

Análisis del comportamiento térmico de una vivienda en un clima seco desértico. Fortalezas constructivas que permiten valorar su carácter patrimonial

Analysis of the thermal behavior of a dwelling in a dry desert climate. Constructive strengths that allow to value its heritage character

Montiel Virginia

vmontiel@mendoza-conicet.gob.ar
Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía
(INAHE), CONICET, CP 5500, Mendoza, Argentina.

Ganem Carolina

vmontiel@mendoza-conicet.gob.ar
Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía
(INAHE), CONICET, CP 5500, Mendoza, Argentina

Barea Gustavo

vmontiel@mendoza-conicet.gob.ar
Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía
(INAHE), CONICET, CP 5500, Mendoza, Argentina

Facultad de Artes y Diseño (FAD), UNCuyo, CP
5500, Mendoza, Argentina

Resumen

La contaminación por dióxido de carbono (CO₂) va en aumento y, en Argentina, el sector de la construcción es responsable del 40 %. Para disminuir el impacto las emisiones, los edificios existentes requieren soluciones de adaptación. El objetivo de este trabajo es identificar las fortalezas constructivas que presentan viviendas de carácter patrimonial que benefician su comportamiento térmico. El caso de estudio se ubica en Mendoza, Argentina.

Se realizaron mediciones in situ durante la temporada de invierno. Los resultados demuestran fortalezas constructivas relacionadas con la inercia térmica. Con amplitudes térmicas exteriores diarias de 15 °C; los ambientes interiores presentan amplitudes inferiores a 3 °C en planta alta y, entre 7 y 8 °C, en planta alta (queda evidenciado el impacto del techo: expuesto y liviano, sin aislación). Como conclusión se afirma que, en un clima árido, edificios con características constructivas másicas, presentan fortalezas constructivas que potencian su comportamiento térmico.

Palabras clave: comportamiento térmico, fortalezas, constructivas, carácter patrimonial

Abstract

Carbon dioxide (CO₂) pollution is on the rise and, in Argentina, the construction sector is responsible for 40 %. In order to reduce the impact of emissions, existing buildings require adaptation solutions. The objective of this work is to identify the constructive strengths of heritage dwellings that benefit their thermal behavior. The case study is located in Mendoza, Argentina. In situ measurements were carried out during the winter season. The results show constructive strengths related to thermal inertia.

With daily exterior thermal amplitudes of 15 °C; the interior rooms present amplitudes of less than 3 °C on the upper floor and between 7 and 8 °C on

Recibido: 02/09/2022

Aceptado: 14/11/2022

the upper floor (the impact of the roof is evident: exposed and light, without insulation). In conclusion, it is stated that, in an arid climate, buildings with massive construction features present constructive strengths that enhance their thermal performance.

Keywords: thermal behavior, constructive strengths, heritage character

Introducción

El comportamiento térmico de los edificios está asociado con el calentamiento global del planeta. El funcionamiento de la mayoría de las edificaciones existentes está basado en el uso de energías convencionales no-renovables que impactan en el medioambiente produciendo emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que contribuyen al cambio climático. La Agencia Internacional de Energía ([IEA, 2019](#)) afirma que los edificios y los sectores de construcción son responsables de casi el 40 % del total de las emisiones mundiales -directas e indirectas- de dióxido de carbono (CO₂). En coincidencia con estos datos, también en Argentina los edificios son responsables del 40 % de la demanda total de energía, que a su vez proviene en un 90 % de fuentes no renovables con limitadas reservas disponibles ([Evans, 2010](#), [Flores Larsen et al., 2019](#)).

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (2015): “De proseguir las emisiones de GEI a una tasa igual o superior a la actual, el calentamiento aumentaría y el sistema climático mundial experimentaría durante el siglo XXI numerosos cambios, muy probablemente mayores que los observados durante el siglo XX”.

La recuperación de edificios existentes no se plantea solamente como respuesta para preservar la imagen de la ciudad y sus edificios históricos, sino como una alternativa económica y sostenible frente a la opción de demolición y sustitución de las edificaciones ([Van Bueren y De Jong, 2007](#)) ([Bullen y Love, 2010](#)).

Por lo tanto, toda intervención es también una oportunidad. Esta es la etapa en que edificaciones energéticamente ineficientes pueden ser mejoradas. Entonces, no sólo se prolonga la vida de dicha construcción, sino que edificaciones construidas sin el beneficio de las consideraciones medioambientales pueden ser actualizadas. Es importante destacar que la rehabilitación arquitectónica tiene que ser consciente con énfasis en las medidas de eficiencia energética y hacer uso de los recursos naturales reinantes en el lugar ([Ganem C., 2006](#)).

