-kerala-india.html>

Imagen 12: Recuperado de <http://sp.depositphotos.com/32436917/stock-photo-houseboats-dal-lake-srinagar-kashmir.html>

## REFERENCIAS DE IMÁGENES Y TABLAS

Imagen 13: Recuperado de <https://arquikunst.wordpress.com/2011/07/02/viviendas-flotantes-en-holanda/>

Imagen 14: Recuperado de <http://www.hidrologiasostenible.com/casas-anfibias/>

Imagen 15: Recuperado de <http://www.mamasviajeras.com/alojamientos-para-ninos-low-cost-ii-parte/>

Imagen 16: Recuperado de <http://turismoserbia.blogspot.com/2013/04/bici-danubio.serbia.html>

Imagen 17-20: Recuperado de <http://www.idealista.com/news/inmobiliario/internacional/2014/10/06/731767-las-casas-flotantes-mas-espectaculares-del-mundo-fotos>

Imagen 21: Recuperado de <https://www.pinterest.com/pin/86623992807721647/>

Imagen 22: Recuperado de <https://twitter.com/esmaracaibo/status/66380372208715776>

Imagen 23: Recuperado de <https://es.pinterest.com/pin/234820568046784339/>

Imagen 24: Recuperado de <https://es.pinterest.com/pin/497295983830825122/>

Imagen 25-27: (Meinander, M. 2009)

Imagen 28-31: (Roshko 2011)

Imagen 32: Recuperado de [http://gerald-massey.org.uk/Canal/c\\_chapter\\_12.htm](http://gerald-massey.org.uk/Canal/c_chapter_12.htm), George Smith (1875)

Imagen 33-37: Recuperado de [www.houseboatmuseum.nl/info@houseboatmuseum.nl](http://www.houseboatmuseum.nl/info@houseboatmuseum.nl)

Imagen 38-39: Autor José Alberto Delgado Cruz

Imagen 40-41: Recuperado de <http://ngm.nationalgeographic.com/2013/09/rising-seas/steinmetz-photography#/14-floating-houses-east-amsterdam-670.jpg>

Imagen 42-43: Recuperado de <http://planosdecasas.net/casas-flotantes-en-ijburg-architectenbureau-marlies-rohmer/>

Imagen 44-47: E. Feeney, 2012

Imagen 48: Recuperado de <http://www.seattlefloatinghomes.org/history.html>

Imagen 49: Recuperado de <http://www.archdaily.com/189043/float-home-designs-northwest-architects/>

Imagen 50: Recuperado de <http://www.archdaily.com/189043/float-home-designs-northwest-architects/>

Imagen 51: Recuperado de <http://www.seattlefloatinghomes.org/history.html>

## REFERENCIAS DE IMÁGENES Y TABLAS

Imagen 52: Recuperado de <http://www.archdaily.com/189043/float-home-designs-northwest-architects/>

Imagen 53-55: Recuperado de <https://www.pinterest.com/Lugsail/balsa-de-truncos-ecuador-peru-bolivia/>

Imagen 54: <http://www.armada.mil.ec/wp-content/uploads/Books/episodioshistoricosare/files/assets/common/downloads/page0021.pdf>

Imagen 56: Nurnberg, et.al. (1982:200)

Imagen 57-58: Recuperado de <http://www.ame.gob.ec/ame/index.php/ley-de-transparencia/71-mapa-cantones-del-ecuador/mapa-los-rios/316-canton-babahoyo>

Imagen 59: Recuperado de <http://babahoyo.olx.com.ec/balsa-blanca-babahoyo-iid-608715133>

Imagen 61,65,68: Recuperado de <http://www.archdaily.com/204758/muskoka-boathouse-christopher-simmonds-architect/>

Imagen 62: Recuperado de <http://www.alamy.com/stock-photo/chong-kneas-village.html>

Imagen 63: Autor José Alberto Delgado Cruz

Imagen 64: Recuperado de <http://www.arkenbouw.nl/projectbouw/overzicht/waterbuurt-west>

Imagen 66: Roshko tijen (2011). The Floating Dwellings of Chong Kneas, Cambodia

Imagen 67: Nurnberg, et.al. (1982:181)

## TABLAS CAPITULO 2

Tabla 1: Autor José Alberto Delgado Cruz

## REFERENCIAS DE IMÁGENES Y TABLAS

### IMÁGENES CAPITULO 3

Imagen 69: google.maps. com. Editado por autor José Alberto Delgado Cruz

Imagen 70-73: Autor José Alberto Delgado Cruz

Imagen 74: G. Credá 2013

Imagen 75-77: Nurnberg et.al. 1982

Imagen 78-85: Autor José Alberto Delgado Cruz

Imagen 86: Nurnberg et.al. 1982

Imagen 87-96: Autor José Alberto Delgado Cruz

Imagen 97: Nurnberg et.al. 1982

Imagen 98-106: Autor José Alberto Delgado Cruz

Imagen 107, 109: Celleri et.al 1982

Imagen 108: <http://www.theben.es/Sensores-de-CO2>

Imagen 110-121: Autor José Alberto Delgado Cruz

### TABLAS CAPITULO 3

Tabla 2-4: Autor José Alberto Delgado Cruz

### IMAGENES CAPITULO 4

Imagen 122: Recuperado de <http://www.contenido.com.ec/a-traves-de-la-pintura-rescata-tradiciones-de-babahoyo-y-los-rios/>. Autor: E. Zuñiga.

