

Eficiencia energética e integración de energía solar en viviendas sociales

Oswaldo Gastón Blanco Coria⁽¹⁾ y
Alción de las Pléyades Alonso Frank⁽²⁾

Resumen: El cambio climático combinado con la acelerada expansión urbana representa un riesgo significativo para la sostenibilidad del desarrollo y la calidad de vida en áreas urbanas. Ante esto, los gobiernos fomentan estrategias de eficiencia energética y generación limpia in situ. El sector residencial enfrenta el reto de ser el mayor consumidor energético edilicio y de cubrir un déficit de viviendas priorizando calidad sobre cantidad, por cuanto urge que el diseño arquitectónico incorpore estrategias pasivas y sistemas renovables. En este marco, el presente artículo propone mejoras energéticas en un modelo de vivienda social de San Juan-Argentina, aportando a la política pública habitacional.

Palabras clave: Arquitectura Bioclimática - Tecnología Renovable - Artefactos de consumo eficientes - Hábitat Social - Desarrollo Sostenible

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 97]

⁽¹⁾ **Oswaldo Gastón Blanco Coria** es Arquitecto graduado de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan (FAUD-UNSJ); Diplomado Digital Internacional en Edificación con Eficiencia Energética y Confort Adaptativo graduado de la Facultad de Arquitectura - Universidad Nacional Autónoma de México; Diplomado en Modelado de Información para la Construcción – BIM graduado de la FAUD-UNSJ; Etiquetador de Eficiencia Energética de Viviendas del Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas (PRONEV) de la Secretaría de Energía de la Nación graduado de la FAUD-UNSJ. Profesor del Taller de Arquitectura II de la FAUD-UNSJ e Investigador del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPha-CONICET-UNSJ).

⁽²⁾ **Alción de las Pléyades Alonso Frank** es Arquitecta graduada de la FAUD-UNSJ; Diplomada Digital Internacional en Edificación con Eficiencia Energética y Confort Adaptativo graduada de la Facultad de Arquitectura - Universidad Nacional Autónoma de México; Especialista en Enseñanza de la Educación Superior graduada de la Facultad de Educación perteneciente a la Universidad Católica de Cuyo; Doctora en Arquitectura y Urbanismo graduada de la FAUD-UNSJ; Capacitadora del PRONEV de la Secretaría de Energía de la Nación. Profesora Titular del IRPha-CONICET-UNSJ e Investigadora Asistente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Introducción

A nivel global, la mitigación del cambio climático se consolida como un desafío prioritario que demanda la implementación de estrategias integrales orientadas a minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero y promover un uso racional y sostenible de los recursos energéticos (Palacios-López *et al.*, 2025). En este marco, la mejora de la eficiencia energética (EE) y la aceleración de la transición hacia energías renovables emergen como las principales líneas de acción para alcanzar estos objetivos (Naciones Unidas, 2020). La EE implica optimizar los procesos productivos, el consumo edilicio y las infraestructuras para reducir la cantidad de energía necesaria para satisfacer una misma demanda, mientras que las energías renovables contribuyen a sustituir combustibles fósiles por fuentes limpias y abundantes, reduciendo la huella ambiental de los sistemas energéticos (Lezama, 2024; Hernández Guzmán, 2024).

La importancia de estas estrategias queda reflejada en la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que establecen un marco global para el progreso sostenible (ONU, 2015). Dentro de estos objetivos, el ODS 7 se centra en garantizar el acceso universal a una energía asequible, confiable, sostenible y moderna para todos, reconociendo el papel clave de la energía en la erradicación de la pobreza, el desarrollo económico y la equidad social. Este objetivo incluye, además, una meta cuantitativa ambiciosa: alcanzar una mejora anual del 3.2% en la intensidad energética global en las próximas décadas (Özkan *et al.*, 2023). Esta mejora implica no sólo reducir el consumo energético absoluto sino también aumentar la eficiencia con la que la energía es utilizada en todos los sectores, lo que exige innovaciones tecnológicas, políticas públicas sólidas y un compromiso institucional y social sostenido. Dentro del escenario global, los sistemas urbanos adquieren un protagonismo esencial debido a su responsabilidad directa en la generación de emisiones y el consumo de recursos, así como su vulnerabilidad frente a los impactos adversos del cambio climático (Murillo, 2024). Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2023), las ciudades representan más del 80% del Producto Bruto Interno (PIB) mundial y aunque ocupan cerca del 3% de la superficie terrestre, concentran el 80% del consumo energético y generan aproximadamente el 75% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global (PNUMA, 2023). Esta elevada concentración demográfica y económica convierte a las ciudades en focos críticos para la implementación de políticas destinadas a reducir emisiones y fomentar un desarrollo urbano resiliente al cambio climático (DITEC, 2024). La planificación urbana, el diseño arquitectónico sostenible y la promoción de infraestructuras energéticamente eficientes son claves para modificar la trayectoria actual y permitir un avance hacia ciudades más sostenibles (Reina Lavado, 2024; Ricarte Albors, 2024).

