

RESEARCH ARTICLE

Caracterización de la humedad en la vivienda particular de la zona de expansión urbana en la ciudad de Puyo

Luzdary S. Chico-Caiza ¹  Jefferson Torres-Quezada ¹ 

¹ Universidad Católica de Cuenca. Unidad Académica de Postgrados. Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable Cuenca, Ecuador.

✉ Correspondencia: luzdary.chico.46@est.ucacue.edu.ec  + 593 987976904

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj72125>

Resumen: La condición climática de Puyo es uno de los mayores problemas que afecta la tipología de construcción en esta ciudad. Aunque ya se han normado que las viviendas deberán finalizar en cubierta inclinada, hasta hace unos años en esta ciudad eran comunes las viviendas con terrazas que terminaban con losas de hormigón. Esta situación ha cambiado por las mismas condiciones climáticas que enfrenta la ciudad y porque es una de las zonas con mayores niveles de precipitación del país. Se venía fomentando ideas estandarizadas de construcción sin importar las características climáticas de esta ciudad. Una de las soluciones más implementadas para enfrentar los problemas inherentes a la humedad, ha sido la construcción de cubiertas metálicas inclinadas para proteger las estructuras. Este artículo se enfoca en analizar la humedad en las viviendas VI, VI2 Y VC (Prototipo de la vivienda particular construida en la zona de expansión urbana 1), para caracterizar la humedad de este punto en la región amazónica. 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 alcanza un rango óptimo de humedad, ni en la mejor de las condicionantes. Además, las estrategias planteadas de manera independiente como la ventilación tienen un impacto mínimo y hasta contraproducente por las altas temperaturas. Además, la ventilación natural favorece las condiciones de humedad, pero, aun así, no se logra un porcentaje recomendado. Finalmente, este artículo soporta que las viviendas deben plantear un análisis integral propio para sobrellevar las condiciones de la humedad en la ciudad de Puyo.

Palabras claves: Humedad, caracterización, vivienda.



Check for updates

Cita: Chico-Caiza, L. S., & Torres-Quezada, J. (2024). Caracterización de la humedad en la vivienda particular de la zona de expansión urbana en la ciudad de Puyo. *Green World Journal*, 7(2), 125. <https://doi.org/10.53313/gwj72125>

Received: 20/March /2024

Accepted: 22/April /2024

Published: 25/May /2024

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.



© 2024 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).

Characterization of humidity in private housing in the urban expansion zone in the city of Puyo.

Abstract: Puyo's climatic conditions are a major problem affecting this city's typology of construction. Although it has been regulated that houses must end with a sloping roof, until a few years ago in this city it was common to find houses with terraces that ended with concrete slabs. This situation has changed due to the climatic conditions faced by the city and because it is one of the areas with the highest levels of precipitation in the country. Standardized construction ideas were being promoted regardless of the climatic characteristics of this city. One of the most implemented solutions to face the problems inherent to humidity has been the construction of inclined metal roofs to protect the structures. This article focuses on analyzing the humidity in houses VI, VI2, and VC (Prototype of the private house built in the urban expansion zone 1) to characterize the humidity of this point in the Amazon region. To achieve this objective, an experimental analysis of the interior temperature and relative humidity of these dwellings was carried out. According to the results, none of the analyzed dwellings reaches an optimal humidity range, even in the best conditions. In addition, the strategies proposed independently, such as ventilation, have a minimal or even counterproductive impact due to the high temperatures. In addition, natural ventilation favors humidity conditions, but even so, the recommended percentage is not achieved. Finally, this article supports that dwellings should propose their integral analysis to cope with the climate conditions in the city of Puyo.

Keywords: Humidity, characterization, housing.

1. Introducción

En la búsqueda de una visión alternativa para la ciudad que logre un asentamiento capaz de proveer de manera eficiente los recursos necesarios para cumplir con objetivos como; el bienestar social, la calidad física y espacial del entorno urbano, la productividad económica y la preservación del medio ambiente [1], se recurre a la sostenibilidad urbana como la capacidad de una ciudad para mantener y mejorar la calidad de vida de sus habitantes, al tiempo que minimiza su impacto ambiental y promueve el uso eficiente de los recursos.

La sostenibilidad urbana se basa en la integración de aspectos sociales, económicos y ambientales en la planificación y gestión de las ciudades. En contraste con las políticas de otros países, en Ecuador se ha prestado escasa atención a los problemas cualitativos de la construcción dejando a un lado la calidad espacial de las viviendas. Las formas existentes tienden a implementar estrategias que carecen de adaptación al contexto social, cultural e incluso climático. Esta falta de adaptación se manifiesta en la promoción de prototipos estandarizados a través de sistemas constructivos que priorizan la rapidez y la economía. Tanto en Ecuador como en otros países latinoamericanos, se puede notar una tendencia hacia la uniformización de las viviendas, incluso en climas diversos como: cálido seco, cálido húmedo, templado e incluso frío [2].

En el cantón Pastaza se asientan el 73.2% de hombres y el 74,6 % de mujeres [3] de toda la población provincial. La mayor parte de la población, el 59% (49.877 habitantes) se localiza en la cabecera cantonal Puyo. Por tanto, el área de estudio se localiza en esta zona que evidentemente se ve afectada por el desarrollo urbano en los próximos años y que claramente va a requerir de inmediata planificación. Añadiendo además que las construcciones más emblemáticas, infraestructura productiva y de servicios se concentra en esta zona [4].

El cantón Pastaza experimenta un aumento poblacional anual del 4.7 % según las proyecciones oficiales del INEC, cifra que se sitúa entre las más altas en Ecuador. Esto ha conducido a un crecimiento desmedido de los asentamientos humanos. Este crecimiento ha generado una ciudad con desigualdades en la distribución de instalaciones y servicios esenciales, una falta de proyectos sostenibles y otros problemas que representan una amenaza para una planificación territorial adecuada. Debido al desarrollo urbano una de las problemáticas refiere a los cambios y desafíos

que se experimentan en las áreas urbanas, que incluyen: el crecimiento de la población, la expansión de las ciudades y la aparición de asentamientos informales. La evolución histórica de la ciudad de Puyo indica una inclinación hacia una ocupación más significativa en la zona sur de la ciudad, como se muestra en la Figura 1, la cual ha resultado en una ocupación sin las infraestructuras y servicios de respaldo adecuados [4].