Imagen 123-125: Autor José Alberto Delgado Cruz

Imagen 126: Boletín Informativo Prefectura de Los Ríos, 2015

Imagen 127: Recuperado de

[https://www.google.com.ec/search?q=Partes+de+la+planta+de+ca%C3%B1a+guadua+y+s+u+utilizaci%C3%B3n+en+la+construcci%C3%B3n.&biw=1333&bih=642&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiC44Cc353LAhXJ7B4KHS3MAa0Q\\_AUIBigB#imgrc=oOS-  
iwW0yp3QRM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=Partes+de+la+planta+de+ca%C3%B1a+guadua+y+s+u+utilizaci%C3%B3n+en+la+construcci%C3%B3n.&biw=1333&bih=642&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiC44Cc353LAhXJ7B4KHS3MAa0Q_AUIBigB#imgrc=oOS-<br/>iwW0yp3QRM%3A)

Imagen 128: Recuperado de

[https://www.google.com.ec/search?q=ca%C3%B1a+guadua&biw=1289&bih=621&source=lnms&tbn=isch&sa=x&ved=0ahukewjd0omt1nlkahvh7b4khslda90q\\_auibigb#tbn=isch&q=mad  
era+balsa+varillas&imgrc=npxnrxgzwhvl1m%3a](https://www.google.com.ec/search?q=ca%C3%B1a+guadua&biw=1289&bih=621&source=lnms&tbn=isch&sa=x&ved=0ahukewjd0omt1nlkahvh7b4khslda90q_auibigb#tbn=isch&q=mad<br/>era+balsa+varillas&imgrc=npxnrxgzwhvl1m%3a)

## REFERENCIAS DE IMÁGENES Y TABLAS

Imagen 129: Recuperado de

[https://www.google.com.ec/search?q=ca%C3%B1a+guadua&biw=1289&bih=621&source=Inms&tbn=isch&sa=x&ved=0ahukewjd0omt1nlkahvh7b4khslda90q\\_auibigb#tbn=isch&q=madera+laurel&imgcr=tgywgvult-zv3m%3a](https://www.google.com.ec/search?q=ca%C3%B1a+guadua&biw=1289&bih=621&source=Inms&tbn=isch&sa=x&ved=0ahukewjd0omt1nlkahvh7b4khslda90q_auibigb#tbn=isch&q=madera+laurel&imgcr=tgywgvult-zv3m%3a)

Imagen 130: Recuperado de

[https://www.google.com.ec/search?q=ca%C3%B1a+guadua&biw=1289&bih=621&source=Inms&tbn=isch&sa=x&ved=0ahukewjd0omt1nlkahvh7b4khslda90q\\_auibigb#tbn=isch&q=ca%C3%B1a+guadua+textura&imgcr=t8mtyxkhkqvaom%3a](https://www.google.com.ec/search?q=ca%C3%B1a+guadua&biw=1289&bih=621&source=Inms&tbn=isch&sa=x&ved=0ahukewjd0omt1nlkahvh7b4khslda90q_auibigb#tbn=isch&q=ca%C3%B1a+guadua+textura&imgcr=t8mtyxkhkqvaom%3a)

Imagen 131: Recuperado de

[https://www.google.com.ec/search?q=cubiertas+de+zinc&biw=1333&bih=642&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewiXiLOow9fKAhXDGR4KHcjBJYQ\\_AUIBigB#tbn=isch&q=techedos+de+zinc+oxidados&imgcr=FY1h-s-D5K1eWM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=cubiertas+de+zinc&biw=1333&bih=642&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewiXiLOow9fKAhXDGR4KHcjBJYQ_AUIBigB#tbn=isch&q=techedos+de+zinc+oxidados&imgcr=FY1h-s-D5K1eWM%3A)

Imagen 132, 140: Autor José Alberto Delgado Cruz

Imagen 141: Recuperado de [https://www.google.com.ec/search?sa=G&hl=es-419&q=decoracion+con+bambu+para+ba%C3%B1o&tbn=isch&tbs=simg:CAQSjAEaiQELEKjU2AQaAggCDAsQslynCBpiCmAIAxloiRiYFYsYzQWMDZEYhBKUFc4FhA3-JeAgxyH9J\\_14n-yf4J\\_1YngCDYJxowNwLC\\_1iH8XD5t0ykc\\_1VYJKMGKMzWrCHftyBiiEn\\_1tKZgQbMW-DQYIDPKKvO8Bg2JylAMMCxCOrv4lGgoKCAgBEgTUuj9RDA&ved=0ahUKewjsgPaTxfKAhXBqR4KHR-fb9UQwg4lGCgA&biw=1333&bih=642#imgcr=XawyusKukX49\\_M%3A](https://www.google.com.ec/search?sa=G&hl=es-419&q=decoracion+con+bambu+para+ba%C3%B1o&tbn=isch&tbs=simg:CAQSjAEaiQELEKjU2AQaAggCDAsQslynCBpiCmAIAxloiRiYFYsYzQWMDZEYhBKUFc4FhA3-JeAgxyH9J_14n-yf4J_1YngCDYJxowNwLC_1iH8XD5t0ykc_1VYJKMGKMzWrCHftyBiiEn_1tKZgQbMW-DQYIDPKKvO8Bg2JylAMMCxCOrv4lGgoKCAgBEgTUuj9RDA&ved=0ahUKewjsgPaTxfKAhXBqR4KHR-fb9UQwg4lGCgA&biw=1333&bih=642#imgcr=XawyusKukX49_M%3A)

