

## Confort Térmico e Higrotérmico en las Viviendas Rurales del Cantón Cuenca

*Thermal and Hygrothermal Comfort in Rural Dwellings in the Canton of Cuenca*



Paul Esteban Barbecho Asmal  
Investigador Independiente, Ecuador

paularqba@gmail.com  
0009-0008-8589-3544

Juan Carlos Calderón Peñafiel  
Universidad del Azuay, Ecuador

jccalderon@uazuay.edu.ec  
0000-0002-1475-4239

Recibido: 25/08/2025  
Aceptado: 19/11/2025

## Resumen

El confort térmico e higrotérmico influye en la salud y calidad de vida rural en Cuenca, donde viviendas precarias autoconstruidas carecen de aislamiento, ventilación y materiales adecuados, lo que agrava problemas sociales, ambientales y energéticos por condiciones climáticas adversas y limitaciones económicas. Este artículo de investigación tiene el objetivo de examinar el nivel de confort térmico e higrotérmico presente en el interior de las viviendas rurales localizadas en las parroquias El Valle y Paccha, pertenecientes al cantón Cuenca. Para ello, se consideran variables relacionadas con la temperatura ambiental, la humedad relativa, la circulación del aire, así como los materiales empleados y los sistemas constructivos predominantes. La investigación adopta un enfoque metodológico de carácter mixto, que combina la recolección de información numérica mediante mediciones físicas con la obtención de percepciones cualitativas a través de entrevistas realizadas a los habitantes. Los hallazgos alcanzados hacen posible valorar las condiciones actuales de habitabilidad y, a su vez, plantear directrices y alternativas orientadas a optimizar el confort térmico e higrotérmico en los espacios habitacionales estudiados.

**Palabras clave:** Conductividad térmica, eficiencia energética, habitabilidad, humedad, puentes térmicos, temperatura, transmitancia térmica, viento.

## Abstract

*Thermal and hygrothermal comfort influences the health and quality of rural life in Cuenca, where precarious self-built houses lack insulation, ventilation, and adequate materials, aggravating social, environmental, and energy problems due to adverse climatic conditions and economic limitations. This research article aims to examine the level of thermal and hygrothermal comfort inside rural dwellings located in the parishes of El Valle and Paccha, in the canton of Cuenca. To this end, variables related to ambient temperature, relative humidity, air circulation, as well as the materials used and the predominant construction systems are considered. The research adopts a mixed-methods approach combining the collection of numerical information through physical measurements with the obtaining of qualitative perceptions through interviews with the inhabitants. The findings enable assessment of current habitability conditions and, in turn, the proposal of guidelines and alternatives to optimize thermal and hygrothermal comfort in the living spaces studied. .*

**Keywords:** Thermal conductivity, energy efficiency, habitability, humidity, thermal bridges, temperature, thermal transmittance, wind.

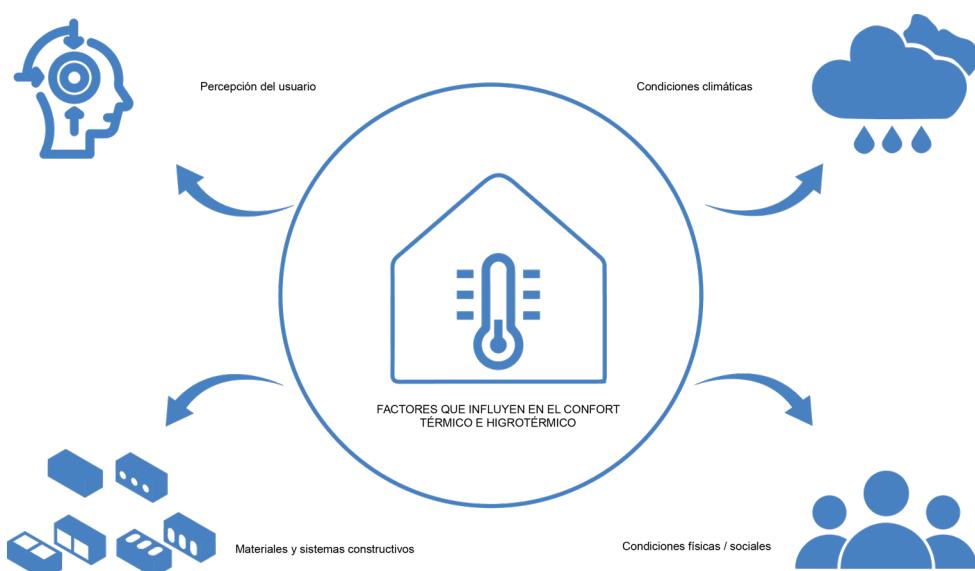
## 1. Introducción

El confort térmico e higrotérmico es un factor que impacta de manera directa en la habitabilidad de viviendas, al afectar la salud, bienestar y calidad de vida de sus habitantes. La relevancia de este aspecto en contextos rurales, como los cantones, demarca un acentuado deterioro de la vivienda precaria, a propósito de las dificultades climáticas existentes en el territorio y de las limitantes socioeconómicas que agravan las condiciones disponibles (Sánchez, 2020).

En Ecuador, se ha identificado que muchas de las edificaciones construidas en el país se caracterizan por ser de bajo costo, lo que lleva a la economización en materiales. Esto resulta en viviendas que no cumplen con los niveles de confort adecuados (INEC, 2023). Además, la situación económica del país es un factor importante en el problema, lo que hace que muchas personas opten por la autoconstrucción y se vean obligadas a residir en las afueras o en zonas rurales, donde las viviendas sociales suelen tener muy pocas consideraciones en términos de confort, eficiencia y ahorro energético (Villalobos y Schmidt, 2008). Los materiales predominantes en

las construcciones de edificaciones en el Ecuador son las mamposterías de bloque, con el 64.9% de las viviendas; otros materiales representan el 35.1% restante (INEC, 2019). La materialidad debe ser empleada de acuerdo a la zona y a los factores que se presentan; sin embargo, en el país, el mismo material ha sido utilizado en las regiones Costa, Sierra y Oriente.