Esto sucede a pesar de que en el Programa de Desarrollo Amazónico mediante la gestión del Fondo Común se plantea como uno de los objetivos de desarrollo sostenible; desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles y de calidad para impulsar el desarrollo económico y estas infraestructuras, haciendo hincapié en la sostenibilidad ambiental, la resistencia ante desastres y la inclusión social [5].

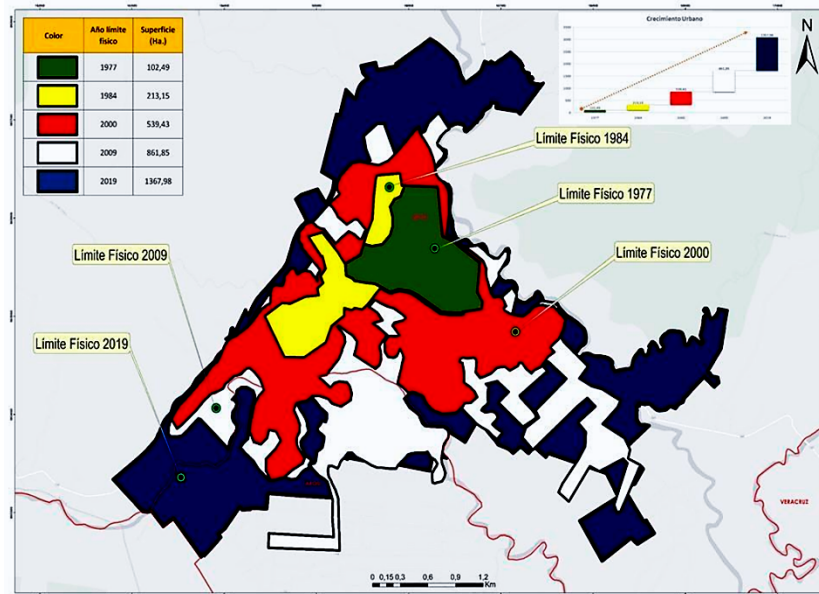


Figura 1. Mapa crecimiento del límite urbano Puyo (GADMP, UEA, TNC, Searth, Contrato PROAmazonia, PNUD, 2020).

La provincia de Pastaza se ubica en la región amazónica de Ecuador, una de las zonas con mayores niveles de precipitación del país según el Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología del Ecuador (INAMHI). En el cantón Pastaza la precipitación anual del período histórico de referencia (1976–2005), según el INAMHI, registra un promedio de 3600mm. La ciudad de Puyo cuenta con una temperatura promedio de 20.4 grados centígrados, velocidad del viento a 0.8 m/s en dirección este, evaporación promedio anual que oscila en 86.9 mm y la humedad relativa es del 82 % [6].

Puyo es una ciudad con condiciones climáticas muy particulares que comprometen de mala manera la arquitectura de las viviendas. Parte del problema es el déficit de conocimiento para resolver cuestionamientos sobre la afectación de la humedad en la vivienda particular. Por ello es primordial reconocer la existencia de humedad en las construcciones, misma que puede ser consecuencia de condiciones climáticas relacionadas con la presencia de aguas subterráneas, las características y topografía del terreno, así como el régimen de precipitaciones [7]. En esta ciudad se ha estado construyendo de manera arbitraria, sin regulaciones y carentes de la información necesaria bajo aspectos tan relevantes como la humedad. Un gran porcentaje de las viviendas particulares están construidas con materiales como: bloque, cemento y losas planas de hormigón que actualmente son reemplazadas con cubiertas metálicas inclinadas. Otra solución muy popular es el recubrimiento de láminas de zinc y cerámica tanto en fachadas como en paredes internas que presentan afectaciones por humedad. La altura entre pisos es baja, las ventanas son grandes, pero solo se ubican en las fachadas principales. En general las viviendas se encuentran en un contexto

urbanizado, donde es difícil proponer la orientación adecuada para aprovechar los vientos dominantes. El diseño y la forma están regidos a formas rectangulares con una gran cantidad de divisiones que no permiten que el flujo del aire sea rápido y efectivo. No priorizan la ventilación cruzada como se indica en la Figura 2, ya que al no contar con diseños alargados y de formas libres, es imposible que el aire pueda entrar y salir en una sola dirección.

En resumen, se está construyendo sin la comprensión del impacto directo del clima en las condiciones de vida y la salud en el interior de una vivienda. Tampoco se están protegiendo las infraestructuras, las que dependen de diversos factores, como: los costos, el tipo de material, el clima, entre otros [8].

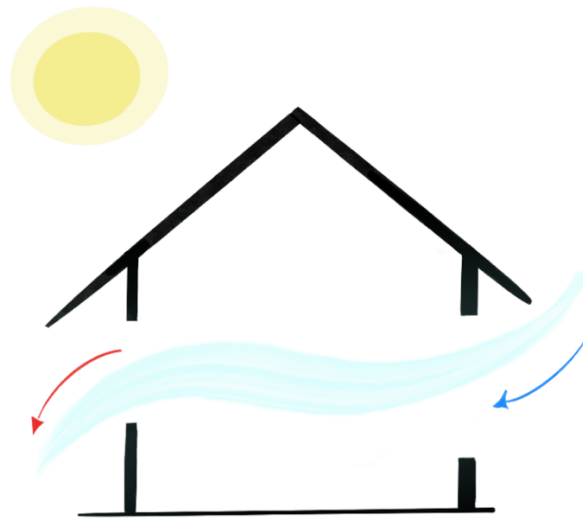


Figura 2. Ventilación cruzada identificando entrada y salida desde vientos dominantes.

