



Autoconstrucción sostenible para vivienda rural en la costa ecuatoriana

Sustainable self-construction for rural housing on the Ecuadorian coast

Autoconstrução sustentável para habitação rural na costa equatoriana

Gabriel Luis Echeverria-Ramos ^I
gabriel.echeverria.93@est.ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1304-6433>

Andrés Oswaldo Venegas-Tomalá ^{II}
andres.venegas@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2062-5684>

Carlos Eduardo Romo-Zamudio ^{III}
carlos.romo@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2417-3988>

Correspondencia: gabriel.echeverria.93@est.ucacue.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de junio de 2022 * **Aceptado:** 12 de julio de 2022 * **Publicado:** 05 de agosto de 2022

- I. Ingeniero Civil, por la Universidad de Guayaquil, Posgradista en el Programa de Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- II. Arquitecto y Magíster en Construcciones por la Universidad de Cuenca, Docente de la Carrera de Arquitectura, Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción, Universidad Católica de Cuenca campus Azogues, Azogues, Ecuador.
- III. Arquitecto por la Universidad Nacional Autónoma de México, Maestro en Arquitectura por la Universidad Nacional Autónoma de México, Docente Tutor maestría en el Programa de Maestría en Construcciones con mención en la Administración de la Construcción Sustentable en la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Resumen

La vivienda se considera una necesidad primaria para las personas, donde muchas veces no se cuenta con una obra de calidad; situación que ha impulsado al hombre a construir con sus propios medios un hábitat acorde a su entorno; es por ello, que en la ideología mundial se conoce como Arquitectura Vernácula, patrimonio construido que forma parte integral del paisaje cultural. Por consiguiente, los términos actuales de Arquitectura Sostenible expresan generalmente estructuras ambientalmente sensibles, con dimensión económica, socio – cultural y ecológica. El presente trabajo, tiene como objetivo: desarrollar la autoconstrucción de viviendas rurales, dentro de la comuna costera ecuatoriana de Engabao, mediante la aplicación de criterios contemporáneos de sostenibilidad, por medio de una investigación descriptiva y de campo. Haciendo énfasis, que el mismo servirá como soporte para futuras alternativas de estudio, aplicables en cualquier punto geográfico del Ecuador, y que tengan su mismo emplazamiento rural. Se concluye con el desarrollo de recomendaciones técnicas, integrando los recursos humanos y naturales idóneos, para lograr a futuro obtener viviendas dignas, acordes a su medio local.

Palabras Clave: autoconstrucción; arquitectura vernácula; desarrollo sostenible; vivienda rural; comuna.

Abstract

Housing is considered a primary need for people, where many times there is no quality work; situation that has driven man to build with his own means a habitat according to his environment; That is why, in world ideology, it is known as Vernacular Architecture, built heritage that forms an integral part of the cultural landscape. Therefore, the current terms of Sustainable Architecture generally express environmentally sensitive structures, with an economic, socio-cultural and ecological dimension. The objective of this work is: to develop the self-construction of rural housing, within the Ecuadorian coastal commune of Engabao, through the application of contemporary sustainability criteria, through descriptive and field research. Emphasizing that it will serve as support for future study alternatives, applicable in any geographical point of Ecuador, and that have the same rural location. It concludes with the development of technical recommendations, integrating the appropriate human and natural resources, in order to obtain decent housing in the future, according to their local environment.

Keywords: self-build; vernacular architecture; sustainable development; rural housing; commune.

Resumo

A moradia é considerada uma necessidade primária das pessoas, onde muitas vezes não há trabalho de qualidade; situação que levou o homem a construir com seus próprios meios um habitat de acordo com seu ambiente; Por isso, na ideologia mundial, é conhecida como Arquitetura Vernacular, patrimônio edificado que faz parte integrante da paisagem cultural. Assim, os atuais termos de Arquitetura Sustentável expressam geralmente estruturas ambientalmente sensíveis, com dimensão económica, sociocultural e ecológica. O objetivo deste trabalho é: desenvolver a autoconstrução de habitação rural, dentro da comuna costeira equatoriana de Engabao, através da aplicação de critérios contemporâneos de sustentabilidade, por meio de pesquisa descritiva e de campo. Ressaltando que servirá de suporte para futuras alternativas de estudo, aplicáveis em qualquer ponto geográfico do Equador, e que tenham a mesma localização rural. Conclui com o desenvolvimento de recomendações técnicas, integrando os recursos humanos e naturais adequados, a fim de obter moradia digna no futuro, de acordo com o ambiente local.

Palavras-chave: autoconstrução; arquitetura vernácula; desenvolvimento sustentável; habitação rural; comuna.

Introducción

Durante todo su proceso evolutivo, el ser humano se ha enfrentado a la necesidad de disponer de un espacio en el que pueda asentarse, comprendiendo esta necesidad de vivienda como un producto material que pueda resolverse entrando en el mundo afectivo y subjetivo humano, esto implica la participación de los habitantes en la construcción de la misma (Depettris, 2014). Con los años, esta interacción hombre – vivienda, le ha permitido al ser humano el desarrollo de algunas técnicas constructivas, así como de capacidades para integrar los factores que lo rodean como el clima de su entorno, los materiales que dispone y las condiciones que se acoplen con la cultura, todo esto para obtener un confort habitacional (Cañas & Martín, 2004). Tal situación, concuerda con las características fundamentales de una arquitectura vernácula, como menciona (Torres Balbás, 1930).

Tales viviendas, profundamente unidas al suelo, al clima y al paisaje, moldeadas por estos factores, hállense en dependencia inmediata del medio, perfectamente adaptadas a él, siendo

verdaderos precipitados geográficos, resultando de una transformación, en la que el suelo proporciona la primera materia y el hombre la actividad transformadora.

Entendiendo que, la correcta aplicabilidad, puede contribuir a reducir el consumo energético y mantener una huella ambiental mínima (Philokyrou et al., 2021). Sin embargo, pese a representar grandes beneficios en materia ambiental, la arquitectura vernácula está rodeada de relego e infravaloración por parte de algunos profesionales en el sector de la construcción; también relacionada con la pobreza, invasión y el riesgo debido a los sectores donde se practica, puesto que, por su ubicación no pueden ser habitables.

Todos estos factores se agudizan en el área rural, en donde la falta de tecnología y la débil participación del estado en la esfera de la vivienda, crea situaciones críticas en la implementación de políticas habitacionales, por ello se requiere la presencia de equipos técnicos cuyo financiamiento esté asegurado (Boullón, 2006) e influir en procesos de desarrollo que posicionen los espacios rurales como alternativas estratégicas para el futuro (Valencia-Perafán et al., 2020).