En la provincia del Azuay se ha determinado el crecimiento de edificaciones informales, sobre todo en las zonas rurales. Los distritos con mayor porcentaje de viviendas en déficit se encuentran localizadas en la periferia de la ciudad y en el área rural. El principal déficit se presenta en las parroquias de Molleturo, Chaucha, Turi, Paccha, El Valle, Santa Ana, y Tarqui (GAD Cuenca, 2021). En el cantón Cuenca, en especial en sus zonas rurales, la deficiencia en aislamiento térmico, ventilación y control de la humedad de las viviendas existentes responde a materiales convencionales poco eficientes, técnicas constructivas tradicionales poco adaptadas al entorno endógeno y a la carencia de normativas que aseguren el confort higrotérmico en edificaciones existentes (Delgado y Quinde, 2022).



**Figura 1.** Imagen tomada y modificada de la página de Michel Solís Bordifilista

Las viviendas rurales en la ciudad de Cuenca experimentan la ausencia de confort térmico e higrotérmico, debido a que no se hace un buen uso de los materiales. Se ha buscado obtener viviendas de bajo coste, pero sin considerar las condiciones de confort y, por ende, se afecta la salud de las personas que la habitan. Por tanto, resulta fundamental analizar las viviendas construidas con los materiales más comunes en el cantón Cuenca: adobe, bloque de hormigón y ladrillo cocido de arcilla (Neira, 2015).

Estas condiciones, sumadas al frío y la humedad, derivan en ambientes interiores fríos y húmedos durante gran parte del año, particularmente en épocas de bajas temperaturas y alta pluviosidad. Estas realidades climáticas son frecuentes en la región andina (Vuille, 2013). Esto no solo incide en la percepción térmica de los pobladores, sino que también en la prevalencia de enfermedades respiratorias. Esto genera una constante incomodidad térmica, acelera el deterioro de los materiales constructivos y eleva la demanda energética por sistemas de calefacción, normalmente de baja eficiencia y alto impacto contaminante (Hernández et al., 2017). Por otro lado, las características de autoconstrucción, poca inversión inicial y escaso acceso a soluciones constructivas eficientes de este tipo de viviendas agrava la problemática social, económica y ambiental de un contexto predominantemente rural (Cueva, 2023).

Ante esta realidad, es necesario abordar el confort térmico e higrotérmico de las viviendas rurales del cantón Cuenca de manera integral, es decir, desde dimensiones técnico-tecnológicas, socioeconómicas y ambientales. Esta integralidad permitiría diagnosticar las condiciones actuales, valorar el desempeño de las edificaciones y plantear soluciones accesibles, sostenibles y contextualizadas a la ruralidad y a las limitantes que presenta. La presente investigación parte de la necesidad de producir herramientas técnico-tecnológicas, datos empíricos y propuestas de intervención que contribuyan a mejorar las condiciones de vida de las familias rurales. Se busca, a la larga, disminuir los efectos negativos del desconfort, incentivar la eficiencia energética en

vivienda rural y promover políticas y prácticas constructivas que reconozcan el confort como un derecho humano en contextos campesinos vulnerables.

## 2. Metodología

En este trabajo, se adoptó un enfoque de metodología mixta, donde se implementaron varias herramientas y métodos para recopilar información. En este caso, los instrumentos permitieron evaluar el confort térmico e higrotérmico en las viviendas analizadas. Primero, durante la evaluación cualitativa, se realizaron varias entrevistas con los residentes de las seis viviendas del caso. Esas encuestas tenían como objetivo recopilar información detallada sobre la percepción de los residentes en relación con el confort térmico. En particular, cada entrevista constaba de diez preguntas específicas relacionadas con una variedad de factores, como la sensación en el interior de sus hogares y otros relacionados con la temperatura, la humedad y la ventilación.

El objetivo principal de esta fase de evaluación cualitativa fue mejorar la comprensión del confort térmico en las viviendas rurales. Los datos obtenidos se complementan a través de las mediciones cuantitativas. De esta manera, se estableció una conexión significativa entre las condiciones objetivas del ambiente interior y la experiencia subjetiva de los usuarios, lo cual resultó esencial para implementar estrategias más efectivas orientadas a mejorar el confort térmico.

Se seleccionaron tres viviendas en cada una de las dos áreas rurales del Cantón Cuenca, según la información del Plan de Uso y Gestión del Suelo. De acuerdo con el estado de los elementos visibles principales de las viviendas (techo, paredes y piso), las áreas con mayor déficit habitacional se encontraban en la periferia de la ciudad y en las zonas rurales (GAD Cuenca, 2021).

El universo estuvo compuesto por todos los ocupantes de las viviendas rurales ubicadas en la zona geográfica del caso de estudio, independientemente de su tamaño, diseño o materiales de construcción utilizados. La muestra se compuso de los

ocupantes de las seis viviendas del caso de estudio, a los que se les realizaron las entrevistas para recopilar información sobre la percepción del confort térmico. Es importante destacar que la muestra, en este caso, fue no probabilística, ya que no se seleccionaron los ocupantes al azar, sino que se entrevistaron a los que se encontraban en las viviendas seleccionadas para el estudio.

La medición se realizó a través de un sensor de medición de humedad y temperatura, también conocido como DHT22 o AM2302, que es un sensor digital que utiliza un único fin para enviar datos al microcontrolador. Además, se comunica a través de una interfaz de protocolo de un solo cable. También se usó un anemómetro, el cual es un sensor de viento analógico que produce una salida de voltaje que cambia proporcionalmente a la velocidad del viento. Si no hay viento, la salida es de 0.4V, lo que puede utilizarse para verificar si hay alguna desconexión (Véase la Figura 2).