El contexto energético en Argentina refleja la dinámica mundial, pero con particularidades específicas que requieren soluciones adaptadas a las condiciones locales. El consumo eléctrico en el país exhibe un incremento constante en las décadas recientes, duplicándose en los últimos 25 años, en gran medida debido al crecimiento demográfico, el desarrollo económico y la electrificación de múltiples sectores productivos y sociales. El aumento en la demanda residencial es particularmente significativo, con un crecimiento promedio anual del 5%, donde, en 2023 representa el 26.33% del consumo total de energía a nivel

nacional (KPMG y CAER, 2021; Ministerio de Economía, 2024). Este incremento plantea un doble desafío, por un lado, la necesidad de satisfacer la creciente demanda energética y, por otro, la urgencia de implementar medidas que optimicen el uso de la energía para mitigar su impacto ambiental.

En este contexto, la provincia de San Juan destaca como un caso paradigmático dentro del país debido a su importante crecimiento en la demanda eléctrica, la cual representa un incremento del 46% en la última década, impulsada por los sectores residencial, comercial e industrial (EPRE, 2022). Este crecimiento requiere una estrategia energética integral que combine la ampliación y modernización de la infraestructura con medidas de EE sólidas que permitan optimizar el uso de la energía disponible. Además, la provincia posee un potencial excepcional para la generación de energía renovable, en particular solar, producto de su abundancia de recursos solares, resultando uno de los más elevados de la región (Redweik et al., 2013; Raichijk *et al.*, 2009). El análisis prospectivo indica que, en el corto plazo, es factible abastecer la totalidad de la demanda energética provincial con dicho recurso, lo que lo posiciona como un elemento estratégico clave en la transición energética local (Tiempo de San Juan, 2024).

En consonancia con estos marcos y desafíos, la presente investigación se inserta dentro de directrices nacionales y locales orientadas a fomentar la EE y la sustentabilidad en el sector residencial, el cual es clave por su representatividad en el consumo energético y su impacto social. A su vez, el trabajo se enmarca dentro del Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas (PRONEV), iniciativa a la cual San Juan se adhiere. El mismo tiene como finalidad promover la incorporación de estrategias de EE en las viviendas, incentivando la adopción de tecnologías de generación in situ mediante la implementación de sistemas solares térmicos y fotovoltaicos para el autoabastecimiento energético (Ministerio de Economía, 2024). Este programa busca reducir el consumo energético y mejorar la calidad de vida de los habitantes al brindar un ambiente interior más confortable y reducir las cargas económicas derivadas del consumo energético.

A nivel local, se pone en valor el fomento de espacios interinstitucionales en pro de la colaboración tecnológica, social y académica para fortalecer la transferencia del conocimiento, un aspecto crucial para la adopción efectiva de tecnologías y prácticas sustentables. En particular, la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan (FAUD-UNSJ) desempeña un rol activo a través de la capacitación de certificadores especializados en Etiquetado de Viviendas, asegurando la calidad técnica y la correcta implementación del PRONEV en el ámbito provincial. Recientemente, esta institución lanzó el Programa de Vinculación “Hábitat Social”, dentro del marco de un convenio con el Gobierno de la Provincia, el cual tiene por objetivo fortalecer la relación y el asesoramiento técnico con el Instituto Provincial de la Vivienda (IPV). Esta colaboración, impulsada desde el Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPha-CONICET-UNSJ), busca abordar de manera integral las problemáticas socio-habitacionales locales, promoviendo enfoques colaborativos que involucren activamente a los distintos actores públicos, privados y comunitarios, con miras a mejorar la calidad de vida y la sustentabilidad de las viviendas sociales.

