

## **Modelos de Simulación de Viviendas Sociales de Construcción Liviana en Clima Árido Continental. Validación Termo-Energética y Optimización de la Envoltura por Medio de la Inclusión de Masa Térmica.**

Julieta Balter<sup>1</sup>, María Victoria Mercado<sup>1,2</sup>, María Laura Iezzi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (INAHE). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Av. Ruiz Leal s/n, Parque Gral. San Martín, Mendoza, Argentina

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina  
jbalter@mendoza-conicet.gob.ar

**Resumen.** El estudio plantea la necesidad de analizar el grado de eficiencia energética de los sistemas de construcción liviana en clima árido continental, en función de garantizar confort térmico interior. El objetivo del trabajo consta en validar modelos de simulación dinámica de viviendas y simular mejoras mediante la optimización de la envolvente a partir de incluir materiales con inercia térmica en diferente proporción. Se toman como casos de estudio seis viviendas sociales, construidas por el Instituto Provincial de la Vivienda (IPV) de Mendoza, desarrolladas mediante tres de los sistemas livianos industrializados más utilizados en la provincia. La metodología parte del monitoreo del comportamiento térmico interior y de la validación de modelos dinámicos con el software EnergyPlus. La optimización de la envolvente vertical se realiza mediante la incorporación de distintas proporciones de materiales con inercia térmica y aislación. Además, se contrastan los resultados con una simulación del modelo computacional de las viviendas con la totalidad de envolvente másica de tipo tradicional para Mendoza (ladrillo macizo). Los resultados muestran un desempeño más eficiente en el caso de mayor masa en su envolvente. Las conclusiones indican, la importancia de considerar materialidades con inercia térmica y aislación en los elementos de cerramiento. En función de tender a la eficiencia energética de las nuevas viviendas construidas en Mendoza, se sugiere un porcentaje de masa térmica en la envolvente del orden del 50% como el adecuado para construcciones en climas áridos continentales.

**Palabras clave:** Simulación Dinámica de Edificios, Inercia Térmica, Sistemas de Envoltura Liviana

## **Simulation models of lightweight social housing in arid continental climate. Thermo-energetic validation and optimisation of the envelope through the inclusion of thermal mass.**

**Abstract.** The study highlights the need to assess the energy efficiency of lightweight construction systems in continental arid climates, with a focus on ensuring indoor thermal comfort. The main objective is to validate dynamic simulation models of dwellings and to simulate potential improvements through the optimisation of the building envelope by incorporating materials with thermal inertia in varying proportions. Six social housing units built by the Provincial Housing Institute (IPV) of Mendoza were selected as case studies. These were developed using three of the most commonly employed industrialised lightweight systems in the province. The methodology involves monitoring the indoor thermal performance of the dwellings and validating dynamic models using EnergyPlus software. The optimisation of the vertical envelope is carried out by integrating different proportions of materials with thermal mass and insulation. Additionally, the outcomes are compared with a simulation model in which the entire envelope is composed of massive walls using traditional materials commonly employed in Mendoza (solid brick). The results indicate a more efficient thermal performance in scenarios where the envelope has greater mass. The findings underscore the relevance of incorporating materials with both thermal inertia and insulation capacity in building enclosures. In order to improve the energy efficiency of newly constructed housing in Mendoza, a thermal mass share of approximately 50% in the envelope is recommended as appropriate for buildings in continental arid climates.

**Keywords:** Dynamic Building Simulation, Thermal Inertia, Lightweight Envelope Systems.

### **1 Introducción**

El problema general del estudio se inscribe en el contexto energético nacional, donde la disminución de reservas y el creciente consumo doméstico de electricidad y combustibles han llevado al sistema al límite de su capacidad instalada. Respecto al sector residencial, resulta particularmente ineficiente: según la Secretaría de Energía (2022), su demanda de electricidad pasó de 50,4 GWh en 2013 a 63,1 GWh en 2022, representando el 45,5% del consumo total. Estudios realizados revelan que los requerimientos energéticos de dicho sector para refrigeración, corresponden al rubro de mayor importancia de energía demandada en verano (Evans, J. M. y De Schiller, S.; 2001).

