




Análisis del confort térmico en viviendas sociales con diferentes sistemas constructivos en el clima cálido-húmedo de Ecuador

Danny Bravo-Martínez ^{1*}  Jefferson Torres-Quezada ²  Ramona Panchana Cedeño ¹ 

¹ Universidad Técnica de Manabí, Avenida Urbina, y, Portoviejo 130105, Ecuador

² Universidad Católica de Cuenca, Vargas Machuca, Cuenca, Ecuador

✉ Correspondencia: danny.bravo@utm.edu.ec

☎ + 593 99 416 6577

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj62078>

Resumen: El déficit habitacional es uno de los mayores problemas que afecta los países latinoamericanos. Aunque varios programas se han implementado, estos buscan solventar meramente problemas cuantitativos y no cualitativos. En Ecuador, país con varias regiones naturales, los proyectos de vivienda social fomentan programas estandarizados sin importar las características climáticas de cada región. Dos de los programas más implementados en la región Costa y en otras zonas climáticas, han optado por el uso de ventilación y el uso de aislamiento en cubierta respectivamente. Este artículo se enfoca en analizar el confort térmico de las viviendas 1D y 4D construidas en la ciudad de Portoviejo para evaluar la efectividad de las estrategias planteadas. Para alcanzar este objetivo se ha realizado un análisis experimental de la temperatura y humedad relativa interior de estas viviendas. De acuerdo a los resultados encontrados ninguna de las viviendas analizadas se encuentra dentro del rango de confort establecido. Además, las estrategias planteadas de manera independiente como el aislamiento y la ventilación tienen un impacto mínimo y hasta contraproducente. El análisis muestra que las temperaturas alcanzadas, aunque sobrepasan los límites de confort, pueden ser solventadas con estrategias pasivas. Finalmente, este artículo soporta que las viviendas deben plantear un análisis integral de las estrategias a nivel de contexto, emplazamiento, orientación y no solamente de materiales.

Palabras claves: aislamiento de cubierta, sobrecalentamiento, humedad.

Thermal comfort analysis in social dwellings with different construction system in the warm-humid climate of Ecuador.

Abstract: The housing deficit is one of the biggest problems affecting Latin American countries. Although several programs have been implemented, they merely seek to solve quantitative and not qualitative problems. In Ecuador, a country with several natural regions, social housing projects promote standardized programs regardless of the climatic characteristics of each region. Two of the most implemented programs in the Coastal region and in other climatic zones have opted for the use of ventilation and the use of insulation on the roof, respectively. This article focuses on analyzing the thermal comfort of 1D and 4D houses built in the city of Portoviejo to evaluate the effectiveness of the proposed strategies. To achieve this objective, an experimental analysis of the temperature and relative humidity inside these houses has been carried out. According to the results found, none of the houses analyzed is within the established comfort range. In addition, stand-alone strategies such as insulation and ventilation have minimal



Cita: Bravo-Martínez, D., Torres-Quezada, J., & Panchana Cedeño, R. (2023). Análisis del confort térmico en viviendas sociales con diferentes sistemas constructivos en el clima cálido-húmedo de Ecuador. *Green World Journal*, 06(02), 078. <https://doi.org/10.53313/gwj62078>

Received: 15/May/2023

Accepted: 31/Jul/2023

Published: 02/Aug/2023

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2023 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

and even counterproductive impact. The analysis shows that the temperatures reached, although they exceed the comfort limits, can be solved with passive strategies. Finally, this article supports that the houses must propose a comprehensive analysis of the strategies at the level of context, location, orientation and not only materials.

Keywords: roof insulation, overheating, humidity.

1. Introducción

El déficit habitacional es un problema constante y creciente a nivel mundial, el cual ha sido difícil de solventar y cuantificar hasta la actualidad. En las décadas, diversas instituciones se han enfocado en entender la naturaleza de esta problemática incluyendo la elaboración de metodologías especializadas para estimar su dimensión y estudiar su distribución [1]. Una de los factores más importantes que influyen en este fenómeno, además del crecimiento poblacional mundial, es la migración rural hacia los territorios urbanos como es el caso de los países latinoamericanos [2]. En esta región la población urbana ha aumentado del 41% al 81% en el periodo entre 1950 y 2018 [3] lo que ha ocasionado un incremento significativo de la necesidad habitacional.

Ante esta problemática, los países alrededor del mundo abordan diversas políticas públicas para mitigar el impacto de este fenómeno, no sólo en términos cuantitativos sino también en aspectos cualitativos, como en Francia [4], China [5], o España [6]. Uno de los principales objetivos estipulados en estas políticas es el brindar a las familias de escasos recursos una vivienda digna, confortable y acorde a sus necesidades. Así, la mayoría de las Constituciones de Latinoamérica reconocen el derecho a la vivienda digna de manera directa [7].

En Ecuador, como en gran parte de los países latinoamericanos, existe un déficit habitacional significativo, que para el año 2020 alcanzó los 2.7 millones de unidades [8]. Los diferentes gobiernos han implementado diferentes políticas y a través de ellas programas de Vivienda Social (VS), los cuales se han realizado desde 1990. La política de vivienda se comenzó a implementar a través de la creación del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) en 1993, cuando se reorganizó la institucionalidad vinculada con el sector bajo los preceptos de eficiencia y subsidiaridad [9]. Desde este año, el gobierno ecuatoriano ha implementado diferentes programas de vivienda como Casa para Todos [8], un Solo Toque [10], y varios más.