En este sentido, la presente investigación responde a la necesidad de asesorar técnicamente en el diseño sustentable de viviendas sociales, enfocándose en la optimización energéti-

ca dentro del marco regulatorio vigente y las políticas públicas de fomento en la materia. La propuesta resultante se prevé sea puesta a disposición del organismo estatal encargado de las políticas habitacionales, con el propósito de contribuir al desarrollo de soluciones innovadoras y efectivas en el ámbito de la sustentabilidad, fomentando un modelo constructivo acorde con las demandas sociales, ambientales y económicas actuales. De esta manera, se espera que el trabajo aporte valor tanto a la formulación de políticas públicas como al avance tecnológico y académico en materia de vivienda social sustentable, así como promueva un mayor protagonismo de los actores locales en el diseño y ejecución de proyectos habitacionales energéticamente eficientes y ambientalmente responsables.

Metodología

La presente investigación se desarrolla mediante un enfoque cuantitativo basado en modelaciones energéticas aplicadas a un prototipo de vivienda social del IPV de San Juan. Para el análisis energético se utiliza el aplicativo informático nacional que permite calcular parámetros técnicos y energéticos correspondientes a la envolvente térmica, sistemas activos y producción de energía renovable.

El estudio contempla inicialmente la caracterización detallada del caso de estudio, considerando aspectos climáticos, constructivos y ambientales propios de la región, con énfasis en las condiciones de aridez y alta oscilación térmica de San Juan. Se cuantifican las transmitancias térmicas de los cerramientos y se evalúa el desempeño de los equipos instalados para calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS).

A partir de este diagnóstico energético, se proponen mejoras estructurales pasivas, tales como aislamiento térmico y optimización de aberturas, así como la incorporación de sistemas activos eficientes. Posteriormente, se integra la propuesta con tecnologías de energía solar térmica y fotovoltaica para contribuir a la reducción del consumo energético y la huella ambiental. Cada propuesta se evalúa cuantitativamente mediante la determinación del Índice de Prestaciones Energéticas (IPE), permitiendo comparar y jerarquizar su impacto en la reducción del consumo de energía primaria anual por unidad de superficie.

Caso de estudio

El caso de estudio (*ver Figura 1*) corresponde a un modelo de vivienda social del IPV ubicado en la Ciudad de San Juan, Argentina. La vivienda presenta una superficie de 70 m² y está orientada al sur. Se encuentra emplazada en un área residencial caracterizada por construcciones aisladas y baja densidad de obstrucciones, lo que implica una alta exposición a agentes climáticos. La parcela colindante alberga una vivienda con características constructivas similares. El soporte físico natural del terreno está compuesto por arena y grava, factores que influyen en el comportamiento térmico y estructural de la edificación. Climáticamente, San Juan se encuentra en una zona árida con clima desértico (BWh/

BWk) según Köppen, caracterizado por precipitaciones escasas, alta aridez y marcadas oscilaciones térmicas diarias y estacionales. La presencia del viento Zonda, cálido y seco, afecta las condiciones ambientales locales. En consecuencia, este contexto climático representa un desafío para el diseño eficiente y confortable de viviendas sociales en la región.