En cuanto a la región en análisis, Mendoza, Argentina, cuenta con un clima árido continental, con alta radiación solar y fuertes variaciones térmicas diarias (10-20°C) y estacionales. En este contexto, las construcciones con mayor proporción de materiales con inercia térmica resultan más eficientes debido a su

comportamiento como reguladores en relación a la disminución de las variaciones en las temperaturas diarias internas. Estos aspectos deben tener en cuenta los recursos pasivos de la arquitectura bioclimática, en donde la estrategia y el buen uso de la masa térmica está asociado al uso de la energía solar pasiva (Balcomb, 1982). No obstante, a nivel nacional y regional, se observa un creciente uso de sistemas livianos conformados por tecnologías prefabricadas de construcción en seco, o por sistemas construidos *in situ* con técnicas mixtas (húmedas y secas). Esta tendencia, considerando el clima local, podría incrementar el consumo residencial para calefacción y refrigeración, dando como resultado un parque edilicio muy poco eficiente desde el punto de vista ambiental y energético.

Respecto a los antecedentes del tema en estudio, diversas investigaciones han abordado la simulación y optimización termo-energética de viviendas en climas áridos, resaltando la importancia de la masa en la envolvente edilicia. A nivel nacional, en el trabajo de Flores Larsen et al. (2008) se analiza el comportamiento térmico de viviendas sociales en el norte de Argentina mediante simulaciones transitorias identificando mejoras significativas al incrementar la inercia térmica en la envolvente: mediante el uso de muros macizos el calor almacenado durante el día provoca que la temperatura interior sea inferior a la exterior, así como una importante reducción de la amplitud térmica diaria. Asimismo, el estudio advierte la necesidad de incluir aislamiento térmico en la cubierta, siendo fundamental la ventilación nocturna para enfriar la masa acumuladora. Por otro lado, Filippín et al. (2008) examinaron una vivienda convencional en Santa Rosa, La Pampa, a partir de monitorear el desempeño térmico y analizar su mejoramiento energético mediante simulación. La validación del modelo computacional se realizó con el programa SIMEDIF y mostró una desviación media inferior a 0,5°C. La optimización de la envolvente permitió ahorros energéticos del 66% y el 52% para invierno y verano, respectivamente. A nivel internacional, Meir y Roaf (2002) evaluaron el impacto de la masa térmica en viviendas de climas cálidos y secos, concluyendo que una adecuada utilización de materiales con alta capacidad térmica puede mitigar las oscilaciones térmicas diarias y mejorar la eficiencia energética. Estos estudios subrayan la relevancia de integrar masa térmica en construcciones livianas para optimizar el desempeño termo-energético en clima árido.

Por los motivos expuestos, el presente trabajo plantea la necesidad de analizar el grado de eficiencia energética de los sistemas de construcción liviana más utilizados en Mendoza en función de garantizar confort térmico interior en el clima local. El objetivo consta en validar modelos de simulación dinámica de viviendas y simular mejoras mediante la optimización de la envolvente a partir de incluir materiales con inercia térmica en diferente proporción. Se busca determinar porcentajes de masa en la envolvente que resulten adecuados para construcciones en climas áridos continentales.