Engabao, es una comunidad costera ecuatoriana, cuenta con gran historia, conceptualizando la arquitectura vernácula, la misma que, mediante el transcurso de los años ha desaparecido. Se propone establecer recomendaciones técnicas, con puntos de vista sostenibles hacia la vivienda rural, permitiendo al hombre de la costa ecuatoriana continuar construyendo sus viviendas, pero ahora con una visión técnica y de respeto a sus recursos naturales, asegurando el bienestar a las generaciones futuras (Durán Romero, 2000) y minimizando los impactos a fin de mejorar la calidad de vida de la zona para sus habitantes (Liu et al., 2020). Con ello se pueden generar viviendas con enfoque holístico en relación a su ubicación, estructura geológica, clima y vegetación (Durukan et al., 2021), adecuada en términos de calidad de aire interior (Saraiva et al., 2019) con la intención de que el mismo usuario sea capaz de establecer las medidas de intervención del bien con sus correspondientes revisiones periódicas de tiempo, con sus costos incurridos (Lourenço et al., 2015) y con la oportunidad de lograr un impacto en los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) a una escala que de otro modo sería imposible llegar (Thacker et al., 2019).

La autoconstrucción se estableció como una solución socio-económica ante la falta de vivienda dentro de un conjunto de circunstancias históricas y espaciales, proceso en el cual, cada persona, puede construir su propia vivienda, creando así, el consumo masivo de la construcción y la utilización de materiales domésticos (Holston, 1991). La industria de la construcción emplea criterios de sostenibilidad tales como: minimizar los daños al ambiente y mostrar interés en sus

acciones hacia entornos más saludables, esto sería para que las personas contribuyan al desarrollo sostenible (Abidin & Pasquire, 2005); y como establece (Ramírez Treviño et al., 2004) que el desarrollo sustentable satisfaga las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras.

Se pretende establecer formas más amplias y ágiles para que el desarrollo de proyectos sostenibles habitacionales sea aplicado a futuro en viviendas con orientación resiliente, fundamentadas en la arquitectura vernácula, motivando el trabajo comunal, con el aprovechamiento de recursos naturales para la construcción de sus propias viviendas.

Metodología

La presente investigación fue de tipo descriptiva y de campo, la cual abordó el universo en esta zona de Engabao, aplicando un enfoque investigativo cualitativo, donde se estableció la percepción social en los habitantes, buscando la descripción de su entorno con los recursos naturales que cuenta, y de esta manera comprender el enfoque, teniendo una mejor visión para desarrollar la autoconstrucción mediante un marco de sostenibilidad creando viviendas, las cuales serán consecuentes con su entorno rural.

La investigación se dividió en 4 fases aplicativas:

La **1era. fase**, se basó en la **recopilación de información** del estudio teórico documental existente sobre la autoconstrucción y sostenibilidad en la edificación de viviendas relacionadas al lugar de estudio. Se realizó un análisis de contenido, lo cual proporcionó una visión panorámica ordenada, para que dicha evaluación sea efectiva dentro de la problemática en estudio.

La **2da. fase**, se aplicó el tipo de muestreo no probabilístico por cuotas, **un muestreo** que consiste en escoger un número de individuos que reúnan determinadas condiciones para llevar a cabo el estudio, por consiguiente, se hicieron visitas de campo a la zona de Engabao, se realizaron entrevistas y encuestas con indicadores multidimensionales con la finalidad de conocer la percepción social en técnicas que tienen sus habitantes, **en función de la construcción de viviendas**; para comprender e identificar las viviendas en relación a su entorno netamente rural, **se generó la conceptualización del entorno habitacional con fichas de observación**. En los mencionados instrumentos, se procuró cumplir los requisitos con objetividad, confiabilidad y validez para la recolección adecuada en datos cuantitativos.

En la **3era. fase**, se obtuvo **información climatológica zonal, a través de la base de datos POWER** (Prediction of Worldwide Energy Resource – Predicción del Recurso Energético Mundial), fundada por el servicio de la NASA en Estados Unidos, y que permitió detallar apropiadamente los parámetros que regirán para la autoconstrucción de viviendas.

En la **4ta. fase**, se diseñó el **modelo de autoconstrucción sostenible** como posible respuesta a la problemática de estudio, generando viviendas con materiales naturales idóneos; donde se puede establecer su adaptabilidad a la zona, para seguir una guía técnica apoyada en el aprovechamiento del recurso humano, procurando mejorar la calidad de vida poblacional.

Se concluye, enfatizando que el presente trabajo puede servir como soporte en futuras alternativas y propuestas, que podrían aplicarse en cualquier punto geográfico del país, considerando que tengan la misma categorización rural.

Resultados y discusión

Desde esta perspectiva, la sostenibilidad en la construcción, el cual implica el uso, el aprovechamiento pleno y continuo de materiales naturales con actividades humanas, compatibles a lo largo de su ciclo vida. La búsqueda del equilibrio territorial es ineludible, ya que se garantiza una justicia territorial al proceso de desarrollo, y la noción de igualdad entre las distintas circunscripciones, dando esperanza de progreso y estabilidad en el territorio.

Análisis de la construcción en Engabao

Engabao es una comuna de tradiciones y costumbres, por lo que conserva mucho de sus raíces en lo que, a la construcción de viviendas se refiere (Librería de Comuna Engabao, 2014). Algunas viviendas que inicialmente sólo eran de madera y caña guadua, en el presente utilizan para su refuerzo constructivo, diversos materiales como hormigón, bloques de cemento, entre otros materiales vigentes, tal y como se presenta en la Tabla 1.


La Tabla 2, muestra que algunas viviendas se encuentran muy deterioradas, debido, tanto al tiempo de su construcción, como a factores ambientales, sin embargo, existe una mayoría en la población que considera la construcción de viviendas con materiales naturales, como una buena opción, porque contribuye para la conservación de sus raíces y la preservación del medio ambiente.

Tabla 1. Casos constructivos de vivienda mixta en Engabao.

CASO	IMAGEN	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1		Tipo de Vivienda	Conformación mixta.
		Número de Niveles	2 niveles.
		Tipo de Materiales	Madera, Ladrillo de Arcilla, Bloque de Cemento.
		Tipo de Cimentación	Pilote de madera, especie Algarrobo (hincado a 1.50 m. de profundidad).
		Estructura Interior	Columnas y vigas de madera, especie Algarrobo.
		Paredes	Mampostería de ladrillo de arcilla y bloque de cemento.
		Losa de Entrepisos	Piso de madera, especie Palo de Vaca.
		Tipos de Uniones	Caja y Espiga.
		Edad de Construcción	100 años aproximadamente.
		2	
Número de Niveles	2 niveles, con pórtico en planta baja.		
Tipo de Materiales	Madera, Caña Guadua, Bloque de Cemento.		
Tipo de Cimentación	Zapata de hormigón simple.		
Estructura Interior	Columnas y vigas de madera, especie Guayacán.		
Paredes	Mampostería de bloque de cemento y caña guadua.		
Losa de Entrepisos	Piso de madera, especie Guayacán.		
Tipos de Uniones	Caja y Espiga - Rayo de Júpiter.		
Edad de Construcción	30 años aproximadamente.		

Fuente: Autor.



Tabla 2. Caso constructivo de vivienda con materiales contemporáneos en Engabao.

CASO	IMAGEN	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1		Tipo de Vivienda	Conformada por materiales contemporáneos.
		Número de Niveles	2 niveles.
		Tipo de Materiales	Bloque de cemento y arcilla, Hormigón armado.
		Tipo de Cimentación	Zapata de Hormigón armado.
		Estructura Interior	Columnas y vigas de hormigón armado.
		Paredes	Mampostería de bloques de cemento y arcilla.
		Losa de Entrepisos	Losa de Hormigón armado.
		Tipos de Uniones	-
Edad de Construcción	50 años aproximadamente.		

