

Estrategias para la construcción sostenible de viviendas en la Asociación “Shuar Cultural Center” (Ecuador), adaptadas a su entorno rural

Strategies for the sustainable construction of houses in the “Shuar Cultural Center” Association (Ecuador), adapted to its rural environment

Talía Fernanda Calderón-Maldonado¹
Universidad Católica de Cuenca - Ecuador
talía.calderon.39@est.ucacue.edu.ec

Andrés Oswaldo Venegas-Tomalá²
Universidad Católica de Cuenca - Ecuador
andres.venegas@ucacue.edu.ec

Angel Geovanny Flores-Zavala³
Universidad Católica de Cuenca - Ecuador
carlos.romo@fa.unam.mx

doi.org/10.33386/593dp.2023.1-1.1684

V8-N1-1 (ene) 2023, pp. 385-403 | Recibido: 12 de diciembre de 2022 - Aceptado: 16 de enero de 2023 (2 ronda rev.)
Edición Especial

1 Maestría de Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable en la Universidad Católica de Cuenca

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6506-0886>

2 Magister en Construcciones por la Universidad Católica de Cuenca. Docente de la Carrera de Arquitectura en la Universidad Católica de Cuenca

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2062-5684>

3 Doctorado en Arquitectura. Campo de Conocimiento: Tecnología

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2417-3988>

Descargar para Mendeley y Zotero

RESUMEN

Objetivo. Este artículo busca generar estrategias para la construcción sostenible de viviendas de los socios de la Asociación Shuar Cultural Center; a partir de la identificación de materiales y métodos constructivos utilizados en los asentamientos Shuar del Cantón Francisco de Orellana, el análisis del clima local y la percepción socio cultural de los habitantes. **Metodología.** La investigación es de tipo Básica Pura, su nivel es descriptiva y explicativa. Aborda la problemática de estudio mediante la investigación documental, la recolección sistemática de datos, y el análisis climatológico. Se presentan resultados con enfoque cualitativo y cuantitativo mediante la aplicación de 2 instrumentos de investigación: ficha de observación y encuesta. **Resultados.** Se describen las tipologías de construcciones y los materiales identificados en los asentamientos Shuar, y se presentan los resultados de las encuestas de percepción socio cultural de los propietarios de las viviendas evaluadas y de los socios. Con este antecedente y las características del clima local, así como la proyección estereográfica se proponen estrategias bioclimáticas pasivas y se esquematiza un sistema constructivo adaptado a la disponibilidad de materiales y a las condiciones propias de del entorno rural del sitio. **Conclusión** Las estrategias bioclimáticas pasivas y el sistema constructivo engloba materiales contemporáneos y vernáculos que respondan a las necesidades de confort, adaptación al clima, y a la manifestación cultural Shuar.

Palabras clave: sostenible; estrategias de construcción; cultura shuar; reasentamiento; vernacula

ABSTRACT

Goal. This article seeks to generate strategies for the sustainable construction of housing for the members of the Shuar Cultural Center Association; from the identification of materials and construction methods used in the Shuar settlements of the Francisco de Orellana Canton, the analysis of the local climate and the sociocultural perception of the inhabitants. **Methodology.** The research is of the Pure Basic type, its level is descriptive and explanatory. It addresses the problem of study through documentary research, systematic data collection, and climatological analysis. Results are presented with a qualitative and quantitative approach through the application of 2 research instruments: observation sheet and survey. **Results.** The typologies of constructions and the materials identified in the Shuar settlements are described, and the results of the socio-cultural perception surveys of the owners of the evaluated houses and of the partners are presented. With this background and the characteristics of the local climate, as well as the stereographic projection, passive bioclimatic strategies are proposed, and a construction system adapted to the availability of materials and the conditions of the rural environment of the site is outlined. **Conclusion** The passive bioclimatic strategies and the construction system include contemporary and vernacular materials that respond to the needs of comfort, adaptation to the climate, and the Shuar cultural manifestation.

Key words: sustainable; strategies of construction; Shuar culture; resettlement; vernacular

Introducción

La arquitectura sostenible como definición general expresa estructuras ambientalmente sensibles enfocadas a proteger los recursos ecológicos a través de la interacción hombre-medio ambiente. Aborda la dimensión ecológica, social, cultural y económica. En general se busca un enfoque holístico en relación con la ubicación, estructura geológica, el clima y la vegetación (Durukan et al., 2021). A nivel mundial se han realizado varios esfuerzos para aumentar la conciencia sobre las agendas ambientales enfocadas a la sostenibilidad (Chambers & Conway, 1992). En este contexto la construcción sostenible se establece como una vía para que la industria de la construcción contribuya al esfuerzo por lograr el desarrollo sostenible (Abidin & Pasquire, 2005)

La arquitectura local desempeña un papel importante en la sociedad contemporánea, donde los valores identitarios abstractos y concretos propios de la cultura en la que se ubica responden al carácter socioeconómico y cultural de las sociedades. La materialidad es original y está relacionada con la textura y la forma en que se utilizan los materiales. En cuanto al principio ambiental se caracteriza por la adaptación en términos de condiciones climáticas y topográficas locales, así como por el uso de materiales de la zona con bajo consumo energético y, por lo tanto, huella ambiental mínima (Philokyprou et al., 2017b). Estas características han traído consigo diversas expresiones en el enfoque de la intervención en la arquitectura tradicional.

Existen autores que investigan la arquitectura vernácula en las regiones costeras de tierras bajas y montañosas de Chipre en la costa del mediterráneo, para llegar a una comprensión holística de la sostenibilidad en la construcción (Philokyprou et al., 2017a). Los resultados obtenidos son alentadores en cuanto a la mejora de las condiciones microclimáticas para establecer un diseño con enfoque contemporáneo ambientalmente sensible. El autor destaca la correspondencia positiva de la arquitectura vernácula con el contexto local en las etapas de diseño y construcción,

cuando se aprovechan las condiciones climáticas, topográficas y geológicas locales.

La importancia de infundir proyectos con conocimiento local para lograr la resiliencia de las ciudades cada vez está más presente en Latinoamérica. Como es el caso del proyecto “C.A.S.A” (*Ciudades Auto - Sostenible Amazónicas: generando hogares*) desarrollado por la *Alianza Clima y Desarrollo e implementado por el Centro de Investigación de la Arquitectura y la Ciudad* de la Pontificia Universidad Católica del Perú. El proyecto se enfoca a identificar y promover soluciones innovadoras para un desarrollo compatible con el clima, buscando la mejora de la calidad de vida de poblaciones vulnerables Amazónicas y a los impactos del cambio climático. Dentro de los hallazgos más representativos el estudio identifica que el diseño y la construcción deficiente a menudo resultan de la combinación de los siguientes factores: la urgencia para la ejecución del plan, la falta de involucramiento de la población local, el pobre entendimiento del contexto local y la disponibilidad de fondos (Bayona, 2018). La investigación de nivel descriptivo realizada por (Durukan et al., 2021) utiliza un estudio de caso acerca del impacto de la readaptación de la arquitectura local dentro del ciclo de vida en términos de sostenibilidad económica, social y ambiental. De ocho estructuras en el Complejo Derimel - Turquía. La metodología consiste en una evaluación de diferentes dimensiones de sostenibilidad, en el contexto de parámetros y los siguientes subparámetros determinados por la literatura: sostenibilidad ambiental, características ambientales naturales, características ambientales superficiales y sostenibilidad económica sostenibilidad social (Udrea et al., 2016). Los resultados de indicadores analizados asocian la sostenibilidad social con la restauración de las infraestructuras para conservar la arquitectura local y el proceso de construcción de las mismas alrededor del complejo, donde se priorizaron las actividades artesanales locales trabajando el ladrillo, barro, carpintería y la conciencia de la población, gracias a una participación activa en el proceso. Finalmente realiza un cuadro comparativo de

ventajas y desventajas de la experiencia en el estudio de caso en el Complejo Derimel.