La modificación de la edificación se concibe como un instrumento transformador del hecho arquitectónico; ya que se intentan encontrar en el edificio nuevos usos que permitan conservar las características patrimoniales de su arquitectura original y que a la vez se integren estrategias para su mejor funcionamiento energético-ambiental.

Azari y Abbasabadi ([2018](#)) exponen los beneficios ambientales del re-uso de edificios versus la nueva construcción. En su investigación, compararon los impactos ambientales en ambos casos a lo largo de 75 años. El estudio reveló que los ahorros energéticos del re-uso edilicio pueden ir de 4 a 46 %, dependiendo de la localización del edificio y el tipo y nivel de eficiencia energética, concluyendo que siempre existen ahorros de energía primaria en la rehabilitación edilicia si se compara con nuevos edificios con funciones equivalentes.

El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento térmico de una vivienda de carácter patrimonial a través de mediciones *in situ*. Además, se pretenden valorar sus posibilidades de mejoras sin comprometer el carácter patrimonial que la define.

Caso de estudio

Ubicación geográfica: Maipú, Mendoza, Argentina

El caso de estudio -casona Villa Victoria- se localiza en el distrito de Coquimbito del departamento de Maipú, en el centro de la provincia de Mendoza. Esta provincia se ubica en el centro-oeste de Argentina y está atravesada por el “corredor bioceánico”, la franja internacional de intercambio económico Pacífico-Atlántico del Mercosur.

La casona se encuentra ubicada en una zona semirural (33° 00' de latitud sur y a 68° 45' de longitud oeste, y a 791 msnm), alejada de centros urbanos, aunque posee una buena accesibilidad ([ver figura 1](#)).

Maipú pertenece al AMM (Área Metropolitana de Mendoza) junto con Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Luján de Cuyo y Las Heras. A su vez es uno de los departamentos neurálgicos de producción vitivinícola. Junto con Luján concentran la mayor cantidad de bodegas de la provincia. Además, ocupa el segundo lugar en cuanto a crecimiento demográfico con una cantidad de 172.861 habitantes (INDEC, 2010), y el cuarto lugar en la aglomeración de Mendoza. El porcentaje de población urbana es del 64 %, mientras que la población rural es del 36 %.

En el departamento de Maipú conviven un amplio porcentaje de sitios patrimoniales o de carácter patrimonial. En el trabajo de Cirvini y Manzini ([2016](#)) se relevaron 1030 bienes en toda el AMM, de los cuales aproximadamente 170 pertenecen al departamento citado; lo cual representa un porcentaje del 16,5 % dentro de toda el área.

Sus características climáticas son similares a las de la ciudad capital: su clima corresponde a la clasificación *BWh*: (B) seco, (W) desértico, (h) cálido ([Köppen, 1936](#)). Posee grandes amplitudes térmicas entre el día y la noche (de 10 a 20 °C). Su temperatura máxima media para invierno es de 15,7 °C, mientras la mínima media es de 0,8 °C y la temperatura media ronda los 7,3 °C. En verano, la temperatura máxima media es de 32,3 °C, la mínima media de 17,4 °C y la temperatura media es de 24,9 °C. La humedad relativa para dicha estación es del 63 % y para invierno es del 49 %. La radiación global sobre superficie horizontal en invierno -julio- es de 10,2 MJ/m² y en verano -enero- de 26,1 MJ/m². Los vientos predominantes son del sudoeste y oeste y el característico de la provincia es el viento Zonda. Las precipitaciones anuales son de 200 mm aproximadamente.



Figura 1. Izquierda: fachada principal de Villa Victoria. Derecha: ubicación de la casona en la parcela
Elaboración propia de los autores

Características históricas y formales

Villa Victoria se construyó hacia 1910 como vivienda unifamiliar, luego cambió su uso para desarrollarse como *logde* hasta mediados de 2016; aunque continúa en muy buen estado de conservación. El nuevo uso adoptado para la casona, ha permitido renovarla y evitar su deterioro tras el paso de los años y, a su vez, las

intervenciones generadas en ella, brindaron la posibilidad de conservar sus características arquitectónicas originales y patrimoniales.

El predio donde está emplazada la casona posee casi dos hectáreas, con árboles centenarios de primera magnitud, pero sin la influencia directa de sombras arrojadas hacia el edificio. El diseño paisajístico de este parque es una particularidad de la corriente estilística de la época (ver figura 2).