Fuente: Autor.

Actualmente, se pueden apreciar viviendas con materiales naturales que permanecen habitadas, lo cual permite estudiar y comprobar los diferentes materiales con sus técnicas empleadas para construcción, esto se muestra a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3. Casos constructivos de vivienda con materiales naturales en Engabao.

CASO	IMAGEN	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1		Tipo de Vivienda	Conformada por materiales naturales.
		Número de Niveles	2 niveles, con planta baja libre.
		Tipo de Materiales	Madera.
		Tipo de Cimentación	Pilote de madera, especie Guayacán (hincado a 1.00 m. profundidad).
		Estructura Interior	Columnas y vigas de madera, especie Guayacán.
		Paredes	Mampostería de madera, especie Palo de Vaca.
		Losa de Entrepisos	Piso de madera, especie Guayacán.
		Tipos de Uniones	Caja y Espiga.
Edad de Construcción	30 años aproximadamente.		
2		Tipo de Vivienda	Conformada por materiales naturales.
		Número de Niveles	2 niveles, con planta baja libre.
		Tipo de Materiales	Madera y Caña Guadua.
		Tipo de Cimentación	Zapata de hormigón simple.
		Estructura Interior	Columnas y vigas de madera, especie Chanul.
		Paredes	Mampostería de caña guadua.
		Losa de Entrepisos	Piso de Madera, especie Guayacán.
		Tipos de Uniones	Caja y Espiga - Boca de Sapo.
Edad de Construcción	7 años aproximadamente.		

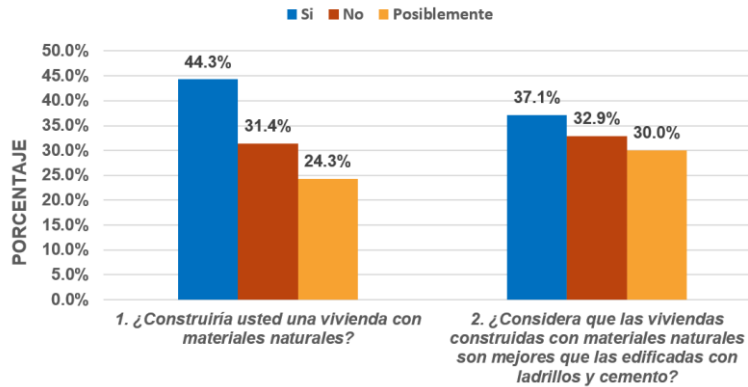
Fuente: Autor.

Línea base para la Autoconstrucción Sostenible

Los datos recogidos en la segunda fase de esta investigación fueron obtenidos mediante declaraciones que contribuyeron al estudio, estas fueron a través de entrevistas, encuestas y fichas de observación. La encuesta giró en torno con el propósito de determinar si los habitantes actuales que residen en la comuna Engabao, estaban dispuestos a construir sus viviendas con materiales naturales, al mismo tiempo se conocía su opinión respecto a esta modalidad constructiva además de las razones para no seguir haciéndolo.

Las primeras dos preguntas de la encuesta enfocan a la población hacia su inclinación por construir viviendas con materiales naturales y la percepción por aquellas con materiales contemporáneos. Se obtuvo que, más del 60% de las personas encuestadas respondieron entre sí y posiblemente, a la pregunta de construir una vivienda con materiales naturales; de igual manera, el 67.1% consideran que estas edificaciones representan una mejor opción frente a construcciones con materiales como bloques de cemento y hormigón (Fig. 1).

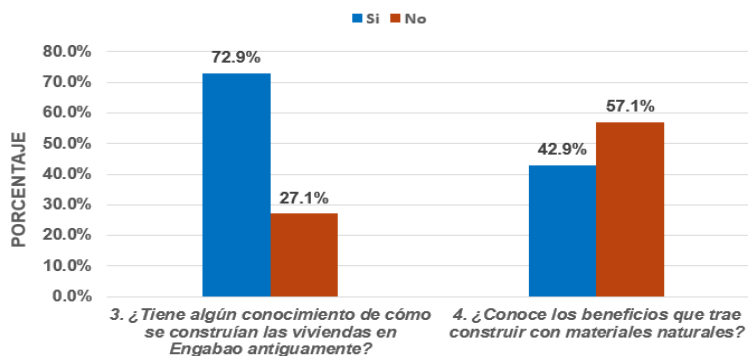
Figura 1. Inclinación de la población de Engabao hacia la construcción con materiales naturales.



Fuente: Autor.

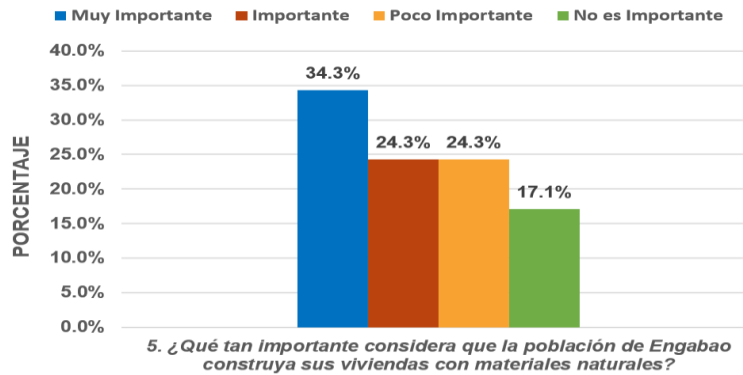
Se pudo identificar que, si bien, más del 70% de las personas tenían conocimiento sobre cómo antiguamente se manejaba el sistema constructivo en la comunidad, más del 50% de ellos no conocían los beneficios de utilizar materiales naturales, más allá del aspecto tradicional que rodea a estas viviendas (Fig. 2). Además, se identificó que más del 50% de los encuestados, consideran que estas viviendas tienen un grado de importancia en el desarrollo de la sociedad (Fig. 3).

Figura 2. Conocimiento constructivo y beneficios de los materiales naturales.



Fuente: Autor.

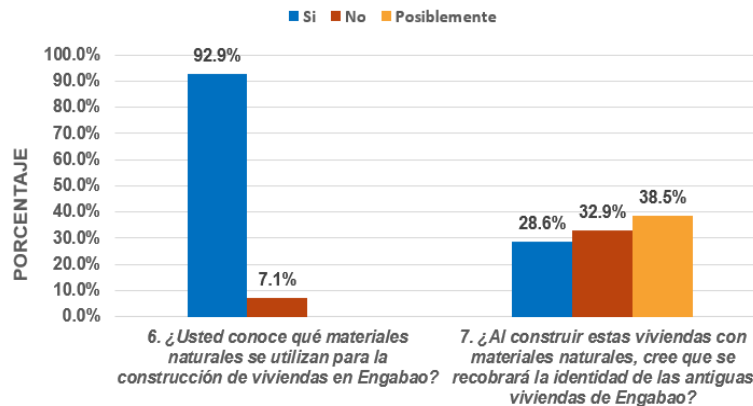
Figura 3. Importancia de la construcción de viviendas por parte de los habitantes de Engabao.



