

# ANÁLISIS DE LA VIVIENDA RURAL UTILIZANDO EL CONFORT TÉRMICO COMO MEDIDA DE HABITABILIDAD

*Analysis of rural housing using thermal comfort as a habitability  
measure*

*Análise das habitações rurais utilizando o conforto térmico como  
medida de habitabilidade*

María Augusta Rojas<sup>1</sup>, Luis Fernandez<sup>1</sup>, Liz Zambrano<sup>1</sup> & Alisson Paredes<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Facultad de Arquitectura Artes y Diseño. Universidad Indoamérica. Ambato-Ecuador.  
Correo: [mrojas4@indoamerica.edu.ec](mailto:mrojas4@indoamerica.edu.ec), [luisfernandez@indoamerica.edu.ec](mailto:luisfernandez@indoamerica.edu.ec),  
[lzambrano21@indoamerica.edu.ec](mailto:lzambrano21@indoamerica.edu.ec), [aparedes15@indoamerica.edu.ec](mailto:aparedes15@indoamerica.edu.ec)

Fecha de recepción: 30 de agosto de 2022.

Fecha de aceptación: 12 de diciembre de 2022.

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** El confort térmico permite que una vivienda sea habitable; esta condición varía con el clima y el aporte de materiales. La temperatura de los Andes varía entre 5 °C a 12 °C, en la que se emplaza la parroquia Juan Benigno Vela. Identificando tipologías de viviendas y materiales con técnicas de construcción tradicional; La pregunta de investigación ¿El uso de materiales tradicionales en la construcción de las viviendas brinda habitabilidad a través del confort térmico? **OBJETIVO.** Investigar las condiciones de confort térmico en viviendas rurales de Ambato a través de mediciones de la temperatura exterior e interior para realizar un diagnóstico del comportamiento de los materiales empleados en los inmuebles. **MÉTODO.** La investigación es de tipo experimental, con enfoque cuantitativo; manipulación con variable independiente tipología de viviendas y materialidad y variable dependiente condiciones ambientales. Técnica de recolección de datos, con enfoque cuantitativo, mediante medición, entrevista y fichas arquitectónicas. **RESULTADOS.** Se pudo analizar y comparar el estudio con indicadores de confort térmico de las tipologías de vivienda rural estableciendo rangos de confort. **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.** Como reflexiones, se evidencian los rangos de confort térmico hallados en los casos de estudio analizados y cómo la materialidad y ambiente influyen sobre la habitabilidad.

**Palabras claves:** historiales de temperatura, vivienda rural, confort térmico, construcción tradicional.



## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Thermal comfort allows a house to be habitable; this condition varies with the climate and the supply of materials. The temperature of the Andes varies between 5 °C to 12 °C, where the Juan Benigno Vela parish is located. Identifying housing typologies and materials with traditional construction techniques. The research question Does the use of traditional materials in the construction of houses provide habitability through thermal comfort? **OBJECTIVE.** To investigate the conditions of thermal comfort in rural housing in Ambato through measurements of the exterior and interior temperature in order to make a diagnosis of the behavior of the materials used in the buildings. **METHOD.** The research is of experimental type, with quantitative approach; manipulation with independent variable housing typology and materiality and dependent variable environmental conditions. Data collection technique, with quantitative approach, by means of measurement, interview and architectural files. **RESULTS.** It was possible to analyze and compare the study with thermal comfort indicators of rural housing typologies establishing comfort ranges. **DISCUSSION AND CONCLUSIONS.** As reflections, the thermal comfort ranges found in the analyzed case studies and how materiality and environment influence habitability are evidenced.

**Keywords:** temperature histories, rural housing, thermal comfort, traditional construction.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO.** O conforto térmico torna uma casa habitável; esta condição varia com o clima e os materiais utilizados. A temperatura dos Andes varia entre 5 °C e 12 °C, onde se situa a paróquia de Juan Benigno Vela. Identificação de tipologias e materiais de habitação com técnicas de construção tradicionais; a questão de investigação: a utilização de materiais tradicionais na construção de habitações proporciona habitabilidade através do conforto térmico? **OBJECTIVO.** Investigar as condições de conforto térmico em habitações rurais em Ambato através de medições da temperatura exterior e interior a fim de fazer um diagnóstico do comportamento dos materiais utilizados nos edifícios. **MÉTODO.** A investigação é experimental, com uma abordagem quantitativa; manipulação com tipologia e materialidade de habitação variável independente e condições ambientais variáveis dependentes. Técnica de recolha de dados, com uma abordagem quantitativa, através de medições, entrevistas e ficheiros arquitectónicos. **RESULTADOS.** Foi possível analisar e comparar o estudo com indicadores de conforto térmico de tipologias de habitações rurais, estabelecendo gamas de conforto. **DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.** Como reflexos, as gamas de conforto térmico encontradas nos estudos de caso analisados e a forma como a materialidade e o ambiente influenciam a habitabilidade são mostrados.

**Palavras-chave:** histórias de temperatura, habitação rural, conforto térmico, construção tradicional.

## INTRODUCCIÓN

La parte alta de los Andes Ecuatorianos con 4000 msnm, de clima frío y extremadamente frío con oscilaciones térmicas de 10 °C, hace de los páramos un lugar con condiciones desafiantes para habitar una vivienda; sin embargo, el uso de materiales naturales en la construcción de las viviendas en este sector ha sido un aliado para el hábitat de sus ocupantes.