Al hablar de construcción sostenible y arquitectura local y vernáculas es necesario reconocer que a nivel mundial el patrimonio vernáculo es amenazado por la homogeneización de la cultura y la transformación socioeconómica global (ICOMOS Built Vernacular Heritage, 1999). El denominado "Boom Petrolero" ha remodelado permanentemente la Amazonía Ecuatoriana (San Sebastián & Hurtig, 2004). Los profundos cambios en el modo de vida, la forma de establecer asentamientos y viviendas de la cultura Shuar han sido influenciados por la Misión Salesiana desde la década de los cincuenta (Gnerre, 2014). En este contexto, las viviendas denominadas tradicionales de la cultura Shuar, en el Cantón Francisco de Orellana reflejan características puntuales como el reemplazo de materiales locales y sus sistemas constructivos tradicionales (GADPO, 2021). Las familias shuar tradicionalmente conviven en vecindarios dispersos cuya unidad conforma diferentes estructuras políticas. Como producto de los cambios en su modo de vida, la Asociación Shuar Cultural Center busca reasentarse en un área comunal; considerando el reasentamiento como una alternativa para proveer una calidad de vida igual o mejor a la anterior para la población (Bayona, 2018). La actividad principal de esta asociación es el turismo comunitario. Para lo cual, es importante reconocer la necesidad de implementar estrategias de sostenibilidad y consideraciones básicas de la arquitectura local en sus nuevas viviendas.

Es preciso mencionar que en la Amazonía Ecuatoriana se han realizado investigaciones de tipo exploratorio ligadas a aspectos sociales, mitológicos y culturales, a nivel descriptivo en la rama de la arquitectura vernácula. Las mismas han sido desarrolladas en respuesta a la latente amenaza del patrimonio constructivo vernáculo que se presenta a nivel local y mundial por la homogeneización de la cultura y la transformación socioeconómica (ICOMOS Built Vernacular Heritage, 1999). Autores ecuatorianos como María Belén Freire (2020); investigan la pérdida del sistema constructivo original en viviendas de

nacionalidades Shuar y Achuar de la Provincia de Pastaza; y Diego Minchala (2017), realiza un rediseño arquitectónico en la vivienda rural tipo, construida por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), en la Comunidad el Kiim, en la Provincia de Zamora Chinchipe, basado en los saberes ancestrales de diseño de viviendas Shuar. Ambos autores realizan una investigación de tipo cualitativa, cuya metodología responde a la revisión bibliográfica, y trabajo exploratorio mediante fichas en campo y técnicas enfocadas a la obtención de parámetros culturales, técnica de fotografía y observación directa. Herrera Iliana. (2008), describe la historia, modo de vida y de subsistencia de la cultura shuar; analiza la vivienda vernácula shuar partiendo de los resultados obtenidos mediante observación de campo directa a partir de lo cual enfoca la "aldea shuar" del pasado y presente; así como los tipos de vivienda y la climatización. También expone la visión de la cultura shuar, sus, metodologías para la construcción y la forma en la que organizan su espacio. Los trabajos mencionados presentan una propuesta gráfica arquitectónica para el rescate de la arquitectura y de esquematización constructiva vernácula con el objetivo de proponer un prototipo de infraestructura con características vernáculas que rescaten las tradiciones de la cultura Shuar en los asentamientos de estudio en la provincia de Pastaza y Zamora Chinchipe.

Con esta investigación enfocada a la construcción sostenible local, se busca complementar los trabajos realizados por los autores locales mencionados; a partir de la caracterización de construcciones existentes de familias Shuar asentadas en el Cantón Francisco de Orellana, el análisis del clima local y la percepción sociocultural de la población. Para establecer estrategias bioclimáticas pasivas y se esquematizar un sistema constructivo adaptado a la disponibilidad de materiales y a las condiciones propias de del entorno rural del sitio, que respondan a las necesidades de confort, adaptación al clima, y a la manifestación cultural Shuar.

Marco teórico

La madera como material de construcción

Las construcciones livianas de madera se clasifican en dos categorías fundamentales: Madera Estructural y Madera No Estructural. La primera se refiere a aquella que es usada con fines resistentes, principalmente el usado para entramados de muros, techos, pisos elevados, columnas, que constituyen la estructura de la edificación. En otra categoría, se encuentra el material usado para revestimientos, puertas, ventanas, muebles, que no está destinado a resistir cargas importantes.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) en el capítulo Estructuras de Madera describe las características técnicas del material, los parámetros de diseño y la reglamentación. Esta información se basa en el Manual de Diseño para Maderas del grupo Andino, que es desarrollado como parte de la investigación y desarrollo del proyecto “Estudio Integral de la Madera para la Construcción” que forma parte de los Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Arca de los Recursos Forestales Tropicales (PADT--REFORT) que ejecuta la Junta del Acuerdo de Cartagena y los Países Miembros del Grupo Andino (JUNAC), entre ellos Ecuador. En este contexto, las especies maderables estudiadas en el PADT-REFORT para la región de Ecuador (Ver Tabla 1).

Tabla 1.

Especies de maderas ecuatorianas estudiadas - PADT-REFORT

Nombre Científico	Nombre común	Densidad básica
Brosimum utile	Sande	0.40
Cedrelinga catenaeformis	Seique	0.37
Cespadezia spathulata	Pacora	0.54
Chlorophora tinctoria	Moral fino	0.71
Chrysophyllum cainita	Caimitillo	0.74
Clarisia racemosa	Pituca	0.51
Eucalyptus globulus	Eucalipto	0.55
Guarea sp.	Piaste	0.43
Hieronyma chocoensis	Mascarey	0.59
Humirillifrum procerum	Chanul	0.66

Minquartia guianensis	Guayacán pechiche	0.76
Parkia sp.	Tangama	0.33
Pinus radiata	Pino insignie	0.39
Pithecellobium latifolium	jibaro	0.36
Podocarpus rospiglosi	Romerillo fino	0.57
Podocarpus oleifolius	Romerillo azuceno	0.44
Pseudolmedia laevigata	Chimi	0.62
Terminalia amazonia	Yumbingue	0.61
Triplaris guayaquilensis	Fernansanchez	0.53
Vochysia macrophylla	Laguno	0.36

Sistema de muros entramado

Los muros en las edificaciones de madera pueden ser portantes y no portantes, según la función resistente que cumplan. Los primeros reciben cargas. del techado o del piso superior y los segundos cumplen una función de cerramiento principalmente. Los muros estructurales entramados tienen como “armazón” un entramado de madera. Estos, al tener los pte-derechos del entramado relativamente cerca, permiten un revestimiento de menor espesor que puede ser de entablado, tablero o enlucido (JUNAC, 1988).

Figura 1

Configuración - Muro entramado

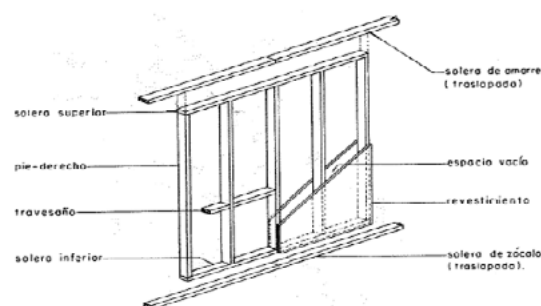


Figura 5.10 Muro entramado

Tabla 2.