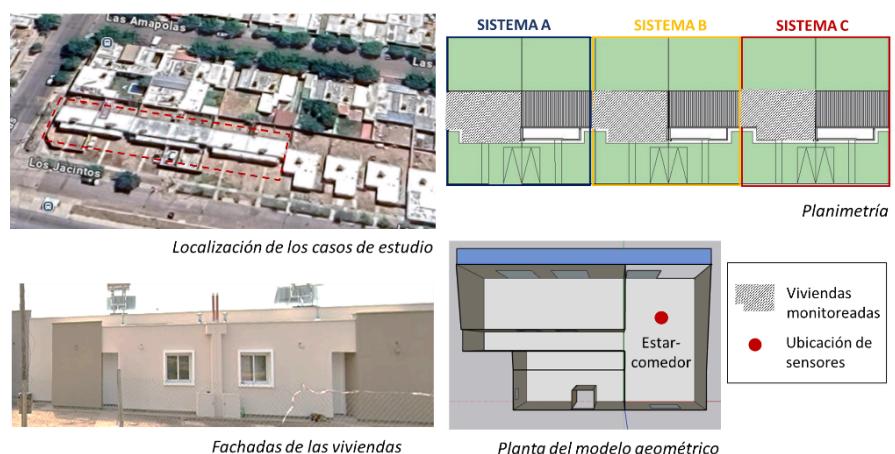
## 2 Metodología

### 2.1 Casos de estudio

En el marco de un plan del Laboratorio de Vivienda del Instituto Provincial de la Vivienda (IPV) Mendoza denominado “Prototipo Solar”, se desarrollaron seis viviendas ubicadas en el Barrio Rucaliu, Guaymallén, Mendoza. El programa buscaba medir los tiempos de construcción de tres de los sistemas livianos industrializados más utilizados en la provincia, para luego volcar los resultados en las obras que ejecuta el IPV, optimizando recursos. Las viviendas se construyeron con la repetición en forma espejo (Figura 1). Constan de una cocina integrada al estar-comedor, dos dormitorios y baño, con una superficie útil de 68.30 m<sup>2</sup> y una superficie aleros de 3.80 m<sup>2</sup>, resultando en un total de 72.10 m<sup>2</sup>. Presenta una forma prismática de 9.95 metros en el eje Este - Oeste x 6.70 metros en el eje Norte – Sur, con muros colindantes entre sí a causa de la repetición espejada de las seis viviendas, en una sola planta y con techos planos. La altura interior de toda la vivienda, nivel de piso terminado a cielo raso es de 2.60 m. Su ubicación en el terreno es en el medio transversal, ocupando todo su ancho, dejando un retiro de 7.70 m hacia el norte y de 4.20 m hacia el sur (fachada principal). Esta ubicación posibilita que el estar y los dormitorios estén orientados hacia el Norte y hacia el mayor espacio abierto del terreno. La cocina y baños tienen ventanas hacia el Sur.

En cuanto a la materialidad, las viviendas presentan elementos iguales en los cimientos, pisos y aberturas: las fundaciones están compuestas por una platea de hormigón armado de 0.12 m, aislación de poliestireno expandido de 0.02 m y pisos de cerámica color claro. Las carpinterías de las ventanas son de aluminio y doble vidriado hermético (3+9+6). Los cerramientos opacos, paredes y techos, se resolvieron de acuerdo con cada sistema constructivo liviano, conformados por los siguientes elementos:

- Sistema A (empresa New Panel): panel estructural aislante compuesto por núcleo de material aislante térmico (poliestireno expandido) revestido en placas de madera aglomerada (OSB).
- Sistema B (empresa Cassaforma): estructura metálica de malla de acero electrosoldada, paneles de poliestireno expandido y mortero proyectado en ambas caras.
- Sistema C (sistema Steel Framing): estructura de perfiles de acero galvanizado de bajo espesor, cada 40-60cm, con cerramiento de placas de livianas.



**Figura 1.** Localización e imágenes de las viviendas en análisis

## 2.2 Monitoreo y simulación térmica

Las auditorías in situ se realizaron simultáneamente en tres viviendas, en un período de más de 30 días en primavera-verano: del 24 de noviembre de 2023 al 4 de enero de 2024. De este período se utilizaron cinco días corridos para el análisis de datos y ajuste de la simulación siendo: 8, 9, 10, 11 y 12 de diciembre, por tratarse de días de radiación solar típica y homogénea. Se monitoreó una vivienda por sistema constructivo, específicamente las ubicadas al Oeste de su par espejada (ver planimetría en Figura 1). Se utilizaron micro-adquisidores de datos HOBO U12 de temperatura y humedad relativa y se fijaron intervalos de registro cada 15 minutos sincrónicos en todos los instrumentos. Se instaló un micro-adquisidor para cada una de viviendas ubicados en el estar-comedor, espacio de mayor uso diurno (ver Figura 1) y uno en el exterior (patio) protegido de la radiación solar. Los mismos se ubicaron a una altura media de 2 metros a una distancia suficiente de la masa de las paredes a los efectos de evitar distorsiones en los datos (Oke, 2004).

Las mediciones efectuadas (autores, 2024) fueron utilizadas para validar modelos de simulación dinámica mediante el programa Energy Plus -versión 9-5-0 (2024), como motor de cálculo, con OpenStudio Application -versión 1.7-, y SketchUp -versión 2021-, como herramienta de modelado geométrico. Este complemento permite definir los volúmenes y envolvente del edificios, mientras que OpenStudio proporciona una interfaz gráfica para asignar propiedades térmicas a los elementos del edificio, definir sistemas HVAC, cargas internas, horarios de operación, condiciones climáticas, entre otras variables. En cuanto a la simulación, OpenStudio genera un archivo IDF (datos de entrada) que es interpretado por EnergyPlus, el cual realiza los cálculos termoenergéticos basados en métodos avanzados de simulación dinámica. El software resuelve ecuaciones de transferencia de calor, comportamiento de los sistemas HVAC y consumo energético, considerando variables meteorológicas horarias.