En Ambato con aproximadamente 3264 msnm, la posibilidad de satisfacer el confort en las viviendas del sector rural, constituye una estrategia la implementación asertiva de materiales para mejorar las condiciones de habitabilidad; Es importante reflexionar sobre la radiación solar anual elevada de 5.5 a 6.5 kWh/m<sup>2</sup> [1] pudiendo esto ser aprovechado de manera eficiente en las viviendas; a esto se adiciona la posición geográfica que favorece con mayor incidencia solar.

La arquitectura debe brindar condiciones adecuadas para el habitante y su relación con el entorno, aprovechando recursos disponibles e incorporar factores climáticos para un hábitat colectivo [2]. El bioclimatismo en función del terreno, orientación y asoleamiento, pudiesen generar una manera de calentamiento solar pasivo [3], es así que la concepción bioclimática arquitectónica, permite lograr diseños que prevén el comportamiento de la arquitectura frente a condiciones ambientales [4].

El diseño bioclimático considera flujos naturales y la interacción con el sol, viento, precipitación, vegetación, temperatura y humedad [5]. La energía ambiental y el emplazamiento de una edificación influyen en la sensación higró-termica [6], basados en las bondades de elementos constructivos y funcionales del edificio, aprovechando las características climáticas de emplazamiento se logran espacios habitables [7], en un ambiente donde el clima define los rasgos adaptativos de la arquitectura posibilitan caracterizar su identidad a partir de los hábitos de uso y ocupación [8].

En los últimos años, el estudio del confort térmico ha atraído la atención de investigadores. Estudiar el confort térmico desde la arquitectura, quizá por la discusión pública del cambio climático y las soluciones arquitectónicas que se pueden aportar para minimizar su impacto [9]. Estudios previos de viviendas, analizan el comportamiento energético como respuesta al confort térmico con enfoque en el cambio climático [10]. La relación del confort térmico con la selección de materiales constructivos que aporten calefacción y condiciones habitables a espacios es esencial [11].

El confort térmico es definido como una sensación humana relacionada con subjetividad, y depende principalmente de factores físicos, fisiológicos y psicológicos [13]. Las variables primarias de confort térmico [14] pueden ser la temperatura ambiente, temperatura radiante, humedad relativa, tasa metabólica, aislamiento de la ropa y movimiento del aire; la velocidad a la que el aire se mueve y toca la piel [15].

El entorno térmico en que habitan las personas varía de acuerdo al clima, aspectos fisiológicos, culturales y psicológicos. Los intervalos de temperatura en que el ser humano encuentra bienestar se sitúan dentro de márgenes, en función de la posición, condiciones geográficas y su relación directa con las características de la vivienda [2]. Estudios sobre las condiciones termo higrométricas y su influencia en las actividades cotidianas, mencionan que van en función de la actividad desarrollada, vestimenta del individuo y variables ambientales que proporcionan intercambios de temperatura [16].

Si bien es posible establecer rangos de confort, se reconoce que no son definitivos y dependen de la apreciación personal [2], existe una gama de confort térmico, sin llegar a extremos, sin embargo, la temperatura ideal puede variar de persona a persona.

Con estos antecedentes, el aprovechamiento de los materiales de construcción y un óptimo diseño mejorará las condiciones de habitabilidad y esto refleja el confort térmico, como se indica en la problemática, la implementación de materiales sin técnicas adecuadas cada día incrementa; además, el desconocimiento de las propiedades y características de los materiales es otro factor. En base a lo expuesto, surge la hipótesis: ¿Cuál es el comportamiento térmico de una vivienda con construcción tradicional del sector rural del Cantón Ambato?

Esta investigación, tiene como enfoque próximo contribuir a la sociedad y dar cumplimiento a los objetivos de desarrollo sostenible, logrando ciudades y comunidades habitables. Al conocer los beneficios del uso de materiales con reducción de impacto ambiental y comportamiento térmico en espacios habitables. El objetivo general es conocer las condiciones de confort térmico de las viviendas del sector rural del Cantón Ambato a través de mediciones térmicas, análisis y diagnóstico del comportamiento del espacio arquitectónico y sus materiales de construcción.

## MÉTODO

La investigación aplicó un diseño metodológico integral enfocado en la búsqueda y análisis de problemáticas de la vivienda rural y su materialidad heterogénea. Las viviendas rurales esencialmente son sistemas constructivos tradicionales que emplean materiales pétreos, en fachadas adobe y bahareque, cubiertas en madera y teja.

El proceso metodológico contempla tres etapas aplicadas en la investigación de la vivienda rural de Tungurahua, Ecuador; área de estudio definida por su altitud y clima, siendo de las zonas altas habitadas en Ecuador.

**Etapas teórica, área de estudio y diseño de fichaje.** Documentación bibliográfica de vivienda rural y confort térmico en la arquitectura. Determinación de área de estudio acorde al proyecto de investigación “Estudio de confort térmico en viviendas del sector rural del Cantón Ambato”. La aproximación a las zonas altas de Tungurahua, fue determinante para definir al páramo por su altitud entre 2240 y 5370 msnm y clima extremo. Con la base inicial en el sistema de información geográfica de software libre QGIS [17], se genera triangulación de datos, los cuales permiten seleccionar tres parroquias con mayor altitud y clima extremo, siendo, Pilahuin, Juan Benigno Vela y San Fernando. El grupo de investigación asigna un área al equipo, determinando la parroquia Juan Benigno Vela para el fichaje inicial. La recolección de datos mediante un guion de observación, diario del investigador, guion de entrevista y fichas de recolección de datos enfocados en documentar la vivienda rural con sistemas de construcción tradicional.