Elementos del muro entramado

Elemento	Descripción
Pie derecho	Pieza vertical de soporte que trabaja a compresión.
Solera	Pieza horizontal asentado en un muro o sobre pie-derechos, que sirve para apoyar o amarrar otros elementos horizontales, verticales o inclinados
Solera superior	Pieza horizontal que arriostra pies derechos del muro y soporta a los miembros superiores del en-tramado de techo
Solera inferior	Piezas que se apoya sobre un piso y que soporta los pies derechos de un entramado.
Solera base / Solera de zócalo	Pieza que soporta a su vez los diferentes miembros verticales y horizontales, tales como pie derechos y viguetas.
Sobresolera/ Solera de amarre	Pieza que se coloca sobre la solera superior de los entramados a todo lo largo de la extensión del muro, con la finalidad de dar continuidad a los mismos.
Travesaño	Pieza horizontal que cruza de un extremo a otro una armazón.
Revestimiento	Lámina semirrígida o rígida, que puede estar compuesta de partículas, de fibras de madera prensada de varias chapas, aglomeradas o encoladas, etc.

El Manual de Diseño para Maderas del grupo Andino recomienda secciones para los diferentes elementos de muros entramados en madera, para lograr mayor eficiencia y economía en el proceso constructivo. Sin embargo, estos dependerán de las consideraciones en el diseño del proyecto.

Tabla 3.

Secciones de los elementos de acuerdo con el uso - PADT-REFORT

Dimensiones b x h	Uso frecuente		
4x4	Pie derechos		
4x6.5	Pie derechos - viguetas		
4x9	Pie derechos-viguetas-columnas		
4x14	Viguetas-vigas		
4x16.5	Viguetas-vigas		
4x19	Viguetas-vigas		
4x24	Viguetas-vigas		

Paneles y recubrimientos

En muros exteriores es necesario usar revestimientos resistentes a la humedad, generalmente fabricados con adhesivos o aglomerantes. Los materiales más usados son los tableros contrachapados, fibras de partículas,

asbesto cemento, madera-cemento, yeso, caña guadua enlucida con cemento, entre otros.

Para el revestimiento y exterior se recomienda la utilización de los siguientes tableros contrachapados y/o aglomerados. Dependiendo del tipo y espesor del revestimiento escogido se plantean las longitudes y espaciamientos de los conectores.

Tabla 4

Espaciamientos de acuerdo con tipo el de entramado y revestimiento

Entramado			Clavos				
Tipo	s,cm	Revestimiento	Espesor	Longitud(m)	Espaciamiento s(cm)	RIGIDEZ (kg/cm/cm)	CARGA ADMISIBLE (kg/m)
1	60	Madera contrachapada	6*	1 1/2"	10	550	265
		Madera contrachapada	6	1 1/2"	5	550	460
1	60	Madera contrachapada	9	2"	12.5	775	305
1	60	Aglomerado de bagazo de caña	6*	1 1 /2"	10	900	380
1	60	Aglomerado de bagazo de caña	10	2"	12.5	850	465
1	60	Aglomerado de astillas de madera con cemento d=1.1kg/m3	8	2"	12.5	1025	420

*Solo se acepta si va acompañado de un revestimiento adicional de acabado que lo rigidice

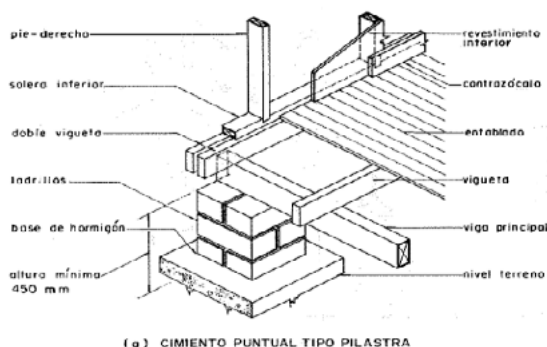
Cimientos en construcciones de madera

Los cimientos son la base sobre la cual se levanta la edificación y que transmiten las cargas de esta al terreno. La forma como se realiza la trasmisión de las cargas depende del tipo de cimentación. Se diferencian las de tipo puntual, como los pilotes y pilastras, y las de tipo distribuido como los cimientos corridos y las losas de hormigón vaciadas sobre el terreno. Las pilastras están constituidas por una base o zapata de hormigón semienterrada sobre la cual se levanta a una determinada altura del terreno pilotes o una pila de piedra, ladrillo u hormigón. Sobre las pilastra, se asienta la viga principal o también llamada viga maestra que actúan como

soporte para los niveles superiores, transfiriendo las cargas a la cimentación (JUNAC, 1988).

Figura 2

Cimiento tipo pilastra



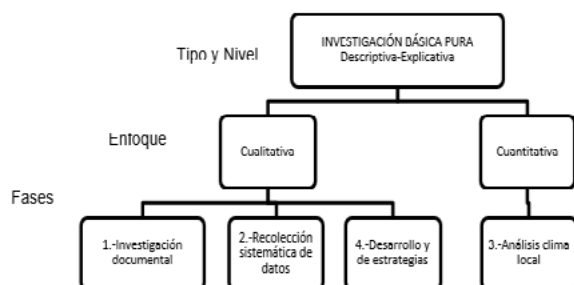
Método

Diseño

La investigación es de tipo Básica Pura, su nivel es descriptiva y explicativa. Aborda la problemática de estudio mediante la investigación documental, la recolección sistemática de datos, el análisis de clima local y finalmente se desarrolla estrategias para la construcción sostenible de viviendas. Se presentan resultados con enfoque cualitativo y cuantitativo mediante la aplicación de 2 instrumentos de investigación: ficha de observación y encuesta. El diseño de la investigación se esquematiza en la (Figura 3).

Figura 3

Diseño de la investigación



Población

La población está definida por el número de construcciones vernáculas y construcciones con arquitectura introducida existentes en los asentamientos de Nacionalidad Shuar dentro de la

circunscripción del Cantón Francisco de Orellana. Para la determinación de la población se utilizó la base de datos estadística general de comunidades de Nacionalidad Shuar del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana.

Muestra

Se trabajó con una muestra de estudio probabilística aleatoria estratificada considerando que las comunidades y comunas Shuar se establecen como asociaciones dispersas. El marco muestral son los asentamientos de nacionalidad Shuar de 5 Parroquias del Cantón Francisco de Orellana; y como variable clave de estratificación las tipologías de viviendas con elementos estructurales similares. Se escogieron 60 viviendas representativas de cada tipología. de los asentamientos de 7 comunidades de Nacionalidad Shuar en el Cantón Francisco de Orellana. La investigación en campo de percepción socio-cultural se centró en la población actual de la Asociación Shuar Cultural Center (6 familias).El número de construcciones representativas evaluadas por asentamiento se detalla en la Tabla 5.

Tabla 5

Construcciones representativas evaluadas por asentamiento

Nº	Parroquia	Asentamiento	Viviendas representativas	
			Construcción vernácula shuar	Construcción arquitectura introducida
1	Dayuma	Tiwiram	0	4
2	Ines Arango	Juwa	1	9
3	Ines Arango	Kunkuk	0	8
4	Ines Arango	Nunkui	1	7
5	La Belleza	San Antonio	1	9
6	El Dorado	San Pedro	0	11
7	Taracoa	Atahualpa	1	8

Fuente: Gobierno autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana. (GADPO ,2021)

Técnicas e instrumentos de investigación

En la investigación se han empleado las técnicas de fichaje y encuestas en dos casos de estudio: 1) Construcciones Vernáculas Shuar y 2) Construcciones de arquitectura introducida.