Presenta un estilo característico de la arquitectura victoriana con reminiscencias del pintoresquismo inglés, especialmente en su fachada principal. Una particularidad de esta corriente es la asimetría general del conjunto y los fuertes contrastes volumétricos que aparecen y organizan tanto el espacio exterior como interior. Además, la galería, la torre octogonal, buhardillas y balaustradas refuerzan su estilo arquitectónico (ver figura 1 y 2).

Su planta es asimétrica: se expresa a través de una adición de figuras independientes que van conformando los distintos sectores de la casa. Si se realiza un corte de la vivienda, se observa que está compuesta por un subsuelo, una planta baja y una planta alta (ver esquema en figura 2).

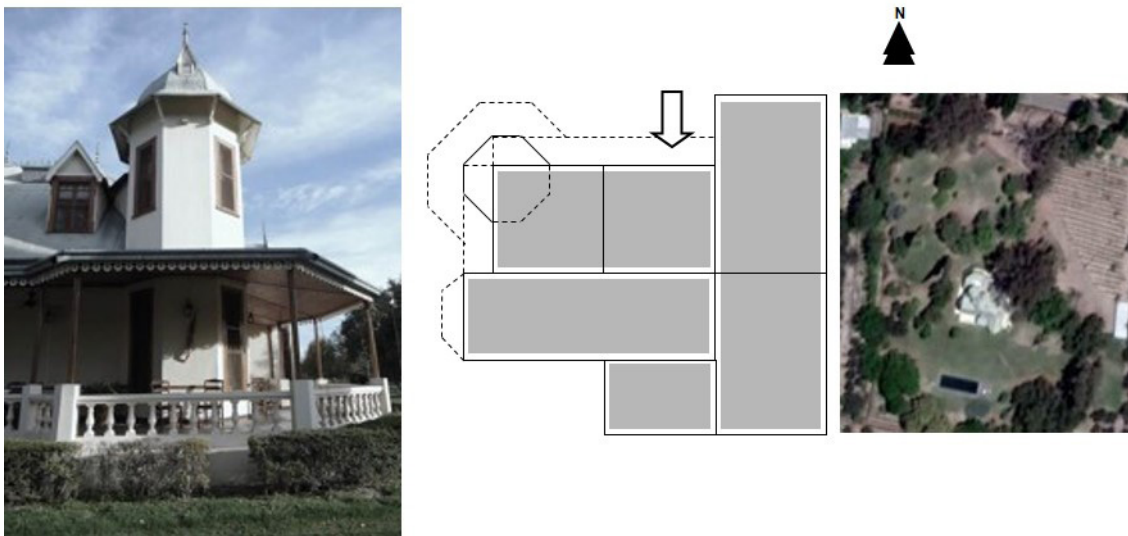


Figura 2. A la izquierda, torre octogonal. Al centro, esquema de planta. A la derecha planimetría

Tabla 1 y 2

| Variable | Valores | Unidad |
|--|---------|----------------|
| Área vidriada norte | 25.42 | m ² |
| Área vidriada sur | 8.96 | |
| Área vidriada este | 22.60 | |
| Área vidriada oeste | 24.61 | |
| Superficie total vidriada | 81.59 | |
| Superficie total opaca expuesta | 708.41 | |
| Superficie de piso | 500.00 | |
| Superficie envolvente expuesta total | 790.00 | |
| Volumen | 2100.00 | m ³ |
| Superficie vidriada / superficie de piso | 16.32 | % |
| Superficie vidriada / superficie opaca | 11.51 | |
| Factor Área Envolvente Piso (FAEP) | 2.63 | - |

| Tipo de elemento | Porcentajes | |
|------------------|-------------|-------|
| Transparentes | Ventanas | 10.33 |
| | Puertas | 0.76 |
| Opacos | Muros | 50.94 |
| | Techos | 37.97 |

Tabla 2: Porcentaje de los elementos.
Fuente: elaboración propia.

Cálculo de superficies y áreas
Elaboración propia

Características constructivas

El edificio presenta una tipología abierta ya que su FAEP (Factor Área Envoltante Piso) ([Esteves et al. 1997](#)) es 2,63 (una tipología compacta se representa con valores entre 1 y 2). Su envoltante exterior opaca representa un 89,7 % de la superficie expuesta total. La superficie vidriada representa un 10,3 % de la superficie opaca; mientras ocupa un 16,3 % en relación con la superficie de piso ([ver tablas 1 y 2](#)).