La humedad en las construcciones puede tener diversas causas, y la falta de conocimiento general resalta la importancia de la prevención desde las etapas iniciales de la construcción [9]. Cuando la humedad se convierte en un problema persistente, se considera una patología que está estrechamente ligada a la calidad del proyecto, los métodos de construcción, la resistencia de los materiales y las acciones de mantenimiento [10]. Es esencial que los técnicos y especialistas realicen un análisis detallado del estado del edificio para identificar las verdaderas causas de las lesiones y aplicar tratamientos adecuados, considerando el entorno donde se encuentra la estructura. La humedad no controlada puede convertirse en una patología que afecta el equilibrio y funcionamiento de las viviendas, requiriendo un enfoque interdisciplinario y colaborativo para su abordaje, similar a la medicina [11]. Se destaca la importancia de realizar un estudio riguroso para comprender las causas y aplicar tratamientos específicos al intervenir en un inmueble. En este estudio en particular, se enfoca en la caracterización de la humedad para contribuir a futuras investigaciones que busquen mitigar patologías asociadas a este fenómeno.

Una de las formas de regulación y control pasivo de la humedad relativa es la ventilación natural de tal manera que se logre el anhelado confort térmico. Esta es una sensación subjetiva que afecta las actividades de las personas en los edificios. Según la Norma ISO 77301, el confort térmico se refiere a la satisfacción con el ambiente térmico, y puede variar entre diferentes personas en una misma habitación. Factores como la temperatura del aire, la humedad, la radiación solar, la velocidad del aire y la temperatura de los objetos circundantes influyen en la sensación térmica. Además, variables personales como el sexo, la edad, la constitución corporal, la actividad, la vestimenta, la salud y las expectativas de confort, junto con el diseño de los edificios, también tienen un impacto en el confort [12].

Según un informe de la OMS[13] sobre la calidad del aire interior en relación con la humedad y el moho, señala que niveles altos de humedad favorecen el crecimiento de ácaros de polvo y hongos, aumentando la exposición a ácaros, alérgenos fúngicos y toxinas e irritantes fúngicos. Ambientes interiores húmedos también pueden contener más bacterias, endotoxinas bacterianas y otros microorganismos como amebas. La humedad puede acelerar la degradación química de materiales de construcción, aumentando la emisión de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs), incluyendo el formaldehído, lo que puede provocar degradación estructural, especialmente en materiales como la madera. Para minimizar los cambios dimensionales, se sugiere mantener el contenido de agua entre el 6% y el 14%, con una humedad relativa de 40–60% y temperatura seca de 21–27 °C. Muchos materiales de acabado interior, como pinturas, emiten VOCs, y estudios indican que estas emisiones aumentan con la humedad relativa del aire [14].

El presente estudio tiene como objetivo general; caracterizar la humedad de la vivienda particular de la zona de expansión urbana 1 en la ciudad de Puyo a través del análisis de la temperatura y humedad relativa interior. En función de ello la investigación se desarrolló a partir de los siguientes objetivos específicos:

Seleccionar tres viviendas (VI, VI2 y VC) ubicadas en la zona de expansión urbana 1 de la ciudad de Puyo, que hayan sido construidas con sistemas constructivos similares.

Medir y registrar la temperatura y humedad relativa en el interior de las viviendas seleccionadas, utilizando el higrómetro digital de temperatura/humedad y siguiendo los protocolos adecuados.

Analizar los datos recopilados para identificar patrones y variaciones en los niveles de humedad relativa en las viviendas VI, VI2 y VC, destacando cualquier hallazgo relevante o tendencia observada.

2. Materiales y métodos

Con los antecedentes previamente expuestos se realiza una investigación cuantitativa y cualitativa para caracterizar la humedad relativa de la vivienda particular de la zona de expansión urbana 1 en la ciudad de Puyo, guiados bajo una metodología de tres etapas:

Primera etapa: se realiza la identificación bajo criterios de representatividad de la vivienda particular en la zona de expansión urbana de Puyo.

Segunda etapa: se lleva a cabo la indagación de factores que influyen en la humedad relativa interior, a través de la investigación de estudios parecidos. Algunos de estos factores son: las condiciones higrotérmicas internas, la ocupación (que incluye la duración, cantidad de personas y actividades realizadas), la tasa de ventilación, las características constructivas particulares [15], la orientación de las fachadas e incluso el volumen de aire. Se realizó una comparación de los valores de la humedad relativa interior obtenidos en este estudio con el rango óptimo recomendado, que según Style [14] es del 40% al 60% para una temperatura del aire de 20 °C – 22 °C.

Tercera etapa: se mostró los resultados obtenidos, lo que permitió desarrollar la caracterización de la humedad en la vivienda particular de la ciudad de Puyo. Se espera que esta información busque mitigar y evitar las afectaciones de la humedad en la vivienda, porque se considera importante que los usuarios sean activos en relación a su entorno térmico y tengan la oportunidad de tener cierto control personal sobre él [16]. Sobre todo, para la mejora del quehacer de la arquitectura en esta localidad.

Bajo las etapas antes descritas, 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 las tres viviendas escogidas (VI, VI2 y VC) ubicados en la ciudad de Puyo en la región Amazónica de Ecuador.

2.1 Descripción de área y casos de estudio

La ciudad de estudio se localiza a una latitud $0^{\circ} 59' 1''$ Sur, longitud $77^{\circ} 49' 0''$ Oeste y una altitud 930 msnm y cuenta con un clima tropical muy húmedo [4]. Según la clasificación climática de Köppen la temperatura promedio anual es de $21,1^{\circ}\text{C}$; siendo noviembre el mes más cálido, con un promedio de $21,7^{\circ}\text{C}$. Es un clima isotérmico por sus constantes precipitaciones durante todo el año (amplitud térmica anual inferior a 2°C entre el mes más frío y el más cálido), si bien la temperatura real no es extremadamente alta, la humedad hace que la sensación térmica se eleve hacia los 30°C o más. La humedad relativa también es constante, con un promedio anual de 85,2%.

La selección de los casos de estudio se realizó cuidadosamente para garantizar que la muestra represente de manera precisa la heterogeneidad de la vivienda particular en esta localidad amazónica. Bajo datos recolectados por el INEC en el año 2010 en Pastaza, el 64.1 % de viviendas son tipo Casa/Villa.