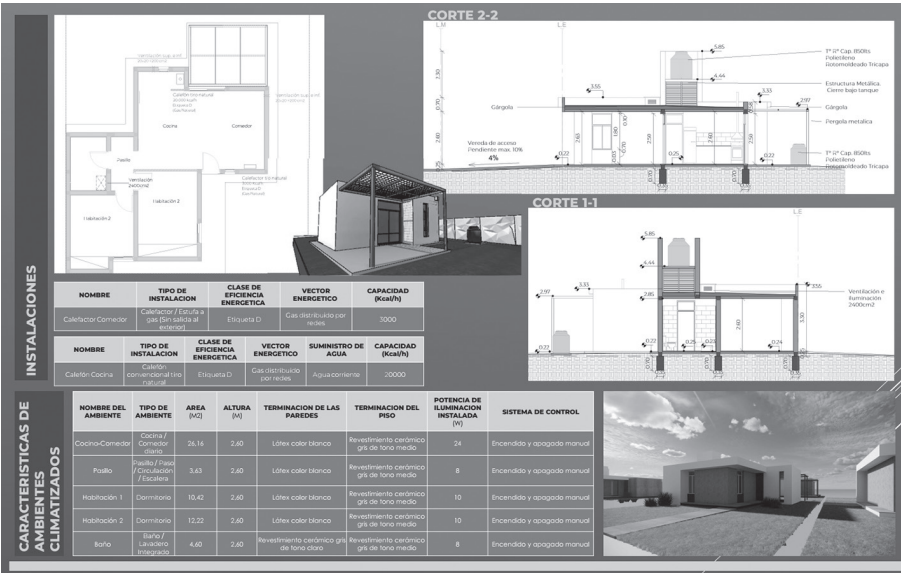


Figura 1. Modelo de Vivienda Social. Fuente: Elaboración propia en base al Instituto Provincial de la Vivienda (2025).

Características técnicas

Al analizar las características técnicas proporcionadas por el aplicativo (ver Figura 2), se determina que la vivienda cuenta con un volumen total climatizado de 148,28 m³ y no presenta ambientes no climatizados. La relación entre superficie y volumen indica que la vivienda no posee una configuración compacta. En este sentido, el factor de intercambio térmico es representativo de una vivienda unifamiliar. Respecto a las transmitancias térmicas (km) obtenidas, el objeto de estudio no cumple con la Norma IRAM 11605, considerando el valor medio para paredes, km = 2,36 W/m².K. Para la cubierta, el valor km = 0,69 W/m².K corresponde a un Nivel C. En el caso del solado, la transmitancia térmica media km = 0,90 W/m².K indica que se encuentra en

contacto directo con el terreno. En cuanto a las aberturas, con un valor $k_m = 5,26 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, éstas no cumplen con los criterios de la Norma IRAM 11507-4, dado que superan el límite de $k > 4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, característico de vidrios simples con perfilería de aluminio sin ruptura de puente térmico.

Finalmente, el coeficiente global de intercambio térmico es mayor en verano que en invierno, debido a la ventilación natural. Asimismo, la constante de tiempo presenta valores de 8,82 h para invierno y 6,96 h para verano, reflejando una vivienda con características promedio, dentro del rango típico de 6 a 8 horas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Superficie útil de la vivienda	57,03	m ²	
Área de la envolvente	213,48	m ²	
Volumen total climatizado	148,28	m ³	
Relación área de envolvente - volumen climatizado (S/V)	1,44	m ² /m ³	
Factor de intercambio térmico medio (b_o)	0,72		
Transmitancia media (K_m)			
Paredes	2,36	W/m ² K	
Cubierta	0,69	W/m ² K	
Piso	0,90	W/m ² K	
Aberturas	5,26	W/m ² K	
Invierno			
Coeficiente global de intercambio térmico (H_{int})	566	W/K	
Coeficiente global de intercambio térmico específico (H_{int}/A_{ul})	9,93	W/m ² K	
Constante de tiempo (τ_{int})	8,82	h	
Verano			
Coeficiente global de intercambio térmico (H_{ver})	710	W/K	
Coeficiente global de intercambio térmico específico (H_{ver}/A_{ul})	12,45	W/m ² K	
Constante de tiempo (τ_{ver})	6,96	h	

Figura 2. Características técnicas del caso de estudio. Fuente: Elaboración propia en base al Aplicativo Informático Nacional (2025).