Los materiales de la vivienda poseen diferentes propiedades. Aquellos más representativos son: madera, vidrio, ladrillo y chapa. La madera se ha utilizado en pisos, aberturas, cielorrasos y postigones (solo en las aberturas hacia el norte y del lado de adentro). El vidrio se encuentra en las aberturas. El ladrillo representa a la envoltante másica y la chapa se ocupó para las cubiertas.

En las siguientes tablas (tabla 3 y 4) se presentan los valores de las propiedades de los materiales de la envoltante.

Tabla 3 y 4

| Propiedades | Material | | | Unidad | Propiedades | Material | | Unidad |
|------------------|----------|----------|--------|-------------------|-----------------------|-----------------------|------|--------------------|
| | Madera | Ladrillo | Chapa | | | Vidrio simple | | |
| Conductividad | 14 | 91 | 11000 | W/m K | Factor solar | - | 0.86 | - |
| Densidad | 600 | 1800 | 7100 | kg/m ³ | Transmitancia térmica | <i>Sin protección</i> | 5.80 | W/m ² K |
| Calor específico | 1210 | 835 | 400 | J/kg K | Transmitancia térmica | <i>Con protección</i> | 3.60 | W/m ² K |
| Espesor | 0.05 | 0.30 | 0.0025 | m | Espesor | 0.003 | | m |

Propiedades de los materiales opacos.
Propiedades de los materiales transparentes.
Elaboración propia



Metodología

Mediciones in situ

Las mediciones *in situ* permiten obtener datos y calificar el desempeño térmico del edificio para incorporar estrategias de diseño. Brinda información acerca de temperaturas del aire y de superficies y sobre humedad ambiental ([CITEC UBB, 2012](#)).

Los parámetros analizados fueron: temperatura del aire interior, temperatura del aire exterior y radiación solar sobre superficie horizontal.

Tabla 5

| Tipo de equipamiento | Nombre técnico | Tipo de medición | Especificaciones técnicas |
|--------------------------------|---|---|---|
| Microadquisidores | Marca: ONSET | Temperatura del aire interior | Rango de medición: -20 a 70 °C |
| | Modelo: Hobo U12 | Temperatura del aire exterior | Precisión: ± 0.35 °C de 0 a 50 °C |
| |  | | Resolución: 0,03 a 25 °C |
| Piranómetros termoelectrónicos | Marca: Kipp&Zonen | Radiación solar sobre superficie horizontal | Rango de medición: -40 °C hasta 150 °C |
| | Modelo: CMS | | Campo de visión: 180 ° |
| |  | | Sensibilidad: 4 - 10 µV / W/m ² |
| | | | Rango espectral: 300 hasta 2800 nm |
| | | | Irradiancia solar máxima: 4000 W/m ² |
| | | Tiempo de respuesta: <8 s | |

Características técnicas del equipamiento utilizado
Elaboración de los autores

Los datos de temperaturas interiores y exteriores se adquirieron a través de siete microadquisidores marca ONSET, modelo HOBO U12, con intervalo de registro cada 15 minutos. Se colocaron en dormitorios de planta alta y baja, en estar y comedor, también en la cocina, alejados de componentes másicos, a 2 m de altura y sin la presencia de usuarios. Para obtener datos de temperatura exterior se ubicó un sensor afuera de la vivienda sin la influencia de la radiación directa ([ver figura 3](#)).

Los datos de radiación solar sobre superficie horizontal se obtuvieron de una estación meteorológica ubicada en el Centro Científico Tecnológico (CC), CONICET; los cuales se midieron con un piranómetro termoelectrico durante el mismo período de análisis.

Los piranómetros termoelectricos están compuestos por una superficie horizontal ennegrecida que absorbe la radiación solar y aumenta su temperatura. Este aumento de la temperatura genera una respuesta en una termopila de Möll, con múltiples termopares conectados en serie o en paralelo. Dicha diferencia de temperaturas produce una tensión de salida que se convierte en unidades radiométricas ([Kipp & Zonen, 2020](#)).