Imagen 142: Recuperado de [https://www.google.com.ec/search?sa=G&hl=es-419&q=decoracion+con+bambu+para+ba%C3%B1o&tbn=isch&tbs=simg:CAQSjAEaiQELEKjU2AQaAggCDAsQslynCBpiCmAIAxloiRiYFYsYzQWMDZEYhBKUFc4FhA3-JeAgxyH9J\\_14n-yf4J\\_1YngCDYJxowNwLC\\_1iH8XD5t0ykc\\_1VYJKMGKMzWrCHftyBiiEn\\_1tKZgQbMW-DQYIDPKKvO8Bg2JylAMMCxCOrv4lGgoKCAgBEgTUuj9RDA&ved=0ahUKewjsgPaTxfKAhXBqR4KHR-fb9UQwg4lGCgA&biw=1333&bih=642#imgcr=XawyusKukX49\\_M%3A](https://www.google.com.ec/search?sa=G&hl=es-419&q=decoracion+con+bambu+para+ba%C3%B1o&tbn=isch&tbs=simg:CAQSjAEaiQELEKjU2AQaAggCDAsQslynCBpiCmAIAxloiRiYFYsYzQWMDZEYhBKUFc4FhA3-JeAgxyH9J_14n-yf4J_1YngCDYJxowNwLC_1iH8XD5t0ykc_1VYJKMGKMzWrCHftyBiiEn_1tKZgQbMW-DQYIDPKKvO8Bg2JylAMMCxCOrv4lGgoKCAgBEgTUuj9RDA&ved=0ahUKewjsgPaTxfKAhXBqR4KHR-fb9UQwg4lGCgA&biw=1333&bih=642#imgcr=XawyusKukX49_M%3A)

## REFERENCIAS DE IMÁGENES Y TABLAS

Imagen 143: Recuperado de [https://www.google.com.ec/search?sa=G&hl=es-419&q=bamboo+house&tbs=simg:CAQSjAEaiQELEKjU2AQaAggCDAsQslynCBpiCmAlAxlo0ArPCtEKgQTSctwKxQqIDckKgwTIOOAn4ifwKtMq2iLpJ9ki-zjvOBownoAotESe6qCNGI9xDeStN\\_17b\\_1fVCgnBMngXCskZtcm-Eyzy0WuMRsGMxWd5qUrTIAMMCxCOrv4IGgoKCAgBEgT5Lv93DA&ved=0ahUKEwiSwuL4xdfKAhVB2B4KHckIAGgQwg4IGCgA#imgrc=bTWfsPWa5ZvjhM%3A](https://www.google.com.ec/search?sa=G&hl=es-419&q=bamboo+house&tbs=simg:CAQSjAEaiQELEKjU2AQaAggCDAsQslynCBpiCmAlAxlo0ArPCtEKgQTSctwKxQqIDckKgwTIOOAn4ifwKtMq2iLpJ9ki-zjvOBownoAotESe6qCNGI9xDeStN_17b_1fVCgnBMngXCskZtcm-Eyzy0WuMRsGMxWd5qUrTIAMMCxCOrv4IGgoKCAgBEgT5Lv93DA&ved=0ahUKEwiSwuL4xdfKAhVB2B4KHckIAGgQwg4IGCgA#imgrc=bTWfsPWa5ZvjhM%3A)

Imagen 144: Autor José Alberto Delgado Cruz

Imagen 145: Recuperado de [https://www.google.com.ec/search?sa=G&hl=es-419&q=h%26p+architects&tbs=simg:CAQSjAEaiQELEKjU2AQaAggCDAsQslynCBpiCmAlAxlo0QqDBNwK0ArlCq0VxwqEBIEE0grlOOY48Tj7ONMq4Cralt4q8DjvOBowf-KojxSdrMqH5SkZQO-](https://www.google.com.ec/search?sa=G&hl=es-419&q=h%26p+architects&tbs=simg:CAQSjAEaiQELEKjU2AQaAggCDAsQslynCBpiCmAlAxlo0QqDBNwK0ArlCq0VxwqEBIEE0grlOOY48Tj7ONMq4Cralt4q8DjvOBowf-KojxSdrMqH5SkZQO-omsO_1_1a2DHTbvmAXLameCAIRONJVRGAamNOPPxSqt5kKUIAMMCxCOrv4IGgoKCAgBEgS21huVDA&ved=0ahUKEwjQveXfxdfKAhXlqh4KHTBbCzUQwg4IGCgA&biw=1333&bih=642#imgrc=a4oS4PjExYVFKM%3A)

omsO\_1\_1a2DHTbvmAXLameCAIRONJVRGAamNOPPxSqt5kKUIAMMCxCOrv4IGgoKCAgBEgS21huVDA&ved=0ahUKEwjQveXfxdfKAhXlqh4KHTBbCzUQwg4IGCgA&biw=1333&bih=642#imgrc=a4oS4PjExYVFKM%3A