En cuanto a los días seleccionados para el ajuste del modelo, se trabajó con un período de 5 días de primavera (del 8 al 12 de diciembre) a los efectos de evitar un uso intenso de medios mecánicos de enfriamiento.

Para la simulación térmica de los espacios se consideraron los siguientes aspectos:

- Dada la importancia de seleccionar una adecuada división de zonas térmicas, la vivienda se separó en 4 zonas. A tal fin se tuvieron en cuenta los espacios principales: estar-comedor, habitaciones, circulación y zona de servicios.

- Las superficies de sombras (BuildingShading) se ingresaron para los elementos de protección solar (proyección del techo haciendo de alero).

- Se validaron los tres modelos de acuerdo a cada uno de los sistemas de envolvente liviana en estudio. Los datos de entrada requeridos por el software para la determinación de la materialidad de la envolvente son: el espesor (m), la conductividad térmica ( $W/m\ ^\circ C$ ), el calor específico ( $J/kg\ ^\circ C$ ), la densidad ( $Kg/m^3$ ) y el tipo de rugosidad. En las Tablas 1 y 2 se presentan los valores ingresados de muros exteriores y techos, respectivamente, para los modelos validados.

**Tabla 1.** Datos de entrada para la envolvente en muros exteriores

Capas en muros (de afuera hacia adentro)	Espesor [m]	Conductividad [W/m $^\circ C$ ]	Densidad [Kg/m $^3$ ]	Calor Específico [J/Kg $^\circ C$ ]
Placas de fibrocemento	0.01	0.026	1400	830
Placa OSB	0.042	0.11	680	1630
Poliestireno expandido	0.05	0.04	265	836.8
Placa OSB	0.042	0.11	680	1630
Placa de roca de yeso (latex beige claro)	0.013	0.37	800	1090
Revoque hormigón	0.025	0.92	1950	800
Poliestireno expandido	0.08	0.04	265	836.8
Revoque hormigón interior	0.025	0.92	1950	800
Yeso aplicado (pintura latex beige claro)	0.01	0.49	1000	837
Revoque texturado plástico	0.025	0.6	1800	1465.38
Poliestireno expandido (EPS)	0.05	0.04	265	836.8
Placa OSB	0.042	0.011	608	1630
Lana de vidrio con aluminio	0.05	0.42	12	-
Placa de roca de yeso (pintura latex beige claro)	0.012	0.37	800	1090

**Tabla 2.** Datos de entrada para la envolvente en techos

Capas en techos (de afuera hacia adentro)	Espesor [m]	Conductividad [W/m $^\circ C$ ]	Densidad [Kg/m $^3$ ]	Calor Específico [J/Kg $^\circ C$ ]

<b>SISTEMA A</b>				
Chapa sinusoidal	0.0005	58	7824	500
Placa OSB	0.042	0.011	608	1630
Poliestireno expandido	0.05	0.04	265	836.8
Placa OSB	0.042	0.011	608	1630
Placa de roca de yeso (latex beige claro)	0.013	0.37	800	1090
<b>SISTEMA B</b>				
Membrana asfáltica con aluminio flexible	0.0095	0.16	1121.29	1460
Capa de compresión	0.05	0.011	608	1630
Poliestireno expandido (EPS)	0.12	0.04	265	836.8
Revoque hormigón	0.025	0.92	1950	800
Yeso aplicado (pintura latex beige claro)	0.01	0.49	1000	837
<b>SISTEMA C</b>				
Chapa trapezoidal	0.0005	58	7824	500
Lana de vidrio con aluminio	0.05	0.42	12	-
Placa de roca de yeso (pintura latex beige claro)	0.012	0.37	800	1090

Para el estudio de optimización se trabajó sobre la envolvente vertical opaca expuesta, ensayando distintas proporciones de inercia térmica mediante muros de ladrillo macizo con aislación térmica (poliestireno expandido de 0.5 m de espesor): del 10%, 30%, 50%, 70% y 90%. Asimismo, se simuló una vivienda con el 100 % de su envolvente maciza. En la Tabla 3 se presentan los valores de superficie ( $m^2$ ) correspondiente a cada porcentaje de análisis por orientación de fachada expuesta.