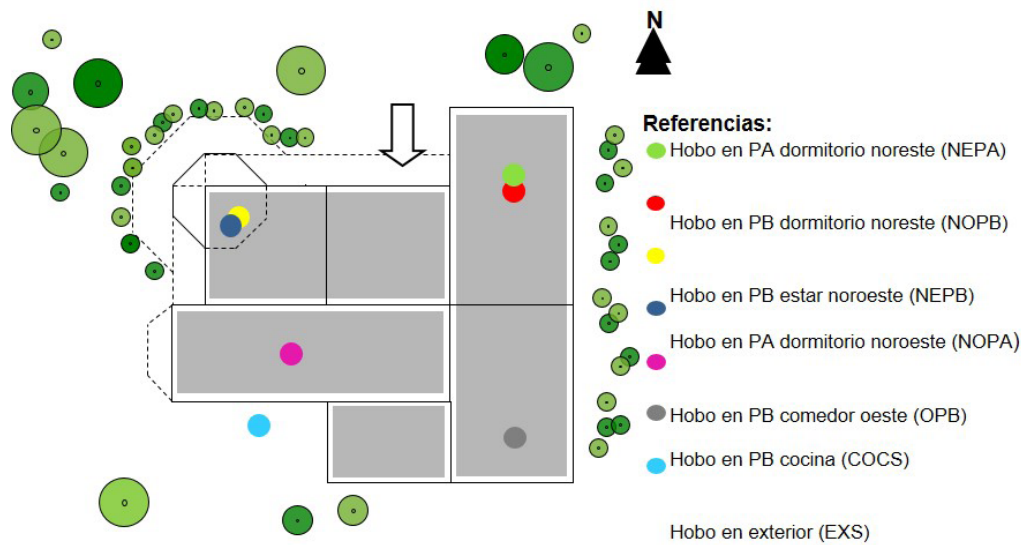


Figura 3. Esquema de ubicación de sensores en la planta baja y alta de la vivienda
Elaboración propia

Por cuestiones de uso edilicio y a los fines de este estudio, el período analizado fue en época invernal, ya que en este período se puede auditar el edificio sin la influencia directa del usuario.

El período de medición fue de 32 días: desde el 19 de julio al 20 de agosto del 2019. A los fines de este trabajo se recortó una semana representativa, desde el 23 al 29 de julio ([ver tabla 6](#)).

Tabla 6

| Mediciones | Fecha | | Cantidad días | Período estacionario | Situación del edificio |
|------------------------|-----------|-----------|---------------|----------------------|------------------------|
| | Inicio | Final | | | |
| Período total (1) | 19/7/2019 | 20/8/2019 | 32 | invierno | sin uso |
| Período de recorte (2) | 23/7/2019 | 29/7/2019 | 7 | invierno | sin uso |

Campaña de medición y período seleccionado para el estudio de caso
Elaboración de los autores

Cálculo de transmitancia térmica (U)

La transmitancia térmica (U) constituye la cantidad de calor que se transfiere de una superficie a otra, representado en tiempo, superficie y diferencia de temperatura. Para verificar la transmitancia térmica de los elementos opacos se utilizó el cálculo analítico de acuerdo a la ecuación 1 (1). Esto permite corroborar la

influencia de la envolvente a las temperaturas interiores. Para concretar dicho cálculo analítico se aplicó la fórmula para “Transmitancia térmica” de la norma “IRAM 11601: Aislamiento térmico de edificios. Método de cálculo”. Para calcular el U de un elemento constructivo de aire a aire, se emplea la ecuación inversa a la resistencia (R).

$$U = 1/R$$

$$R_t = R_{se} + S (e_1/l_1 + e_2/l_2 + e_n/l_n) + R_{si} \quad (1)$$

Donde:

U = transmitancia térmica (W/m² K)

R = resistencia (m² K/W)

R_t = resistencia térmica (m² K/W)

R_{se}* = resistencia superficial exterior (m² K/W)

e = espesor (m)

R_{si}* = resistencia superficial interior (m² K/W)

*Los datos de R_{se} y R_{si} se tomaron de tablas de las normas IRAM 11601 ya que varían según la zona climática en la que se encuentra emplazado el edificio.

A partir de los resultados obtenidos del cálculo de transmitancia térmica se evaluará la situación actual de la casona y, consecuentemente, se harán las propuestas de mejora para el edificio.

Resultados

En la figura 4 se refleja el comportamiento térmico del edificio del período analizado. Las temperaturas exteriores oscilan entre -1 °C y casi 15 °C, con una amplitud térmica de más de 15 °C -coincidente con el clima de Mendoza para invierno-. Las temperaturas interiores tienen un comportamiento diferente de acuerdo con el ambiente. Los ambientes de planta alta poseen temperaturas máximas similares a las exteriores con diferencias de temperatura (ΔT) entre los 7 y 8 °C. El resto de los ambientes mantiene oscilaciones térmicas diarias que no superan los 3 °C (ver tabla 7). Se puede observar que los ambientes de planta alta tienden a igualar las temperaturas máximas exteriores; no obstante, las mínimas son similares a las de la planta baja. En planta baja las temperaturas presentan mínimas oscilaciones térmicas.