El MIDUVI estima que anualmente deben construirse anualmente más de 64.000 viviendas en Ecuador. Además, este ministerio señala malas prácticas constructivas como el uso de cubiertas de zinc en un 43% en la región de la Costa ecuatoriana, lo que destaca las deficiencias cualitativas de los programas habitacionales actuales. El 45% de los 3,8 millones de hogares ecuatorianos habitan en viviendas inadecuadas. Este número contabiliza al 36% de hogares que sufren déficit cualitativo, y al 9% de los hogares que sufren un déficit cuantitativo [11].

Aunque estos programas han reducido cuantitativamente el problema de la VS en Ecuador, a diferencias de las políticas en otros países, los problemas cualitativos han sido poco abordados. Estos programas adoptan estrategias que carecen de integración al contexto social, cultural y hasta climático. Esto responde que los programas proponen prototipos estandarizados mediante la aplicación de sistemas constructivos que priorizan la rapidez y economía constructiva. Tanto en Ecuador como en otros países latinoamericanos, se puede observar la homogenización de las viviendas para climas diversos como el cálido seco, cálido húmedo, templado y hasta frío [12].

Ecuador, como en varios países de Sudamérica, posee una gran diversidad climatológica, debido a su ubicación geográfica (cercano a latitud 0°) y por estar atravesado por la cordillera de los Andes [13]. Este país oficialmente posee 4 regiones naturales con distintos pisos climáticos, desde el cálido-húmedo hasta el frío montañoso. Diferentes programas de vivienda de diferentes

periodos gubernamentales han optado por implementar el mismo prototipo para las diversas regiones del Ecuador. Por ejemplo, el prototipo de vivienda 1D con paredes de bloque de pómez y cubierta de fibrocemento o el prototipo 4D con el sistema de muros portantes con paredes de hormigón armado, ambos usados tanto en la región Sierra (2400 msnm) como en la región Costa (0 msnm) [8, 14]

Uno de los climas con mayores repercusiones térmicas en Ecuador es la región Costa, caracterizada por altos niveles de radiación solar, temperatura y humedad [15]. Por tanto, la morfología urbana, la forma de la edificación, el diseño y su orientación pueden generar espacios inconfortables térmicamente que inciden directamente en el incremento del consumo energético debido al uso de sistemas activos de refrigeración [16, 17]

Dentro de las soluciones para reducir las altas temperaturas interiores en climas cálidos ha sido el uso de aislamiento, lo cual ha traído grandes beneficios en otras regiones [18]. Esta estrategia ha sido usada en la cubierta del prototipo 4D, a través del uso de poliuretano [19]. Esto responde a que en las regiones cercanas a la latitud 0° la cubierta es la superficie que mayor aporte de calor proporciona al interior de la edificación [20, 21]. Además, la altura mínima de edificaciones de la VS se ha establecido en 2.50m en esta región [22]. Esta dimensión repercute en el incremento de volumen del aire y por tanto en las renovaciones horarias. Por otra parte, en el modelo 1D se ha utilizado lucernarios verticales en la cubierta, lo cual puede ayudar a la extracción del aire por convección [23]. Aunque varias estrategias se han implementado, todas ellas se han utilizado de manera aislada, y sin comprobar la eficacia que tienen sobre el sobrecalentamiento interior de las edificaciones.

Por tanto, en el presente estudio se realiza un análisis del comportamiento térmico de dos viviendas de interés social de alta demanda construidas con sistemas constructivos diferentes. El objetivo de este artículo es evaluar la eficacia de los modelos de vivienda 1D y 4D en su confort interior a través del análisis de la temperatura y humedad relativa interior.

2. Materiales y métodos

La metodología planteada para esta investigación se basa en un análisis experimental a través de la medición de la temperatura interior (°C) y humedad relativa interior (%) de los dos modelos de vivienda escogidos (1D y 4D) ubicados en la ciudad de Portoviejo de la región Costa de Ecuador. El primer paso fue escoger los modelos de análisis, y luego se realizaron las mediciones in situ. La metodología aplicada se tomó de un estudio previo [24]. Los casos analizados y los proceso de medición se detallan en los siguientes apartados.

2.1 Descripción de área y casos de estudio

La ciudad de estudio se localiza a una latitud 1°03'15" Sur, longitud 80°28'50" Oeste y una altitud de 20 a 40 msnm y cuenta con un clima cálido-húmedo [25] La temperatura media es de 27~C con una oscilación anual y diaria de 3°C y 7°C respectivamente. La humedad relativa medida es de 75%, ver Figura 1.

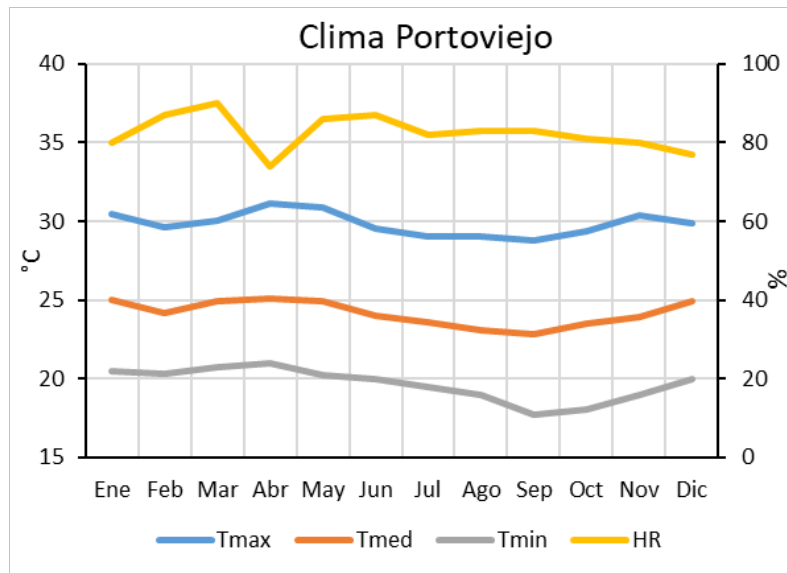


Figura 1 Temperatura y humedad relativa de la ciudad de Portoviejo (INAMHI, 2016)