Puyo abarca una geografía variada, desde zonas urbanas hasta áreas suburbanas y rurales. La selección de viviendas dentro de la zona de expansión urbana otorga una mayor proximidad a los desarrollos actuales y futuros en construcción. Este enfoque garantiza que las muestras seleccionadas proporcionen una imagen cercana a la realidad habitacional de esta comunidad. Por tanto, se define la zona de estudio a la zona de expansión urbana ubicada en la parte sur del área urbana de la ciudad de Puyo, colindante con la parroquia Tarqui. El Gobierno Municipal de Pastaza ha designado 4 áreas que se integrarán gradualmente al área urbana a medida que se consoliden. Para la incorporación de estas zonas al área urbana requerirá que el 80% de las propiedades estén edificadas (consolidadas) y cuenten con todos los servicios necesarios en la misma propiedad como los indican la Figura 3.

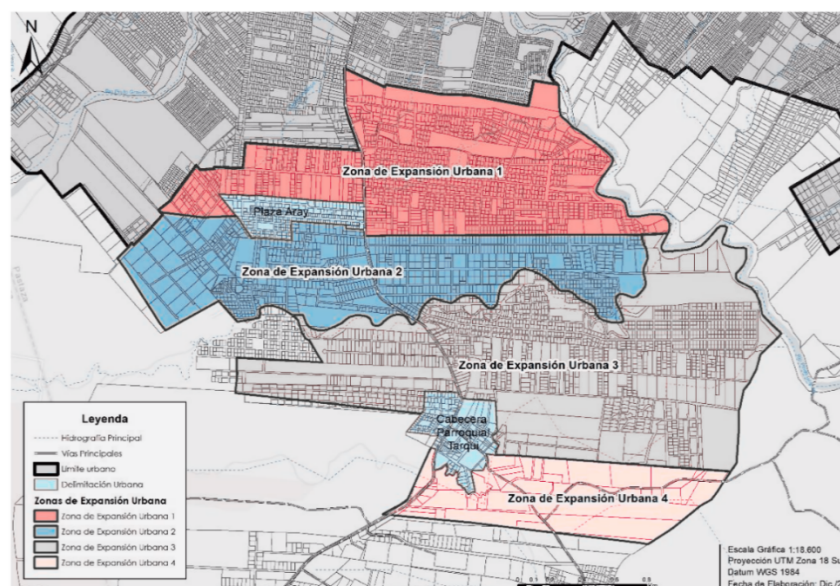


Figura 3. Zona de expansión urbana (GADMP, 2020).

Los casos de estudios escogidos son tres viviendas ubicadas dentro de la zona de expansión urbana 1 de la ciudad de Puyo, ya que es la zona más próxima a consolidarse dentro del área

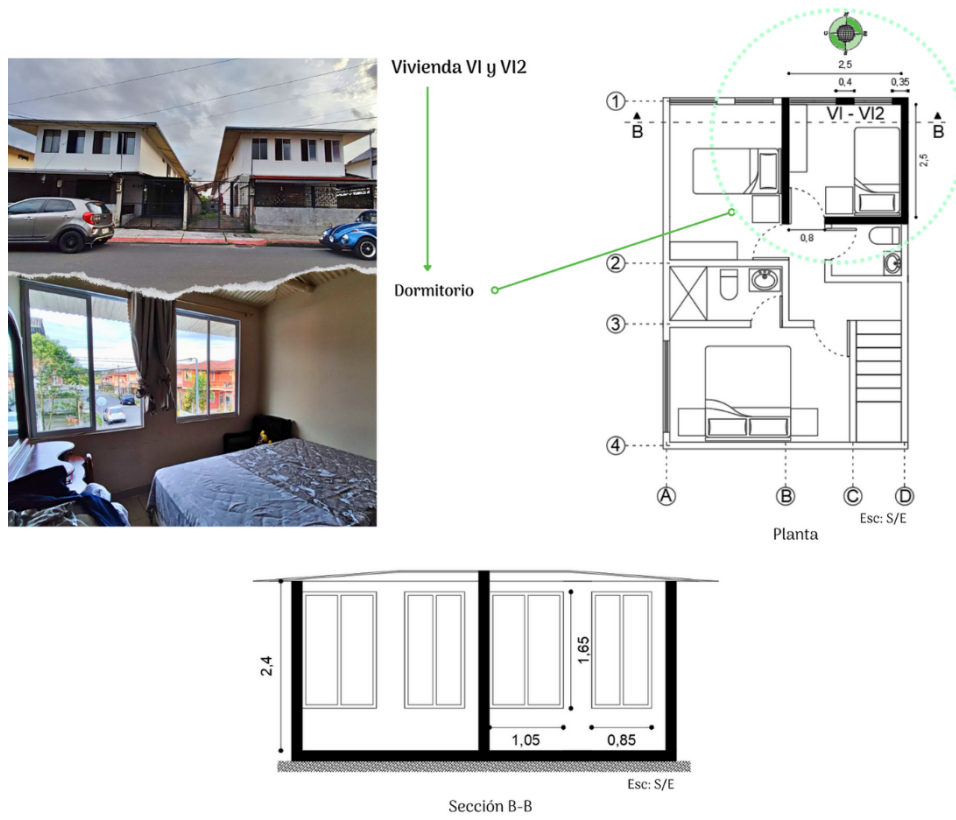


Figura 5. Planta y sección arquitectónica de la vivienda VI y VI2.