La amplitud térmica en estos dos ambientes (NEPA y NOPA), que puede llegar a los 7 u 8 °C, se debe a la influencia de la proximidad con el material de la cubierta. La chapa no tiene aislación térmica y al mantener una alta conductividad térmica (11000 W/m K) influye notoriamente en estos ambientes. Por otro lado, el dormitorio que corresponde a NEPA -el de las temperaturas más altas-, tiene una ventana orientada hacia el norte (sin postigones) donde, aunque el alero protege del sol durante algunas horas, no es suficiente. Además, la ventana es de madera con un vidrio simple (3 mm de espesor) donde las pérdidas energéticas por radiación e infiltración son considerables. El ambiente interior NOPA tiene un comportamiento similar al analizado anteriormente, ya que la incidencia de la cubierta es similar, se diferencia por la orientación de su aventanamiento. Estos están ubicados hacia el noreste y noroeste, pero además poseen postigones en su lado interior, los cuales se encontraban cerrados durante toda la medición.

Tabla 7

| | | <i>T_{mín}</i> | <i>T_{máx}</i> | <i>ΔT</i> |
|-----------------|------|------------------------|------------------------|-----------|
| <i>Exterior</i> | EXS | -0.99 | 14.63 | 15.61 |
| <i>Interior</i> | NEPA | 5.36 | 13.93 | 8.57 |
| | NOPA | 5.10 | 12.92 | 7.82 |
| | COCS | 5.80 | 8.57 | 2.77 |
| | NOPB | 7.14 | 9.81 | 2.66 |
| | OPB | 6.10 | 8.74 | 2.64 |
| | NEPB | 7.17 | 9.49 | 2.32 |

Temperaturas mínimas, máximas y diferencias térmicas por zona

Elaboración propia

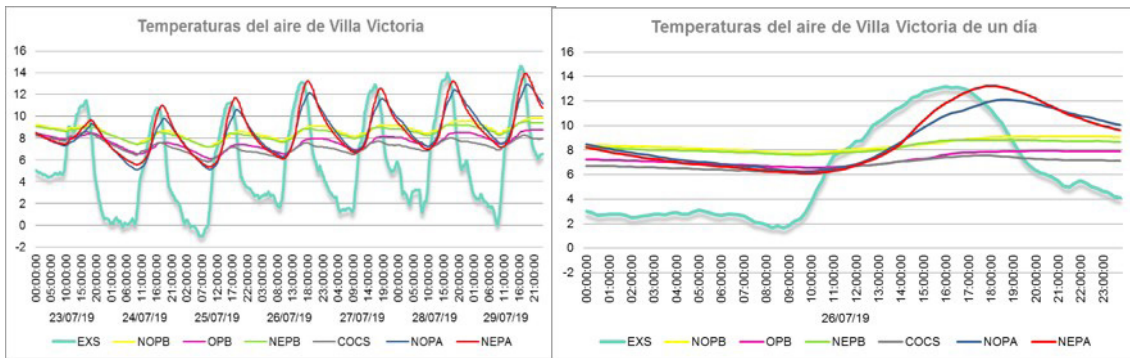


Figura 4 y 5. Variación de temperaturas de una semana
Variación de temperaturas de un día
Elaboración propia

En los ambientes interiores de planta baja el comportamiento es diferente. La amplitud térmica interior de los ambientes NOPB, OPB, NEPB y COCS es inferior a los 3 °C. Este aspecto evidencia el buen desempeño de la envolvente como consecuencia de la inercia térmica de este tipo de construcciones. La acumulación en los muros de 0,30 m y las ventanas cerradas permanentemente con postigones conllevan a que las ganancias solares sean solo indirectas.

En la figura 5 se muestra un día tipo del período seleccionado. Se puede observar la influencia de la masa térmica sobre las temperaturas interiores. En planta baja las temperaturas están casi sin oscilación entre el día y la noche. En planta alta se observa el desplazamiento de las temperaturas máximas interiores en relación con las exteriores. En el exterior la temperatura máxima se produce a las 16 hs, mientras que en el edificio sucede a las 18 hs, 2 hs después que en el exterior.