La selección de los casos de estudio se centró en escoger una muestra de cada 1 de los dos casos de estudios que posean la misma orientación (fachada frontal orientada al oeste) y ubicadas en el mismo sector y calle de la ciudad, para minimizar las variables de estudio. El caso de estudio 1 corresponde a la vivienda 1D (V1D) y el caso de estudio 2 es la vivienda 4D (V4D). La ubicación de estos casos de estudio se muestra en la Figura 2.



Figura 2 Localización del Caso de estudio 1 (V1D) y el caso de estudio 2 (V4D)

La V1D cuenta con una planta que alberga una sola familia en un área de 47 m². Esta tipología tiene un sistema constructivo de paredes de bloque de pómez con un enlucido de 1 cm en el interior y exterior, y una cubierta de fibrocemento pintada de color rojo más una capa de cielo raso de yeso cartón separados por una cámara de aire no ventilada. Esta vivienda se encontraba ocupada por 2 personas de la tercera edad. La V4D cuenta con dos plantas, la planta baja (V4D_pb) y la planta alta (V4D_pa), que albergan 1 familia en cada una de ellas en un área de 50 m². Esta tipología tiene un sistema constructivo de paredes de hormigón, losa de entepiso de hormigón y cubierta tipo sándwich con dos láminas metálicas separadas por una capa de poliuretano de 5 cm. Las paredes de las dos viviendas han sido pintadas con colores pasteles de alta reflectividad. La V4D_pb tenía una ocupación de 2 personas que permanecían todo el día en la vivienda y mantenían abiertas ventanas gran parte del día. La V4D_pa tenía una ocupación de 2 personas que permanecían todo el día en la vivienda. Los dos núcleos familiares de esta vivienda tenían una ocupación de 3 personas. La ventilación del espacio medido (sala) de las 3 viviendas permanecía con las ventanas abiertas de 10h00 a 16h00 al igual que la puerta trasera. La sala de cada una de las viviendas fue el espacio donde se colocó el datalogger de temperatura/humedad. La configuración arquitectónica y el sistema constructivo utilizado en cada vivienda se muestra en la Figura 3.