Imagen 146-147: Autor José Alberto Delgado Cruz

Imagen 148: Recuperado de [https://www.google.com.ec/search?sa=G&hl=es-419&q=bamboo+fence+diy&tbs=simg:CAQSjAEaiQELEKjU2AQaAggEDAsQslynCBpiCmAlAxlo\\_1wPpCtAW9hToCvMU9xS7CsUK3RT4KvAqgCr-ON012zX3KtEp\\_1TjeNRowH0pP9JZJ7YTMB1pwb5Obp\\_1x820Vut-KS9WESie8kv5c5Mp3Alv7HJ0G9ZePzWZFqIAMMCxCOrv4IGgoKCAgBEgQB8Ov-](https://www.google.com.ec/search?sa=G&hl=es-419&q=bamboo+fence+diy&tbs=simg:CAQSjAEaiQELEKjU2AQaAggEDAsQslynCBpiCmAlAxlo_1wPpCtAW9hToCvMU9xS7CsUK3RT4KvAqgCr-ON012zX3KtEp_1TjeNRowH0pP9JZJ7YTMB1pwb5Obp_1x820Vut-KS9WESie8kv5c5Mp3Alv7HJ0G9ZePzWZFqIAMMCxCOrv4IGgoKCAgBEgQB8Ov-)

Imagen 151: Recuperado de [https://www.google.com.ec/search?sa=G&hl=es-419&q=vallas+de+bambu&tbs=simg:CAQSjAEaiQELEKjU2AQaAggCDAsQslynCBpiCmAlAxlo\\_1wP3FMUK0Qq8CvMU8hT2FLsKyAr3Kvgq8CrdNeAn8yqAKtUp0SmCORowPBtyCTGIWaxi9p1yGllc5Lap4zRsvHGSHLMJ8tlm5aMRv800uDpiR4af1eBg45FalAMMCxCOrv4IGgoKCAgBEgScm\\_1KBDA&ved=0ahUKEwiC0K66xdfKAhWJXR4KHYLIVgQwg4IGCgA&biw=1333&bih=642#imgrc=erqFEfy7YIXARM%3A](https://www.google.com.ec/search?sa=G&hl=es-419&q=vallas+de+bambu&tbs=simg:CAQSjAEaiQELEKjU2AQaAggCDAsQslynCBpiCmAlAxlo_1wP3FMUK0Qq8CvMU8hT2FLsKyAr3Kvgq8CrdNeAn8yqAKtUp0SmCORowPBtyCTGIWaxi9p1yGllc5Lap4zRsvHGSHLMJ8tlm5aMRv800uDpiR4af1eBg45FalAMMCxCOrv4IGgoKCAgBEgScm_1KBDA&ved=0ahUKEwiC0K66xdfKAhWJXR4KHYLIVgQwg4IGCgA&biw=1333&bih=642#imgrc=erqFEfy7YIXARM%3A)

Imagen 152: Recuperado de <http://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/7081/7084/82355.pdf>

Imagen 153: Recuperado de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.gpe.42.1976.pdf>

Imagen 154: Recuperado de <http://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/7081/7084/82355.pdf>

## REFERENCIAS DE IMÁGENES Y TABLAS

Imagen 155-157: Recuperado de <http://civilgeeks.com/2011/12/08/uniones-de-estructuras-para-guadua-angustifolia-kunth/>

Imagen 158-161: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2011). Proyecto normativo Diseño y construcción con bambú. Perú

Imagen 162: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2011). Proyecto normativo Diseño y construcción con bambú. Perú

Imagen 163: Mogollon et.al (1990).

Imagen 164-165: Recuperado de <http://www.archdaily.com/10842/floating-house-mos/>

Imagen 166: Mogollon et.al (1990).

Imagen 167 – 173: Autor José Alberto Delgado Cruz.

## TABLAS CAPITULO 4

Tabla 5-10: Autor José Alberto Delgado Cruz

Tabla 11: Celleri, 1982

Tabla 12-13: Autor José Alberto Delgado Cruz

Tabla 14: Calderón A (s/d)



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
Educamos para el desarrollo

# ANEXOS



ANEXO 1

ARQUITECTURA FLOTANTE							
FICHA TECNICA No.							
DATOS DE IDENTIFICACION:							
CODIGO EDIFICACION					AMBIENTE		
DIAGNOSTICO:							
<b>COMPONENTE</b>				<b>SUBCOMPONENTE</b>			
A. PAREDES		C. PUERTAS	E. CUBIERTA		1. ESTRUCTURA	3. ACABADO	
B. PISOS		D. VENTANAS	F. OTROS		2. REVESTIMIENTO	4. OTRO	
CODIGO	MATERIAL	ESTADO	DANO DESCRIPCION	COD	CAUSA	AFECTACION	
<b>MATERIAL</b>				<b>ESTADO</b>			
1. asbesto		8. hierro	15. pintura esmalte	22. yeso	bueno >80%	1	
2. azulejo		9. hierro forjado	16. laca	23. zinc	regular >50%<80%	2	
3. baldosa de cemento		10. ladrillo	17. barniz	24. impermeab, asfaltico	malo <50%	3	
4. bahareque		11. laton	18. tira de madera	25. plastico	<b>AFECTACION</b>		
5. ceramica		12. madera (identifique)	19. tirilla de madera	26. saquillos	BAJA (no compromete estructura)	1	
6. cana (gadua)		13. madera terciada	20. vidrio claro	27. botellas	MEDIA (estructura semi comprometida)	2	
7. duela de madera		14. pintura latex	21. vidrio color	28. balsa	GRAVE (afectacion estructural)	3	