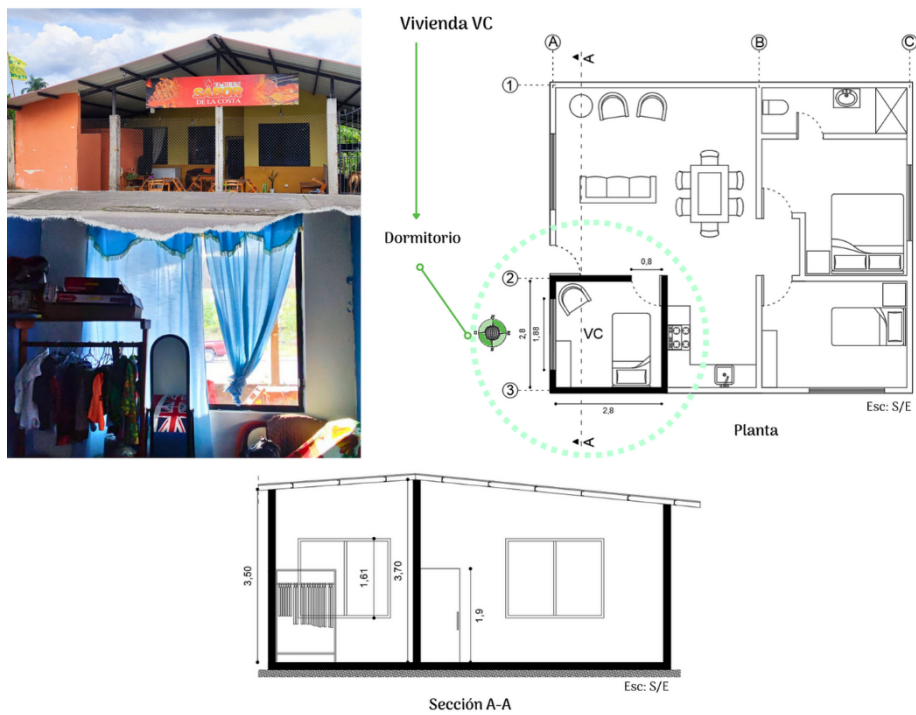


Figura 6. Planta y sección arquitectónica de la vivienda VC.

2.2 Periodos de Medición

Se tomó los valores del higrómetro de temperatura/humedad en el calendario de medición que se muestra a continuación:

Tabla 1. Calendario de Mediciones.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4
VIVIENDA I				
6:00 a.m.	Sin Ventilación	Con Ventilación	Con Ventilación	Con Ventilación en ventanas, pero no en puerta.
10:00 a.m.	^	^	^	^
2:00 p.m.	^	^	Sin Ventilación	^
6:00 p.m.	^	^	^	^
12:00 a.m.	^	^	^	^
VIVIENDA I2				
6:00 a.m.	Con Ventilación	Sin Ventilación	Sin Ventilación	Con Ventilación
10:00 a.m.	^	^	^	^
2:00 p.m.	^	^	Con Ventilación	^
6:00 p.m.	^	^	^	^
12:00 a.m.	^	^	^	^
VIVIENDA C				
6:00 a.m.	Sin Ventilación	Con Ventilación	Con Ventilación	Con Ventilación en ventanas, pero no en puerta.
10:00 a.m.	^	^	^	^
2:00 p.m.	^	^	Sin Ventilación	^
6:00 p.m.	^	^	^	^
12:00 a.m.	^	^	^	^

¹ Las mediciones se realizaron en intervalos de 4 horas durante un periodo de 4 días del 08 de diciembre al 11 de diciembre de 2023.

Según el protocolo de humedad relativa del programa GLOBE (Aprendizaje y observaciones globales en beneficio del medio ambiente) se establece que para el uso correcto del higrómetro digital se debe ubicar en condiciones secas y además que el instrumento se ajuste a las condiciones del espacio al menos 30 minutos antes para obtener una buena medición. Por lo mismo los aparatos se colocaron con cinta adhesiva en los roperos muy cerca a la ventana, pero no en esta, para que el aparato no se estropee por la condensación. Además, los aparatos se colocaron un día antes de que empiece el periodo de medición.

Si la humedad en el aire se mantiene constante a lo largo del día, la humedad relativa cambiará en sentido opuesto a la temperatura. Esto implica que la humedad relativa disminuirá durante la mañana y la tarde, para luego aumentar nuevamente al llegar la noche [17]. Por ello las mediciones se realizaron en intervalos de 4 horas establecidos en función de momentos en los que la temperatura del aire está típicamente en un rango que sea relevante o representativo para el contexto específico en el que se realizarán las mediciones. Las condiciones detalladas en la tabla 1 fueron

establecidas para ir reconociendo el comportamiento de los valores en los tres diferentes casos de estudio (VI, VI2, VC).

3. Resultados

Los valores más altos de humedad relativa interior se experimentan durante las primeras horas del día. Durante la tarde cuando la temperatura supera $21,1^{\circ}\text{C}$, promedio anual para esta ciudad, los valores de la humedad relativa interior bajan. Y finalmente en la noche los valores de la humedad relativa interior tienden a subir nuevamente.

Se realiza un promedio de los valores de humedad relativa interior en los tres casos de estudio (VI, VI2 y VC) estableciendo un rango de 70 – 81.1%. En la siguiente página la figura 7 muestra el promedio de los resultados de la humedad relativa interior en diferentes condiciones para los tres casos de estudio, condiciones que se establecieron en el apartado anterior. De acuerdo al impacto de la ventilación en los dormitorios de las tres viviendas, se determina que los menores porcentajes de humedad relativa interior se presentan con ventilación en ventanas y puerta durante todo el día. Mientras que la condición con mayores porcentajes de humedad se presenta con ventilación en puerta y ventanas de seis a diez de la mañana.