Prestaciones energéticas

Según se observa en la *Figura 3*, los equipos de calefacción instalados no alcanzan a proporcionar un nivel adecuado de confort térmico a los habitantes, lo que lleva a que el aplicativo clasifique el sistema de aire acondicionado como deficiente (clase E). En el caso de la refrigeración, el rendimiento útil respecto al neto es de 2,3, lo cual sugiere la ausencia de un equipo instalado, y como consecuencia, el aplicativo también penaliza esta condición considerando el sistema como deficiente. Respecto a la producción de agua caliente sanitaria (ACS), el rendimiento del equipo es aproximadamente 0,62 (útil/neto), característico de un calefón convencional clase D. En cuanto a la iluminación, el consumo de energía útil y neta es bajo, alrededor de 1 kWh/m²·año. Finalmente, la contribución específica de energías renovables es nula (0 kWh/m²·año), evidenciando la falta de instalaciones de energía solar fotovoltaica o térmica. De estos resultados se concluye que la demanda de energía

útil térmica en invierno (15.153 kWh) es casi seis veces superior a la correspondiente al verano (2.560 kWh).

En función de los resultados obtenidos, la vivienda presenta un IPE de 881 kWh/m². Dado que en San Juan aún no se establece una etiqueta oficial de EE, no es posible asignar una clasificación exacta. Sin embargo, comparando con los valores de la provincia de Mendoza, este IPE corresponde a una clase G, lo que implica la necesidad de implementar medidas significativas de mejora energética.

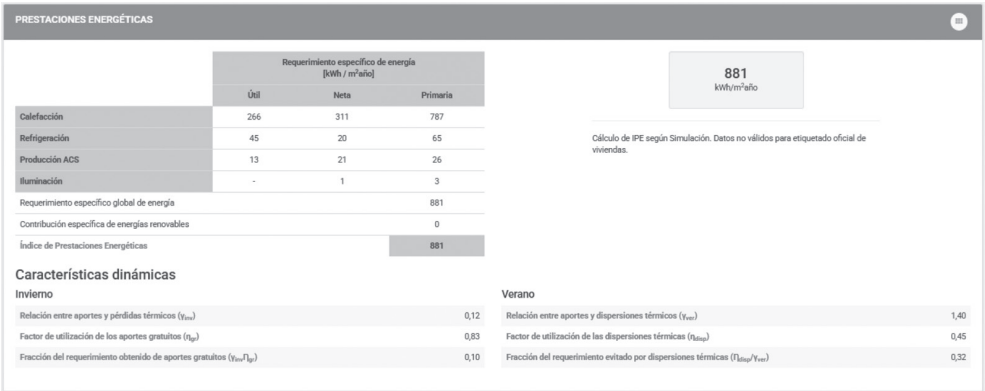


Figura 3. Prestaciones energéticas del caso de estudio. Fuente: Elaboración propia en base al Aplicativo Informático Nacional (2025).

El detalle de las pérdidas y ganancias de energía de cada elemento de la envolvente térmica (ver Figura 4) expone, a nivel general, que se tienen mayores pérdidas en invierno (ejemplo mes de julio) que en verano (ejemplo mes de enero). En lo específico, en invierno, las mayores pérdidas se producen en la cubierta CUB1, seguida del solado PST1. En los muros, los más deficientes son M11, M4, M8, M7, entre otros. Por último, en las ventanas, la V3-1 es la que presenta mayores pérdidas, seguidas en menor medida por las V7-1 y V8-1. En esta línea, en verano las mayores ganancias se producen, de igual manera, en la cubierta CUB1 y en las aberturas V7-1 y V1-1.

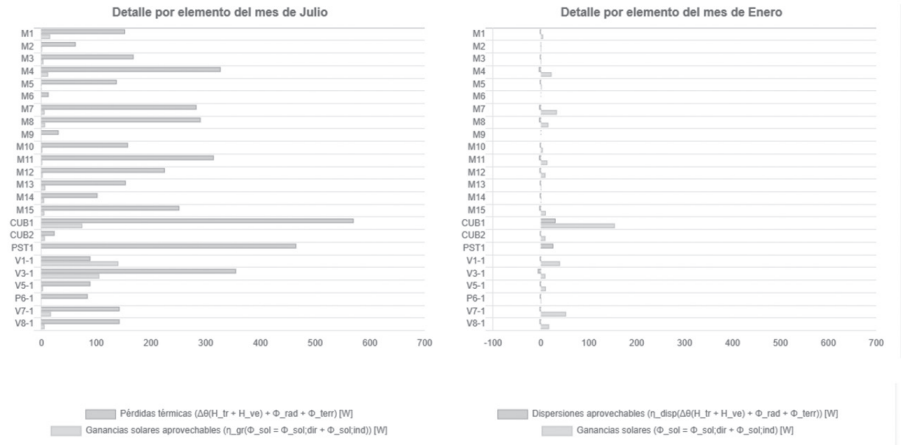


Figura 4. Pérdidas y ganancias de energía de cada elemento de la envolvente térmica del caso de estudio. Fuente: Elaboración propia en base al Aplicativo Informático Nacional (2025).