Se utilizaron 03 instrumentos de investigación: 1) fichas metodológicas de observación de construcciones, 2) encuesta de percepción socio-cultural a propietarios de viviendas existentes de los diferentes asentamientos; y 3) encuesta de percepción socio-cultural a representante de cada familia de la Asociación Shuar Cultural Center.

Resultados

Tipologías de construcciones

De las 60 construcciones evaluadas se identifican 04 tipologías básicas. Las construcciones comparten características similares por cuanto se han adaptado a materiales contemporáneos como el galvalume o zinc para techos, y a diseños de arquitectura introducidas propias de la cultura occidental. Las tipologías 1,2,y 3 son semejantes en cuanto a la distribución en planta, forma de la cubierta a 2 aguas y en el uso de materiales, se diferencian en las elevaciones entre una y doble altura. Las construcciones de arquitectura introducida TIPO 1 (a), se presentan con frecuencia "alta" en los diferentes asentamientos; mientras que las construcciones vernáculas con frecuencia "baja".

Estructura elaborada en madera dura especies como: **moral, piedra, canela, arenillo**. La cimentación consiste en pilastras de hormigón armado prefabricado para elevar la vivienda del suelo natural, la envolvente es de tabla cepillada de madera local como cedro, manzano, entre otras. La cubierta es liviana de **vigas de madera** y techo galvalume o zinc a dos caídas. Materiales sin impermeabilización y escasas aberturas en fachadas para circulación de aire.

Figura 4

Construcción Arquitectura. introducida (Inivel)



Esta tipología se diferencia del tipo 1 por una doble altura. La cimentación consiste en pilotes de madera dura. Algunas de estas construcciones poseen balcón frontal rodeado de pasamanos elaborados con tiras de madera de chonta o similar. Muy pocas construcciones conservan las bases pilotadas con tronco de pambil, que es un material autóctono en la Cultura Shuar.

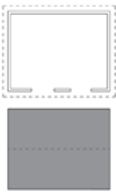
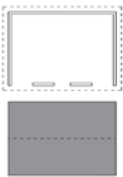
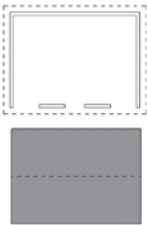
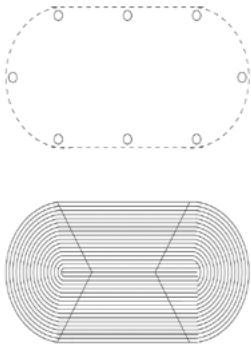


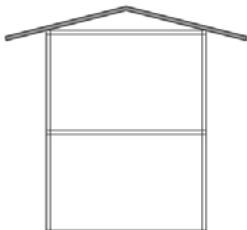

Figura 5

Construcción Arquitectura. introducida (doble altura)



Tabla 6

Frecuencia de construcciones según tipología

Planta				
Elevación				
	(a)	(b)	(c)	(d)
Asentamiento	Construcción Arq. introducida (1 nivel)	Construcción Arq. introducida (1 nivel sobre pilotes)	Construcción Arq. introducida (2 niveles)	Construcción vernácula shuar (1 nivel)
	TIPO 1 (a)	TIPO 2 (b)	TIPO 3 (c)	TIPO 4 (d)
Frecuencia	· baja ·· media ··· alta			
	Tiwiram	··	··	·
	Juwa	···	··	··
	Kunkuk	···	··	··
	Nunkui	···	··	··
	San Antonio	···	··	·
	Arutam	···	··	·
	San Pedro	···	··	·
	Atahualpa	···	··	·

Esta construcción presenta dos niveles sobre bases prefabricadas de hormigón armado. Con cubierta liviana en madera y planchas metálicas zinc. La envolvente consiste en tableros compuestos por tablas cepilladas de **madera** o tiras de chonta. Las fachadas presentan aberturas más amplias y en el segundo nivel balcones con pasamanos altos del mismo material.

Figura 6

Construcción Arquitectura. introducida (2 niveles)



Las construcciones vernáculas son muy escasas. En planta estas construcciones se caracterizan por estar compuestas por un rectángulo y dos semicírculos dispuestos a cada lado. **La cubierta elaborada con troncos vigas redondas son recubiertas con hojas de paja toquilla o chapi,** mantienen una pendiente pronunciada para la facilidad de evacuación del agua; en la Cultura Shuar el humo se utiliza impermeabilizar la cubierta.

La estructura por lo general está constituida por troncos redondos asentados directamente sobre el suelo natural apisonado manualmente; los troncos son de madera de pambil y vigas circulares de madera, amarradas con bejuco. El "pau", que es el pilar central de la vivienda sirve de eje espacial para los rituales además de sostener la cumbrera, tiene una gran importancia simbólica entre los Shuar, puesto que representa el pilar central de la casa y sirve de eje espacial para rituales y ceremonias.

Figura 7

Construcción vernácula (1 nivel)



Uso de materiales

La vivienda vernácula históricamente ha sido construida bajo criterios de cosmovisión de los pueblos indígenas. Con el pasar del tiempo con el mestizaje y la escasez de materiales autóctonos se han implementado materiales contemporáneos como las láminas de acero de galvalume o zinc y el hormigón armado.

Tabla 7

Materiales identificados en construcciones de arquitectura introducida

Elemento	Material	Características
Cimentación	Hormigón	bases prefabricadas , altura varía entre 50 a 120cm (a)
	Troncos madera dura	troncos de madera dura pambil canelo,tuduam ,chonta(b)
Estructura (columnas y vigas)	Madera dura	pambil-canelo-tuduam-wuambula-- madera escaza (f)
	Guadua	caña guadua amazónica - resistente y flexible
Envolvente	Tableros madera	tablas de 20cm cepilladas (c)
Cubierta	Planchas de galvalume o zinc	láminas prefabricadas de acero galvanizado (g)
Acabados	Caña guadua , tiras de madera chonta, pambil lacada o pintada	laca para madera- pintura acrílica

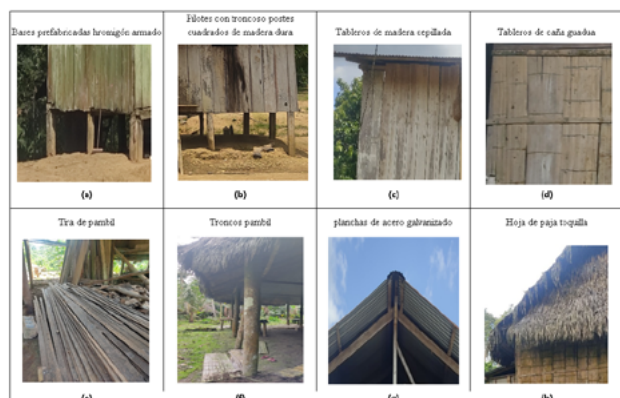
Tabla 8

Materiales identificados en construcciones vernáculas

Elemento	Material	Características
Cimentación	Madera dura	Troncos de madera directamente al suelo apisonado
Estructura (columnas y vigas)	Madera dura	Madera moral-pambil-canelo-wuambula-chonta, en secciones redondas y cuadradas
Envoltorio	Tableros tira chonta o caña guadua	Tiras de 8 a 10 cm unidas mediante fibras como el bejuco, chimhip o piola
Cubierta	Hojas de paja toquilla o chapi	hojas dispuestas verticalmente, material liviano (h)
	yukaip	La madera y hojas es ahumada para su conservación El yukaip funciona como barniz para fijar el color y dar brillo
Acabados		