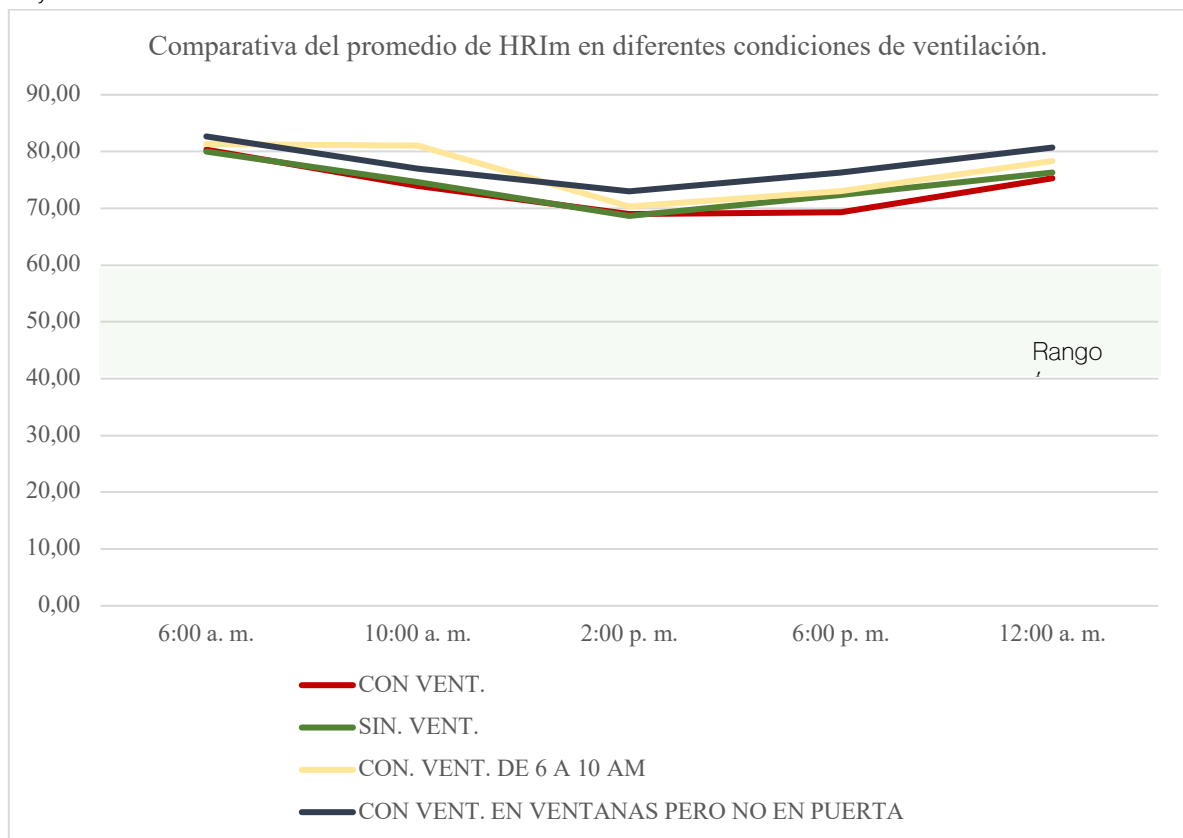


Figura 7. Comparativa del promedio de Humedad Relativa Interior en diferentes condiciones de ventilación.

A continuación, en la figura 8, a pesar de que la temperatura media (T_m) para VI y VI2 es de 24°C , solo VI2 presenta el menor rango de humedad relativa interior que va desde 66–82%. Por otro lado, VC cuenta con un T_m de 23°C y también con el mayor rango de humedad de entre los tres casos de estudio, mismo que va desde 69–85%.

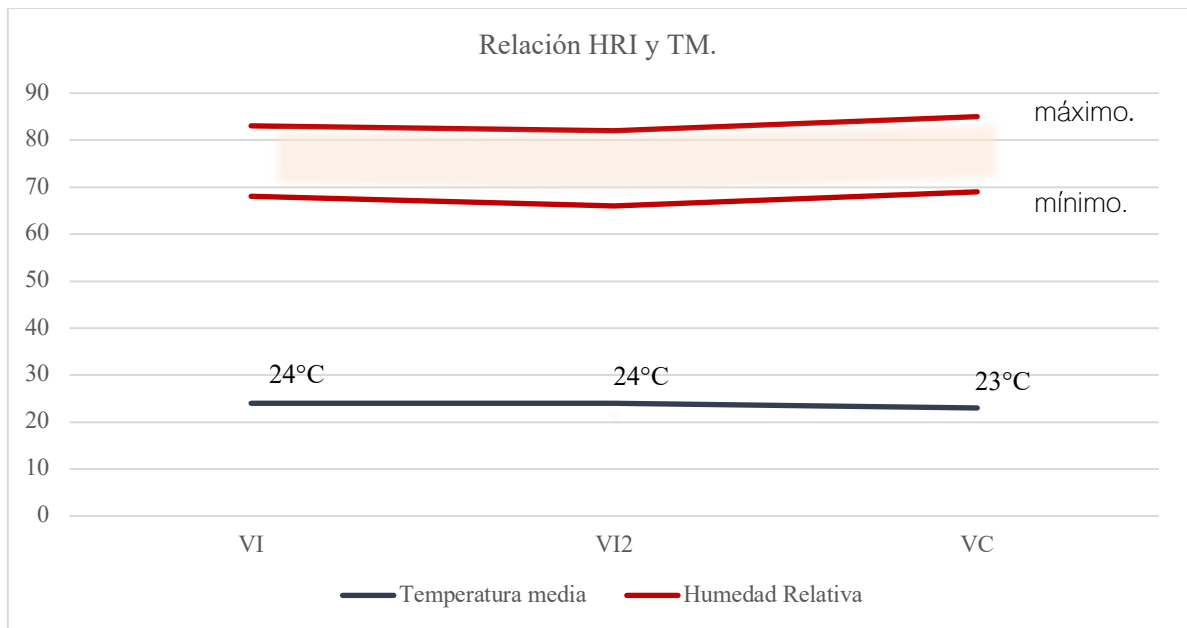


Figura 8. Relación entre Humedad Relativa Interior y Temperatura en las tres viviendas.

En el día 3 (Figura 9), cuando VI2 no cuenta con ventilación en las primeras horas del día, la humedad relativa interior es menor que VI y VC. Estos últimos dos casos cuentan con ventilación durante las primeras horas del día, pero su humedad relativa interior es superior a VI2 alcanzando un 84%. La temperatura media para los tres casos es muy parecida durante el día con una temperatura media de 23,1 °C.