Propuestas de mejora

En consonancia con lo expuesto previamente, se presentan a continuación las propuestas de mejora estructuradas en estrategias pasivas y sistemas activos.

En primer lugar, para optimizar el aislamiento térmico de la vivienda, se propone retirar la membrana asfáltica en el sistema constructivo base y reemplazarla por una capa de placas de polietileno expandido con una densidad de 15 kg/m^3 y un espesor de 7 cm, aplicada sobre el hormigón alivianado. Para garantizar la adherencia y mantener la función hidrófuga, se añade una carpeta de nivelación de 5 cm de espesor antes de reinstalar la membrana asfáltica con acabado en aluminio. En cuanto a los cerramientos verticales, los muros M11, M8, M7 y M4, que presentan pérdidas y ganancias térmicas significativas, se mejora su desempeño mediante la incorporación de una capa exterior de espuma de poliuretano de 4 cm de espesor. Para preservar la estética original del prototipo, se aplica un revestimiento exterior completo con revoque pintado de blanco y 1.5 cm de espesor. Respecto a las aberturas con mayores pérdidas térmicas (V1-1, V3-1, V7-1 y V8-1), se propone la instalación de postigos de aluminio que mantienen la apariencia arquitectónica de la vivienda.

En segunda instancia, se describen las propuestas de mejora de los sistemas activos, cuantificando su efecto conjunto con las acciones pasivas para reducir el consumo específico anual de energía primaria por unidad de superficie. El equipo de calefacción existente, clasificado como clase D y con capacidad de 3000 kcal/h, se reemplaza por uno de clase A con capacidad ampliada a 6000 kcal/h para cubrir parcialmente la demanda térmica de calefacción. Además, se incorpora un equipo de aire acondicionado tipo Split clase A

para suplir la demanda adicional de calefacción y otro dispositivo similar para atender la demanda de refrigeración, actualmente ausente en la configuración base. Finalmente, el sistema deficiente de agua caliente sanitaria (ACS) se actualiza con un equipo clase A, favoreciendo la eficiencia energética global de la edificación.

Análisis de los resultados: IPE pasivas y activas propuestas

Con base en las propuestas de mejora pasivas y activas descritas, se logra un IPE de 360 kWh/m²·año. Al comparar este valor con los estándares establecidos para la provincia de Mendoza, corresponde a una clasificación F, indicando un desempeño energético deficiente que evidencia la necesidad de implementar medidas adicionales para reducir el consumo energético.

Energías renovables

En respuesta a los resultados obtenidos, se plantea la integración de tecnologías solares para reducir el consumo energético total de la vivienda. Específicamente, se propone la instalación de un colector solar térmico con un sistema de almacenamiento de 90 litros, destinado a satisfacer la demanda de ACS, lo que contribuye a disminuir la dependencia de fuentes convencionales de energía para este servicio. Paralelamente, se contempla la incorporación de una instalación solar fotovoltaica con una potencia instalada de 3 kWp, orientada a aportar energía limpia para cubrir parte del consumo eléctrico de la vivienda, disminuyendo así el requerimiento de energía primaria. De esta manera, la implementación conjunta de sistemas solares térmicos y fotovoltaicos se proyecta como una estrategia eficaz para optimizar la EE y aumentar la sostenibilidad del prototipo residencial, alineándose con las metas de reducción de emisiones y eficiencia establecidas en políticas energéticas previamente descritas.

Análisis de los resultados: IPE pasivas, activas y energías renovables propuestas

Considerando las propuestas de mejora que incluyen estrategias pasivas, sistemas activos y la incorporación de tecnologías solares térmicas y fotovoltaicas, se alcanza un IPE de 25 kWh/m²·año. Al comparar este valor con los criterios establecidos para la provincia de Mendoza, dicho resultado clasifica la vivienda dentro de la categoría A, lo que refleja un desempeño energético óptimo (*ver Figura 5*).