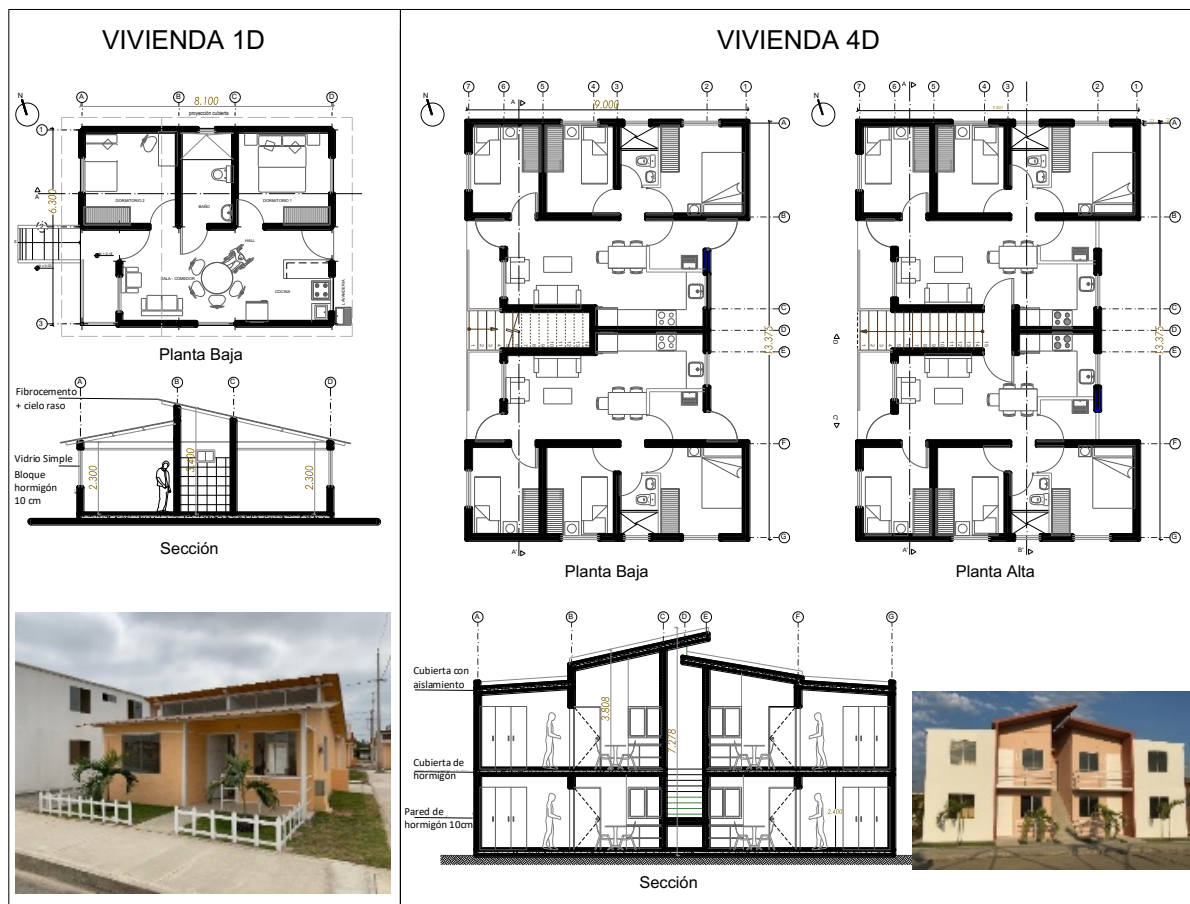


Figura 3 Plantas y sección arquitectónica de la V1D (izquierda) y la V4D (derecha).

Las características térmicas (factor U, reflectividad y emisividad) de la envolvente de estos prototipos se detallan en la Tabla 1. Todos estos valores han sido calculados a partir del levantamiento realizado *in situ* y calculados con el programa Design Builder.

Tabla 1 Factor U, reflectividad (r) y emisividad (e) de la envolvente de las 3 viviendas analizadas.

Envolvente	V1D			V4D_pb			V4D_pa		
	U (W/m ² .K)	r	e	U (W/m ² .K)	r	e	U (W/m ² .K)	r	e
Pisos	3.10	0.40	0.90	3.10	0.40	0.90	3.10	0.40	0.90
Paredes	2.90	0.65	0.90	3.5	0.65	0.90	3.5	0.65	0.90
Cubiertas	5.20	0.55	0.90	3.5	0.55	0.90	0.85	0.70	0.15
Ventanas	5.40	0.70 (transmisión solar)	0.90	5.40	0.70 (transmisión solar)	0.90	5.40	0.70 (transmisión solar)	0.90

2.1 Proceso e Instrumentación.

Las mediciones se realizaron en intervalos de 10 min durante un periodo de 7 días del 27 de abril al 3 de mayo de 2022. Además, se recolectaron los datos de temperatura exterior de la estación meteorológica la Teodomira M1208 cercana a la ciudad y perteneciente al INAMHI [26]. Este periodo de medición corresponde a la temporada con mayor temperatura del año en esta región y fue elegido para ver el desempeño térmico de estas viviendas en las condiciones más desfavorables. Sin embargo, la temperatura de este mes no varía en gran medida con respecto a los otros meses por la baja oscilación anual que tiene el clima de Ecuador. La instrumentación utilizada fue el datalogger RC-51H con una precisión en la temperatura de ± 0.5 ($-20^{\circ}\text{C}/+40^{\circ}\text{C}$) y en la humedad interior de $\pm 3\%$ RH (25°C , 20% ~ 90% RH).

3. Resultados

La Figura 4 muestra los resultados de la temperatura interior de V1D, V4D_pb y V4D_pa, y la temperatura exterior de todos los días del periodo medido. En este periodo la mayoría de días presentan una temperatura media exterior de 26.5°C con excepción del 28 de abril que tiene una temperatura media similar pero una oscilación mucho menor. Este día tiene una temperatura media de 25.5°C y una oscilación diaria de 5°C . En cambio, el 30 de abril, que es uno de los días con mayor temperatura, muestra una temperatura media de 26.5°C y una oscilación de 11°C por lo que en este día se alcanza una temperatura máxima de 32°C . En cambio, el 28 de abril su temperatura alcanza los 28°C .

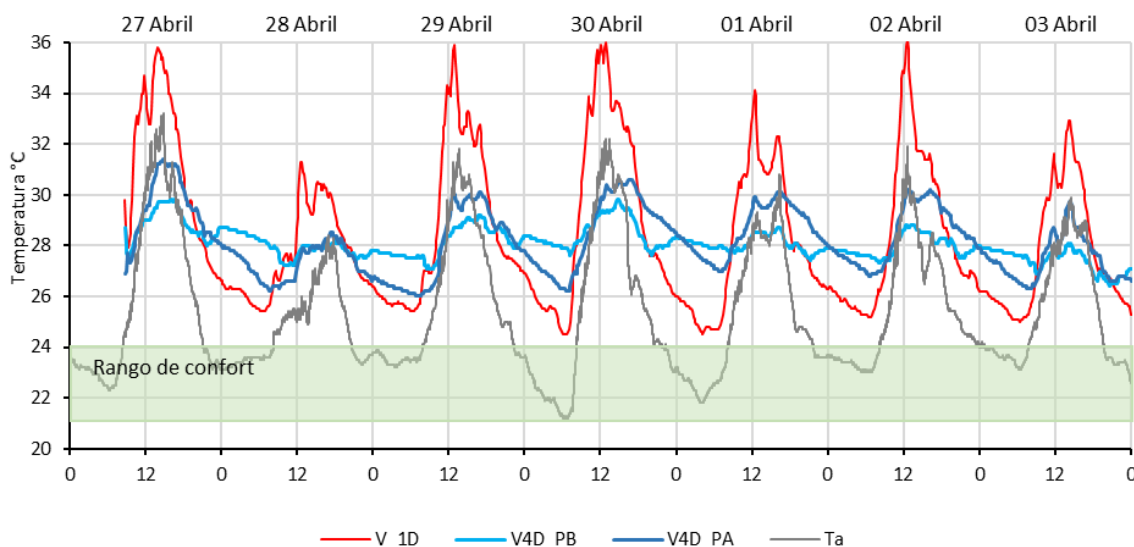


Figura 4 Temperatura interior medida en los 3 espacios analizados (V1D, V4D_pb y V4D_pa).