**Etapas de definición de casos de estudio.** Referenciando al fichaje inicial se han diseñado fichas arquitectónicas para la definición de casos de estudio aplicando diseño experimental. La definición de casos mediante grupos de control, validez y factores de manipulación con variable independiente en tipología de viviendas y sistemas de construcción tradicional; la variable dependiente en función de las condiciones ambientales y altitud [17], [18]. Los casos de estudio a partir del fichaje y

aproximación a tipologías de vivienda rural, siendo predominante la vivienda de una planta con portal. Las fichas y observación de los sistemas constructivos de la parroquia, facilitaron el acercamiento con los propietarios y consentimiento para el estudio e instalación de los sensores de temperatura en 2 viviendas con similares características en un tiempo definido de 31 días.

**Etapas de levantamiento e indicadores de confort térmico.** El levantamiento arquitectónico y constructivo de los casos de estudio de vivienda rural en Juan Benigno Vela mediante cinta métrica y medidor láser Bosch Blaze GLM 35, con alcance de 35m y precisión extrema de 1.5mm [18]. Los levantamientos de indicadores de confort térmico con termohigrómetros (datalogger) Elitech RC-4HC y RC-51H con nivel de confianza de aproximadamente 95.45% en base a calibraciones certificadas CC-1690-001-22 CC-1690-002-22 de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI) [19] [20].

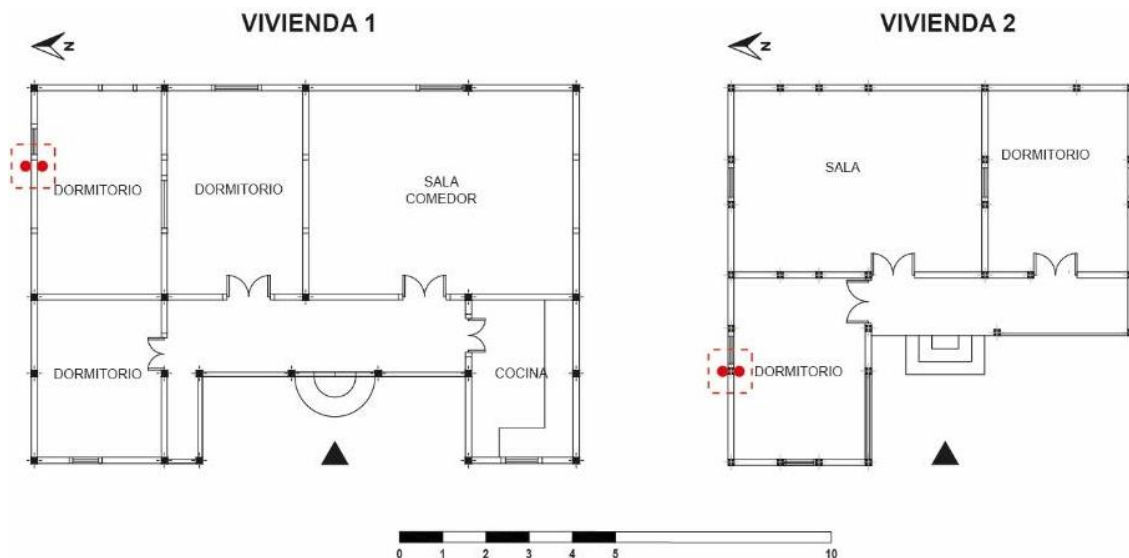
**Etapas de análisis, ponderación e interpretación.** Posterior a la documentación y digitalización de información recolectada en campo, pasamos a una fase de análisis comparativo, ponderación de datos y mediciones. Mediante indicadores de confort térmico y normativa referencial [21], [22], [23], se determinan rangos de confort para la interpretación de mediciones.

## RESULTADOS

La vivienda rural de la parroquia Juan Benigno Vela está definida por su altitud entre 3090 y 3170 msnm, zona alta habitable en Ecuador. Los casos de estudio definidos por variable independiente, la tipología de vivienda de una planta, similar composición arquitectónica y técnicas de construcción tradicional.

El levantamiento arquitectónico de las viviendas realizado mediante ilustraciones del estado actual, hace parte del inicio de la investigación. Los levantamientos arquitectónicos son base para determinar la fase de mediciones y análisis del confort térmico de las viviendas de estudio. Considerando el análisis a través de ilustraciones y ponderación de información levantada en campo. Se muestra en la figura 1 las plantas arquitectónicas de los dos casos de estudio en su levantamiento planimétrico en campo señalando el espacio en donde se colocó el dispositivo de medición de temperatura.