Figura 8

Materiales identificados en construcciones vernáculas y de arquitectura introducida



Percepción sociocultural

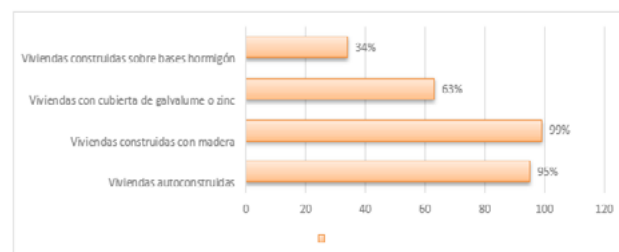
Los resultados de las encuestas de percepción socio cultural realizadas a la población de los asentamientos Shuar, muestran las principales características de las viviendas, la forma de construirlas, las razones por las que no se construyen viviendas vernáculas en su territorio y los principales problemas que presentan las

viviendas en las que residen actualmente. Entre estos resultados resaltan los siguientes hitos:

El 95% de las viviendas analizadas fueron autoconstruidas, y el 99% de las estructuras están elaboradas en madera. El material contemporáneo más utilizado son las planchas de acero galvanizado para cubierta.

Figura 9

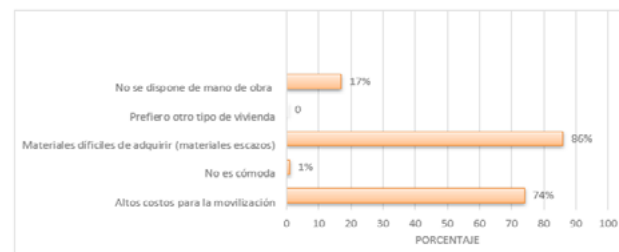
Características de las viviendas existentes



La mayor dificultad para construir las viviendas es la escasez de los materiales como el pambil, y hojas de chapi o toquilla usualmente empleadas en cubiertas. El 74% de los encuestados indica que el costo de movilización de material y materia prima por vía fluvial y/o terrestre son muy elevados debido a la lejanía de los asentamientos respecto a la cabecera cantonal. Respecto a la mano de obra, no se dispone de personal que tenga conocimientos de construcción vernácula. Sin embargo, se suele recurrir a mano de obra de otras localidades al Sur de la Región Amazónica.

Figura 10

Razones por las que no se construyen viviendas vernáculas

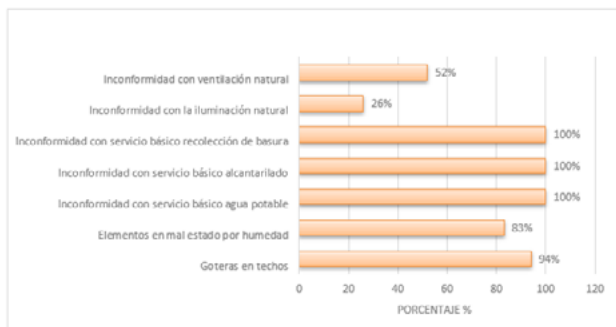


El 94% de las viviendas de los encuestados presenta problemas de goteras y el 83% mal estado de las construcciones por la humedad del sitio. El 100% exponen su inconformidad

con los servicios básicos, en muchas de estas comunidades no se cuenta con agua potable, alcantarillado ni recolección de desechos.

Figura 11

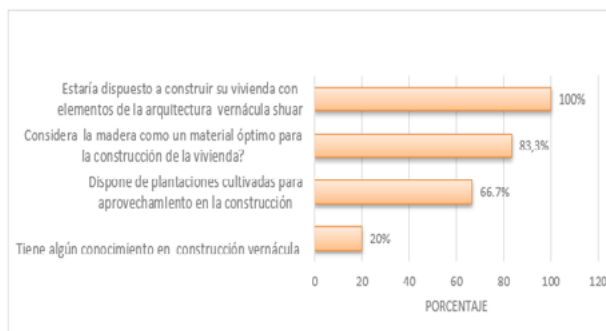
Problemas e inconformidades en viviendas actuales



Las encuestas realizadas a las familias de la Asociación Shuar Cultural Center permiten identificar la perspectiva de las personas respecto a materiales de construcción vernáculos y contemporáneos. A la vez, entender las prioridades constructivas que las personas desean para su vivienda y las características de su forma de vida: como la actividad económica principal de las familias y el presupuesto referencial que destinarían para la construcción.

Figura 12

Resultado -Encuesta percepción socio cultural



El 100% de socios están dispuestos a construir su vivienda con elementos característicos de la arquitectura vernácula shuar. Entre las respuestas de los encuestados se estima un presupuesto accesible para la construcción en un rango de \$3000 a \$15.000 dólares

El 100% de los socios de Asociación Shuar Cultural Center mantienen como actividad principal el turismo comunitario y al 66.7% les gustaría habitar una vivienda de arquitectura vernácula, porque consideran que es un atractivo para el turista extranjero y una forma de mostrar su cultura. Y de estos apenas el 20% tiene conocimientos o ha tenido experiencia en construcción vernácula.

El 83:30% de los socios considera a la madera como un material óptimo para la construcción. En el área comunal de la asociación se dispone de madera cultivada para el aprovechamiento entre ellas moral, guayacán y cedrillo.

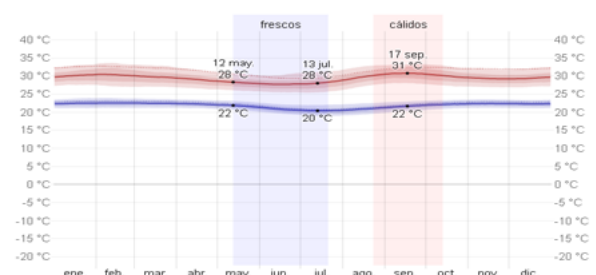
Análisis del clima local

La Asociación Shuar Cultural Center, se encuentra ubicada en la Parroquia San Carlos del Cantón Francisco de Orellana. Esta zona se caracteriza por la presencia de precipitaciones de distinta intensidad durante todo el año y veranos cortos. De acuerdo con el análisis estadístico de informes climatológico-históricos y reconstrucciones de modelos de 1980 a 2021 se obtienen las gráficas de temperatura, velocidad de viento y precipitación de la base de datos WEATHERSPARK cuyos datos se obtienen de los satélites MERRA-2 de la NASA.

En el lugar de emplazamiento se presenta una temperatura máxima promedio de 28°. Las temperaturas mal altas se muestran en los meses de agosto a octubre. Los meses más cálidos del año son febrero y septiembre con una temperatura máxima promedio de 28° a 31°C y mínima de 22°.

Figura 13

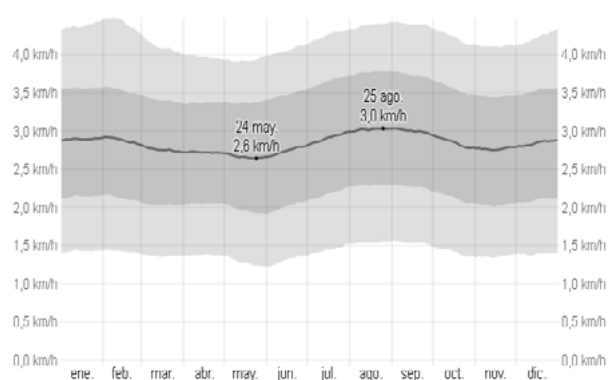
Temperatura máxima y mínima promedio - Francisco de Orellana



La velocidad máxima promedio se presenta en el mes de agosto con velocidades de hasta 3 km/h. La velocidad de viento promedio durante el año permanece en el margen de 0.2km/h a 2.8km/h que es lenta para una zona calurosa y con una humedad de 90% promedio. Por ende, es fundamental considerar la orientación de la edificación y utilizar los conceptos de convección para favorecer al movimiento del aire.