Fuente: Autor.

De igual forma se identificó el hecho, de que más del 90% de las personas encuestadas afirmó conocer qué materiales naturales existen y pueden utilizarse para la construcción de viviendas sostenibles. Pero dentro de ese grupo de personas, el 67.1% consideran viable recobrar la identidad comunal con este tipo de construcciones (Fig. 4).

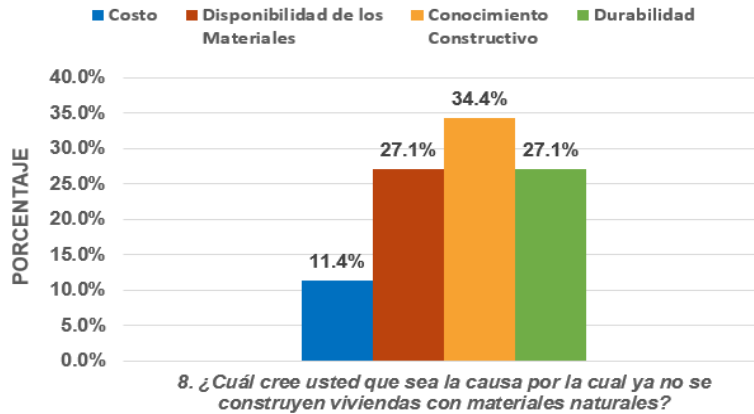
Figura 4. Conocimiento de los materiales naturales y su importancia en la identidad comunal.



Fuente: Autor.

Otro aspecto interesante es el hecho de que, así como la población encuestada en su mayoría identifican los materiales naturales existentes, utilizados en la construcción de viviendas, más del 30% de ellos reconocen que la causa principal para no seguir esta tradición fue la falta de conocimiento constructivo (Fig. 5).

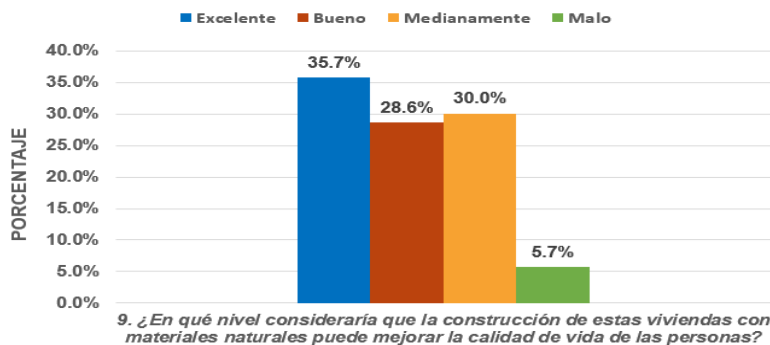
Figura 5. Causas para no construir viviendas con materiales naturales.



Fuente: Autor.

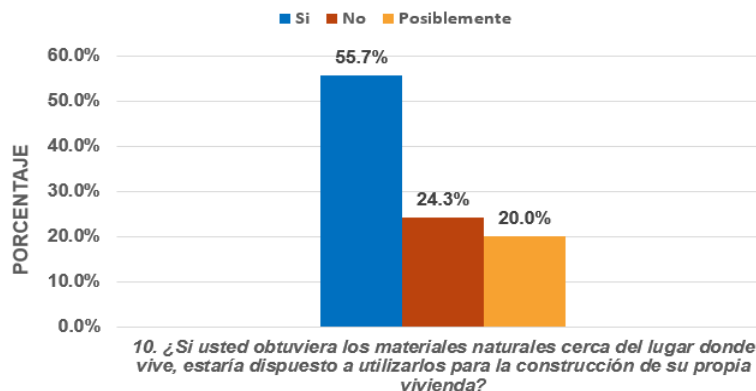
Estos datos fueron cruciales para el desarrollo del modelo de vivienda planteado, puesto que más del 60% de los encuestados consideran en gran manera que la construcción de viviendas, con estos materiales, mejoraría la calidad de vida de las personas (Fig. 6), y a su vez más del 70% de los mismos consideran que, de tener mayor acceso a los materiales naturales, estarían dispuestos a echar mano de estos recursos para construir sus propias viviendas (Fig. 7).

Figura 6. Calidad de vida en relación a la construcción de viviendas con materiales naturales.



Fuente: Autor.

Figura 7. Disponibilidad para utilizar materiales naturales en la construcción de viviendas.



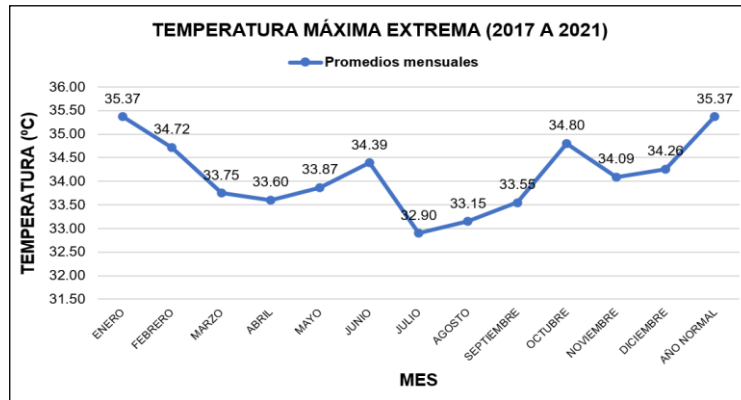
Fuente: Autor.

Condiciones climáticas

Considerando la percepción de los habitantes, se plantea el modelo de vivienda sostenible, elaborada con materiales naturales que se identificaron cerca del sector de Engabao tales como: la caña guadúa (familia del Bambú) que es un material ligero, de alta rigidez, resistente estructuralmente y que tiene un excelente comportamiento ante sismos (Comisión Nacional Forestal, 2013), y la madera que es un material que ayuda a minimizar los puentes térmicos entre la estructura de hormigón armado y los paneles de cerramiento (Yépez Tito, 2015). El diseño está pensado para la autoconstrucción sostenible, que contribuya a la preservación y conservación del medio ambiente, al reducir la contaminación producida por los materiales contemporáneos. También se consideró el factor climático de la región donde se encuentra ubicada la comuna Engabao que, de acuerdo al estudio realizado por medio de la base de datos POWER del servicio de la NASA, arrojó que la zona posee un clima cálido (tropical de Sabana).

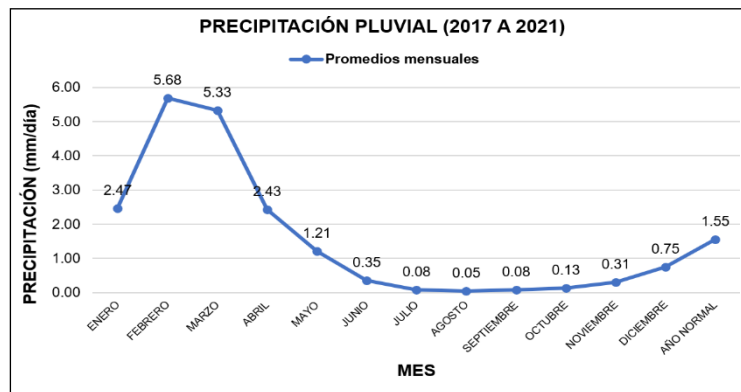
Por medio de los registros en cuanto a temperatura máxima extrema en el período de 2017 a 2021, se determinó un valor máximo durante el mes de enero de 35.37 °C y un mínimo en julio con 32.90 °C. (Fig. 8). En el mismo periodo, la precipitación pluvial registró su pico más alto en el mes de febrero con 5.68 mm/día., y en el mes de agosto el más bajo con 0.05 mm/día (Fig. 9).