**Tabla 3.** Superficie de masa incorporada por fachada expuesta

Porcentaje (%)	Total ( $m^2$ )	Norte ( $m^2$ )	Sur ( $m^2$ )
10%	4.74	4.74	-
30%	14.21	14.21	-
50%	23.68	18.00	5.68
70%	33.15	18.00	15.15
90%	42.62	18.00	24.62

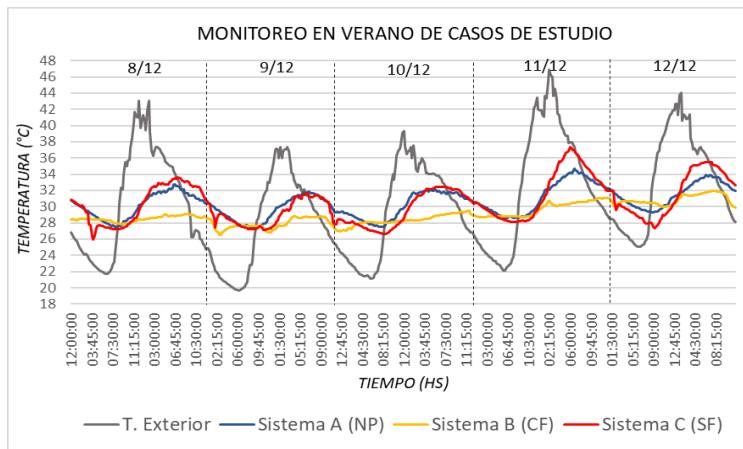
### 3 Resultados

#### 3.1 Monitoreo térmico de los casos de estudio

En la Figura 1 se presentan las mediciones de los casos base de estudio, cuyo análisis puede sintetizarse en los siguientes aspectos:

En primer lugar, se observa en términos generales, un sobrecalentamiento de los espacios interiores: las temperaturas de las 3 viviendas sobrepasan el rango de confort sugerido por Givoni (1998), de hasta 28 °C. En cuanto al comportamiento de cada caso particular, el sistema A, cuenta con valores absolutos entre 34.6 °C y 27.4 °C, y un  $\Delta T$  promedio diario 5°C. En el sistema B, el rango de temperaturas interiores es el más estable de los tres casos, con valores máximos de 31.9 °C y mínimas de 26.5 °C, y un  $\Delta T$  promedio diario 2°C. Por último, el sistema C, es el que presenta temperaturas más extremas y mayor amplitud térmica diaria, con valores absolutos registrados entre 37.4 °C y 26 °C ( $\Delta T$  promedio diario 11.4 °C).

En segundo lugar, comparando los 3 sistemas en estudio, se puede ver que la vivienda con el sistema B (paneles aislantes con mortero proyectado), con mayor superficie cúbica de masa en la envolvente, fue la que se mantuvo con temperaturas más estables y menor amplitud térmica interior. Mientras que la vivienda con el sistema C (Steel Framing) fue la que presentó la mayor amplitud térmica. Estos resultados advierten la incidencia positiva de la inercia térmica en el carácter mayormente conservativo de los espacios interiores.