En cuanto al comportamiento térmico interior, la vivienda con mayores temperaturas es la V1D la cual tiene una temperatura media (T_m) de 28°C en el día menos caluroso (28 de abril), con una temperatura máxima (T_{max}) de 31°C y una temperatura mínima (T_{min}) de 25.5°C . En el 30 de abril esta vivienda tiene una T_m de 30.5°C , con una T_{max} de 36°C y una T_{min} de 25°C . Las temperaturas mínimas de esta vivienda (V1D) son las más bajas de las 3 viviendas aun cuando en el día presente las mayores temperaturas. Por otro lado, la vivienda 4D presenta menores temperaturas medias que la 1D tanto en planta baja como en planta alta. La V4D_pb tiene una temperatura media 27°C y 29°C el 28 y 30 de abril respectivamente. Esta vivienda presenta oscilaciones diarias bastante bajas de 1 a 2°C máximo, es por esto que en el 30 de abril su T_m alcanza los 29.5°C y su T_{min} los 28°C . En cuanto a la V4D_pa, esta vivienda presenta una T_m de 27.2°C y 28.2°C el 28 y 30 de abril respectivamente. Aunque esta vivienda presenta T_m menores que la V4D_pb, su oscilación es más alta, por lo que el 30 de abril su T_{max} es de 30.5°C y una T_{min} de 26°C . Dado la baja oscilación térmica de estas viviendas (4D) su temperatura mínima no baja tanto como se muestra en la V1D.

En cuanto a los resultados de la humedad relativa interior, Figura 5, como era de esperarse, los valores de todas las viviendas presentan un comportamiento opuesto a la temperatura interior durante todo el día. En el día se presentan los menores valores de humedad relativa interior y en la noche sus valores se elevan. En la V1D la humedad relativa va de 50 a 77% aproximadamente en todos los días. Mientras que, la V4D_pb y V4D_pa tienen unos valores que van de 60–72% y 67–72%. Si se compara las 3 viviendas, la V1D es la vivienda que muestra menores valores de humedad relativa interior en el periodo nocturno. Además, aunque en el periodo nocturno presenta valores más altos que las otras viviendas, esta diferencia no es marcada como en el periodo diurno.

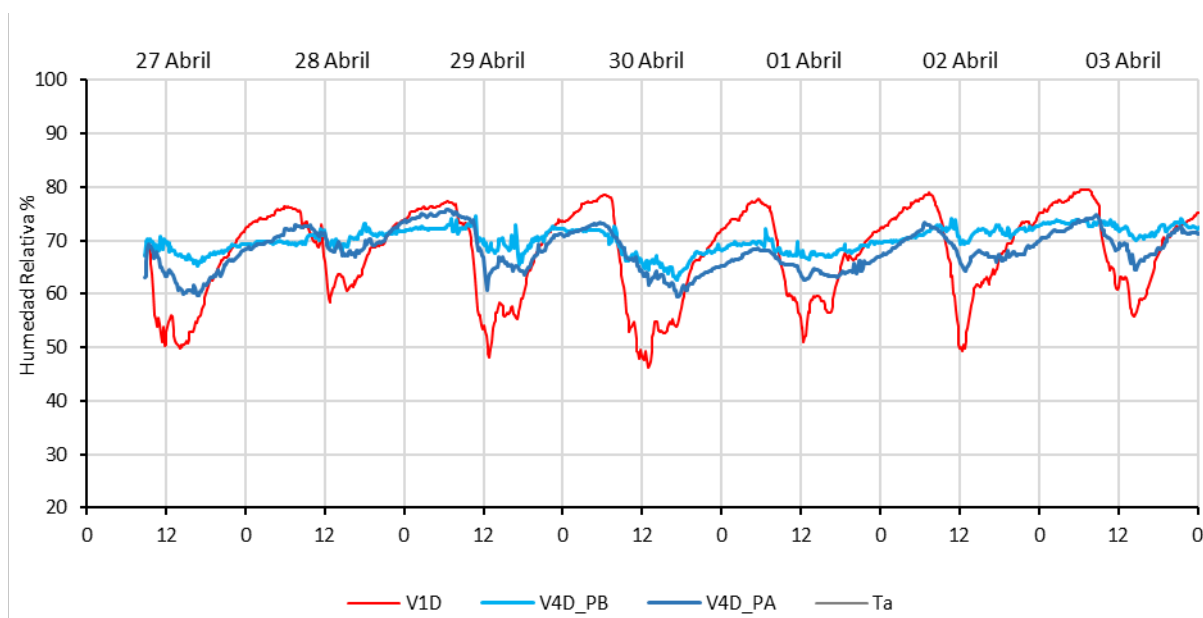


Figura 5 Humedad relativa interior medida en los 3 espacios analizados (V1D, V4D_pb y V4D_pa).