Los resultados del cálculo analítico de transmitancia térmica de los muros de la casona, aplicados con la fórmula de la norma IRAM 11601, son los siguientes:

Tabla 8

| Composición | Espesor (e) | Conductividad térmica (I) | Resistencia térmica (Rt) | Transmitancia térmica (U) |
|--|-------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Resistencia superficial interior (Rsi) | - | - | 0.13 | - |
| Revoque interior | 0.025 | 1.16 | 0.022 | - |
| Ladrillo común | 0.25 | 0.72 | 0.347 | - |
| Revoque exterior | 0.025 | 1.16 | 0.022 | - |
| Resistencia superficial exterior (Rse) | - | - | 0.04 | - |
| Total | | | 0.56 | 1.78 |

Valores de transmitancia y resistencia térmica calculados con norma IRAM para muro de 0,30 m.
Elaboración de los autores

Tabla 9

| Composición | Espesor (e) | Conductividad térmica (I) | Resistencia térmica (Rt) | Transmitancia térmica (U) |
|--|-------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Resistencia superficial interior (Rsi) | - | - | 0.13 | - |
| Revoque interior | 0.025 | 1.16 | 0.022 | - |
| Ladrillo común | 0.12 | 0.72 | 0.167 | - |
| Revoque exterior | 0.025 | 1.16 | 0.022 | - |
| Resistencia superficial exterior (Rse) | - | - | 0.04 | - |
| Total | | | 0.38 | 2.63 |

Valores de transmitancia y resistencia térmica calculados con norma IRAM para muro de 0,20 m.
Elaboración propia

Para el caso de los muros existentes, con un espesor de 0,30 m, el valor de $U = 1,78 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ([ver tabla 8](#)); a diferencia del valor de un muro estándar de 0,20 m de espesor en el cual $U = 2,63 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ([ver tabla 9](#)). Se puede inferir entonces que, si comparamos la envolvente de Villa Victoria con la de una vivienda contemporánea propia de Mendoza, dicha envolvente tiene baja transmitancia térmica lo cual beneficia su inercia térmica. Debido a que dicha envolvente posee escasa transmitancia, puede reflejarse también en términos de ahorro energético; ya que el edificio necesita un consumo menor para calefacción. A su vez, esta propiedad de la vivienda favorece a que pueda adaptarse mejor al nuevo uso: *lodge*, lo cual potencia su resiliencia pasiva.

Discusión

Una de las principales fortalezas de la vivienda es su capacidad de inercia térmica por sus características constructivas. La incorporación de estrategias de conservación de energía de bajo costo y alto impacto energético, podrían potenciar dicha capacidad. No obstante este caso presenta deficiencias técnicas/constructivas en las carpinterías y en las cubiertas, producto de la época en que fue construida y de su mantenimiento.

La carpintería de la casona representa el 11 % de la envolvente, y al ser de madera, posee infiltraciones que se producen por la falta de hermeticidad del material. Una de las soluciones podría ser la colocación de dobles burletes, una solución económica y de alto impacto energético y atenúan o imposibilitan el ingreso de aire del exterior. Se recomienda utilizar un burlete de silicona perfil "omega", color marrón, de 9 mm de espesor, y colocarlo por el lado interior. Otra opción efectiva para reducir las pérdidas de calor, sería reemplazar la carpintería de madera de vidrio simple por una de aluminio con Doble Vidriado Hermético (DVH) y Ruptura de Puente Térmico (RPT), con un espesor del DVH de 20 a 24 mm, color símil madera.

La cubierta de chapa -con una baja resistencia térmica por su materialidad- representa casi un 38 % de la envolvente expuesta total. Para disminuir las pérdidas por conducción a través de dicha cubierta se recomienda colocar un aislante térmico. Por lo tanto, se recomienda colocar espuma de poliuretano en el interior de la cubierta y cubrir con cielorraso. Se propone que la espuma tenga un espesor de 0,05 a 0,075 m, 45 kg/m³ de densidad mínima y sea aplicada mediante proyección mecánica.

Si se coloca el aislamiento en forma adecuada, disminuirían las pérdidas actuales y se aprovecharían los beneficios de la ganancia solar directa. Es importante considerar que esta propuesta no debe interferir en el carácter patrimonial de los edificios.

Conclusiones

Este trabajo permitió -a través de mediciones *in situ*- evaluar el comportamiento térmico de una vivienda de carácter patrimonial y valorar sus posibilidades de mejorar su comportamiento térmico sin perjudicar su condición patrimonial.

Cabe destacar la importancia histórica de esta casona como un hito cultural que le otorga a su departamento y a la provincia una identidad propia y un sentido de pertenencia por la época en la que se construyó, por sus características tipológicas y de su entorno paisajístico; y por su privilegiada ubicación geográfica.

Villa Victoria presenta fortalezas constructivas, propias de las características históricas, formales, técnicas y funcionales que benefician su comportamiento térmico y, por lo tanto, contribuyen a reducir la contaminación por CO₂.