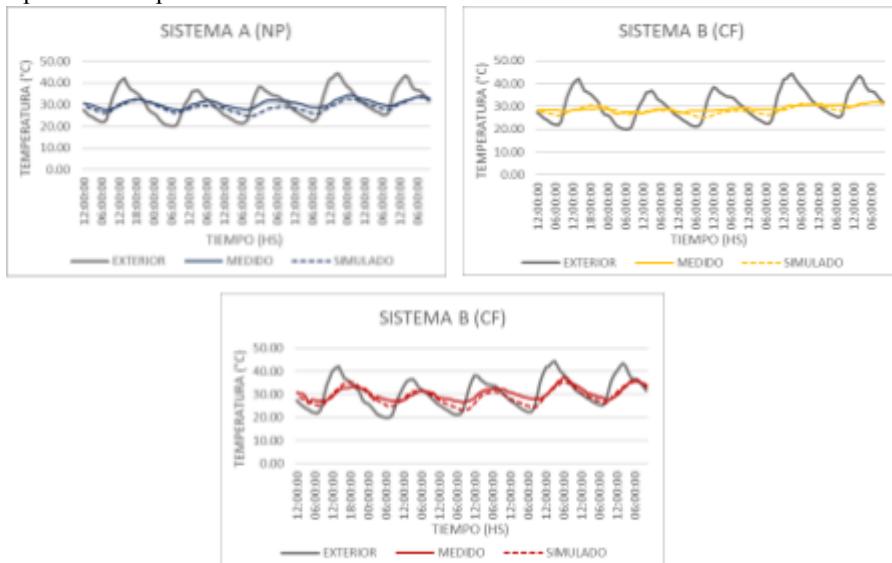


**Figura 2.** Comportamiento térmico interior de los tres sistemas de envolvente liviana

#### 3.2 Ajuste y validación del modelo computacional

En la Figura 3 se presentan las curvas del ajuste realizado en el espacio en estudio (estar-comedor), para el período seleccionado (del 8 al 12 de diciembre).

Los resultados muestran correspondencia entre los datos medidos y los simulados para cada sistema en estudio. Los índices de concordancia indican una buena precisión de los modelos simulados: de 0.80, 0.79 y 0.91 para los sistemas A, B y C, respectivamente. También son aceptables las bajas magnitudes de RMSE (raíz del error cuadrático medio) -de 1.92, 1.31 y 1.82-, lo que sugiere que estos escenarios base son adecuados para ensayar estrategias de optimización por medio de masa térmica.



**Figura 3.** Relación entre las temperaturas interiores medidas y las simuladas con EnergyPlus

### 3.3 Optimización de la envolvente por medio de masa térmica

Se presentan los resultados de la simulación a partir de incorporar masa térmica en la envolvente vertical expuesta. La misma fue materializada mediante ladrillo macizo, revoque en ambas caras y aislación térmica de 0.05m de espesor hacia el exterior, es decir, que se sustituyó la proporción analizada de la envolvente por el material con inercia. Los resultados muestran distintos comportamientos de acuerdo a cada sistema. En la Tabla 4 se pueden ver las reducciones medias de temperatura interior para cada sistema en estudio.

**Tabla 4.** Diferencias térmicas medias (°C) de cada sistema respecto al caso base

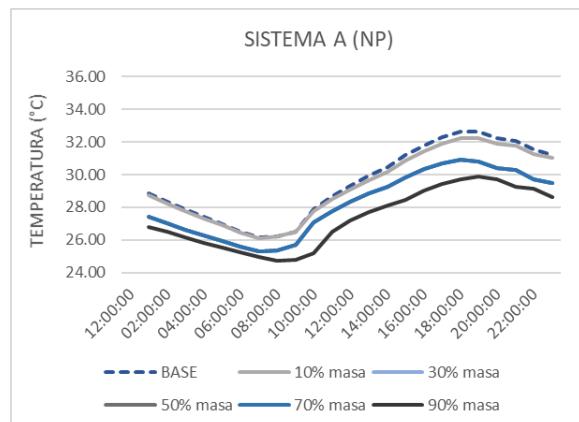
% masa	10%	30%	50%	70%	90%
Sistema A	0.20 °C	1.29 °C	1.29 °C	1.29 °C	2.19 °C
Sistema B	0.05 °C	0.79 °C	0.79 °C	0.89 °C	1.31 °C
Sistema C	0.87 °C	1.48 °C	1.48 °C	1.39 °C	2.26 °C

En el caso del sistema A (NewPanel) se puede ver en la Figura 4 que las mejoras con el incremento del 10% de masa resultan mínimas, con una disminución de

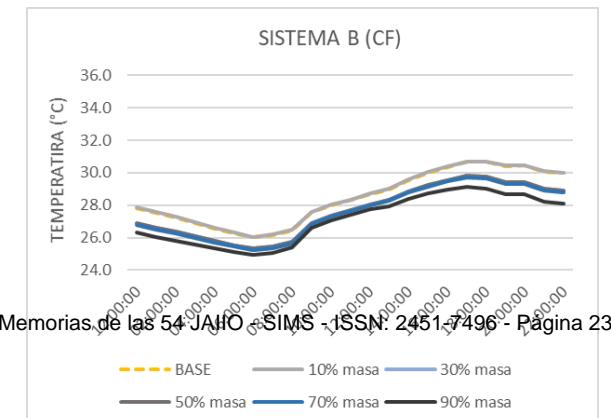
temperatura media interior de 0.2 °C. Sin embargo, en los rangos del 30 al 70% las reducciones de temperatura son más consistentes, del orden de 1.3 °C; mientras que con un 90% de incorporación de masa, esta disminución es del orden de los 2.2 °C.