ARQUITECTURA FLOTANTE	
FICHA TECNICA No.	
ESQUEMAS:	
a. Planta Arquitectonica	b. Planta Cubiertas
c. Fachada Norte	d. Fachada Sur
e. Fachada Este	f. Fachada Oeste
g. Detalles constructivos	h. Detalles constructivos
OBSERVACIONES IMPORTANTES:	

**ANEXO 2**

ARQUITECTURA FLOTANTE	
ANEXO 2: DANOS Y POSIBLES CAUSAS	
<p><b><u>1. Fisuras / grietas</u></b></p> <p>1.1. Golpes</p> <p>1.2. Acciones higrotermicas (cambios en la seccion del material)</p> <p>1.3. Defectuosa aplicación de la tecnica constructiva</p> <p>1.4. Defectos de ejecucion</p> <p><b><u>2. Desprendimientos</u></b></p> <p>2.1. Defectos de ejecucion</p> <p>2.2. Acciones higrotermicas (cambios en la seccion del material)</p> <p>2.3. Presencia de humedad</p> <p>2.4 Contaminacion</p> <p>2.5. Presencia de organismos en la madera</p> <p>2.6. Golpes</p> <p>2.7. Defectuosa aplicación de la tecnica constructiva</p>	<p><b><u>3. Manchas y Eflorecencias</u></b></p> <p>3.1. Defectuosa aplicación de la tecnica constructiva</p> <p>3.2. Defectos de ejecucion</p> <p>3.3 Presencia de humedad</p> <p>3.4 Contaminacion</p> <p>3.5. Hongos</p> <p>3.6. Decoloracion por accion del sol</p> <p>3.7. Oxidacion</p> <p>3.8. Pigmentos (grafitis)</p> <p><b><u>4. Degradacion de material</u></b></p> <p>4.1. Defectos de especificacion tecnica</p> <p>4.2. Oxidacion</p> <p>4.3. Falta de impermeabilizacion</p> <p>4.4. Defectos de ejecucion</p> <p>4.5. Defectuosa aplicación de la tecnica constructiva</p> <p>4.6. Presencia de organismos en la madera</p> <p>4.7. Golpes</p> <p>4.8 Presencia de humedad</p>
Fuente: Adaptado de Achig,2010	

### Anexo 3

 <b>UNIVERSIDAD DE CUENCA</b> <small>desde 1867</small>	<b>INFORME DE DATOS</b>	N° INFORME											
		FECHA EMISION											
		N° DE PAGINA											
<p><b>EJECUTOR:</b></p> <p style="text-align: center;"><b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MÉTODO DE CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA VIVIENDA"</b></p> <p style="text-align: center;">Av. 12 de Abril y Agustín Cueva 1202, Cuenca.</p> <p><b>DATOS DE LA VIVIENDA</b></p> <p>NOMBRE :          DIRECCIÓN :          N° VIVIENDA :          CÓD. PREDIAL:</p> <p><b>I. ANTECEDENTES</b></p> <p>El presente documento informa sobre los resultados de la monitorización y medición de variables ambientales y físicas realizadas en una vivienda, como parte del trabajo de investigación realizado por el proyecto: "Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda" ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación de la Universidad de Cuenca. Esta actividad forma parte de la monitorización de 2 viviendas ubicadas dentro de la ciudad de Babahoyo y que se detalla en la metodología del proyecto mencionado. La actividad contempla la realización de dicha monitorización, durante un periodo de 1 semana en el año.</p> <p>Dentro de la medición se contempla:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Variables: Temperatura interior (C°), humedad relativa interior (% HR), niveles de CO<sub>2</sub> (ppm), niveles de radiación solar (W/m<sup>2</sup>) y consumo energético (kWh).</li> </ul> <p>El presente informe da cuenta de los resultados de la monitorización de las variables medioambientales del periodo comprendido entre el 19 al 25 de Noviembre del 2015. En este periodo se monitorizaron las variables de temperatura interior, humedad relativa interior, niveles de CO<sub>2</sub> y niveles de radiación solar en diferentes recintos de la vivienda No..... En esta vivienda además se realiza la medición de consumo eléctrico durante el periodo de monitorización.</p> <p><b>II. OBJETIVO</b></p> <p>Monitorizar y medir las variables ambientales y físicas en diferentes recintos de una vivienda típica de la ciudad de Cuenca.</p> <p><b>III. ANTECEDENTES VIVIENDA EVALUADA.</b></p> <p>a) Descripción general</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Descripción</th> <th style="width: 50%;">Vivienda N°.....</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ubicación</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Orientación</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Superficie construida</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Materialidad</td> <td>Primer nivel: Segundo nivel:</td> </tr> </tbody> </table>				Descripción	Vivienda N°.....	Ubicación		Orientación		Superficie construida		Materialidad	Primer nivel: Segundo nivel:
Descripción	Vivienda N°.....												
Ubicación													
Orientación													
Superficie construida													
Materialidad	Primer nivel: Segundo nivel:												
<small>"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.          Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay</small>													