Figura 8. Temperatura máxima extrema, Engabao (2017 a 2021).



Fuente: Autor.

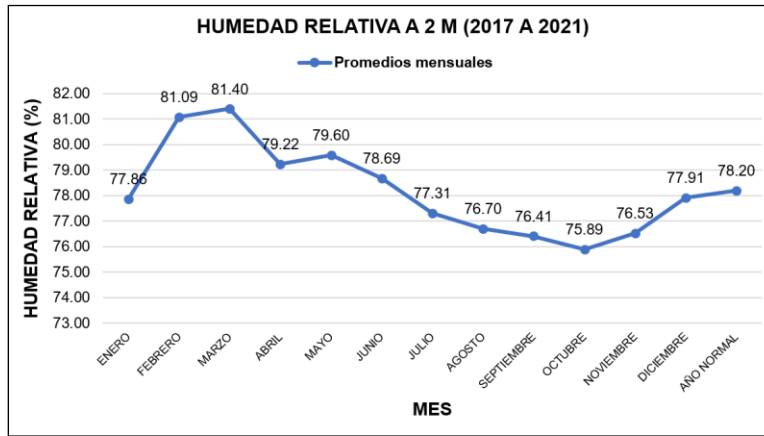
Figura 9. Precipitación pluvial, Engabao (2017 a 2021).



Fuente: Autor.

La gráfica de humedad relativa a 2m. en el período de 2017 a 2021 registró un pico máximo en el mes de marzo con 81.40% y valores de humedad hacia descenso progresivo entre los meses de mayo a octubre. Se tuvo un promedio anual en 78.20% (Fig. 10).

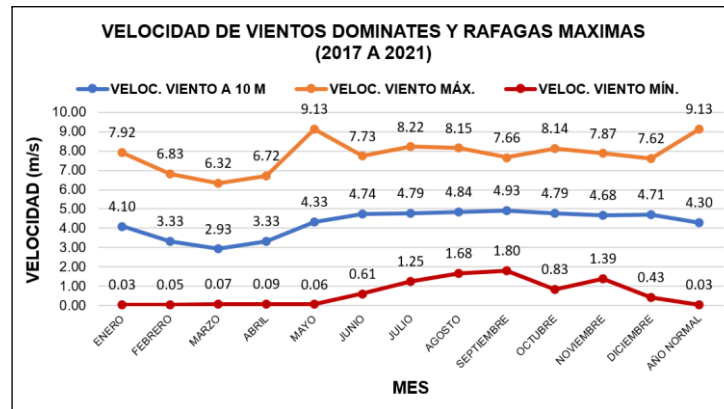
Figura 10. Humedad relativa a 2m., Engabao (2017 a 2021).



Fuente: Autor.

Las velocidades máximas de vientos dominantes en el período de 2017 a 2021 registró un valor de 9.13 m/s. Las velocidades mínimas mayoritariamente fueron cercanas a 0 m/s., pero registró un pico de 1.80 m/s. en el mes de septiembre. La velocidad de viento a 10 metros obtuvo 4.30 m/s. como promedio anual (Fig. 11).

Figura 11. Velocidad de vientos dominantes y ráfagas máximas, Engabao (2017 a 2021).



Fuente: Autor.

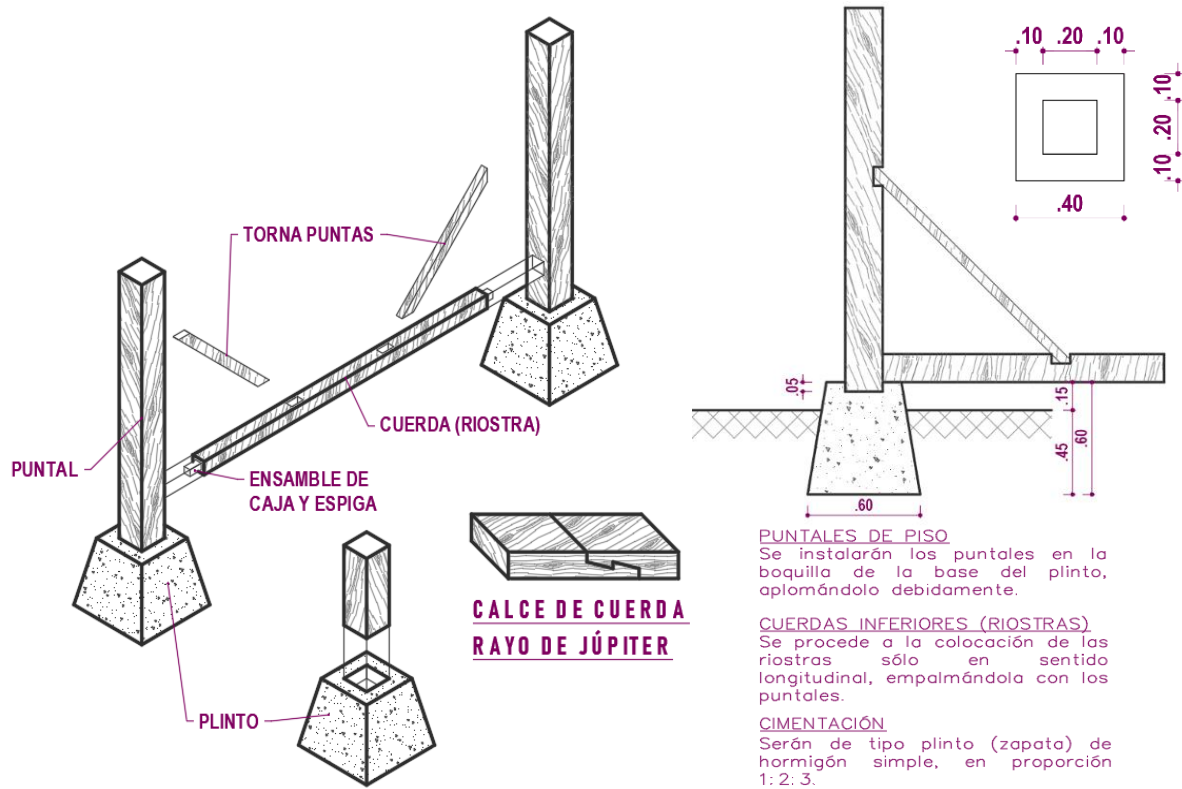
El modelo propone cumplir con las normas establecidas, basando su construcción en materiales resistentes a la exposición de lluvia, luz solar, así como también, se consideraron medidas de dimensiones para paredes, techos y demás elementos de la vivienda, teniendo en cuenta la necesidad de ventilación, circulación de luz mediante corrientes de aire. Para con ello, aprovechar plenamente la construcción con actividades humanas compatibles, a lo largo del ciclo de vida de la vivienda (Pauta Calle, 2015).