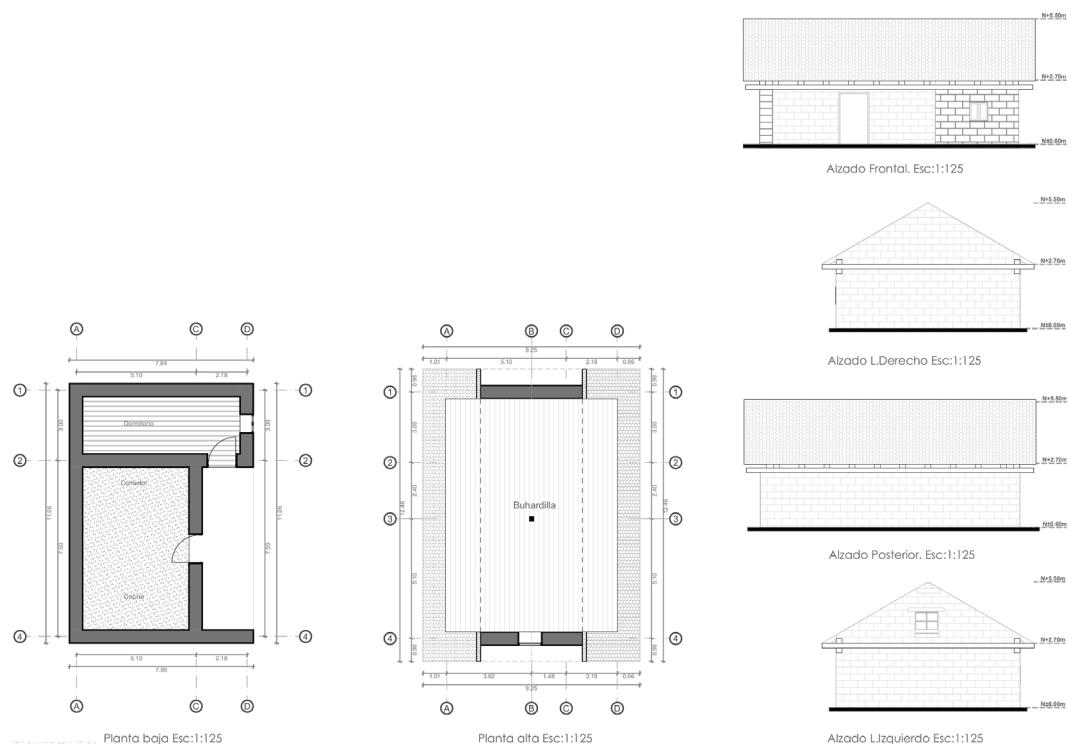
**Figura 2.** Imagen tomada y modificada de la página de Michel Solís Bordifilista  
Nota. a) Sensor de temperatura y humedad. b) Anemómetro.

### 3. Resultados

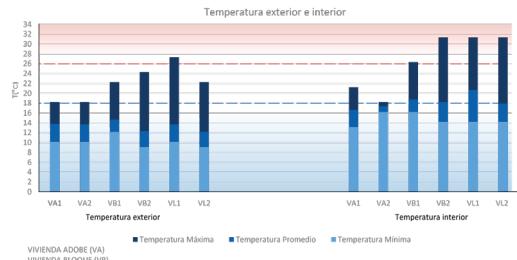
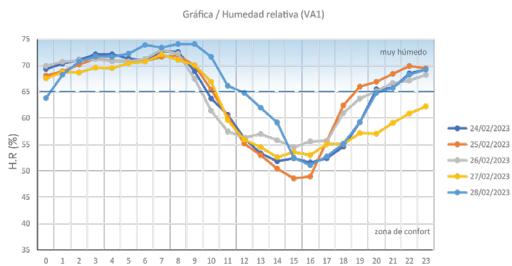
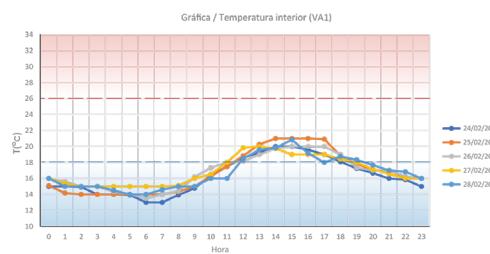
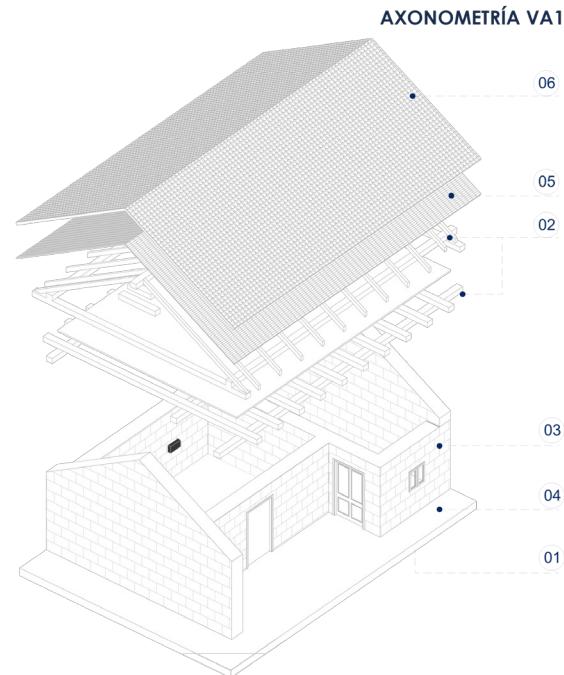
Para llevar a cabo la investigación, se seleccionaron las parroquias de El Valle y Paccha, debido a su alto índice de viviendas en mal estado. Este problema afecta significativamente la calidad de vida de sus habitantes, por lo que es importante entender las causas y encontrar soluciones efectivas. Ade-

más, se eligieron estas zonas en función del acceso a la información que se puede recolectar. Al explorar las condiciones de vida de las comunidades en estas parroquias, se puede obtener una visión más amplia de los desafíos que enfrentan los habitantes en su vida diaria, para así diseñar estrategias de mejora en beneficio de las mismas.

Material	Código	Ubicación		
		SW		
Adobe	VA1	2.935919	El Valle	78.987052
Adobe	VA2	2.896454	Paccha	78.945008
Bloque de hormigón	VB1	2.929867	El Valle	78.987861
Bloque de hormigón	VB2	2.886328	Paccha	78.926889
Ladrillo de arcilla cocida	VL1	2.888087	Paccha	78.939914
Ladrillo de arcilla cocida	VL2	2.925636	El Valle	78.974281

**Tabla 1.** Planos de vivienda VA1**Figura 3.** Imagen tomada y modificada de la página de Michel Solís Bordifilista  
Nota. a) Sensor de temperatura y humedad. b) Anemómetro.