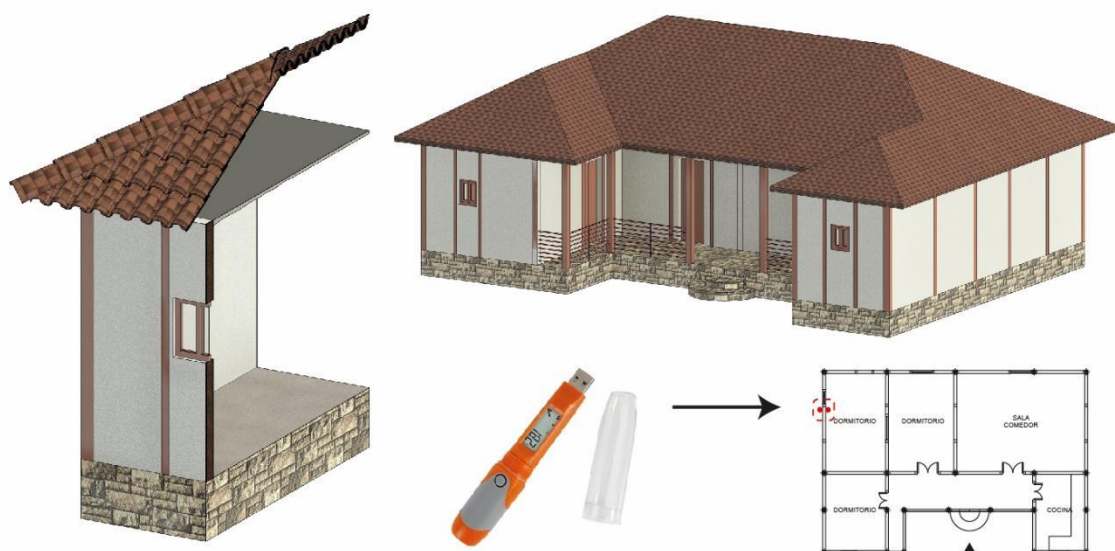




**Figura 1.** Plantas arquitectónicas de viviendas vernáculas.

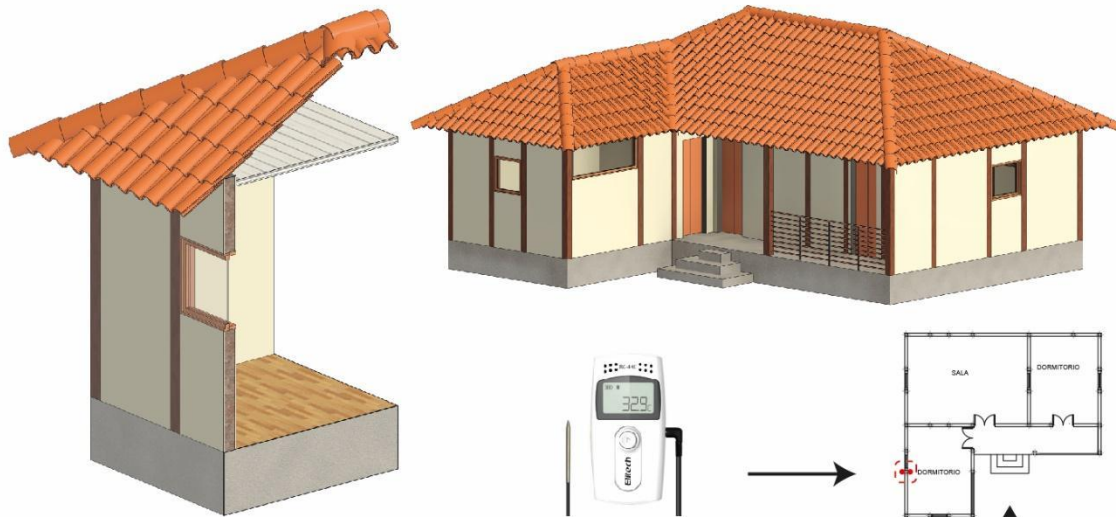
Las viviendas que son de casos de estudio, corresponden a sistemas de construcción tradicional con materiales locales. El levantamiento arquitectónico constructivo de las viviendas 1 y 2, son modelos base para el análisis de los edificios y su comportamiento térmico.

La vivienda 1 (ver Fig. 2), con elementos de estructura con hormigón ciclópeo y madera, desarrolla mamposterías con materia prima en la configuración de bahareque con morteros de tierra. La estructura de cubiertas con madera y teja cerámica artesanal. Las carpinterías de puertas y ventanas son de madera y vidrio.



**Figura 2.** Isometrías caso de estudio vivienda 1.

La vivienda 2 con una fase constructiva mejorada en cubierta (ver Fig. 3), emplea sistemas de construcción tradicional, desarrolla elementos de estructura con hormigón ciclópeo y madera, mamposterías en bahareque con morteros de tierra y cal. Las carpinterías de puertas y ventanas son de madera y vidrio, y las cubiertas con madera y teja cerámica. En este caso de estudio se ha registrado una intervención constructiva con modificaciones en cubierta y cambio de tejas cerámicas vitrificadas.



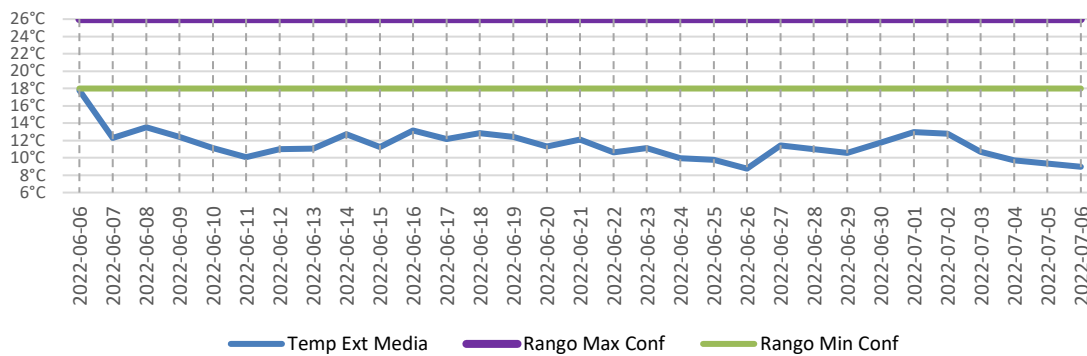
**Figura 3.** Isometrías caso de estudio vivienda 2.