Para el caso del sistema B (Casaforma) en la Figura 5 se presentan las disminuciones térmicas resultantes de la incorporación de masa. Se puede observar que con un 10% de masa la reducción de temperatura interior resulta despreciable (diferencias del orden de 0.05 °C). No obstante, en los rangos del 30 y del 50% las reducciones de temperatura son del orden de 0.8 °C; con un 70% la disminución es del orden de 0.9 °C, mientras que con el 90% de incremento la reducción térmica interior resulta del orden de 1.30 °C.

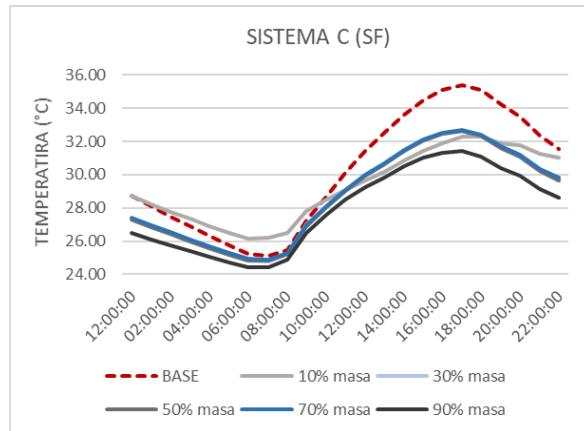
En el caso del sistema C (Steel Frame), al ser el que cuenta con menos densidad en su composición, las reducciones resultan más notorias que en los otros dos sistemas. En la Figura 6 se puede observar que con el incremento del 10% de masa, las disminuciones medias son de 0.9 °C. En los rangos del 30 y del 50% las mismas son del orden de 1.5 °C. Con un 70% de incorporación de masa la disminución es del orden de 1.4 °C, mientras que, con el 90% de incremento la reducción resulta del orden de 2.30 °C.



**Figura 4.** Comportamiento térmico diario mediante incorporación de masa térmica en la vivienda con el sistema A (NewPanel)

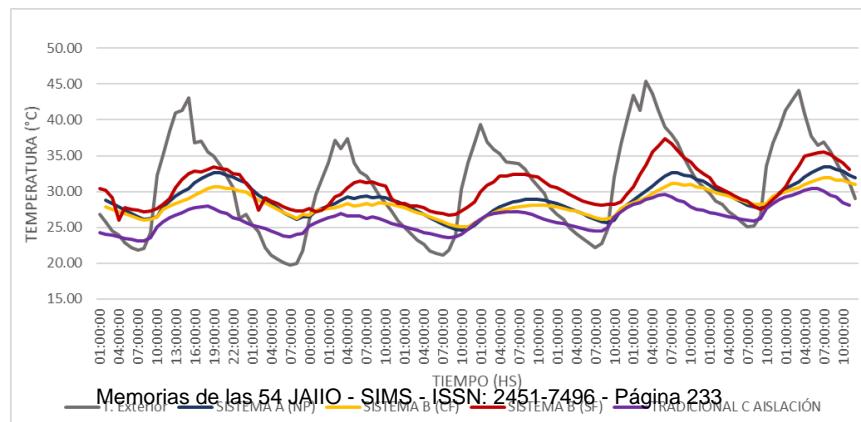


**Figura 5.** Comportamiento térmico diario mediante incorporación de masa térmica en la vivienda con el sistema B (Casaforma)



**Figura 6.** Comportamiento térmico diario mediante incorporación de masa térmica en la vivienda con el sistema C (Steel Frame)

Por último, se simuló el comportamiento térmico interior mediante la incorporación del 100% de masa. En la Figura 7 se puede observar como la curva de temperatura interior del caso tradicional con aislación, se encuentra por debajo de los sistemas livianos simulados, con diferencias medias de 4.20 °C respecto al sistema A, 2.70 °C respecto al sistema B, y 4.10 °C respecto al sistema C. En cuanto a las diferencias máximas, estas son de 6 °C respecto al sistema A, de 5.10 °C respecto al sistema B, y de 7.80°C respecto al sistema C. Se puede observar que, comparando viviendas equivalentes en diseño y forma, se observa la incidencia positiva de la inercia térmica en el carácter mayormente conservativo de los espacios interiores.