La madera estructural es capaz de tolerar cualquier tipo de carga en una vivienda, característica fundamental de cada elemento constructivo (NEC, 2015).

La forma más idónea para unir elementos de madera ha sido por medio de Ensamblados, los cuales a través del tiempo han ido evolucionando su aplicación. El ensamble **Caja y Espiga**, consiste, en unir un miembro (espiga) previamente cortado y lijado para adaptarse al agujero (caja). El grosor de la espiga debe ser de $1/3$ del elemento de donde nace y con una longitud de 4 a 5 veces su grosor. También se utilizará el empalme **Rayo de Júpiter**, el cual une dos piezas de madera de extremos en plano inclinado, cortados en forma de zig-zag. Este tipo de empalme se recomienda para unir tornapuntas, los cuales darán solidez al conjunto estructural. El ajuste de los elementos será por medio de tarugos de varilla de acero con hilo, pernos y arandelas de diámetro 10 mm galvanizados en caliente.

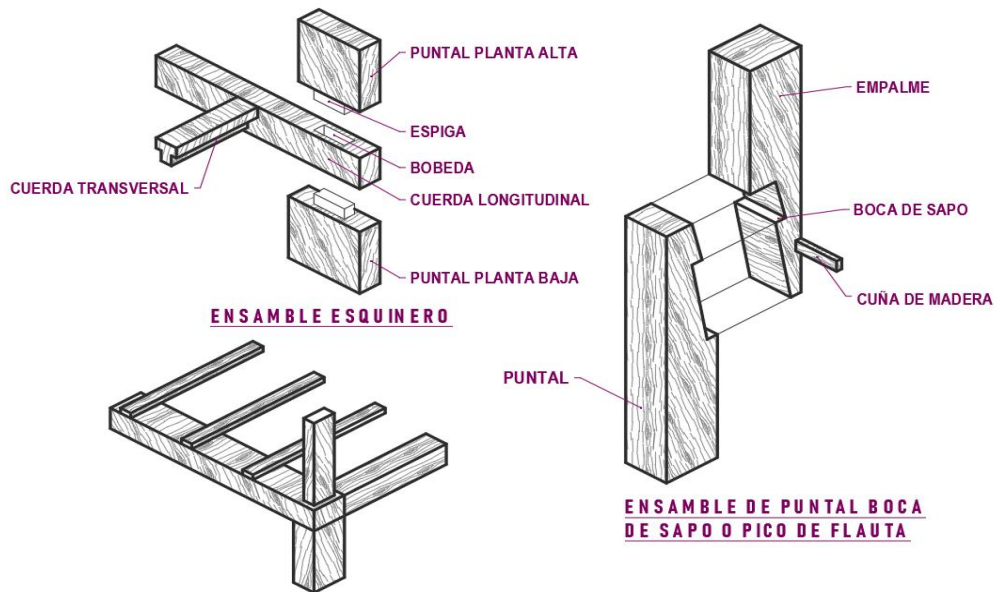
Los diferentes tipos de ensamblados que se proponen, son aquellos que han sido utilizados para la construcción de viviendas en Engabao a lo largo de su historia y que son conocidos por sus habitantes (Fig. 12 y 13).

Figura 12. Detalles constructivos para cimentación.



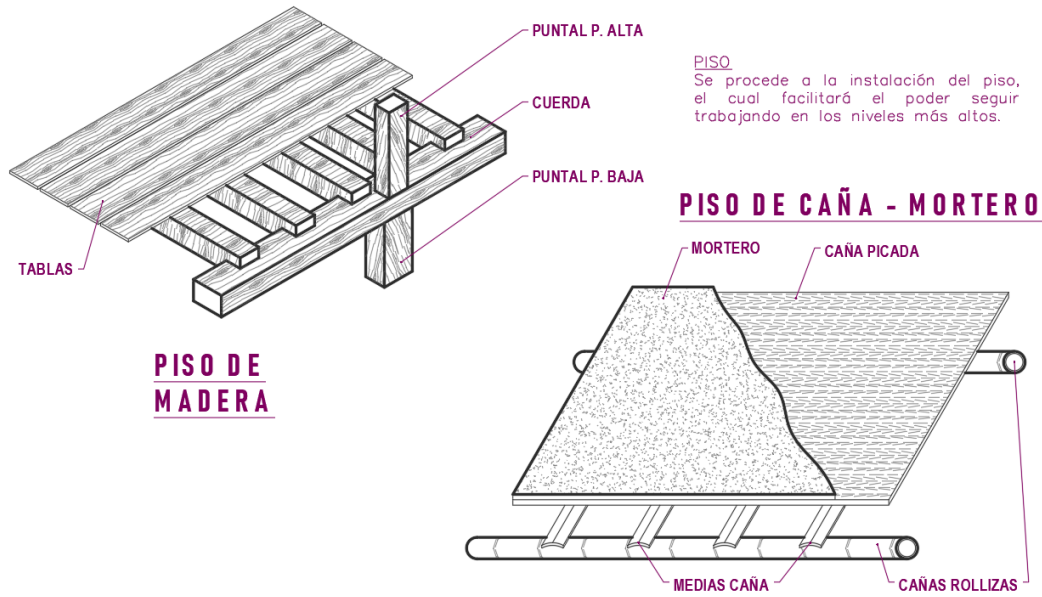
Fuente: Autor.

Figura 13. Detalles constructivos para ensamblados.



Fuente: Autor.

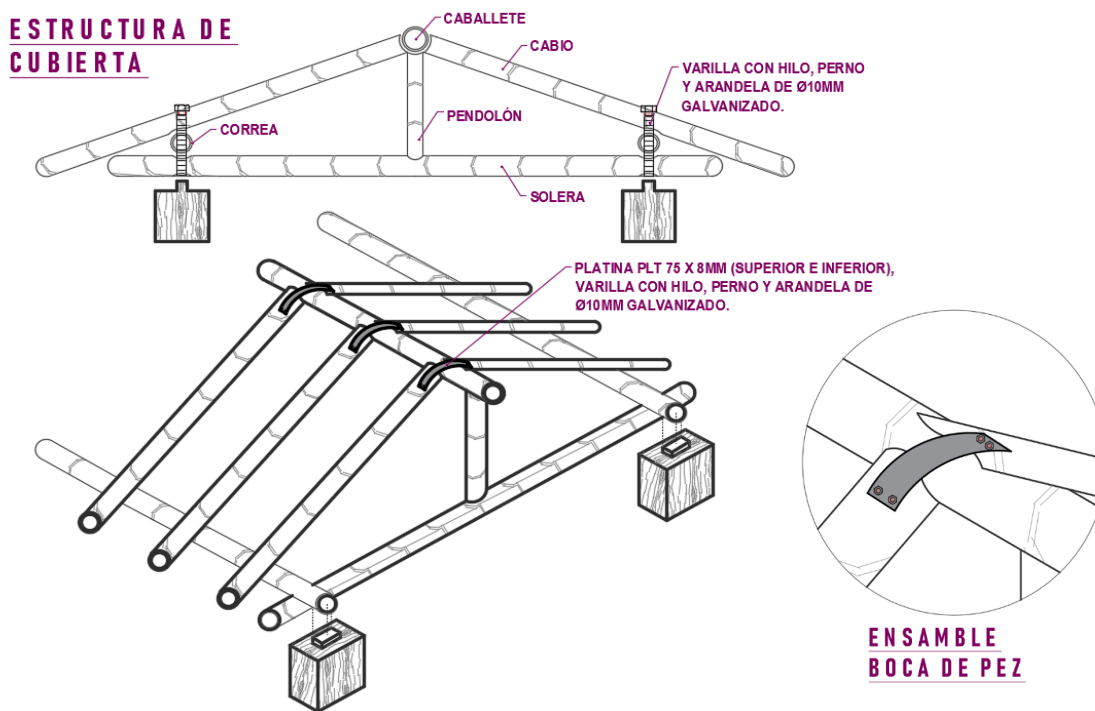
Figura 14. Detalles constructivos para pisos.