El registro de mediciones que resultan del levantamiento de información que se exponen a continuación, reconociendo el comportamiento de temperatura exterior e interior de las viviendas, desarrollando figuras con rangos de temperatura durante 31 días que fueron colocados los instrumentos de medición.

Los equipos calibrados y certificados, se programaron para el registro con frecuencia de una hora, para procesarlos y obtener gráficas de temperaturas mínimas, máximas y promedios de cada día al interior y exterior de la habitación principal de la vivienda. La temperatura exterior es una variable con una influencia significativa.

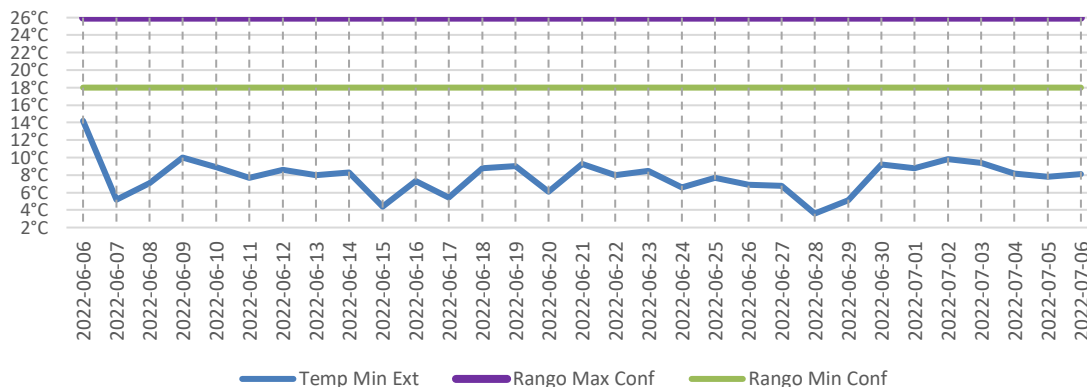
Es importante en el marco de esta investigación indicar que el presente análisis concentra datos únicamente de temperatura tabulados y mostrados mediante figuras, sin embargo, se han tomado mediciones de humedad que serán motivo de estudio en la continuidad del proyecto de investigación.

La figura 4 muestra el comportamiento de este parámetro, demostrando que la temperatura media diaria exterior está por debajo de la mínima (18 °C) [21].



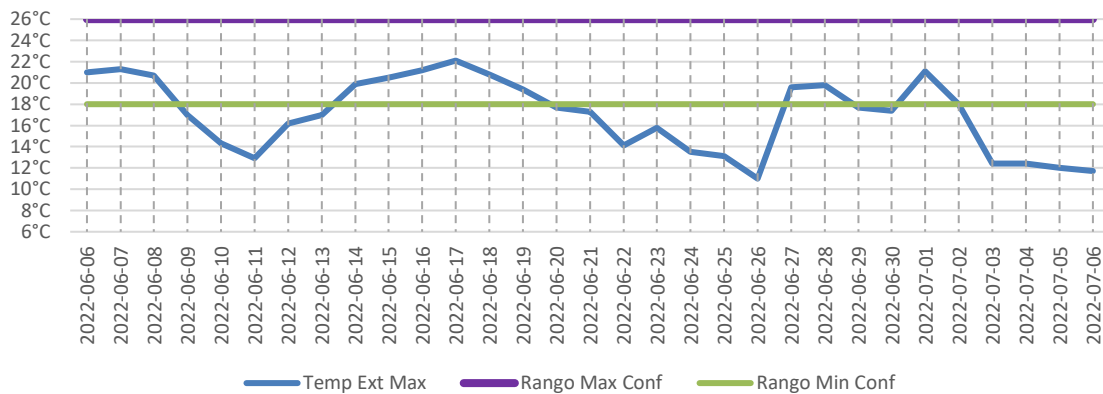
**Figura 4.** Temperatura media diaria exterior de la zona de estudio  
**Nota.** Datos obtenidos en campo mediante equipos Elitech RC-4HC y RC-51H

Se observan temperaturas mínimas de alrededor de 4 °C en la Figura 5, que demuestran la agresividad del ambiente en la zona de estudio. En el caso de la figura 6 que muestra la medición de la temperatura exterior máxima diaria se puede observar que de los treinta y un días estudiados sólo en doce de ellos la temperatura superó los 18 °C.