FICHA DE ANÁLISIS DE VIVIENDA (VA1)			
El objetivo de esta ficha es recopilar información relevante y detallada sobre las viviendas presentes en el caso de estudio que se está llevando a cabo.			
Provincia	Cantón	Parroquia	Zona
Azúay	Cuenca	El Valle	Rural
Materiales			
Elemento	Material		
01 Cimiento	Piedra		
02 Estructura	Muros Portantes y Madera		
03 Paredes	Adobe		
04 Piso	Tierra/ Madera		
05 Cielo Raso	Carizo		
06 Cubierta	Teja		
Dimensiones			
Elemento	Dimensión		
Ventanas	0.78 m x 0.90 / 1.40m x 1.00m		
Puertas	2.1		
Espesor de paredes	0.40 cm		
Altura de paredes	2.80 m		
Características			
Número de pisos	2 pisos		
Área (m <sup>2</sup> )	148.40 m <sup>2</sup>		



**Figura 4. Análisis de la vivienda (VA1)**

Nota. a) Ficha técnica de la vivienda, b) Temperatura de los cinco días de experimentación, c) Humedad relativa interior de los cinco días de experimentación, d) Velocidad del viento interior de los cinco días de experimentación y e) Temperatura exterior e interior.

El análisis de la gráfica de temperatura en la vivienda de adobe (VA1) revela ciertos patrones que afectan la sensación de confort en diferentes momentos del día. Durante el periodo que abarca desde las 00:00 a.m. hasta las 11:00 a.m., la temperatura se mantiene constantemente por debajo de la zona de confort, lo cual indica que el ambiente interior puede resultar más frío de lo deseado en esas horas.

Sin embargo, a partir de las 11:00 a.m., se observa una pequeña variación en la gráfica, donde la temperatura logra mantenerse en la zona de confort hasta alrededor de las 18:00 horas. Esto significa que, durante esa franja horaria, la vivienda puede ofrecer un ambiente más agradable y adecuado para realizar actividades, sin experimentar ni frío ni calor excesivos. No obstante, al finalizar este periodo, la temperatura vuelve a descender y se sitúa nuevamente en una zona más fría. Esta oscilación puede resultar incómoda para los habitantes de la vivienda, ya que puede provocar sensación de frío y requerir medidas adicionales para mantener un ambiente confortable.

Respecto de la humedad, se observa que su conducta es relativa y cambia en el transcurso del tiempo. La gráfica muestra que, a medida que la temperatura exterior aumenta, la humedad se reduce. Por lo tanto, en las horas donde la temperatura era mayor, la humedad está por debajo de las provisiones de confort. Se debe mencionar que, incluso si hay momentos donde los niveles de humedad exceden los rangos de confort, también existe mucha parte del tiempo donde la humedad es aceptable. Eso significa que el hogar ofrece, a los ocupantes, una humedad relativa agradable y los hace sentir a salvo y cómodos para el nivel de humedad.

En cuanto a la velocidad del viento, se evidencia una variación mínima a lo largo del periodo analizado. Esta observación sugiere que la vivienda de adobe presenta un buen aislamiento, ya que no se detectan puentes térmicos considerables causados por corrientes de aire. Esta característica es positiva, ya que minimiza la influencia del viento en la temperatura interior de la vivienda y contribuye a mantener un ambiente más estable.

Pregunta	Respuesta	Respuesta	Comentario
1	Sí	Sí	La temperatura puede afectar la salud.
2	Sí	Sí	La temperatura y humedad son fundamentales para el confort.
3	Sí	Sí	La temperatura incómoda disminuye la energía y productividad.
4	Frío	Intermedia	Se siente mejor con una temperatura intermedia.
5	No	Sí	La temperatura varía en distintas partes del hogar.
6	Sí	Sí	El clima exterior influye en la temperatura del hogar.
7	Sí	No	La buena protección térmica es importante para el confort.
8	Sí	No	La ropa puede afectar la sensación de frío o calor.
9	Sí	No	No cree que la calidad de los materiales afecte la temperatura.
10	Sí	Sí	Le gustaría que la temperatura y humedad mejoren en el futuro.

**Tabla 2.** Percepción de los usuarios de las viviendas

Los distintos prototipos de vivienda analizados a lo largo de sus VA2, VA1, VB1, VB2, VB y VL2 muestran patrones claramente diferenciados de comportamiento térmico, de humedad y de ventilación interior. En VA2, la alta inercia térmica de los muros mantiene la temperatura interior baja y constante, con un mínimo incremento matinal. La humedad general, también uniforme, clasifica a la VA2 en "muy húmedo", una zona potencialmente incómoda e insalubre. La velocidad del aire apenas varía, lo que sugiere una falta de ventilación efectiva y la posibilidad de puentes térmicos puntuales.

La VB1, construida con bloques, presentó fuertes oscilaciones térmicas: mínimo de 15-16 °C, antes del amanecer, y máximo diario de alrededor de 22 °C. Aunque la humedad relativa osciló en el rango de confort, su combinación con ráfagas de viento entre las 9:00 y 16:00 horas llevó a un incómodo desplazamiento de la temperatura y la humedad relativa percibida por los residentes.

La VB2 presentó el peor comportamiento térmico: su temperatura matutina de 14-16 °C aumentaba rápidamente a más de 30 °C de 7:00 a 13:00 horas, lo que repercutía negativamente en la confortabilidad. La humedad relativa siguió el mismo patrón ascendente y descendente, lo que empeora la habitabilidad. La velocidad del viento no cambió a lo largo del día, lo que mostró la ausencia de puentes térmicos, pero también la insuficiente ventilación de las viviendas de dos plantas para mitigar el calor.

VL1, con techo de zinc, en los cinco días reproduce un patrón de fluctuación de temperatura nocturna de 13-14 °C a 31-32 °C, a partir de la media mañana, en combinación con la fluctuación del día anterior. La serie de temperatura sigue fuera de los requisitos del rango de 35-65% de humedad relativa, y el viento interior es constante. Esto indica una falta de aire fresco y la dependencia de una sensación de "caja caliente". VL2, sin cielorraso, reprodujo en cinco días la misma secuencia de temperaturas, desde la media madrugada hasta las drásticas temperaturas más elevadas de la mañana de 13-14 °C, a 30-31 °C; luego, de repente, caen. La humedad relativa sigue adecuadamente la secuencia, y la falta de variabilidad en el viento interior muestra la falta de corriente.