 <b>UNIVERSIDAD DE CUENCA</b> <small>desde 1867</small>	<b>INFORME DE DATOS</b>	N° INFORME	
		FECHA EMISION	
		N° DE PAGINA	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; min-height: 100px;"> <p>Entrepiso:</p> <p>Losa planta baja:</p> <p>Estructura techumbre:</p> </div>			
<p><b>b) Plantas y elevaciones</b></p> <p>En los siguientes antecedentes, se muestran las plantas y elevaciones: (especificar el norte)</p>			
<small>"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.          Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay</small>			



 <b>UNIVERSIDAD DE CUENCA</b> <small>Desde 1967</small>	<b>INFORME DE DATOS</b>	N° INFORME	
		FECHA EMISION	
		N° DE PAGINA	
<p><b>c) Esquema experimental de instalación de equipos de medición</b></p> <p>En este período de medición, se determinó el consumo energético eléctrico de la vivienda bajo condiciones normales de ocupación durante el período.</p> <p>Dentro de los recintos evaluados se tiene el siguiente montaje conforme el esquema:</p> <p><u>Sala, estar, comedor y dormitorio:</u></p> <p>Se miden: temperaturas de aire, humedad relativa interior, niveles de radiación y concentraciones de CO<sub>2</sub> del recinto.</p> <p style="text-align: center;">Esquema de instalación de equipos</p>			
<p><small>"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC. Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay</small></p>			

 <b>UNIVERSIDAD DE CUENCA</b> <small>Desde 1967</small>	<b>INFORME DE DATOS</b>	N° INFORME										
		FECHA EMISION										
		N° DE PAGINA										
<p>Ta : Temperatura del aire, °C.          HR : Humedad relativa del aire, %.          CO<sub>2</sub> : Concentración de dióxido de carbono, ppm.          W : Niveles de radiación, W/m<sup>2</sup></p> <p><b>IV. TÉCNICAS Y EQUIPOS.</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Característica-cualidad de la edificación</th> <th>Equipamiento-instalación</th> <th>Técnica / Norma</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consumo energético</td> <td>Kit de monitoreo remoto: Medidor de parámetros eléctricos, Piranómetro para medir la radiación y Sensores de humedad, de temperatura y de dióxido de carbono.</td> <td>Técnicas desarrolladas en la ciudad de Cuenca en el proyecto de investigación, "Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda".</td> </tr> <tr> <td>Sensores adquirentes de datos ambientales y eléctricos.</td> <td>Kit de medición de parámetros ambientales y eléctricos: CAJA DE INTEGRACIÓN CON INSTALACIÓN (PROCESADOR): - Marca Data Lights, - Modelo: DL-Logger2015-mR SENSOR DE TEMPERATURA (THERMISTOR) - Marca: Apogee - Modelo: ST-100 SENSOR DE HUMEDAD RELATIVA: - Marca: Omega - Modelo: HX71-V1 SENSOR DE DIÓXIDO DE CARBONO: - Marca: Vernier - Modelo: Carbon Dioxide Gas Sensor PIRANÓMETRO: - Marca: Apogee - Modelo: SP-212</td> <td>Técnicas desarrolladas en el proyecto Método de la Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda.</td> </tr> </tbody> </table>				Característica-cualidad de la edificación	Equipamiento-instalación	Técnica / Norma	Consumo energético	Kit de monitoreo remoto: Medidor de parámetros eléctricos, Piranómetro para medir la radiación y Sensores de humedad, de temperatura y de dióxido de carbono.	Técnicas desarrolladas en la ciudad de Cuenca en el proyecto de investigación, "Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda".	Sensores adquirentes de datos ambientales y eléctricos.	Kit de medición de parámetros ambientales y eléctricos: CAJA DE INTEGRACIÓN CON INSTALACIÓN (PROCESADOR): - Marca Data Lights, - Modelo: DL-Logger2015-mR SENSOR DE TEMPERATURA (THERMISTOR) - Marca: Apogee - Modelo: ST-100 SENSOR DE HUMEDAD RELATIVA: - Marca: Omega - Modelo: HX71-V1 SENSOR DE DIÓXIDO DE CARBONO: - Marca: Vernier - Modelo: Carbon Dioxide Gas Sensor PIRANÓMETRO: - Marca: Apogee - Modelo: SP-212	Técnicas desarrolladas en el proyecto Método de la Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda.
Característica-cualidad de la edificación	Equipamiento-instalación	Técnica / Norma										
Consumo energético	Kit de monitoreo remoto: Medidor de parámetros eléctricos, Piranómetro para medir la radiación y Sensores de humedad, de temperatura y de dióxido de carbono.	Técnicas desarrolladas en la ciudad de Cuenca en el proyecto de investigación, "Método de Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda".										
Sensores adquirentes de datos ambientales y eléctricos.	Kit de medición de parámetros ambientales y eléctricos: CAJA DE INTEGRACIÓN CON INSTALACIÓN (PROCESADOR): - Marca Data Lights, - Modelo: DL-Logger2015-mR SENSOR DE TEMPERATURA (THERMISTOR) - Marca: Apogee - Modelo: ST-100 SENSOR DE HUMEDAD RELATIVA: - Marca: Omega - Modelo: HX71-V1 SENSOR DE DIÓXIDO DE CARBONO: - Marca: Vernier - Modelo: Carbon Dioxide Gas Sensor PIRANÓMETRO: - Marca: Apogee - Modelo: SP-212	Técnicas desarrolladas en el proyecto Método de la Certificación de la Construcción Sustentable de la Vivienda.										
<p><small>"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC. Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay</small></p>												