**Figura 5.** Temperatura exterior mínima  
**Nota.** Datos obtenidos en campo mediante equipos Elitech RC-4HC y RC-51H



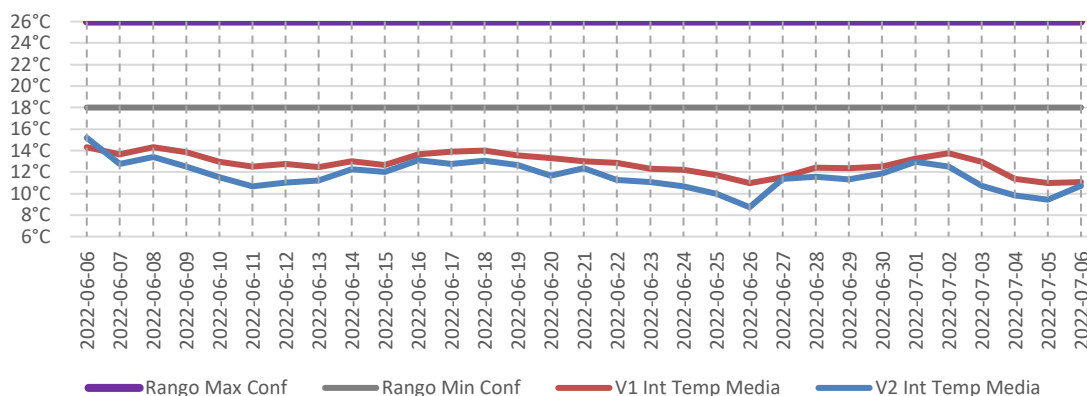


**Figura 6.** Temperatura exterior máxima

**Nota.** Datos obtenidos en campo mediante equipos Elitech RC-4HC y RC-51H

A continuación, se muestran las gráficas comparativas de mediciones tomadas en las dos viviendas estudiadas, vivienda V1 hace referencia a la vivienda tradicional sin intervención y la vivienda V2 a la vivienda tradicional con intervención en la estructura de cubierta, en donde existe modificación de las tejas originales por tejas contemporáneas de barro vidriado, modificando la materialidad con resistencia a condiciones de humedad de agua lluvia afectación detectada en la vivienda V1.

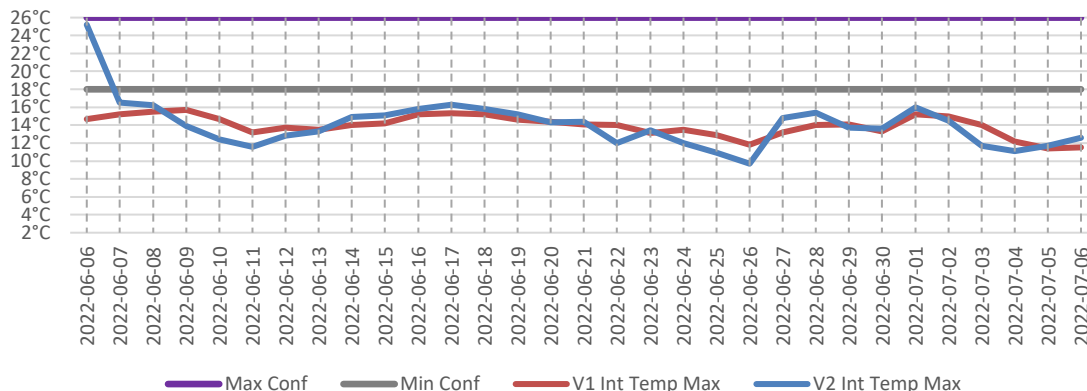
En la figura 7, se observa la temperatura media diaria interior de las dos viviendas analizadas, la curva azul, muestra el comportamiento de este parámetro en la vivienda V2 con la intervención en su cubierta y que como es perfectamente visible la temperatura en esta es inferior a la de la vivienda V1, también es observable que la diferencia entre una curva y otra no es significativa. Es importante destacar (ver figura 6) que, en ninguna de las viviendas analizadas, las curvas de temperaturas interiores promedio entran en el rango de confort térmico de 18 a 26 °C [21], quienes sugieren que estas viviendas no sólo deben tener una intervención pasiva sino activa para mejorar el confort térmico interior.



**Figura 7.** Temperatura interior media viviendas V1 y V2.

**Nota.** Datos obtenidos en campo mediante equipos Elitech RC-4HC y RC-51H

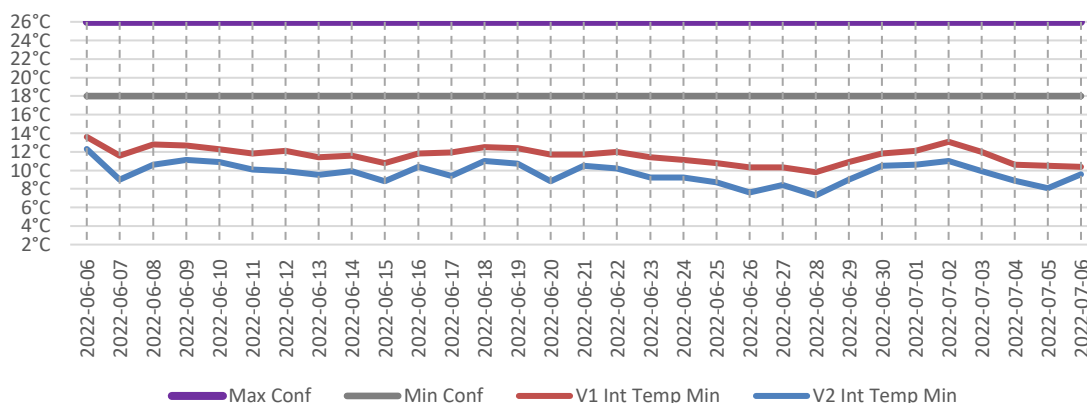
La figura 8, muestra las lecturas de la temperatura máxima en el interior de los inmuebles de cada día estudiado, en el caso de la vivienda V2 y en un solo día, la temperatura máxima entró en el rango de confort térmico. Es importante destacar cómo la curva que se describe para la vivienda V1 tiene un comportamiento mucho más equilibrado que la de la vivienda V2 donde se observan cambios de temperatura más pronunciados, lo que indica el comportamiento del nuevo material de la cubierta.