Fuente: Autor.

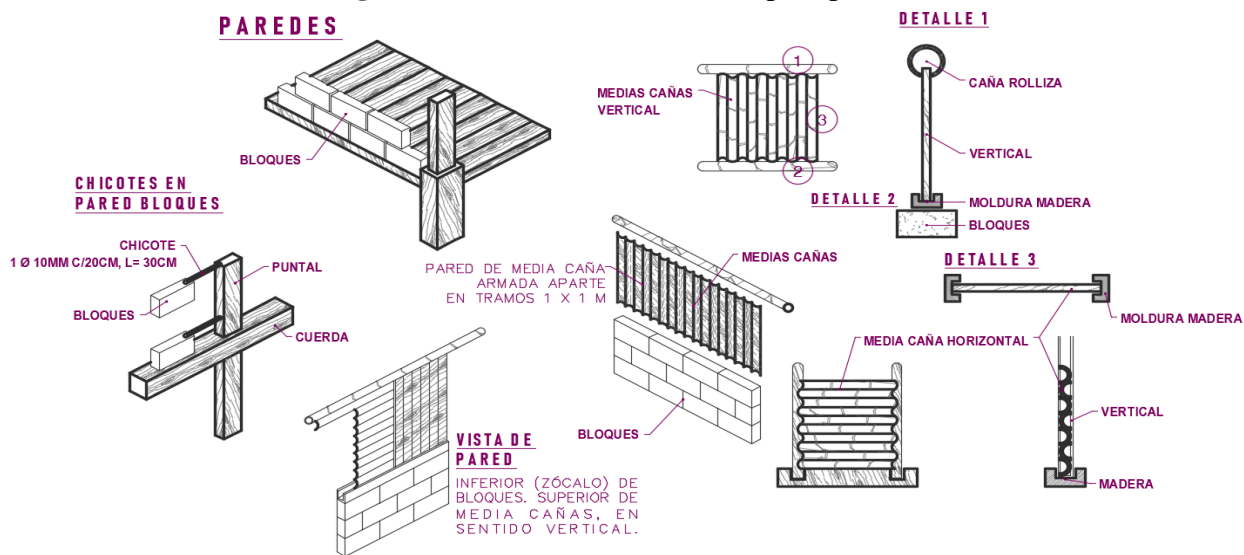
Para el ajuste de elementos en caña guadúa, se procederá a instalar dos platinas de acero de 75 mm de ancho por 8 mm de espesor, tanto en la parte superior como inferior de la unión, la longitud de la platina será de 50 cm, además de utilizar varillas de acero con hilo, pernos y arandelas de diámetro 10 mm (Fig. 15). Se recomienda que todos los elementos sean galvanizados en caliente.

Figura 15. Detalles constructivos para estructura de cubierta.



Fuente: Autor.

Figura 16. Detalles constructivos para paredes.



Fuente: Autor.

Figura 17. Detalles constructivos para tumbado.



TUMBADO INCLINADO

Fuente: Autor.

Recomendaciones Técnicas

- La construcción de estas viviendas deberá cumplir la normativa ecuatoriana actual (NEC-15), en relación a su ubicación, orientación y aislamiento acústico (Norma NTE INEN-ISO 15186-2); ventilación, calidad de aire (Norma Ecuatoriana de calidad de aire) y materiales de construcción (NEC-SE-MD, para estructuras de madera y NEC-SE-GUADÚA, para estructuras de caña guadúa). El cumplimiento de la recomendación debe ser supervisado por las autoridades de la comuna Engabao.
- De acuerdo con la norma NEC, capítulo estructuras de madera (NEC, 2015), dicho material cuenta con un esfuerzo máximo admisible a flexión de 21 MPa (214 Kg/cm²), por lo cual, se recomienda una cimentación tipo Plinto (Zapata Aislada) para la vivienda, de hormigón simple con proporción 1:2:3, para una resistencia de 226 Kg/cm², la cual deberá estar situada a una profundidad de 1.00 m.
- Los puntales de piso y cubierta (columnas), serán de madera especie Guayacán, tendrán una altura de 2.00 m. tanto en planta baja, como en planta alta. A su vez, las cuerdas de piso (riostra) serán de madera especie Laurel.

- El piso en planta baja será un contrapiso a base de tierra-cemento compactado, en planta alta será de madera especie Algarrobo.
- Las paredes, deberán tener un zócalo (antepecho) de 1.00 m de altura, diseñado con bloques de cemento de dimensión 39 x 19 x 9 cm., enlucidos con mortero de arena-cemento en ambos lados, la parte superior será de caña guadúa, empleada en diferentes aspectos: caña picada y media caña; colocadas en diferentes sentidos de tal manera que se encuentre la armonía en sus componentes y aprovechando las ventajas de este vegetal.
- En la cubierta, se utilizará caña rolliza en el caballete, perico (pendolón), cumbrera y en correas, sobre el cual irá asentado el techo a base de caña picada o esterilla, simulando un tumbado falso revestido por una capa de arena-cemento.
- Para mantener las características constructivas de Engabao, se establece la utilización de ventanas con estructura de madera especie Laurel, forradas con latillas de caña como celosías con su abatimiento en sentido horizontal. La puerta de ingreso principal será de madera especie Laurel y las interiores iguales a ventanas.
- Las condiciones del terreno son fundamentales para la construcción de las viviendas, ya que al ser autosostenibles cumplen los parámetros para ser habitables en terrenos hostiles.
- Los materiales que se utilizarán se encuentran en gran variedad, principalmente reciclables, **los cuales podrían ser considerados en la construcción de viviendas sostenibles. Es de vital importancia conocer cuáles son sus características técnicas.**
- Es importante que la construcción de viviendas autosostenibles no se vea más como un experimento, ya que el aporte se pierde en medio de la construcción masiva de viviendas, diseñadas sin considerar parámetros técnicos que preserven la calidad ambiental.
- A partir de esta investigación, se podría incentivar a las constructoras ecuatorianas, para que implementen en la construcción de viviendas la sostenibilidad en pro de las familias más necesitadas no solo en Engabao, sino en todo Ecuador.