A partir del análisis de cada vivienda, se revela que, a excepción de VA2, el resto de las viviendas es propenso a las fluctuaciones extremas de temperatura y humedad, que, con frecuencia, superan el umbral de confort. Esto afecta la calidad de vida de sus habitantes. La velocidad del viento, o la falta de cambio significativo en la misma, se toma como un índice no suficientemente apropiado de ventilación en casi todos los casos. Muros gruesos o materiales de alta inercia (VA2) logran mitigar, en parte, estas variaciones, mientras que cubiertas metálicas o fachadas ligeras sin trasdosado (VL1, VL2, VB2) amplifican los extremos térmicos.

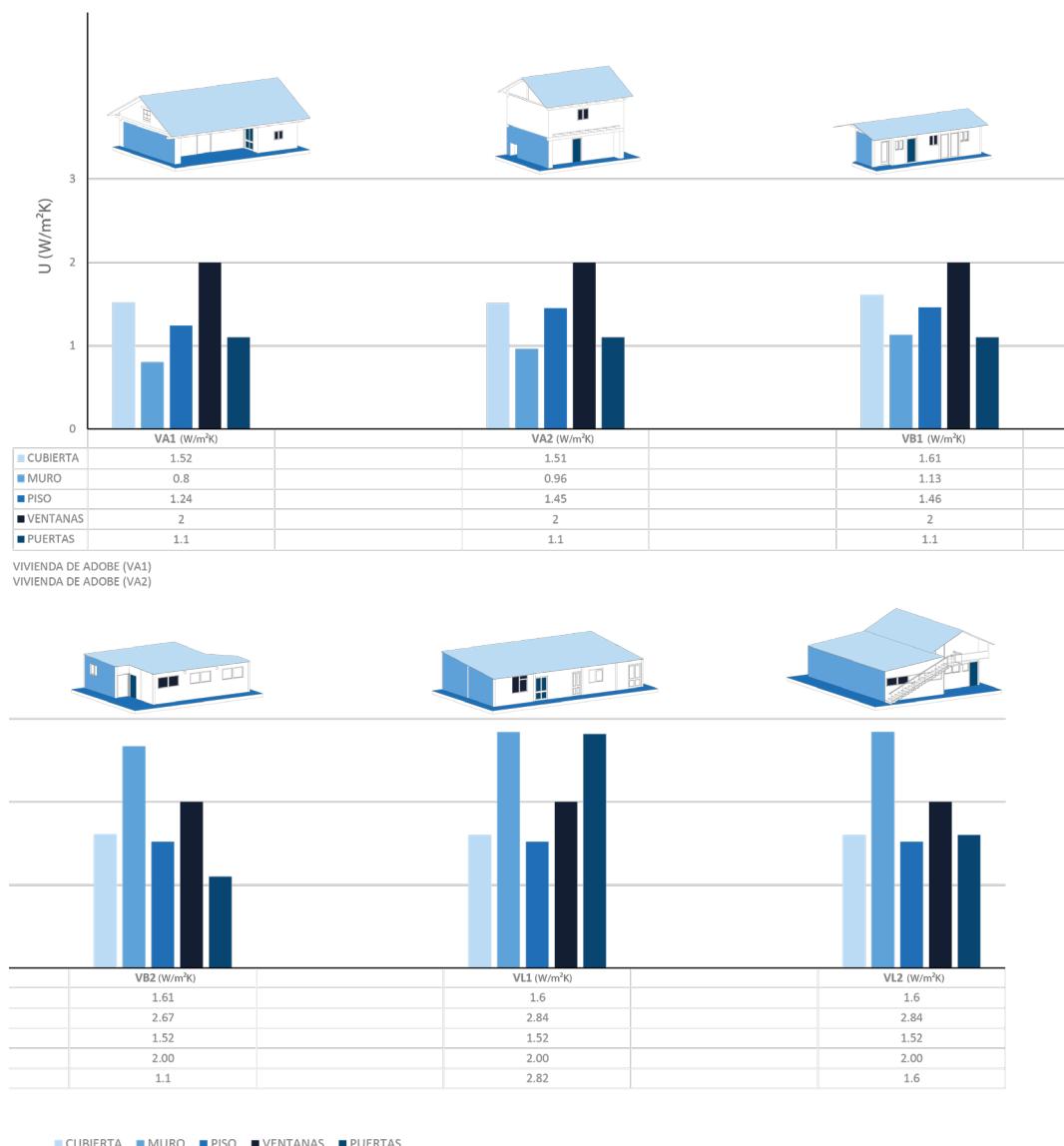
## Transmitancia Térmica

Con el fin de obtener una mejor comprensión de las condiciones de las viviendas rurales analizadas, se realizó el cálculo de la transmitancia térmica. Para llevar a cabo este cálculo, se contaba con la información necesaria, como los espesores de los muros y la conductividad térmica de los materiales, los cuales se obtuvieron a través de una revisión de literatura.

Los valores utilizados para el cálculo se tomaron de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), que establece los estándares para la eficiencia térmica de los edificios. La transmitancia térmica es un parámetro que indica la cantidad de calor que se transfiere a través de un material o conjunto de materiales en una estructura.

El objetivo de este análisis es evaluar la eficiencia energética de las viviendas y determinar si se requieren mejoras para optimizar el confort térmico en su interior. Al comparar los valores de transmitancia térmica obtenidos con los límites establecidos por la norma, se puede identificar si existen deficiencias en el aislamiento térmico de las viviendas rurales del caso de estudio y tomar las medidas adecuadas para corregirlas.

En este análisis, se calcularon las transmitancias térmicas de las cubiertas, muros, pisos, ventanas y puertas de cada vivienda (ver Figura 5). Como resultado, se obtuvieron los valores de transmitancia térmica para cada uno de estos elementos.