**Figura 8.** Temperatura interior máxima viviendas V1 y V2.

**Nota.** Datos obtenidos en campo mediante equipos Elitech RC-4HC y RC-51H

El comportamiento de la temperatura mínima interior de ambas viviendas se muestra en la figura 9. Se puede observar el disconfort térmico en ambas viviendas teniendo una mayor influencia en la vivienda intervenida V2 con diferencias de temperatura del orden de 2 a 3 °C.



**Figura 9.** Temperatura interior mínima viviendas V1 y V2.

**Nota.** Datos obtenidos en campo mediante equipos Elitech RC-4HC y RC-51H

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el proceso de investigación y levantamientos en campo se constató la agresividad del ambiente de la parroquia Juan Benigno Vela relacionado con las bajas temperaturas que existen en la localidad de Ambato. Queda demostrado que las

viviendas de los casos de estudio con sistemas de construcción tradicional en estado original y con intervenciones, no cumplen con los requerimientos de confort térmico.

En zonas donde la temperatura es constantemente más baja de los 18 °C, como la zona estudiada, la edificación requerirá consideraciones constructivas de aislamiento térmico ("U" de 1.0 a 0.5w/m<sup>2</sup> °C). Los materiales de construcción locales de los elementos actuales en cubiertas y mamposterías tradicionales (tierra cruda en bahareque) no proporcionan aislamiento, considerando así que las viviendas construidas con estos materiales ofrecen un confort térmico limitado. Sugiriendo así posibles intervenciones con estrategias de utilización de materiales y técnicas constructivas que mejoren las condiciones térmicas de la arquitectura o en su defecto estrategias activas de calefacción que impliquen consumo energético

La intervención constructiva realizada en la cubierta de la vivienda V2, muestra un desarrollo de materialidad que no contribuye a mejoras de confort térmico y habitabilidad.

Las viviendas proyectadas en zonas frías necesitan aislamiento térmico. Con las mediciones tomadas y la ayuda de nuevos planteamientos arquitectónicos se pueden desarrollar técnicas de construcción con condiciones térmicas ideales.

Los resultados obtenidos en este estudio indican que los proyectos de vivienda se deben mejorar para incrementar el confort térmico y habitabilidad de la población en la parroquia Juan Benigno Vela del cantón Ambato y en todas las zonas climáticas con temperaturas similares a la zona de estudio.

Puede ser tema de futuras investigaciones, la examinación de otros casos de estudio donde se compare el desempeño térmico global de diferentes materiales de construcción. Es posible dar continuidad a la investigación con el análisis de variables como humedad, demanda energética, edad de la vivienda, patologías constructivas y su influencia directa sobre el confort térmico.

La información derivada del estudio de la vivienda rural de Juan Benigno Vela Ambato es de soporte para futuros diseños que respondan a condiciones arquitectónicas con criterios y estrategias bioclimáticas.

## FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Investigación financiada por la Universidad Tecnológica Indoamérica dentro del proyecto de Investigación "Estudio de confort térmico y estrategias pasivas en viviendas del sector rural del Cantón Ambato".

## DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores del documento declaramos que no existe conflicto de interés alguno relacionado a la elaboración del documento.



## APORTE DEL ARTÍCULO EN LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Este artículo aporta a la reflexión sobre la arquitectura que es parte de la vivienda rural, ya que previamente no se contaba con mediciones tomadas en sitio para el estudio e interpretación de mediciones, lo que ha facilitado el entendimiento de cómo se comportan las materialidades y elementos que hacen parte de estas edificaciones.

## DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE CADA AUTOR

Para la concepción de este estudio, la contribución de cada autor se organizó de la siguiente manera: María Augusta Rojas Molina, revisión bibliográfica, descripción de metodologías utilizadas en los casos de estudio, seguimiento de fases de levantamiento en campo y procesamiento de información, estructuración del documento y redacción. Luis Manuel Fernández Delgado encargado del procesamiento de información ponderaciones. Liz Skarlett Zambrano Molina, levantamientos en campo, procesamiento de información y ponderación de mediciones. Alisson Marcela Paredes Andino, levantamientos en campo y digitalización de información.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a la Universidad Tecnológica Indoamérica, habitantes de la parroquia Juan Benigno Vela Ambato y al equipo de trabajo con quienes se desarrolló este trabajo.

## REFERENCIAS

- [1] CONELEC, "ATLAS SOLAR DEL ECUADOR.," pp.  
<https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00041.pdf> , 2008.
- [2] C. Espinosa and A. Cortés, "Confort higro-térmico en vivienda social y la percepción del habitante," *INVI*, vol. 30, no. 85, pp. 227-242, 2015.
- [3] A. Stoios, F. Bougiatioti and A. Oikonomou, "Thermal performance of a passive solar house for continental climate, in Florina, north-western Greece.," *PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture*, 2006.
- [4] D. Rayter, "GUÍA DE APLICACIÓN DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA EN LOCALES EDUCATIVOS.," 2008.
- [5] D. Watson, "Bioclimatic design: Principles and practices. Advances in Solar Energy: An Annual Review of Research and Development.," 1989. [Online]. Available:  
[https://www.academia.edu/24461422/BIOCLIMATIC\\_DESIGN\\_Principles\\_and\\_Practices](https://www.academia.edu/24461422/BIOCLIMATIC_DESIGN_Principles_and_Practices).
- [6] L. Oliveira Fernández, L. Chebel, C. Matheus and E. Lantelme, "Procedimiento para análisis del desempeño termoenergético y económico de estrategias pasivas