Figura 5. Prestaciones energéticas de la propuesta. Fuente: Elaboración propia en base al Aplicativo Informático Nacional (2025).

A continuación, se presenta un análisis comparativo entre las características técnicas de la propuesta y el caso base, a partir de los valores obtenidos de transmitancia térmica (km):

- Muros: El valor de transmitancia térmica de $k_m = 1,51 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{K}$ se clasifica como Nivel C conforme a la Norma IRAM 11605, indicando un desempeño térmico moderado en el aislamiento de los cerramientos verticales.
- Cubiertas: El valor de $k_m = 0,34 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{K}$ se ubica dentro del Nivel B según la Norma IRAM 11605, reflejando una mejora significativa en el aislamiento térmico de las cubiertas en comparación con el caso base.
- Aberturas: La transmitancia térmica de $k_m = 3,16 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{K}$ corresponde a la clasificación K5 bajo la Norma IRAM 11507-4, lo que representa un buen rendimiento térmico para los cerramientos transparentes, contribuyendo a la eficiencia energética general del prototipo residencial.

Conclusiones

Las ciudades contemporáneas, especialmente en contextos socioeconómicos de ingresos medios y bajos como el argentino, enfrentan desafíos energéticos y ambientales críticos que demandan la implementación de estrategias integradas para mitigar su impacto. En este marco, el presente estudio contribuye al avance científico y técnico en la mejora de la sustentabilidad en viviendas sociales, un sector estratégico para cumplir con los objetivos climáticos, sociales y económicos globales y regionales.

Los resultados muestran que las intervenciones pasivas y activas logran reducir en aproximadamente un 60% el requerimiento específico de energía primaria; sin embargo, esta reducción no es suficiente para considerar la vivienda como energéticamente eficiente bajo estándares contemporáneos. La incorporación de un sistema solar térmico permite suplir hasta el 98% de la demanda de agua caliente sanitaria (ACS), mientras que la adición de una planta solar fotovoltaica de 3 kWp genera un ahorro del 93% en el requerimiento energético específico anual, subrayando la relevancia de la integración de tecnologías renovables.

Es fundamental destacar que, aunque las mejoras en la envolvente térmica –incluyendo cubierta, muros y aberturas– junto con la implementación de equipos de alta eficiencia energética, aportan beneficios sustanciales, la complementariedad con sistemas solares emerge como un factor determinante para alcanzar niveles óptimos de eficiencia. Este enfoque integrado promueve un balance entre reducción de demanda y generación renovable, constituyendo una propuesta efectiva para la modernización sostenible de viviendas sociales, alineada con políticas públicas y metas de desarrollo sostenible.

Agradecimientos

Se agradece a la Facultad de Arquitectura de la Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan por la contribución en el financiamiento de la investigación en el marco del Proyecto de Promoción de Nuevos Investigadores Sanjuaninos (PRONIS), bajo Convocatoria 2024, con título “Eficiencia energética en viviendas sociales de San Juan: Estrategias proyectuales para un futuro sustentable”.

Bibliografía

- EPRE. (2022). *Anuario EPRE 2022-2023*. Ente provincial regulador de la electricidad en la provincia de San Juan.
- Hernández Guzmán, I. D. (2024). Estrategias para la Gestión Energética Limpia: impulsando empresas y ciudades sostenibles a través de la innovación y el conocimiento. *Institución Universitaria ITM*, 4.
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023. Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). (1996). *IRAM 11605: Acondicionamiento térmico de edificios: condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos*. Buenos Aires, Argentina.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). (2010). *IRAM 11507-4: Carpinterías de obra y fachadas integrales livianas: ventanas exteriores. Requisitos básicos y clasificación*. Buenos Aires, Argentina.