**Figura 5.** Transmitancia térmica de las viviendas del caso de estudio

Después de analizar la transmitancia térmica de los muros en cada vivienda, se observa que las viviendas construidas con adobe presentan una condición favorable en términos de conductividad térmica. Se obtuvieron valores de 0.8 (W/m<sup>2</sup>k) en la vivienda (VA1) y 0.96 (W/m<sup>2</sup>k) en la vivienda

(VA2), para este tipo de construcción. Por otro lado, los resultados para los muros de bloque son menos favorables, ya que se registraron valores considerablemente altos de 1.13 (W/m<sup>2</sup>k) en la vivienda (VB1) y 1.61 (W/m<sup>2</sup>k) en la vivienda (VB2).

En cuanto al ladrillo, se concluye que es el material menos favorable en comparación con los otros dos, debido a que mostró valores de 2.84 (W/m<sup>2</sup>k) tanto en la vivienda (VL1) como en la VB2. Con base en esto, se afirma que el adobe es el material que ofrece un mejor rendimiento en términos de conductividad térmica para los muros, mientras que el ladrillo es el que muestra un rendimiento más deficiente, en comparación con el bloque y el adobe. Los valores obtenidos pueden ser comparados con lo establecido por la NEC (ver Figura 6) en términos de los límites máximos y mínimos de transmitancia térmica.

Como punto final, con los cálculos de la transmitancia térmica se concluye que tanto la cubierta como las ventanas presentan una mayor conductividad térmica. Este hallazgo es consistente en todas las viviendas, a pesar de que están construidas con diferentes materiales.

Elementos opacos	Habitable				No habitable	
	Climatizado		No climatizado		Montaje máximo	Valor mínimo R de aislamiento
	Montaje máximo	Valor mínimo R de aislamiento	Montaje máximo	Valor mínimo R de aislamiento		
Techos	U - 0,273	R - 3,5	U - 2,9	R - 0,89	U - 4,7	R - 0,21
Paredes, sobre el nivel del terreno	U - 0,592	R - 1,7	U - 2,35	R - 0,36	U - 5,46	NA
Paredes, bajo el nivel del terreno	C - 6,473	NA	C - 6,473	NA	C - 6,473	NA
Pisos	U - 0,496	R - 1,5	U - 3,2	R - 0,31	U - 3,4	NA
Puertas opacas	U - 2,839	NA	U - 2,6			
Ventanas	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC	Transmitancia máxima	Montaje máximo SHGC
Área translúcida vertical $\geq 45^\circ$	U - 3,69	SHGC - 0,25	U - 5,78	SHGC - 0,82	U - 6,81	NA
Área translúcida horizontal $< 45^\circ$	U - 6,64	SHGC - 0,36	U - 6,64	SHGC - 0,36	U - 11,24	NA

Figura 6. Resultados de los cálculos de la transmitancia térmica

## Puentes térmicos

Uno de los hallazgos más destacados y subestimados es la identificación de los puentes térmicos como un factor crítico en el confort interior. Asimismo, se señalan las transferencias de calor no deseadas, tanto de las pérdidas nocturnas como de las ganancias diurnas, que causan fluctuaciones de temperatura en el interior. Esto reduce la eficiencia energética y el confort de los habitantes de la casa. En la VA2, las cotas de conductividad en los puntos de unión y en las esquinas de los bloques presentan niveles superiores a los del resto de componentes, lo cual se cree que está relacionado con su condición de carecer de sellados continuos.

La falta de inercia térmica en los puntos de unión y la ausencia de un aislamiento adicional en estas áreas hacen posible las transferencias térmicas locales, lo que demuestra la importancia de LGM de los enlaces y el uso de aislantes en estas áreas. Por su parte, en VB1, las discontinuidades del mortero, y la falta de barrera continua en el perímetro aire-techo e interrupciones alrededores de puertas y ventanas favorecen puentes térmicos significativos.

Tales puntos débiles permiten transferencias de frío y calor al interior, lo que aumentaría la exigencia de energía para mantener condiciones térmicas apropiadas. La omisión de este fenómeno por investigadores en la región, dedicados a la eficiencia en casas patrimoniales de Cuenca y el estudio del bahareque y bambú en Azogues, indica que los resultados de tales investigaciones no pueden ser confiables. Dicho hallazgo igualmente presenta pruebas de la nulidad de los estudios que no toman en cuenta la presencia de puentes térmicos.

Puentes térmicos	VA1	VA2	VB1	VB2	VL1	VL2
Puentes térmico ventana ( PTV)	X	X	X	X	X	X
Puentes térmico puerta ( PTP)	X	X	X	X	X	X
Puentes térmico cubierta ( PTC)	X	X	X		X	X
Puentes térmico lineal ( PTL)	X	X	X	X	X	
Puentes térmico tridimensional ( PTtr)			X		X	X
Puentes térmico pilares integrados ( PTpi)	X	X	X		X	

**Tabla 3.** Puentes térmicos en las viviendas del caso de estudio

Durante la evaluación de los puentes térmicos en todas las viviendas rurales analizadas, se encontró la presencia de estos elementos en todas ellas. Esta situación es preocupante, debido a la falta de suficiente atención prestada a los puentes térmicos, a pesar de que son una de las variables más importantes que definen las condiciones de habitabilidad. Por lo tanto, la consideración de los puentes térmicos debe ser crítica, no sólo para prevenir, sino también cuando se diseña cualquier edificio habitacional, casa o apartamento. Es crucial tomar en cuenta los puentes térmicos al diseñar y construir

viviendas, ya que tienen un impacto significativo en la eficiencia energética, el confort térmico y la calidad del ambiente interior. La falta de atención a estos aspectos puede conducir a problemas de condensación, pérdidas de calor y desconfort térmico en el interior de las viviendas.

Los puentes térmicos más comunes se encuentran en las áreas de las puertas, ventanas y cubiertas, donde se generan considerables pérdidas de calor. Afortunadamente, existen estrategias asequibles que los usuarios pueden implementar para resolver estos problemas.



**Figura 7. Puentes térmicos**

Por otro lado, se establecieron estrategias para mejorar el confort térmico e higrotérmico en el interior de las viviendas, para adoptar medidas al tipo de clima. Ya sea cálido o frío, seco o húmedo, se deben tener en cuenta temperatura y humedad relativa, radiación solar y viento como parte de la ecuación, para completar el balance térmico. Al usar estos resultados, a través de gráficos psicrométricos, los arquitectos pueden ver fácilmente las condiciones locales y seleccionar tácticas que funcionen en conjunto con la naturaleza, en lugar de oponerse a ella. En el control climático, hay dos grandes familias de sistemas que se pueden distinguir fácilmente según la fuente.