- para la adaptación de un edificio en Brasil," *Revista Ingeniería de Construcción*, vol. 33, no. 3, pp. 251-262, 2018.
- [7] R. Espinoza Paredes, G. Saavedra, F. Huaylla, A. Gutarra, J. Molina and R. Barrionuevo, "Evaluación experimental de cambios constructivos para lograr confort térmico en una vivienda altoandina del Perú," 2009.
- [8] J. Fernandez, "Bases para una interpretación tipológica de la vivienda rural introducida en la Patagonia suroccidental desde el fenómeno de sus adaptaciones al clima," *Arquitecturas del Sur*, Vol XXXII, 2014.
- [9] R. Forgiarini Rupp, N. Giraldo Vásquez and R. Lamberts, "A review of human thermal comfort in the built environment," *Energy and Buildings*, vol. 105, pp. 178-205, 2015.
- [10] E. Delgado Gutierrez, J. Canivell, J. Bienvenido, C. Rubio and D. Delgado, "Ecuadorian Social Housing: Energetic Analysis Based on Thermal Comfort to Reduce Energy Poverty," *Energy Poverty Alleviation*, pp. 209-224, 2022.
- [11] J. Thomas, S. Algohary, F. Hammad and W. Soboyejo, "Materials selection for thermal comfort in passive solar buildings," *Journal of Materials Science*, vol. 41, no. 21, pp. 6897-6907, 2006.
- [12] J. Raish, Thermal Comfort: Designing for People, Austin: Csd Center for Sustainable Development, 2018.
- [13] R. Lamberts, CONFORTO TÉRMICO, Santa Caratina: LabEEE, 2011.
- [14] J. Raish, Thermal Comfort: Designing for People, Austin: Csd Center for Sustainable Development, 2018.
- [15] V. Brophy and O. Lewis, "A Green Vitruvius Principles and Practice of Sustainable Architectural Design," *Routledge*, 2011.
- [16] A. Barros and S. Ramos, Manual de Conforto Térmico, Estudio Nobel, 2001.
- [17] QGIS Association, "QGIS.org," 2022. [Online]. Available: <http://www.qgis.org>.
- [18] Bosch.Malasia Patent Bosch Blaze GLM 35, 2017.
- [19] Elitech.2528 Qume Dr, Ste 2 San Jose, CA 95131 USA Patent RC-51H, 2020.
- [20] Elitech.2528 Qume Dr, Ste 2 San Jose, CA 95131 USA Patent RC-4HC, 2020.
- [21] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda; Cámara de Industria de la Construcción, *Norma Ecuatoriana de la construcción*, Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2011.




- [22] Instituto Ecuatoriano de Normalización , *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 7730*, Quito, 2014.
- [23] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, *Thermal environmental conditions for human occupancy*, ASHRAE, 2010.
- [24] QuestionPro, "QuestionPro ¿Qué es la investigación experimental?," [Online]. Available: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>. [Accessed 2 junio 2022].

## NOTA BIOGRÁFICA




María Augusta Rojas Molina **ORCID iD**  <https://orcid.org/0000-0001-6610-5794>  
Es investigadora de la Universidad Indoamérica. Obtuvo su título de Arquitecta en la Universidad Central del Ecuador, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, tiene un Máster en Construcción y Tecnología Arquitectónicas otorgado por la Universidad Politécnica de Madrid. Su línea de investigación está enfocada en la concepción de la arquitectura y construcción sostenible. Actualmente es docente investigadora de la Universidad Indoamérica, de la ciudad de Ambato Ecuador.



Luis Manuel Fernández Delgado **ORCID iD**  <https://orcid.org/0000-0001-6354-4046>  
Es investigador de la Universidad Indoamérica. Obtuvo su título de Ingeniero Civil en el Instituto Superior de Arquitectura y Construcciones: Sofía, BG, tiene un Master en Estructuras en la Universidad Central Martha Abreu de Las Villas, Santa Clara, Cuba. Su línea de investigación es la bioconstrucción y estructuras . Actualmente es docente investigador de la Universidad Indoamérica, de la ciudad de Ambato, Ecuador.



Liz Skarlett Zambrano Molina. **ORCID iD**  <https://orcid.org/0000-0001-5517-3863>  
Es estudiante de la Facultad de Arquitectura Artes y Diseño de la Universidad Indoamérica. Postulante al título de Arquitecto/a. Su enfoque de investigación es el confort térmico en viviendas rurales vernáculas. Actualmente es ayudante de investigación en la Universidad Indoamérica en el proyecto confort térmico en viviendas rurales vernáculas en la parroquia Juan Benigno Vela, de la ciudad de Ambato país Ecuador y en viviendas rurales vernáculas en la parroquia Once de Noviembre, de la ciudad de Latacunga país Ecuador.



Alisson Marcela Paredes Andino. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0001-9568-6786>  
Es estudiante de arquitectura de la Universidad Indoamérica, es ayudante del trabajo de investigación. Postulante al título de arquitectura en el periodo B20. Su enfoque del proyecto de investigación es sobre el confort térmico en viviendas rurales vernáculas en la parroquia Juan Benigno Vela en la ciudad de Ambato.



This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.