En la Figura 6 se muestra la relación de la temperatura interior y la humedad relativa interior para categorizar el estado de confort o desconfort en el día 28 y 30 de abril, los cuáles corresponden a los días menos y más calurosos respectivamente en el periodo analizado.

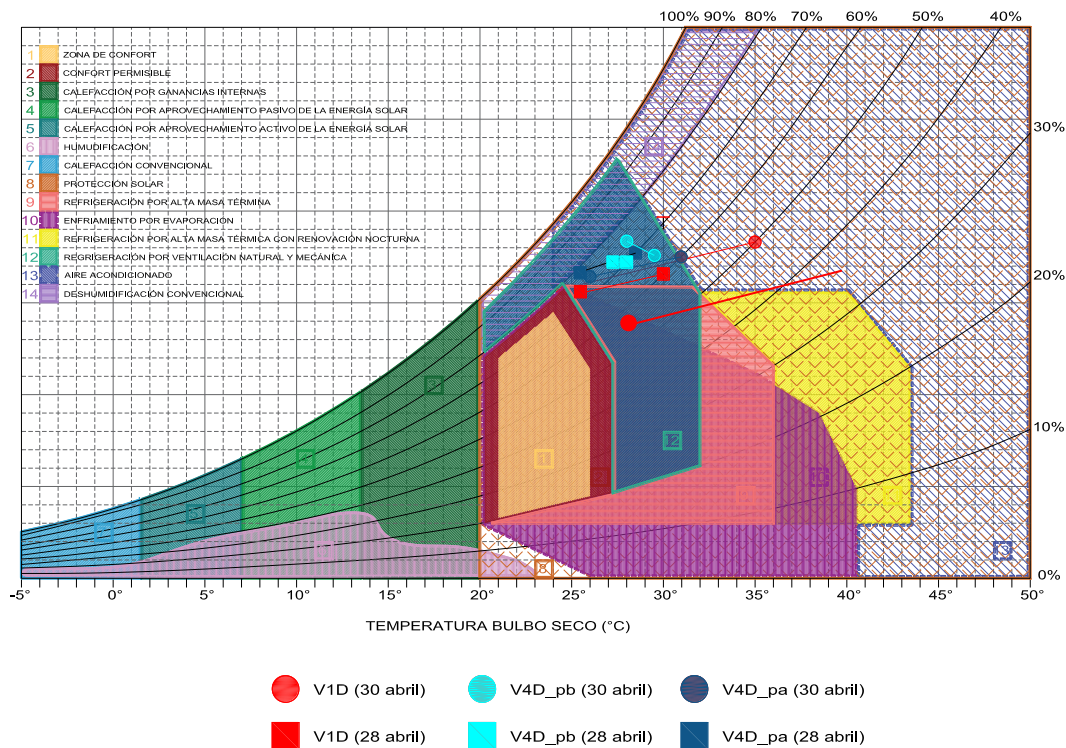


Figura 6 Ábaco psicrométrico de Givoni con las temperaturas y humedades de la V1D, V4D_pb y V4D_pa en los días más caluroso (30 de abril) y menos caluroso (28 de abril) del periodo medido.

De acuerdo con estos resultados, todas las viviendas en los dos días de análisis se encuentran fuera del rango de confort, con excepción de la V1D en el instante en que se registra su temperatura mínima en el día más caluroso. Aunque esta vivienda es la que presenta mayor sobrecalentamiento interior también es la que presenta mayor oscilación térmica y por tanto en el día con mayor temperatura (30 de abril) puede reducir su T_m hasta los 24.5°C . No obstante, debido a la alta humedad registrada en este instante el nivel de confort se encuentra en el límite del rango establecido. Un comportamiento similar sucede en la V4D_pa, la cual alcanza temperaturas nocturnas que pueden estar dentro del rango de confort, pero debido a la alta humedad su sensación térmica se sale de este rango. En cuanto a la V4D_pb, aunque esta vivienda es la que mantiene menores temperaturas, debido a su baja oscilación térmica se mantiene muy distante del rango de confort durante todo el día, lo cual se intensifica por los niveles de humedad. Es necesario enfatizar que estos niveles de humedad llegan hasta estos valores aun cuando las ventanas permanecen abiertas durante toda la mayor parte del periodo diurno.

Por último, de acuerdo a este análisis la mayoría de las viviendas caen en el cuadrante 12 donde se necesita refrigeración por ventilación natural y mecánica. Solo la V1D en el periodo diurno cae en el cuadrante 13, donde se necesita aire acondicionado.

4. Discusión

Como se ha visto en los resultados todas las viviendas se encuentran por arriba del rango de confort de la temperatura. Solo en el periodo nocturno del día más caluroso, la vivienda 1D pueda alcanzar el rango de confort. Esto se debe principalmente a la baja inercia térmica que presenta esta vivienda y al bajo nivel de compactidad que tiene, dado que está construida con paredes bloque y una cubierta de fibrocemento y a que se encuentra emplazada de manera aislada. Estas características ayudan en gran medida a la disipación de calor. No obstante, en esta vivienda el

uso del lucernario orientado hacia el este al igual que su fachada principal, hacen que la vivienda reciba directamente la radiación solar en la tarde.

Por otro lado, las viviendas del edificio 4D, presentan una menor oscilación debido a que tienen una menor cantidad de superficies en contacto directo con el exterior. Al igual que la vivienda 1D estas viviendas se encuentran orientadas hacia oeste, lo que hace que reciban directamente la radiación solar.