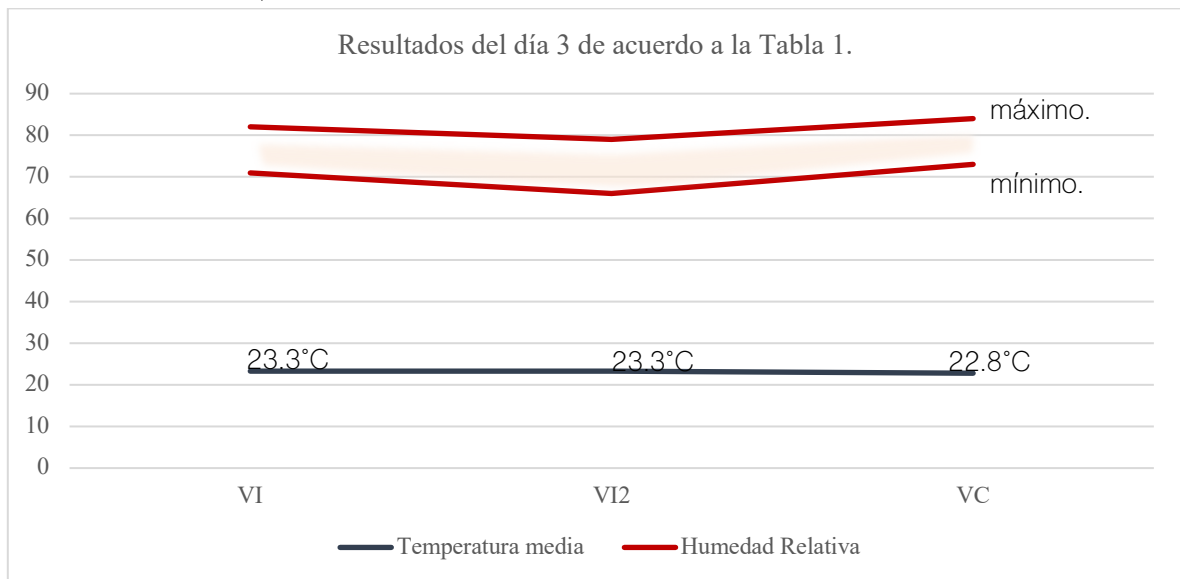


Figura 9. Resultados del día tres de acuerdo a la Tabla 1.

La ventilación cruzada en el caso de VI y VI2 funciona de mejor manera que VC debido a que la predisposición de ventanas y puerta se encuentran de lados opuestos. El volumen de aire en VC (28.2 m³) es superior que VI y VI2 (18.3 m³) y aunque VC posee una temperatura media (23°C) menor que VI y VI2 (24 °C) la humedad relativa promedio para VC (77%) es superior que VI y VI2.

4. Discusión

Los autores deben discutir los resultados y cómo pueden ser interpretados desde la perspectiva de estudios previos y de las hipótesis de trabajo. Los hallazgos y sus implicaciones deben ser discutidos en el contexto más amplio posible. También se pueden destacar las direcciones futuras

de la investigación. Es importante citar otros estudios o los antecedentes descritos en la introducción. Recomendación, la revisión bibliográfica de la introducción debe servir para esta discusión.

Como se ha visto en los resultados las tres viviendas se encuentran muy por encima del rango de los niveles óptimos de humedad relativa interior, mismo que debería encontrarse en un rango del 40–60% [14]. Esto significa que en la zona de expansión urbana 1 de la ciudad de Puyo, debido a las condiciones de temperatura y la cantidad de vapor de agua en el aire en saturación, la humedad relativa supera los porcentajes óptimos. Por lo mismo se recomienda plantear estrategias para mejorar el bienestar de los espacios internos de las viviendas.

Lo ideal para Ecuador según Bravo et al. [2] es evitar la orientación de las ventanas hacia el este u oeste. En el caso de VC su fachada se encuentra orientada hacia el oeste y aunque debería recibir directamente la radiación solar, gracias a la cubierta frontal de VC no recibe radiación solar directa ni sobrecalentamiento interior. Sin embargo, esta situación desfavorece aún más la ventilación cruzada para este caso de estudio. Por otro lado, las viviendas VI y VI2 se encuentra orientadas hacia el norte, pero poseen un alero en su fachada frontal que protege en poca medida los rayos solares debido a su corta longitud (60cm).

A pesar de que se busca reducir el elevado nivel de humedad mediante soluciones pasivas, como la ventilación, es importante subrayar que esta medida ya está siendo empleada por los residentes en las viviendas analizadas, aunque muy pocas horas durante el día. El efecto de esta estrategia resulta minimizado ya que en el caso de la VI y VI2, los propietarios prefieren mantener las ventanas cerradas por prevención debido a las fuertes lluvias y la corta longitud del alero. Mientras que en VC no acostumbran a abrir ventanas por cuestiones de seguridad.

El día nueve de diciembre durante las mediciones en el horario de seis de la mañana se pudo presenciar condensación en las ventanas. Esto ocurre cuando el aire caliente y húmedo entra en contacto con superficies frías, como las ventanas mal aisladas. Esto no solo puede ser incómodo, sino que también crea un ambiente propicio para el crecimiento de microorganismos, como moho y hongos. Será crucial analizar a fondo el entorno climático general y específico de cada ubicación de las viviendas para encontrar soluciones adecuadas al elevado nivel de humedad relativa interior en la ciudad de Puyo.

5. Conclusión

La presente investigación aborda la problemática de la humedad en la vivienda particular de la ciudad de Puyo en la región Amazónica del Ecuador, tomando como casos de estudios la vivienda VI, VI2 Y VC que son los prototipos más implementados en esta ciudad. De acuerdo a una revisión del mapa en el sistema de información local del cantón Pastaza, las viviendas con cubierta metálica y mampostería de hormigón son un prototipo predominante en esta ciudad debido a su popularidad y amplia implementación. Este tipo de viviendas ofrece una combinación de durabilidad, resistencia y eficiencia constructiva, lo que las convierte en una opción atractiva para constructores. La cubierta metálica proporciona protección contra las inclemencias del tiempo y requiere poco mantenimiento, mientras que la mampostería de hormigón ofrece estabilidad estructural y aislamiento acústico.