 <b>UNIVERSIDAD DE CUENCA</b> <small>desde 1967</small>	<b>INFORME DE DATOS</b>	N° INFORME FECHA EMISION N° DE PAGINA																
<p><b>V. RESULTADOS</b></p> <p><b>1 MONITORIZACIONES</b></p> <p>Se considera un periodo de medición durante una semana, comprendido entre el 19 y 25 de Noviembre del 2015. Se anexa tabla de datos procesados por tipo de variable.</p> <p><b>1.1 CONCENTRACIÓN DE CO<sub>2</sub></b></p> <p>CO<sub>2</sub>: Concentración dióxido de carbono, ppm.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">CO<sub>2</sub></th> <th style="width: 25%;">Estar</th> <th style="width: 25%;">Dorm. Princ.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Promedio</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Mínimo</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Máximo</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Desviación Estándar</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p><b>1.2 TEMPERATURA</b></p> <p><b>1.2.1 Temperaturas de aire</b></p>				CO <sub>2</sub>	Estar	Dorm. Princ.	Promedio			Mínimo			Máximo			Desviación Estándar		
CO <sub>2</sub>	Estar	Dorm. Princ.																
Promedio																		
Mínimo																		
Máximo																		
Desviación Estándar																		
"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC. Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay																		

 <b>UNIVERSIDAD DE CUENCA</b> <small>desde 1967</small>	<b>INFORME DE DATOS</b>	N° INFORME FECHA EMISION N° DE PAGINA																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 20px;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Temperatura Ambiental</th> <th style="width: 33%;">Estar</th> <th style="width: 33%;">Dorm. Princ.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Promedio</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Mínimo</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Máximo</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Desviación Estándar</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p><b>1.3 HUMEDAD RELATIVA</b></p> <p>HR : Humedad relativa del aire, % .</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Humedad Relativa</th> <th style="width: 33%;">Estar</th> <th style="width: 33%;">Dorm. Princ.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Promedio</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Mínimo</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Máximo</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Desviación Estándar</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p><b>1.4 RADIACIÓN</b></p>				Temperatura Ambiental	Estar	Dorm. Princ.	Promedio			Mínimo			Máximo			Desviación Estándar			Humedad Relativa	Estar	Dorm. Princ.	Promedio			Mínimo			Máximo			Desviación Estándar		
Temperatura Ambiental	Estar	Dorm. Princ.																															
Promedio																																	
Mínimo																																	
Máximo																																	
Desviación Estándar																																	
Humedad Relativa	Estar	Dorm. Princ.																															
Promedio																																	
Mínimo																																	
Máximo																																	
Desviación Estándar																																	
"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC. Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay																																	



 <b>UNIVERSIDAD DE CUENCA</b> <small>desde 1867</small>	<b>INFORME DE DATOS</b>	N° INFORME																
		FECHA EMISION																
		N° DE PAGINA																
<b>W : Radiación</b>																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Radiación</th> <th style="width: 33%;">Estar</th> <th style="width: 33%;">Dorm. Princ.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Promedio</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mínimo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Máximo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desviación Estándar</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Radiación	Estar	Dorm. Princ.	Promedio			Mínimo			Máximo			Desviación Estándar		
Radiación	Estar	Dorm. Princ.																
Promedio																		
Mínimo																		
Máximo																		
Desviación Estándar																		
<b>VI. OBSERVACIONES</b>																		
<p>La vivienda fue evaluada durante un periodo de régimen normal habitable. No se presentan observaciones durante el proceso.</p> <p>Se chequeó el funcionamiento de cada uno de los equipos, realizando las verificaciones de tolerancias de la medición correspondientes. La calibración de los equipos lo realizó la empresa DataLights sin encontrar variaciones significativas en las mediciones.</p>																		
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%; vertical-align: top;"> <b>Felipe Quesada Molina</b>                      Director del Proyecto de Investigación                      Universidad de Cuenca                 </td> <td style="width: 33%; vertical-align: top;"> <b>Vanessa Guillén Mena.</b>                      Coordinadora del Proyecto de Investigación                      Universidad de Cuenca                 </td> <td style="width: 33%; vertical-align: top;"> <b>José Delgado C.</b>                      Encargado de monitorización                      Universidad de Cuenca                 </td> </tr> </table>				<b>Felipe Quesada Molina</b> Director del Proyecto de Investigación Universidad de Cuenca	<b>Vanessa Guillén Mena.</b> Coordinadora del Proyecto de Investigación Universidad de Cuenca	<b>José Delgado C.</b> Encargado de monitorización Universidad de Cuenca												
<b>Felipe Quesada Molina</b> Director del Proyecto de Investigación Universidad de Cuenca	<b>Vanessa Guillén Mena.</b> Coordinadora del Proyecto de Investigación Universidad de Cuenca	<b>José Delgado C.</b> Encargado de monitorización Universidad de Cuenca																
<small>"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.                      Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay</small>																		