La Sostenibilidad es un concepto integrador valioso, por cuanto se adapta a cualquier lugar geográfico que se analice, adecuándose a los diferentes objetivos a considerar, ya sea para lo presente y futuro. Así como establece el informe “Nuestro Futuro Común” o conocido mundialmente como Informe Brundtland, en donde la sociedad debe mejorar y cambiar su estilo

de vida, para evitar, que se **extienda más la degradación de la naturaleza y no llegar a una crisis social irreversible.**

Para con ello no agotar los recursos materiales que cuenta el planeta tierra y dar un nuevo estímulo al desarrollo económico, sin dejar de lado el aspecto social, para que exista equilibrio dentro de la creación de viviendas, acordes con su entorno.

Conclusión

Se propusieron recomendaciones técnicas con aporte teórico - didáctico, al servicio de la Comunidad de Engabao, fundamentadas en la arquitectura vernácula, contando con soluciones pasivas para una correcta calidad de vida interior e influyendo en el desarrollo rural con estrategias para el futuro (Valencia-Perafán et al., 2020).

Cabe recalcar que la autoconstrucción es una forma de construir sin apoyo técnico, donde los propietarios de una vivienda la edifican por sí mismos y cada fase del proceso implica una gran improvisación y bricolaje (Caldeira, 2017). Su aplicabilidad se dará previo conocimiento comunitario enfocados a su nueva ruralidad (Kay, 2009) y a la observación del entorno ambiental identificando y describiendo los recursos naturales que cuenta. Lo cual permitirá que el desarrollo sustentable satisfaga las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras (Ramírez Treviño et al., 2004).

Se llega a esta conclusión por medio de los resultados obtenidos en las cuatro fases metodológicas planteadas; las cuales fueron: obtener la contextualización del entorno constructivo, línea base de autoconstrucción basado en la percepción social de la población, los parámetros climáticos que rigen en la zona y el modelo de autoconstrucción sostenible para la fabricación de viviendas adaptadas a su hábitat comunal. De este modo, lograr que la población, que por la falta de recursos, no pueda obtener una vivienda digna, encuentre otro medio para mejorar su condición habitacional; aprendiendo el uso de materiales domésticos (Holston, 1991) y con ello, se pueda generar un empoderamiento económico en la comunidad (Jaramillo-Benavides et al., 2019), así como, **grandes impactos que sean significativos dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible** (Thacker et al., 2019).

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 a cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente y Tecnología (CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración de este trabajo. También expresamos, de manera especial, nuestro agradecimiento a la Comuna Engabao, a su presidente, Don Jacinto Panchana y a sus colaboradores, por la disponibilidad y acogida para la realización de este trabajo investigativo.

Referencias

1. 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). <https://doi.org/10.1108/09699980510584502>
2. Boullón, R. (2006). Espacio turístico y desarrollo sustentable. *Aportes y Transferencias*, 10(2).
3. Caldeira, T. P. R. (2017). Peripheral urbanization: Autoconstruction, transversal logics, and politics in cities of the global south. *Environment and Planning D: Society and Space*, 35(1). <https://doi.org/10.1177/0263775816658479>
4. Cañas, I., & Martín, S. (2004). Recovery of Spanish vernacular construction as a model of bioclimatic architecture. *Building and Environment*, 39(12). <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.04.007>
5. Comisión Nacional Forestal. (2013). *Manual para la Construcción Sustentable con Bambú*. https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/MANUAL_PARA_LA_CONSTRUCION_SUSTENTABLE_CON_BAMBU.PDF
6. Depettris, N. (2014). La problemática habitacional en ámbitos rurales chaqueños. *Revista Theomai*, 30.

7. Durán Romero, G. (2000). Medir la Sostenibilidad: Indicadores Económicos, Ecológicos y Sociales. VII Jornadas de Economía Crítica.
8. 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). <https://doi.org/10.3390/su13052514>
9. Holston, J. (1991). Autoconstruction in Working-Class Brazil. *Cultural Anthropology*, 6(4). <https://doi.org/10.1525/can.1991.6.4.02a00020>
10. Jaramillo-Benavides, A. S., Patricio-Karnopp, Z. M., & Ilha-Librelo, L. (2019). Durabilidad de los materiales naturales de construcción: Percepciones de proyectistas, constructores y usuarios en Florianópolis-Brasil. *Revista de Arquitectura*, 21(2). <https://doi.org/10.14718/revarq.2019.21.2.1825>
11. Kay, C. (2009). Estudios rurales en América Latina en el periodo de globalización neoliberal: ¿una nueva ruralidad? *Revista Mexicana de Sociología*, 71(4). <https://doi.org/10.2307/20697627>
12. Librería de Comuna Engabao. (2014). COMUNA ENGABAO. <https://comuna-engabao.webnode.com/>
13. Liu, Z. J., Pypłacz, P., Ermakova, M., & Konev, P. (2020). Sustainable construction as a competitive advantage. *Sustainability (Switzerland)*, 12(15). <https://doi.org/10.3390/SU12155946>
14. Lourenço, P. B., Varum, H., Vasconcelos, G., & Rodrigues, H. (2015). Structural conservation and vernacular construction. In *Seismic Retrofitting: Learning from Vernacular Architecture*. <https://doi.org/10.1201/b18856>
15. 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>
16. Pauta Calle, F. (2015). La sostenibilidad en la construcción desde las perspectivas de la ordenación territorial y urbanística en Ecuador. Instname:Universidad de Cuenca.

17. Philokyprou, M., Michael, A., & Malaktou, E. (2021). A typological, environmental and socio-cultural study of semi-open spaces in the Eastern Mediterranean vernacular architecture: The case of Cyprus. *Frontiers of Architectural Research*. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.03.001>
18. Ramírez Treviño, A., Sánchez Núñez, J. M., & García Camacho, A. (2004). El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. *Revista Del Centro de Investigación. Universidad La Salle*, 6(21). <https://doi.org/10.26457/recein.v6i21.299>
19. Saraiva, T. S., da Silva, E. M., Almeida, M., & Bragança, L. (2019). Comparative study of comfort indicators for school constructions in sustainability methodologies: Schools in the amazon and the southeast region of Brazil. *Sustainability (Switzerland)*, 11(19). <https://doi.org/10.3390/su11195216>
20. Thacker, S., Adshead, D., Fay, M., Hallegatte, S., Harvey, M., Meller, H., O'Regan, N., Rozenberg, J., Watkins, G., & Hall, J. W. (2019). Infrastructure for sustainable development. *Nature Sustainability*, 2(4). <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0256-8>
21. Torres Balbás, L. (1930). La vivienda popular en España. https://oa.upm.es/34265/1/Vivienda_Popular_España_Completo_Opt_Parte1.pdf
22. Valencia-Perafán, M., Le Coq, J. F., Favareto, A., Samper, M., Sáenz-Segura, F., & Sabourin, E. (2020). Políticas públicas para el desarrollo territorial rural en América Latina: balance y perspectivas. *Eutopía. Revista de Desarrollo Económico Territorial*, 17. <https://doi.org/10.17141/eutopia.17.2020.4388>
23. Yépez Tito, A. E. (2015). Prototipos de vivienda social sostenible en Ecuador. In *Universidad Politecnica de Valencia (Vol. 1)*. Universidad Politécnica de Valencia.

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).