Figura 14

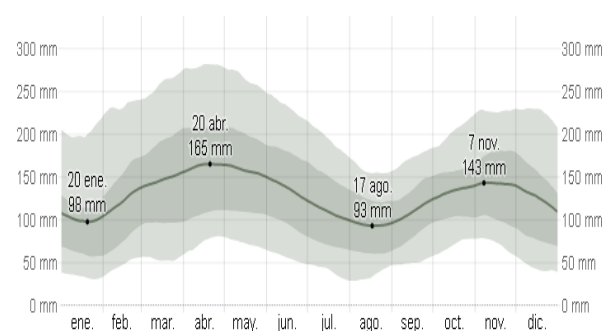
Velocidad promedio del viento - Francisco de Orellana



Las precipitaciones media-mensuales son uniformes a través del año registrándose una ligera disminución en los meses de enero y agosto; en los que la precipitación alcanza como mínimo 93 a 98 mm. El mes con más lluvia es Abril, con un promedio de 165mm de lluvia.

Figura 15

Precipitaciones mensuales - Francisco de Orellana



El clima local es cálido húmedo con constantes lluvias y cambios de temperatura, por ende, en las construcciones se presentan

problemas como el deterioro de los materiales por la humedad y radiación solar excesiva. Por lo cual, garantizar una ventilación natural que propicien las condiciones idóneas de confort, ganancias solares son importantes para el diseño de las viviendas.

Orientación de las viviendas

La proyección estereográfica combinada con la información climatológica define la orientación más adecuada para las viviendas. La orientación Norte-Oeste, permite que la edificación pueda recibir un soleamiento adecuado. De esta manera, la fachada lateral (Noroeste) cuenta con soleamiento durante las mañanas, en tanto que la contraria (Sureste) lo recibe durante las tardes para las temporadas de clima de temperaturas moderadas (Figura 16) y de temperaturas altas (Figura 19), en estas direcciones solo se recomiendan claraboyas superiores a nivel de la cubierta para facilitar el paso de la luz natural.

En las fachadas Noreste y Suroeste no se recibe la luz solar de forma directa, por lo cual es recomendable ubicar las aberturas de puertas y ventanas en esta dirección. Además, la dirección de viento predominante se dirige desde el Oeste en los meses de abril a septiembre y desde el Este, de septiembre a abril. Las aberturas ubicadas paralelamente en las fachadas principales permiten la ventilación natural cruzada de la vivienda durante todo el año.

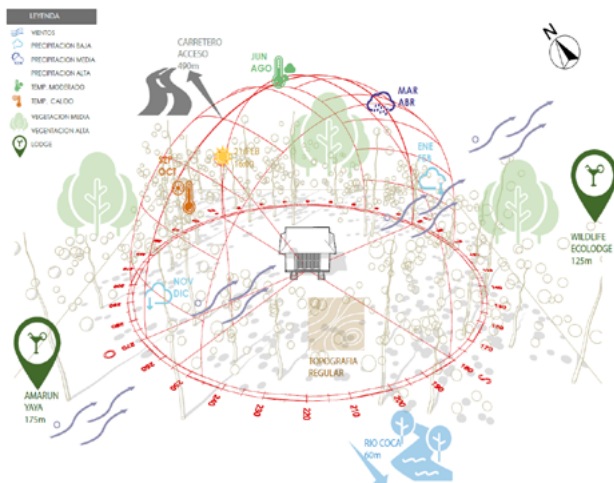
Figura 16

Proyección estereográfica-Clima: Temperaturas moderadas (Abril-Julio/Noviembre a Diciembre)



Figura 17

Proyección estereográfica-Clima: Temperaturas altas (Enero -Marzo/Agosto -Octubre)



Sistema constructivo

El sistema constructivo recomendado está desarrollado principalmente en madera, considerando que este es un recurso renovable capaz de resistir tracción y compresión. Además, como material de construcción es óptimo desde el punto de vista eco-armónico considerando los bajos requerimientos de energía para su producción en comparación con otros materiales como el acero, aluminio, entre otros. (Rolando Fournier Zepeda, 2008). Se presenta en diferentes elementos como en la estructura de la cubierta, el piso y en los tableros de revestimiento de los muros. De acuerdo con los resultados de percepción social, los miembros de la asociación consideran a la madera como un material óptimo para la construcción.

El diseño responde a elementos prefabricados y livianos con la finalidad de disminuir los costos de transportación y facilitar la autoconstrucción de las viviendas ya que los elementos se pueden fabricar de forma artesanal y no necesitan de grúa para su erección. Las recomendaciones técnicas para el armado de los muros entramados y conexiones se han realizado considerando los parámetros de diseño y especificaciones del Manual de Diseño para Maderas del grupo Andino

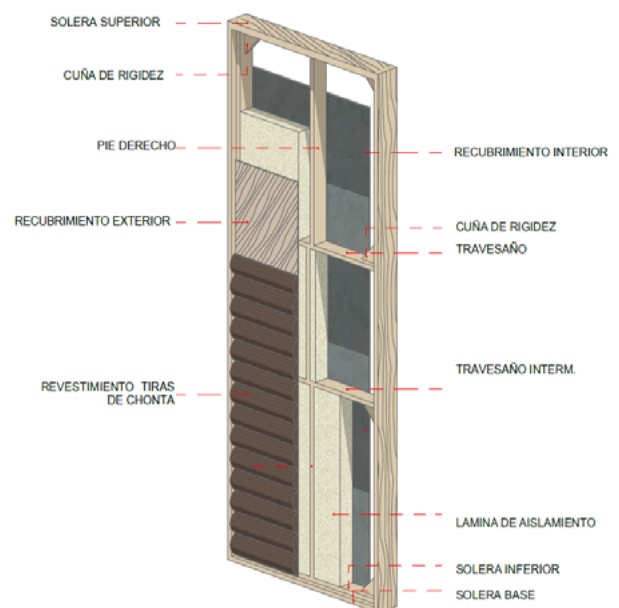
y la Norma Ecuatoriana de la Construcción-Estructuras de Madera (NEC-SE-MD).

Muros entramados

La estructura consiste en muros entramados compuestos por soleras y pie derechos recubiertos con tableros de revestimiento interior y exterior. Este entramado es clasificado como de “tipo 1”, de acuerdo con los parámetros básicos de diseño del capítulo 5 y 7 del Manual de Diseño para maderas del Grupo Andino de la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC).

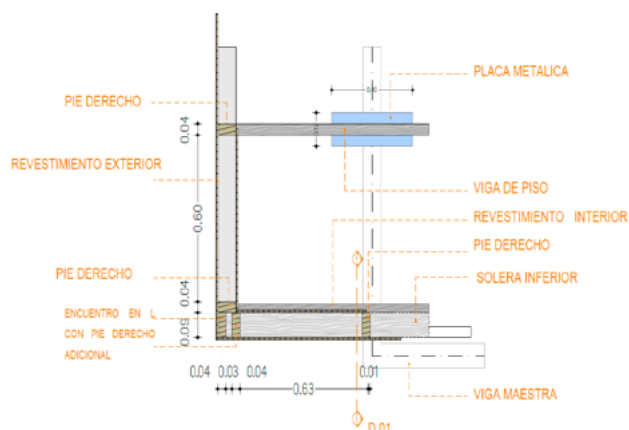
Figura 18

Configuración de la propuesta de muros entramados.