Como se observó en el período analizado, las temperaturas interiores permanecen con poca oscilación entre el día y la noche, producto de la masa térmica de la envolvente. No obstante, son temperaturas bajas que se alejan de la zona de confort para el período en estudio (invierno).

Es importante también destacar el desplazamiento de las temperaturas máximas entre el interior y el exterior que -como se explicó en los resultados-, es de 2 hs. Este comportamiento es típico de construcciones másicas con las características del edificio analizado. Las propiedades de su envolvente favorecen el buen desempeño térmico gracias a que el porcentaje de elementos opacos que la contienen es representativamente mayor en relación con los elementos transparentes. En concordancia con esto, aquellos materiales con menor transmitancia y conductividad térmica son predominantes en la vivienda. Sin embargo, su cubierta de chapa (38 %) y las infiltraciones de la carpintería de madera y los vidrios simples (11 %) representan pérdidas que perjudican la conservación energética. Para ello, se recomienda colocar un aislamiento adecuado como espuma de poliuretano para la cubierta. En el caso de las aberturas, se sugiere incorporar burletes como una solución rápida y económica o sustituir las carpinterías de vidrio simple por unas de Doble Vidriado Hermético (DVH).

En próximos trabajos se pretende evaluar la estación estival a los fines de comparar ambos resultados y valorar las propuestas a través de la simulación térmica.

La rehabilitación de Villa Victoria a través de la conservación de su arquitectura original, pero incorporando estrategias de acondicionamiento pasivo con tecnologías actuales; prolongaría la vida útil de la casona, reduciría los impactos de una obra nueva y llevaría a que se mantenga en el tiempo para las futuras generaciones.

Pensar en una refuncionalización que se adapte a nuevas transformaciones funcionales (cambio de uso), que sea flexible en cuanto a la incorporación de tecnologías (estrategias bioclimáticas) y que conserve su lenguaje arquitectónico (características patrimoniales) prolongaría su vida útil. Esto habilitaría un camino hacia la resiliencia con una tendencia de adaptación al cambio climático.

Referencias

- Azari, R. & Abbasabadi, N. (2018). "Embodied energy of buildings: A review of data, methods, challenges, and research trends", *Energy and Buildings*, 168, 225-235. Doi: <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.03.003>
- Bullen, P. & Love, P. (2010). "The rhetoric of adaptive reuse or reality of demolition: views from the field", *Cities Journal*, 27 (4), 215-224
- Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción, Universidad del Bío Bío, Citec UBB (2012). *Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos*. Santiago de Chile: Sociedad Impresora R&R Ltda.
- Cirvini, S. y Manzini, L. (2016). "Diagnóstico y evaluación de las viviendas en el patrimonio arquitectónico de Mendoza, Argentina", *Apuntes*, 29(1), 44-59. Doi: <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.apc29-1.devp>
- Esteves, A., Gelardi, D. y Oliva, A. (1997) *The Shape in the Bioclimatic Architecture: The FAEP Factor*. En: *II International Conference of Teachers of Architecture*. Florencia: Università Degli Studi Di Firenze.
- Evans, Julián (2010). *Sustentabilidad en arquitectura 1. Compilación de antecedentes de buenas prácticas ambientales para las obras de arquitectura, junto a indicadores de sustentabilidad y eficiencia energética*. Argentina: Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo (CPAU)
- Flores Larsen, S., Filippín, C., Barea, G. (2019). "Impact of climate change on energy use and bioclimatic design of residential buildings in the 21st century in Argentina", *Energy and Building*, 184, 216-229. Doi: <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.12.015>
- Ganem, C. (2006). *Rehabilitación ambiental de la envolvente de viviendas. El caso de Mendoza*. Tesis Doctoral. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2002). "Norma 11.601: Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario". Tercera edición 2002-10-10
- International Energy Agency (2019). "Buildings. A source of enormous untapped efficiency potential" [20 de agosto de 2019]. Disponible en: <https://www.iea.org/topics/buildings>
- Kipp & Zonen (s.f.). "Piranómetros" [20 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.kippzonen.es/Product-Group/86/Piranometros>
- Köppen, W. (1936). *Das geographische System der Klimate*. Berlin, Germany: Gebrüder Borntraeger.
- Van Bueren, E. & De Jong, J. (2007) "Establishing sustainability: policy successes and failures", *Building Research and Information Journal*, 35 (5), 543-556. Doi: <https://doi.org/10.1080/09613210701203874>