Las estrategias activas requieren el uso de equipos mecánicos y eléctricos, como sistemas de aire acondicionado, calentadores y deshumidificadores. Por otro lado, las tácticas pasivas se basan directamente en la arquitectura del entorno: orientación, selección de formas compactas para minimizar el área expuesta al sol, amplios aislamientos en muros y cubiertas, inercia térmica, ventilación natural cruzada y diseño de aberturas para su optimización.

En última instancia, la implementación de tácticas pasivas sensibles al lugar comienza a comprender correctamente el clima local. Según la latitud, la altitud, los vientos predominantes y sus registros de humedad, se seleccionan posturas más factibles: voladizos y pérgolas para sombra, muros de alta masa térmica, fachadas ventiladas, manejo de corrientes mediante patios interiores y chimeneas solares. Sin embargo, la personalización es clave en cada caso.

No hay recetas genéricas: cada estrategia será única en sí misma, e implicará una adaptación particular, pero habrá que considerar el análisis de recursos disponibles y necesidades de usuarios para generar guías a corto y mediano plazo. Siempre será necesario combinar soluciones de baja inversión, como los ajustes de sellado y apertura, con un alto impacto, como los sistemas de aislamiento retranqueado o fachadas dobles.

	Orientación	Materiales con suficiente inercia térmica	Sistemas solares pasivos	Ventilación pasiva
Estrategias	Diseñar la vivienda de manera que aproveche la radiación solar en invierno y minimice la exposición al sol en verano. Esto implica ubicar las ventanas y aberturas en función de la trayectoria del sol.	Utiliza materiales que puedan almacenar y liberar calor gradualmente, los cuales ayuden a estabilizar las fluctuaciones de temperatura.	Los elementos captores, como la cubierta, los muros trombes, acumulan calor y lo transmiten con un retardo y amortiguación. Absorben el calor del entorno y lo liberan gradualmente, lo que evita fluctuaciones bruscas.	Promover la circulación de aire fresco a través de la ventilación natural o mediante sistemas de ventilación controlada, para mantener una temperatura agradable y evitar la acumulación de calor.
Gráficos				
Vivienda	VA1 VA2 VB1 VB2 VL1 VL2		X X X X X X	X X X X X X

Tabla 4. Estrategias aplicables en las viviendas del caso de estudio (Parte 1)

		Aislante térmico	Puentes térmicos	Uso de aislante para puertas y ventanas (carpinterías)	Aprovechamiento de la sombra natural
Estrategias		Utilizar materiales aislantes de alta calidad en paredes, cubierta y pisos para reducir la transferencia de calor entre el interior y el exterior de la vivienda	Los puentes térmicos son áreas donde la transferencia de calor es más alta, debido a la presencia de materiales conductores o malas prácticas de construcción.	Colocar aislantes alrededor de puertas y ventanas para evitar filtraciones de aire y mejorar el aislamiento térmico en el interior de la vivienda.	Utilizar elementos naturales como árboles, enredaderas o pérgolas con plantas trepadoras para crear sombra en los espacios exteriores y evitar que la radiación solar directa incida en las superficies de la vivienda.
Gráficos					
Vivienda	VA1		X	X	X
	VA2		X	X	X
	VB1	X	X	X	X
	VB2	X	X	X	
	VL1	X	X	X	
	VL2	X	X	X	

**Tabla 5.** Estrategias aplicables en las viviendas del caso de estudio (Parte 2)

Por último, la forma más sencilla de priorizar las intervenciones es con una matriz simple de estrategias más o menos factibles (Tablas 4 y 5). Al codificar las unidades habitacionales en una relación estrategia - viabilidad, se pueden ver, de inmediato y en función de circunstancias específicas, cómo se maximiza el área cómoda para los usuarios. De esta manera, el arquitecto tendrá opciones claras para su selección, al priorizar las opciones en función de la evidencia disponible.

#### 4. Discusión

El estudio realizado en las viviendas rurales de El Valle y Paccha sostiene que los factores constructivos y climáticos influyen en la percepción y condiciones reales de confort térmico e higrotérmico en las mismas. Asimismo, los resultados indican que el adobe -que es, a su vez, la tecnología más antigua- tiene mejor desempeño que el bloque de hormigón y el ladrillo cocido; esto es igual a lo expuesto en otros trabajos basados en climas fríos y húmedos y se debe a la necesidad de inercia térmica. A pesar de esto, las tipologías analizadas presentan variaciones de temperatura y humedad que exceden los umbrales recomendados, lo que implica que el confort interior no está garantizado en ninguna de ellas.

Con una alta humedad relativa encontrada, y la falta de ventilación efectiva, hay un riesgo adicional de condensación, una falla del material acumulado y la presencia de patologías respiratorias. Eso también está relacionado con los resultados obtenidos en otros países, donde el déficit de confort higrotérmico afecta no solo la salud de los inquilinos, sino también la eficiencia energética de los hogares rurales. La percepción de los habitantes confirma esta problemática, pues expresan incomodidad frecuente, la necesidad de abrigarse en exceso y la dificultad para realizar actividades cotidianas en ambientes fríos y húmedos.

Un hallazgo significativo fue la identificación de puentes térmicos, comúnmente desatendidos en investigaciones locales. Por lo tanto, la existencia de estas estructuras en las puertas, las ventanas y en la cubierta revela fallas estructurales que provocan mayores pérdidas y ganancias de calor. Ignorar este factor puede llevar a diagnósticos incompletos, lo que limita la efectividad de las estrategias de mejora.

Por último, el trabajo permite comprobar la necesidad de proponer soluciones accesibles, sostenibles, y que se adapten a las condiciones socioeconómicas de la población rural. En este sentido, se deben favorecer las estrategias pasivas, como la orientación correcta, ventilación cruzada y el uso de materiales de alta inercia térmica. Para ello, se hace preciso identificar materiales de construcción tradicionales de origen natural. Asimismo, la entrada progresiva de aislantes y la mejora de las carpinterías permitiría aumentar la eficiencia energética y el confort. Dichas soluciones no solo permiten mejorar las condiciones de habitabilidad, sino que contribuyen a la salud y bienestar de los habitantes rurales de la parroquia del cantón Cuenca.