El diseño base de estas viviendas plantea un alero en su fachada frontal, no obstante, este elemento protege en poca medida los rayos solares debido a su corta longitud (70cm).

En las 3 viviendas se muestra la gran influencia de la radiación solar de la tarde, no obstante, es más evidente la influencia de este flujo de calor a través de cubierta como en el caso de la vivienda 1D. A esto se suma, que las 3 viviendas cuentan con un acabado de color ocre, el cual cuenta con un índice de reflectividad bajo. Dentro de este contexto es evidente que la vivienda 4D_pb y 4D_pa presentan las menores ganancias por cubierta debido a que no cuentan con una cubierta expuesta al sol y con una cubierta con aislamiento respectivamente.

Aunque las soluciones para reducir el desconfort de estas viviendas se centran en implementar acciones pasivas, como es el uso de la ventilación, es necesario recalcar que esta acción ya se ha considerado actualmente por los usuarios en las viviendas medidas, aunque solo en el periodo diurno. El efecto de esta estrategia resulta minimizado debido a la baja altura que presenta las viviendas (alrededor de 2.40 m) lo cual no refleja el las medidas típicas de esta región (2.80m).

Al igual que en otros estudios [24], el uso del aislamiento no es el parámetro con mayor influencia en el comportamiento térmico de la vivienda o el que puede asegurar el confort interior. Como asegura Fernández et al. [27] en un estudio realizado en Portugal en verano, una de las prioridades para reducir el sobrecalentamiento interior es la protección a la radiación solar. Por tanto, para Ecuador se recomienda evitar la orientación de las ventanas hacia orientaciones este u oeste.

5. Conclusión

La presente investigación aborda la problemática del desconfort térmico de las viviendas sociales en la región Costa del Ecuador, tomando como casos de estudios la vivienda 1D, la vivienda 4D (planta baja) y la vivienda 4D (planta alta) que son los prototipos más implementados en esta ciudad. Esta investigación realiza un análisis de campo a través de mediciones de temperatura y humedad relativa para poder evaluar el confort térmico de estas viviendas en uno de los meses con mayor temperatura de esta ciudad. A partir de los resultados analizados se han determinado las siguientes conclusiones:

Las viviendas sociales en la ciudad de Portoviejo no se encuentran dentro del rango de confort tanto en el día como en la noche. Aun cuando las viviendas analizadas cuentan con estrategias para reducir el sobrecalentamiento estas resultan poco efectivas. Por un lado, el uso de la ventilación en la vivienda 1D a través del lucernario de la cubierta resulta contraproducente debido a la orientación oeste que tiene. Por otro lado, el uso del aislamiento en la vivienda 4D_pa tiene un efecto positivo en el día, no obstante, en la noche esta estrategia resulta negativa debido a impedir la disipación de calor. En cuanto a la vivienda 4D_pb, debido a que solo cuenta con 3 lados en contacto con el espacio exterior tiene una disipación de calor baja, lo cual complica la disminución de temperatura en la noche,

En cuanto a la humedad en todas las viviendas, estos valores intensifican el desconfort interior debido a la baja ventilación que poseen y a las altas temperaturas registradas en todas las viviendas.

En definitiva, las estrategias planteadas de manera independiente no tienen un resultado importante en reducir el sobrecalentamiento interior de las viviendas. Dado que los proyectos

planteados no presentan un diseño sustentable integral y no toman en consideración puntos tan importantes como la orientación de las ventanas o el uso de colores claros en cubiertas, las estrategias utilizadas resultan poco importantes en la reducción del discomfort interior. Además de ello, el diseño arquitectónico de las viviendas analizadas responde a un objetivo constructivo económico relacionada al ahorro de material y la reducción del tiempo de construcción, como el uso de paredes de alta conductividad y una altura baja en las viviendas.

Finalmente, este artículo soporta que las estrategias implementadas en las viviendas sociales en la región Costa del Ecuador no tienen un impacto significativo ni siquiera moderado en la reducción del sobrecalentamiento interior. Un análisis integral del contexto climático general y específico del lugar donde se emplaza cada solución habitacional será necesario para obtener soluciones representativas. Los resultados mostrados indican que estas consideraciones pueden tener resultados importantes para alcanzar el confort en estas viviendas solo con estrategias pasivas como la orientación de la vivienda.

Contribución de autores: conceptualización, D.B. y J.T.; metodología, D.B. y J.T.; recursos, D.B.; curaduría de datos, D.B.; redacción-revisión y edición D.B; supervisión, J.Ty R.P.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. ONU-HÁBITAT – Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. Déficit habitacional en América Latina y el Caribe: una herramienta para el diagnóstico y el desarrollo de políticas efectivas en vivienda y hábitat. Nairobi: ONU-Hábitat, 2015.
2. United Nations. (2018). World urbanization prospects. Vecchio, G., Tiznado-Aitken, I., & Hurtubia, R. (2020). Transport and equity in Latin America: A critical review of socially oriented accessibility assessments. *Transport Reviews*, 40(3), 354–381.
3. Pisarello, G. (2003). Vivienda para todos: un derecho en (de) construcción, el derecho a una vivienda digna y adecuada como derecho exigible (Vol. 34). Icaria Editorial.
4. Jaupart, P. (2020). The elusive quest for social diversity: Public housing, diversity, and politics in France. *Economics Letters*, 197, 109626.
5. Hu, L., He, S., Luo, Y., Su, S., Xin, J. y Weng, M. A social-media-based approach to assessing the effectiveness of equitable housing policy in mitigating education accessibility induced social inequalities in Shanghai, China. *Land Use Policy*, 2020. 94, 104513. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104513>
6. Serrano-Jiménez, Ensuring proper management of building renovation based on an optimised decision-making model: Application in schools and social housing from southern Europe. In *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2022. ISSN: 1755-1315
7. Smart, S., Jiménez, E., & Correa, F. Derecho a una vivienda digna en Latino América. (2013). *Obtenido de <https://www.trust.org/contentAsset/raw-data/d54c4446-8a0c-4000-b30e-3672a1f52dd0/file>*.
8. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda de la República de Ecuador(MIDUVI). *PROYECTO VIVIENDA PLAN CASA PARA TODOS*. 2020. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/PROYECTO-DE-VIVIENDA-CASA-PARA-TODOS.pdf>
9. Córdova, M. A. Transformación de las políticas de vivienda social. El Sistema de Incentivos para la Vivienda en la conformación de cuasi-mercados en Ecuador. *Iconos. Revista de*