El tipo de entramado “tipo 1” consiste en pies derechos y soleras de sección 9x4cm, con una separación entre pies derechos de 60cm, las vigas de piso están formadas por una doble vigueta de sección 9x4cm (Figura 19). Estas secciones se han seleccionado de acuerdo con el uso de los elementos (Tabla 3). Las conexiones escogidas son estandarizadas, para este tipo de entramado el manual recomienda clavos galvanizados de 2 pulgadas espaciados cada 12.5cm, acorde al tipo de revestimiento escogido (Tabla 4), en este caso se consideró tableros de madera reciclada contrachapada 9mm de espesor

*Detalle constructivo – Planta de muros
entramados de madera (Propuesta)*

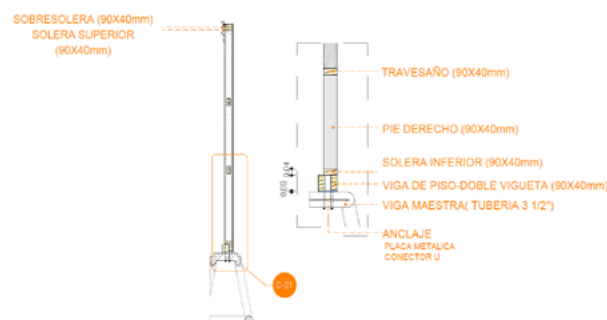


El sistema del piso es un entramado plataforma compuesta por vigas paralelas de madera sobre el cual se asienta el revestimiento estructural de piso, este puede ser de entablados o tableros. Las vigas de piso están compuestas por doble vigueta de sección 4x9cm que descansan sobre una viga principal o también llamada “viga maestra” de tubería metálica, esta se apoya en las bases de tubería metálica. Con el objetivo de optimizar recursos usando materiales que dispone la comunidad; se plantean vigas maestras con tubería redonda de 3 1/2 pulgadas, la misma que es recuperada de la industria petrolera. (Figura 20). Estas vigas están apoyadas sobre bases piramidales que trabajan como una cimentación tipo pilastra, construidas con la misma tubería. Esta configuración responde desde el punto de vista de la arquitectura local tradicional a la cimentación de viviendas en asentamientos Shuar, que consistía en el uso de pilotes o pilastras de

madera redonda, usualmente troncos de pambil o en la actualidad bases prefabricadas de hormigón.

Figura 20

*Detalle constructivo – Sección de muros
entramados de madera (Propuesta)*



La alternativa de conexión entre la viga maestra a la doble vigueta de piso consiste en un anclaje pernada a una placa fijada con conectores U a la viga de tubería reciclada de petróleo (Figura 21).

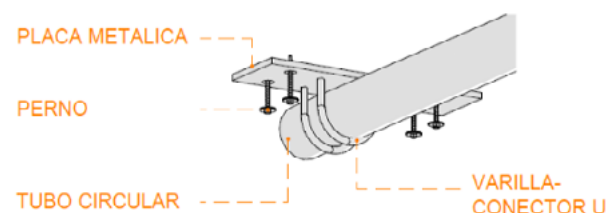
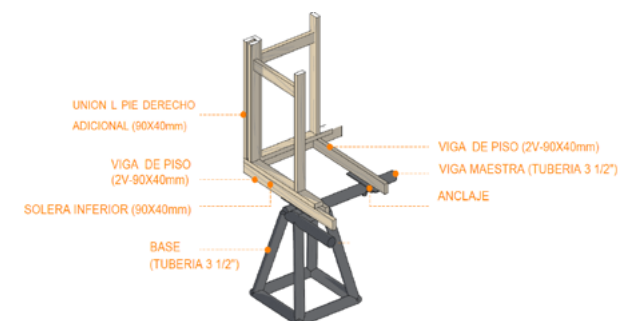


Figura 21

Detalle constructivo – Conexión viga maestra-viga de piso (Propuesta).



Estrategias para construcción sostenible de viviendas

En síntesis, las estrategias para la construcción sostenible de viviendas están enfocadas a 4 dimensiones básicas: ventilación natural, ganancias solares, optimización de los recursos y a la configuración del sistema constructivo, como se muestra la siguiente tabla:

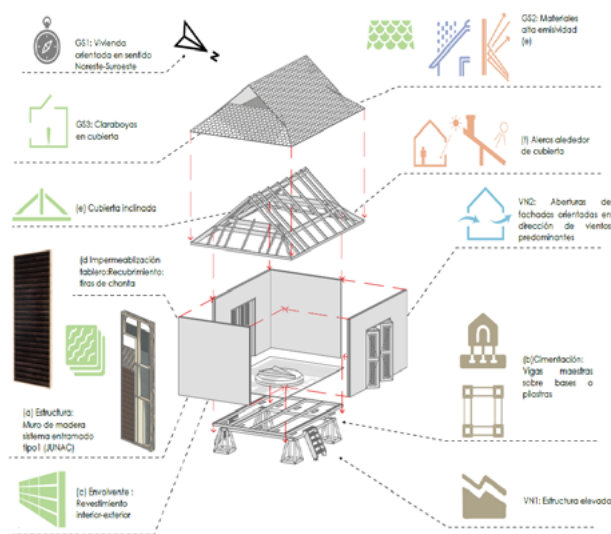
Tabla 9

Estrategias para la construcción sostenible de las viviendas

Dimensión	Estrategias
(VN) Ventilación natural:	<p>VN1: Incrementar las corrientes de aire mediante la elevación de la estructura .</p> <p>VN2: Orientar las aberturas en fachadas en dirección las brisas predominantes del viento.(Este-Oeste)</p>
(GS) Ganancias solares	<p>GS1: Ubicar las viviendas en el sentido de menor radiación solar (Noreste y Suroeste)</p> <p>GS2: Usar materiales de cubierta con una alta emisividad y de colores claros.</p> <p>GS3: Usar claraboyas superiores a nivel de la cubierta para facilitar el paso de la luz natural en las fachadas (Noroeste y Sureste)</p>
(OR) Optimización de los recursos	<p>OR1: Uso de materiales prefabricados livianos y de fácil transportación.</p> <p>OR2: Uso de tubería reciclada de 3 ½" recuperada de la industria petrolera.</p>
(SC) Sistema constructivo	<p>SC1: Propuesta de sistema constructivo para autoconstrucción:</p> <p>Estructura: Muros de madera contrachapados con el sistema entramado interior y exterior. (a).</p> <p>Cimentación: Viga maestra elaborada con tubería reciclada de petróleo 3 ½" soldadas, apoyada en 4 pilastras piramidales superficiales sobre suelo compactado y mejorado (b).</p> <p>Revestimiento: Tablero de madera contrachapado elaborado de madera reciclada (c).</p> <p>Impermeabilización: Recubrimiento con tiras de chonta de 5 a 7 cm de ancho, amarradas con bejuco u otra fibra .(d).</p> <p>Cubierta: Priorizar cubiertas inclinadas.</p> <p>Uso de materiales de alta emisividad.</p> <p>Implementación de cámara de aire(e).</p> <p>Aleros: Ubicados alrededor de la cubierta, evitando el ingreso directo del sol y la lluvia. (f).</p>

Figura 2

Esquematación de estrategias



Conclusiones

Las estrategias constructivas son una adaptación al diseño de las construcciones vernáculas representativas de la cultura Shuar., Debido a que el turismo es la actividad económica principal de los miembros de la Asociación, se busca promover el confort visual y la manifestación cultural, mediante el uso de materiales tradicionales y contemporáneos.