## 5. Conclusiones

El análisis detallado de las mediciones realizadas en campo, junto con la evaluación de la percepción de los usuarios, permitió identificar aspectos clave relacionados con el confort térmico e higrotérmico en las viviendas rurales del cantón Cuenca. Se constató que los materiales constructivos empleados, como adobe, ladrillo cocido de arcilla y bloque de hormigón, desempeñan un papel fundamental en la transmisión de energía, lo que afecta directamente las condiciones de confort al interior de las viviendas analizadas.

Los resultados evidencian que algunos materiales tienen alta conductividad térmica, lo que permite el desplazamiento del calor y representa pérdidas o ganancias no deseadas. Por ende, se incrementa la necesidad de sistemas de aislamiento más eficaces. Por consiguiente, la importancia de no acumular puentes térmicos radica en un punto caliente dentro de la estructura, donde se sabe que el calor se desplaza ampliamente. Así, compromete la temperatura y rutas de humedad relativa en el interior.

En cuanto a las comparaciones entre los diferentes materiales, el adobe, mientras conduce más calor, señala un mejor desempeño térmico, al poseer valores de transmitancias más bajos que el del bloque de hormigón y el ladrillo cocido. Este último es el material más deficiente para el aislamiento. Sin embargo, todas las envolventes de las casas presentaron variaciones de temperatura fuera del rango óptimo para el confort ( $18^{\circ}\text{C}$  a  $26^{\circ}\text{C}$ ) y una cantidad elevada de humedad que propicia la aparición de hongos y moho y genera sensación de incomodidad.

En lo que respecta a la percepción de los usuarios, a medida que ellos se adaptan progresivamente a las condiciones climáticas locales y a las variaciones diarias de temperatura, se concluye que son necesarias medidas para mejorar el aislamiento térmico y reducir las filtraciones de aire para optimizar las condiciones interiores y mejorar la satisfacción de los habitantes. Además, para mejorar significativamente el confort térmico e higrotérmico, es pertinente aplicar regularmente otras estrategias, como mantenimiento periódico de los elementos constructivos: puertas, ventanas, paredes, techos, pisos, con el posterior sellado y reparaciones en caso de daños. Además, se debe realizar una elección cuidadosa de los materiales de construcción, donde se debe tener en cuenta varias propiedades, como resistencia, durabilidad y propiedades de aislamiento térmico, para evitar puentes térmicos.

Por último, es fundamental subrayar la importancia de una adecuada consideración de los puentes térmicos en un análisis de confort térmico e higrotérmico. La omisión de este factor puede conducir a conclusiones imprecisas con respecto al comportamiento de las fábricas y los materiales empleados, al interferir significativamente con la eficacia de las intervenciones propuestas. Por consiguiente, un enfoque general que abarque este factor es necesario para lograr resultados más precisos y fiables en los estudios de confort en viviendas rurales.

**Declaración de conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflictos de interés.

**Declaración de contribución de las autoras:** A continuación, se menciona las contribuciones de los autores, en correspondencia con su participación, mediante la Taxonomía Crédit:

- Paul Esteban Barbecho Asmal: Administración del proyecto, Adquisición de fondos, Análisis formal, Conceptualización, Curaduría de datos, Investigación, Metodología, Recursos, Redacción-borrador original, Redacción-revisión y edición, Software y Visualización.
- Juan Carlos Calderón Peñafiel: Supervisión y Validación.

## 6. Referencias

- Cueva, K. M. (2023). El confort térmico en la arquitectura vernácula de la Parroquia Chuquiribamba-Ecuador. *Anales de Investigación en Arquitectura*, 13(2). <https://doi.org/10.18861/ania.2023.13.2.3455>.
- Delgado, M. E., y Quinde, C. O. (2022). *Influencia de la humedad en el deterioro de los cimientos y muros en viviendas unifamiliares ubicadas en las parroquias Huayna-Cápac y Yanuncay del cantón Cuenca-Ecuador* (Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Cuenca). <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/12009>.
- GAD Cuenca. (2021). Memoria técnica de actualización de desarrollo y ordenamiento territorial. *GAD Cuenca*. [https://www.cuenca.gob.ec/sites/default/files/planificacion/1\\_1\\_Diagnóstico%20PDOT\\_PUGS\\_25\\_10\\_2021.pdf](https://www.cuenca.gob.ec/sites/default/files/planificacion/1_1_Diagnóstico%20PDOT_PUGS_25_10_2021.pdf).
- Hernandez, G., Berry, T. A., Wallis, S. L., & Poyner, D. (2017). Temperature and humidity effects on particulate matter concentrations in a sub-tropical climate during winter. *International proceedings of chemical, biological and environmental engineering*, 102(8), 41-49. <https://doi.org/10.7763/IPCBEE.2017.V102.10>.
- INEC. (2019). Encuesta de Edificaciones - 2019. *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-edificaciones-2019/>.

- INEC.(2023). Capítulos de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) - MIDUVI -. *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.* <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construcion/>.
- Neira, A. (2015). *Acondicionamiento térmico en espacios interiores de viviendas, usando la energía solar* (Tesis de Pregrado, Universidad del Azuay).
- Sánchez, P. (2020). *El confort térmico en las viviendas rurales Alto Andinas y las condiciones de salubridad de las familias en los distritos de San José de Quero y Yanacancha en la región Junín* (Tesis Doctoral, Universidad Nacional Federico Villarreal). <https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/4450/SANCHEZ%20CORTEZ%20LOZANO%20PEDRO%20-%20DOCTORADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Villalobos, R., y Schmidt, D. (2008). Ética, arquitectura y sustentabilidad. Desafío en la arquitectura para el nuevo siglo. *Arquitecturas del Sur*, 26(34), 66-75. <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/AS/article/view/840>.
- Vuille, M. (2013). Climate Change and Water Resources in the Tropical Andes. *Inter-American Development Bank*. <https://doi.org/10.18235/0009090>.