- KPMG & Cámara Argentina de Energías Renovables (CAER). (2021). *Energías renovables en Argentina. Desafíos y oportunidades en el contexto de la transición energética global*.
- Lezama, Á. (2024). Estrategias para optimizar el consumo energético en edificios inteligentes. *Revista Athenea*, 5(18), 33-45.
- Ministerio de Economía. (2024). *Balances Energéticos Nacionales*. Planeamiento Energético. <https://datos.gob.ar/lv/dataset/energia-balances-energeticos>
- Ministerio de economía. (2024). PRONEV. *Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas*. <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-edificaciones/pronev-programa-nacional-de-etiquetado-de-viviendas>
- Naciones Unidas. (2020). *Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future*. Hertwich.
- Murillo, A. F. (2024). *Teoría y práctica de la planificación urbano-ambiental: El desafío de la sustentabilidad en la era del cambio climático*.
- Özkan, O., Alola, A. A. y Adebayo, T. S. (2023). Environmental benefits of nonrenewable energy efficiency and renewable energy intensity in the USA and EU: Examining the role of clean technologies. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 58, 103315.
- Palacios-López, L. A., Pinargote-Bravo, V. J., Moran-González, M. R., & Navarro-Saltos, G. E. (2025). Estrategias para mitigar el cambio climático en ciudades sostenibles mediante una revisión de la literatura. *Innova Science Journal*, 3(2), 1-13.
- PRONEV (2023). *San Juan se adhirió al PRONEV*. <https://etiquetadoviviendas.mecon.gob.ar/landing-novedad/24>
- Raichijk, C., Grossi Gallegos, H., Aristegui, R. y Righini, R. (2009). *Sobre el recurso solar en la provincia de San Juan*. En *Tercer Congreso Nacional – Segundo Congreso Iberoamericano*. Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía – HYFUSEN. San Juan, Argentina.
- Reina Lavado, I. L. (2024). *El diseño y desarrollo sostenible en complejos residenciales universitarios: un enfoque en el distrito Viikki de Helsinki, Finlandia*.
- Redweik, P., Catita, C. y Brito, M. (2013). Solar energy potential on roofs and facades in an urban landscape. *Solar Energy*, 97, 332–341. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2013.08.036>
- Ricarte Albors, D. (2024). *Eficiencia energética y edificación. Análisis regulatorio y caso práctico*.
- Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (DITEC) (2024). *Anteproyecto plan sectorial de mitigación del ministerio de vivienda y urbanismo y actualización del plan sectorial de adaptación al cambio climático para ciudades*. Gobierno de Chile.
- Tiempo de San Juan. (2024). El iluminado despegue de la energía solar y cuán cerca está San Juan de autoabastecerse. https://www.tiempodesanjuan.com/politica/el-iluminado-despegue-la-energia-solar-y-cuan-cerca-esta-san-juan-autoabastecerse-n386922#amp_tf=De%20%251%24s&aoh=17296197026956&csi=0&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com

Abstract: Climate change combined with accelerated urban expansion represents a significant risk to sustainable development and quality of life in urban areas. In response, governments are promoting energy efficiency strategies and clean on-site generation. The residential sector faces the challenge of being the largest consumer of building energy and of addressing a housing shortage by prioritizing quality over quantity. Therefore, it is urgent that architectural design incorporate passive strategies and renewable systems. Within this framework, this article proposes energy improvements in a social housing model in San Juan, Argentina, contributing to public housing policy.

Keywords: Bioclimatic Architecture - Renewable Technologies - Energy - efficient appliances - Social Habitat - Sustainable Development

Resumo: As mudanças climáticas, combinadas com a expansão urbana acelerada, representam um risco significativo para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida em áreas urbanas. Em resposta, os governos estão promovendo estratégias de eficiência energética e geração de energia limpa no local. O setor residencial enfrenta o desafio de ser o maior consumidor de energia predial e de lidar com o déficit habitacional priorizando a qualidade em detrimento da quantidade. Portanto, é urgente que o projeto arquitetônico incorpore estratégias passivas e sistemas renováveis. Nesse contexto, este artigo propõe melhorias energéticas em um modelo de habitação social em San Juan, Argentina, contribuindo para a política pública de habitação.

Palavras-chave: Arquitetura Bioclimática - Tecnologia Renovável - Eletrodomésticos Eficientes - Habitat Social - Desenvolvimento Sustentável

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo]