El uso de la madera en diferentes elementos de la vivienda responde a la perspectiva positiva de los socios para el uso de este material en la construcción de sus viviendas; y a la disponibilidad de especies maderables cultivadas en el sitio del proyecto.

El sistema constructivo propuesto ha sido desarrollado de acuerdo con los sistemas de muros entramados y conexiones estandarizadas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC,2015-Estructuras de madera) y el Manual de Diseño para Maderas del grupo Andino elaborado por la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC). En cualquier caso la verificación de resistencia de los elementos, la determinación del número y disposición de los elementos de unión debe hacerse siguiendo las mencionadas normas.

Los resultados de percepción social indican que uno de los principales motivos por los que en asentamientos Shuar no existen construcciones vernáculas se debe a la adaptación del patrimonio arquitectónico y las técnicas de construcción a parámetros socioeconómicos como la dependencia de combustibles para el transporte fluvial y terrestre, los altos costos de mantenimiento de las construcciones vernáculas debido a las condiciones climáticas del sitio, y la escasez de plantaciones forestales para el aprovechamiento sostenible de estas especies.

Las estrategias incorporan medidas bioclimáticas pasivas y de fácil aplicación, tales como mejorar la renovación de aire interior, la optimización de los recursos mediante el uso de materiales reciclados y/o recuperados; y la iluminación natural. A largo plazo, se pueden implementar estrategias activas como la aplicación de sistemas activos como paneles fotovoltaicos y solares térmicos para reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

La correcta orientación solar, es importante para regular correctamente los cambios climáticos de temperatura y mantener un perfecto confort térmico ambiental sin gastos energéticos adicionales. Una adecuada ventilación permitirá evitar problemas de humedad y la acumulación de gases tóxicos.

-Por medio de la caracterización de viviendas de diferentes asentamientos Shuar en el Cantón Francisco de Orellana, la identificación de materiales, la obtención de indicadores de la perspectiva socioeconómica de los habitantes y el análisis del clima local; se han propuesto estrategias bioclimáticas pasivas y recomendaciones constructivas básicas para la construcción sostenible de viviendas de la Asociación Shuar Cultural Center en un área comunal.

La participación de los miembros de la Asociación en el proceso de elaboración de estrategias ha sido primordial, para que la comunidad se sienta identificada con los resultados obtenidos. Con la finalidad de que estas estrategias sean consideradas para la construcción de sus viviendas y puedan ser

un antecedente técnico para la construcción en otros asentamientos de Nacionalidad Shuar en la Región Amazónica Ecuatoriana.

Agradecimientos

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los docentes y colaboradores, por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

A la vez agradecemos a los miembros de la Asociación Shuar Cultural Center, por permitirnos trabajar las estrategias en conjunto, por compartir sus conocimientos y anécdotas de su forma de vida, que han enriquecido superlativamente esta investigación.

Referencias bibliográficas

- Abidin, N. Z., & Pasquire, C. L. (2005). Delivering sustainability through value management: Concept and performance overview. In *Engineering, Construction and Architectural Management* (Vol. 12, Issue 2, pp. 168–180). <https://doi.org/10.1108/09699980510584502>
- Bayona, D. (2018). CASA: planificando ciudades sostenibles y resilientes en la Amazonía | Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/902105/casa-planificando-ciudades-sostenibles-y-resilientes-en-la-amazonia>
- Chambers, R., & Conway, G. R. (1992). Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century. IDS Discussion Paper, 296.
- Del Rio, O. (2011). El proceso de investigación : etapas y planificación de la investigación. *La Investigación En Comunicación. Métodos y Técnicas En La Era Digital*, January 2011, 67-93. <https://>

www.academia.edu/2443422/EL_ PROCESO_DE_INVESTIGACION_ ETAPAS_Y_PLANIFICACION_ DE_LA_INVESTIGACION_ EN_COMUNICACION

Durukan, A., Beşir, Ş. E., Altuntaş, S. K., & Açikel, M. (2021). Evaluation of sustainability principles in adaptable re-functioning: Traditional residences in demirel complex. Sustainability (Switzerland), 13(5), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su13052514>

Gnerre, M. (2014). Los salesianos y los shuar. Construyendo la identidad cultural. La Presencia Salesiana, 556–628. <https://core.ac.uk/download/pdf/84694606.pdf>

GADPO,.(2020).Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Orellana https://www.gporellana.gob.ec/resources/uploads/desarrollo/2020/ORDENANZA-Y-ACTUALIZACI%C3%93N-PDOT-INCLUYE-POST-PANDEMIA-FUSIONADO_compressed.pdf

ICOMOS Built Vernacular Heritage. (1999). ICOMOS Charter on the Built Vernacular Heritage. October, October. <http://www.international.icomos.org>

Herrera Iliana. (2008). La vivienda shuar al suoriente ecuatoriano,2008. https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000642796

JUNAC. (1988). Manual de diseño para maderas del grupo andino (PADT-REFOR). <https://www.comunidadandina.org/biblioteca-andinoteca/manual-de-diseno-para-maderas-del-grupo-andino/>

Minchala Diego. (2017). Rediseño arquitectónico en la vivienda rural tipo, construida por el ministerio de desarrollo urbano y vivienda (miduvi), en la Comunidad el Kiim, Parroquia La Paz, Cantón Yacuambi en la Provincia de Zamora Chinchipe, basado en los saberes ancestrales de diseño de

viviendas shuar. <https://fddocuments.ec/document/universidad-internacional-del-ecuador-sede-loja-vivienda-miduvi-en-la-comunidad.html?page=1>

NEC. (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción; Capítulo Estructuras de Madera. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-MD-Estructuras-Madera.pdf>

Philokyprou, M., Michael, A., Malaktou, E., & Savvides, A. (2017a). Environmentally responsive design in Eastern Mediterranean. The case of vernacular architecture in the coastal, lowland and mountainous regions of Cyprus. Building and Environment, 111, 91–109. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.10.010>

Philokyprou, M., Michael, A., Malaktou, E., & Savvides, A. (2017b). Environmentally responsive design in Eastern Mediterranean. The case of vernacular architecture in the coastal, lowland and mountainous regions of Cyprus. Building and Environment, 111, 91–109. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.10.010>

Rodríguez María. (2020). Estudio de los sistemas constructivos de vivienda delas nacionalidades indígenas shuar y achuar, de laprovincia de pastaza; para el desarrollo de un manualtécnico constructivo aplicado a un prototipo devivienda comunitaria. Febrero,2020. <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/1654>

Rolando Fournier Zepeda. (2008). Construcción sostenible y madera: realidades, mitos y oportunidades. Tecnología En Marcha, 21(2), 92–101. <file:///Users/paulinavalenzuela/Downloads/Dialnet-ConstruccionSostenibleYMadera-4835621.pdf>

San Sebastián, M., & Hurtig, A. K. (2004). Oil exploitation in the Amazon basin of

Ecuador: A public health emergency.
Revista Panamericana de Salud Publica/
Pan American Journal of Public Health,
15(3), 205–211. [https://doi.org/10.1590/
S 1 0 2 0 - 4 9 8 9 2 0 0 4 0 0 0 3 0 0 0 1 4](https://doi.org/10.1590/S1020-49892004000300014)

Udrea, I., Croitoru, C., Nastase, I., Crutescu, R., & Badescu, V. (2016). Thermal Comfort in a Romanian Passive House. Preliminary Results. Energy Procedia, 85, 575–583. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.12.247>