- Ciencias Sociales*. (2015). (53), 127–149.
10. Acosta, M. La gestión de la vivienda social en Ecuador: entre la espada y la pared. *Ecuador Debate*. 2009. 76.
 11. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda de la República de Ecuador. *Programa Nacional de Vivienda Social*, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda de la República de Ecuador: Quito, Ecuador, 2015.
 12. Marincic, I., Ochoa, J. M., & Río, J. A. del. Confort térmico adaptativo dependiente de la temperatura y la humedad. *ACE: Architecture, City and Environment*. (2012). 7(20), 27–46. <https://doi.org/10.5821/ace.v7i20.2572>
 13. Delgado, D., Sadaoui, M., Ludwig, W., & Méndez, W. Spatio-temporal assessment of rainfall erosivity in Ecuador based on RUSLE using satellite-based high frequency GPM-IMERG precipitation data. *CATENA*. (2022). 219, 106597
 14. Giraldo-Castañeda, W., Czajkowski, J. D., & Gómez, A. F. Confort térmico en vivienda social multifamiliar de clima cálido en Colombia. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. (2021). 23(1), 115–124.
 15. Valderrama Chávez, M. D., Vásquez Granda, V. D., & León Baque, E. L. Cambios en patrones de precipitación y temperatura en el Ecuador, región costa. *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores*. (2021). 8(spe2). <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2609>
 16. Li, Z., Lin, B., Zheng, S. et al. Una revisión del método de cálculo del consumo energético operativo para edificios urbanos. *Construir. Simul.* (2020). 13, 739–751 <https://doi.org/10.1007/s12273-020-0619-0>
 17. Alghamdi, S., Tang, W., Kanjanabootra, S., & Alterman, D. (2022). Effect of Architectural Building Design Parameters on Thermal Comfort and Energy Consumption in Higher Education Buildings. *Buildings*, 12(3), 329.
 18. Wang, H., Huang, Y., & Yang, L. Integrated Economic and Environmental Assessment-Based Optimization Design Method of Building Roof Thermal Insulation. *Buildings*. (2022). 12(7), 916.
 19. Delgado-Gutierrez, E., Canivell, J., Bienvenido-Huertas, D., & Rubio-Bellido, C. Improvement Options of a Social Housing Prototype in Different Climate Zones in Ecuador. *Buildings*. (2022). 12(7), 989.
 20. Torres/Quezada, J., Coch, H. y Isalgue, A. Assessment of the reflectivity and emissivity impact on light metal roofs thermal behaviour, in warm and humid climate. *Energy and Buildings*. 2019. 188–189. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.02.022>
 21. Ortiz-Zambrano, E., Torres-Quezada, J. y Véliz-Párraga, J. Thermal and lighting evaluation in light roof prototypes, for hot humid climates | Evaluación térmica y lumínica en prototipos de cubiertas ligeras, para clima cálido húmedo. *Habitat Sustentable*. 2021. 11(2). <https://doi.org/10.22320/07190700.2021.11.02.05>
 22. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). Anexo 1 Lineamientos arquitectónicos para viviendas de interés social. 2012. Obtenido de: chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcgclcfindmkaj/https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/04/Anexo-1-Lineamientos-arquitectonicos.pdf
 23. Laborda, M. Á. C., García, I. A., Escudero, J. F. A., & Sendra, J. J. Towards finding the optimal location of a ventilation inlet in a roof monitor skylight, using visual and thermal performance criteria, for dwellings in a Mediterranean climate. *Journal of Building Performance Simulation*. (2015). 8(4), 226–238.
 24. Santana, B., Torres-Quezada, J., Isalgué, A. y Coch, H. Monitoring and Calculation Study in Mediterranean Residential Spaces: Thermal Performance Comparison for the Winter Season.

- Buildings*. 2022. 12(3) 325. <https://doi.org/10.3390/buildings12030325>
25. NEC-HS-EE. *Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales NEC-HS-EE*; Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda: Quito, Ecuador. 2018; p. 40.
26. INAMHI. Red de estaciones automáticas hidrometeorológicas. 2022. Obtenido de: <http://186.42.174.236/InamhiEmas/#>. Acceso en: junio 2022.
27. Fernández, J.; Pimenta, C.; Mateus, R.; Silva, S.; Bragança, L. Contribution of Portuguese vernacular building strategies to indoor thermal comfort and occupants' perception. *Buildings* **2015**, *5*, 1242–1264



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>