Esta investigación realiza un análisis de campo a través de mediciones de temperatura y humedad relativa para poder evaluar las características de la humedad relativa interior de estas viviendas en el mes de diciembre. A partir de los resultados analizados se han determinado las siguientes conclusiones:

Una vez realizado un promedio de mediciones en diferentes condiciones para las tres viviendas, se determina un rango promedio de 70 – 81.1% para la vivienda particular en la ciudad de Puyo, mismo que no se encuentran dentro del rango óptimo de humedad relativa recomendado por el

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, para condiciones interiores de una edificación.

En cuanto a la calidad del aire en espacios interiores y su relación con la humedad según un reporte de la OMS [13] los niveles altos de humedad favorecen el desarrollo de ácaros del polvo y hongos, incrementando la exposición de las personas a ácaros y alérgenos. Los espacios interiores con alta humedad también pueden albergar una mayor cantidad de bacterias, endotoxinas bacterianas y otros microorganismos, como amebas. Además, el aumento de la humedad puede acelerar la degradación química de los materiales de construcción. Es por ello que a partir de que este estudio evidencia los altos porcentajes de humedad relativa se comprende las problemáticas constructivas usuales en esta ciudad. Empañamiento en cerámicas de pared y vidrios, particularmente en áreas como cocinas y baños, aparición de erupciones en la pintura y enlucidos en las paredes, invasión de colonias de hongos, manchas oscuras (moho) y presencia de malos olores, síntomas que afectan a todos los espacios del hogar y que según Ortiz [6] son síntomas influenciados por la humedad en Puyo.

A pesar de que la ventilación natural favorece las condiciones de humedad en la ciudad de Puyo, aun así, no se logra un porcentaje cercano al recomendado. Los menores porcentajes de humedad se dan con ventilación absoluta durante todo el día en un horario de seis de la mañana a seis de la tarde.

La temperatura promedio anual de Puyo no es extremadamente alta, sin embargo la humedad relativa interior hace que la sensación térmica se eleve y cause incomodidad para sus ocupantes.

Realizar una adecuada ventilación desde las primeras horas en la mañana, y prolongar esta condición durante el día nos permite mantener niveles bajos de humedad relativa interior. Previamente a la construcción es importante contar con un adecuado sistema de ventilación natural en las viviendas, así como considerar la orientación de las fachadas y ventanas, debido al elevado porcentaje de humedad que existe en esta zona, el mismo que ayudará a evitar la humedad por condensación y de otros tipos.

Agradecimiento: El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestrías en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente, y Tecnología(CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitecturas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

Contribución de autores: "conceptualización, L.C. y J.T.Q.; metodología, L.C. y J.T.Q.; investigación, L.C. y J.T.Q.; redacción-revisión y edición, L.C. y J.T.Q.; visualización, L.C. y J.T.Q.; supervisión, J.T.Q.; adquisición de fondos, L.C.",

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

1. López, O. La Sustentabilidad Urbana : Una Aproximación a La Gestión Ambiental En La Ciudad. In *Artes y Humanidades – Urbanismo*; Saldaña, O.J.D., Ed.; Cali, **2020** ISBN 9789586706650.
2. Bravo, D.; Torres, J.; Panchana, R. Análisis Del Confort Térmico En Viviendas Sociales Con Diferentes Sistemas Constructivos En El Clima Cálido-Húmedo de Ecuador. *Green World J.* **2023**, 78–78, doi:10.53313/gwj62078.
3. INEC Resultados Del Censo 2010 de Población y Vivienda En El Ecuador 2010, 1–8.

4. GADMP *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Del Cantón Pastaza 2020-2030*; Puyo, **2020**;
5. CTEA *Programa de Desarrollo Amazónico Mediante La Gestión Del Fondo Común.*; **2023**;
6. Ortiz, L. INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN EL DETERIORO DE LAS VIVIENDAS DEL BARRIO OBRERO DE LA CIUDAD DE PUYO, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA DE PASTAZA, 2011.
7. Bueno Risco, K.; Querol Paultre, L. Caracterización de La Humedad En Las Viviendas Eclécticas Del Centro Histórico de La Ciudad de Santiago de Cuba. *Arquit. y Urban.* **2013**, XXXIV, 87–96.
8. Barrera, N. FACTORES QUE INCIDEN EN UNA ADECUADA IMPERMEABILIZACIÓN DEL CONCRETO. **2020**, 01–37.
9. Maldonado, F. GUÍA TÉCNICA PARA LA REDUCCIÓN DE LA HUMEDAD Y ELIMINACIÓN DE BACTERIAS EN MAMPOSTERÍAS DE CONSTRUCCIONES INFORMALES DEL SECTOR LA BOTA POR MEDIO DE SAL MARINA. **2019**, 1.
10. Narciso, E.; Villanueva, D. Influencia de Los Problemas de Humedad En El Deterioro de Las Viviendas Del Asentamiento Humano Tres Estrellas – Chimbote – 2022., Universidad Cesar Vallejo, 2022.
11. Porrás-Alfaro, D.; García-Baltodano, K.; Méndez-Álvarez, D. Estado de La Investigación Sobre La Patología de La Construcción: Un Análisis Bibliométrico. *Rev. Tecnol. en Marcha* **2020**, 37–48, doi:10.18845/tm.v33i8.5507.
12. Casabianca, G. ¿Sabías Que Existe Una Definición Técnica de CONFORT TÉRMICO? **2019**.
13. OMS *WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould*; 2009;
14. Style, O. La Humedad y La Calidad Del Aire ¿cuál Es Su Nivel Óptimo? ¿cómo Medirla? *Vent. y CAI* 2020.
15. Ranesi, A.; Veiga, R.P.; Faria, P. Laboratory Characterization of Relative Humidity Dependent Properties for Plasters: A Systematic Review, *Construction and Building Materials.* **2021**, 304, doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124595>.
16. Arrieta, G.; Maristany, A. Revisión de Los Rangos de Confort Invernal de Viviendas En Córdoba Como Condición Para El Acondicionamiento Natural. *Univ. Nac. Córdoba* **2019**, 23, 103–113.
17. GLOBE *Protocolo de Humedad Relativa*; **2005**;



© 2024 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/>