 <b>UNIVERSIDAD DE CUENCA</b> <small>desde 1867</small>	<b>INFORME DE DATOS</b>	N° INFORME	
		FECHA EMISION	
		N° DE PAGINA	
<b>VII. ANEXOS</b>			
<b>ANEXO I      Fotografías instalación de equipos en terreno</b>			
<b>ANEXO II      Resultados.xls</b>			
<small>"Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas", Ganador del XIII Concurso de Proyectos de Investigación Convocado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca DIUC.                      Av. 12 de Abril y Agustín Cueva - Ciudadela Universitaria - Cuenca - Azuay</small>			

ANEXO 4

Proyecto de Investigación Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas Universidad de Cuenca	
A. PREGUNTAS GENERALES	
<b>A1. PREGUNTAS DE IDENTIFICACIÓN</b>	
1 ¿Esta es su residencia habitual?	
1. Si	
2. No (Continuar si hay alguien que resida habitualmente para hacer la encuesta.)	
2 ¿Es usted el cabeza de familia?	
1. Si	
2. No	
3 Género	
1. Masculino	
2. Femenino	
<b>A2. INFORMACIÓN GENERAL DE LA VIVIENDA</b>	
4 ¿Cuál es la antigüedad de su vivienda?	
1. Menos de 2 años	
2. Entre 2 y 10 años	
3. Más de 10 años                      mayor a 80	
5 Reside en una vivienda	
1. Propia:	
a. - Promoción privada	b.- De interés Social / ayuda del gobierno
2. De alquiler	
3. Otro _____	
6 ¿Cuántos dormitorios tiene la vivienda?	
7 ¿La vivienda dispone de...?	
1. Telefonía fija	
2. Telefonía móvil	
3. Internet	
<b>A3. INFORMACIÓN DE OCUPANTES</b>	
8 ¿Cuántas personas habitan en la vivienda?	



9 ¿Qué edades tienen? ¿Estudios? ¿Ocupación? ¿Alguno de ellos tiene discapacidad?

	< 15 años	15-65 años	> 65 años	Sexo	*Nivel de Estudios	**Ocupación	***Rango de Ingresos	Discapacidad (SI/NO)	Tipo Discapacidad
Enc									
1 P1									
2 P2									
3 P3									
4 P4									
5 P5									
6 P6									

\*Nivel de Estudios:

1. Sin estudios
2. Primaria
3. Secundaria
4. Formación té
5. Superior

\*\*Ocupación:

1. Trabaja (especifique)
2. Jubilado
3. Desempleado
4. Estudiante
5. Trabajo doméstico no remt
6. Otra

\*\*\*Rango ingresos:

- A. Más de 2000
- B. 1501-200
- C. 1201-1500
- D. 901-1200
- E. 601-900
- F. 360-600
- G. Menos de 360
- H. No ingresos

Tipo discapacidad:

- A. Auditivo
- v. Visual
- F. Físico
- C. Cognitivo

10 ¿Cómo se autoidentifica usted en relación con la etnia?

11 ¿Qué tan satisfecho está usted con...

1. ...el tamaño y calidad de su hogar?

- a. Muy insatisfecho
- b. Insatisfecho
- c. Indiferente
- d. Satisfecho
- e. Muy satisfecho

2. ...la cantidad y calidad de los espacios abiertos comunes?

- a. Muy insatisfecho
- b. Insatisfecho
- c. Indiferente
- d. Satisfecho
- e. Muy satisfecho

Tamaño	Calidad
Cantidad	Calidad

**ANEXO 5**

**Monitorización de variables ambientales**



## ANEXO 6

MATERIALIDAD					
Codigo	pisos	paredes	cubierta	suma	ponderación
D04	18	13	23	54	1
D05	18	6	23	47	0
D06	18	6	23	47	0
D07	18	6	23	47	0
D08	18	6	23	47	0
D09	18	13	23	54	1
D10	18	6	23	47	0
D11	18	18	23	59	1
D12	18	6	23	47	0
I15	18	6	23	47	0
I17	18	6	23	47	0

material	Código
madera	18
caña	6
madera terciada	13
zinc	23

Criterio ponderación	
igual 47	0
diferente 47	1

## ANEXO 7

NIVEL DE AFECTACION					
Codigo	pisos	paredes	cubierta	suma	ponderación
D04	2	2	2	6	1
D05	2	2	3	7	2
D06	3	1	2	6	1
D07	3	1	3	7	2
D08	3	2	2	7	2
D09	2	2	2	6	1
D10	3	2	3	8	2
D11	2	2	3	7	2
D12	2	1	2	5	1
I15	3	2	2	7	2
I17	2	2	3	7	2

afectación	Codigo
bajo	1
medio	2
alta	3

Criterio ponderación	
$\Sigma = 3$	0
$\Sigma > 3 < 7$	1
$\Sigma > 7$	2

**ANEXO 8**

<b>ACCESIBILIDAD</b>				
Codigo	si	no	no sabe	ponderación
D04			X	1.5
D05	X			3
D06		X		0
D07		X		0
D08			X	1.5
D09		X		0
D10	X			3
D11		X		0
D12		X		0
I15			X	1.5
I17	X			3

**Criterio ponderación**

si	3
no	0
no contesta	1.5

### ANEXO 9. Juntas permanentes de Bambú.

(INEN, 1976)