**Figura 7.** Comportamiento térmico interior de los tres sistemas livianos en contraste con el caso tradicional aislado

#### 4 Discusión y Conclusiones

El presente trabajo muestra el desempeño térmico de viviendas construidas con los tres sistemas livianos más utilizados en la provincia. En cuanto al monitoreo de los casos de estudio en condiciones normales de uso, puede observarse que los resultados son coincidentes con estudios realizados en climas templados con alta amplitud térmica diaria (Filippin et al., 2007; Donald y Ghisi, 2011; autores, 2018), en relación a la disminución en la calidad del confort interior debido a la escasez o carencia de inercia térmica que los sistemas livianos conllevan.

En relación a la simulación dinámica realizada, el comportamiento de los casos evaluados en condiciones de altas temperaturas exteriores, responde a lo esperado en cuanto al efecto de la inercia térmica en el desempeño térmico interior de los espacios: los casos con mayor masa (90%) son los que presentan menores temperaturas del aire interior, independientemente del sistema liviano en estudio. En cuanto a las diferentes proporciones analizadas, se pudo observar que, si bien el 90% resulta el más optimizado, se observaron que las mejoras con el 50% de masa en la envolvente resultan considerables. Asimismo, se vio que las mayores incidencias se dieron en el caso con menos densidad en su composición (sistema C), mientras que el caso liviano con mayor masa (sistema B) es el que menor impacto tuvo en el incremento de inercia.

Es decir que, con el objetivo de tender a la eficiencia energética de las nuevas viviendas construidas en Mendoza, se sugiere un porcentaje de masa térmica en la envolvente expuesta del orden del 50% como el adecuado para construcciones en el contexto en estudio.

Asimismo, la simulación de la vivienda con el 100% de masa y aislación térmica en su envolvente vertical, es la que presenta los resultados más favorables, con diferencias térmicas de hasta 7.8 °C en comparación al caso más desfavorable (sistema C). Los resultados del trabajo confirman la importancia de considerar materialidades con inercia térmica y aislación en los elementos de cerramiento para ciudades insertas en climas árido continental, en función de asegurar confort térmico y disminuir los requerimientos de energía para enfriamiento de los espacios interiores.

## Referencias

- Balcomb, J.D., Barey, D., McFarland, R., Perry, J., Wray, W., Noll, S. (1982). Passive Solar Design Handbook.s.l.: United States Department of Energy, 1982.Vols. I, II y III.
- Evans M., De Schiller S. (2001). Evaluador energético: método de verificación del comportamiento energético y ambiental de viviendas. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Nº5, 49-53.
- Donald, C., Ghisi, E. (2011). The influence of the envelope on the thermal performance of ventilated and occupied houses. Energy and Building, vol. 43, nº 12, 3391-3399.
- Flores Larsen, S., Filippín, C., & Flores, L. (2008). Analysis and improvement of the thermal behavior of social houses in Northern Argentina through transient thermal simulation. The Open Construction and Building Technology Journal, 2, 217–223. DOI: 10.2174/1874836800802010217
- Filippín, C., Flores Larsen, S., Flores, L. (2007). Comportamiento energético de verano de una vivienda básica y una liviana en la región central de Argentina. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 11, 17-23.
- Filippín, C., Flores Larsen, S. & López Gay, E. (2008). Energy improvement of a conventional dwelling in Argentina through thermal simulation. Renewable Energy, 33(10), 2246–2253. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.01.001>
- Givoni, B. (1998). Climate Considerations in Building and Urban Design. New York: Van Nostrand Reinhold, 1998.
- Meir, I. A., & Roaf, S. (2002). The role of thermal mass in low-energy cooling strategies in hot dry climates. PLEA 2002 Proceedings. <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB6494.pdf>
- Oke, T.R., (2004). Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites. Iom Report, Td In Press, World Meteorological Organization, Geneva.
- Secretaría de Energía (2017). Escenarios Energéticos 2030. Extraído de: <http://datos.minem.gob.ar/dataset/escenarios-energeticos>