

- ▲ **Palabras clave/** Tipologías de viviendas, escala de certificación energética edilicia, eficiencia energética, etiquetado de viviendas, arquitectura sustentable.
- ▲ **Keywords/** Housing typologies, buildings' energy certification scale, Energy Efficiency, housing labeling, sustainable architecture.
- ▲ **Recepción/** 25 de junio 2025
- ▲ **Aceptación/** 06 de enero 2026

Ponderación de tipologías habitacionales del Área Metropolitana de Mendoza en el marco del etiquetado energético argentino

Weighing Housing Typologies in the Metropolitan Area of Mendoza under the Argentinean Energy Labeling System

María Victoria Mercado

Doctora en Ciencias, Universidad Nacional de Salta, Mendoza, Argentina.
Investigadora, Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (INAHE), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.
mvmercado@mendoza-conicet.gob.ar

Edgardo Alliana

Arquitecto, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.
edgar_alliana@yahoo.com.ar

Luciana Mosso-Carrillo

Arquitecta, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.
mossoluciana@gmail.com

RESUMEN / Las metodologías de certificación de edificios son herramientas clave para promover la eficiencia energética (EE). En 2018, Argentina implementó un programa nacional que calcula un Índice de Prestaciones Energéticas (IPE) y otorga una etiqueta de EE. En el Área Metropolitana de Mendoza (AMM), se realizó una experiencia piloto con tres tipologías de vivienda según la relación de sus fachadas: apareada (VAp), aislada (VAi) y departamento (VD), asignándoles una representatividad teórica de 40%, 40% y 20%, respectivamente. Estas proporciones respondieron a criterios municipales, sin sustento estadístico. El objetivo de este trabajo es cuantificar la representatividad real de las tipologías utilizadas y proponer una escala más ajustada de EE. Mediante una metodología analítica, los resultados evidencian una distribución efectiva del parque habitacional de 72% VAp, 16% VAI y 12% VD. Esta nueva ponderación permite recalibrar el programa y mejorar la precisión del etiquetado energético en el AMM. **ABSTRACT /** Certification methodologies for buildings are key tools to promote Energy Efficiency (EE). In 2018, Argentina implemented a national Energy Performance Index (EPI) that grants an EE label. In the Mendoza Metropolitan Area (MMA), a pilot experience was conducted using three façade-based housing typologies --paired (VAp); isolated (VAi); and apartment (VD)-- allocating them a theoretical representativeness of 40%, 40%, and 20%, respectively. These values were based on municipal criteria, without statistical support. The purpose of this work is to quantify the actual representativeness of the typologies used and to propose a more adjusted EE scale. Through an analytical methodology, the results suggest an effective distribution of the housing stock of 72% VAp, 16% VAI, and 12% VD. This new weighing can help recalibrate the program and improve the MMA's energy labeling accuracy.

INTRODUCCIÓN

El elevado consumo energético del sector edilicio es tema de investigación a nivel mundial. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) advierte que existe un potencial ahorro en el consumo de energía en los edificios a través de su rehabilitación (IPCC, 2014). Las metodologías de certificación energética nacieron como herramientas para realizar diagnósticos de los requerimientos

energéticos de los edificios y como base para políticas de eficiencia energética (EE). En el año 2002 la Comunidad Europea estableció una directiva con requisitos mínimos y pautas para el desarrollo de metodologías de certificación energética de viviendas (Comisión Europea, 2010). En Latinoamérica, estas tareas comenzaron entre los años 2003 y 2010 con la elaboración de metodologías propias para cada país, entre ellos el *Programa de Etiquetagem de Edifícios* en Brasil (2003), la Calificación

Energética de Viviendas (CEV) en Chile (2013), la Norma Mexicana de Edificación Sustentable (2013) y, más recientemente, la Herramienta EDEE: Evaluación de Desempeño Energético de Viviendas de Uruguay (2019).

En Argentina, en el año 2010 se esbozó el primer intento de etiqueta de EE con la Norma del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) 11900/10 *Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia*

térmica de la envolvente (IRAM 11900, 2010). La norma establecía ocho niveles de eficiencia de la envolvente en relación con la necesidad de calefacción. Sin embargo, era limitada como herramienta concluyente de la EE holística de un edificio. En el año 2016, la Secretaría de Estado de la Energía de la Provincia de Santa Fe (SEESF) consolidó una metodología de cálculo del Índice de Prestaciones Energéticas (IPE), siendo un indicador de EE de la vivienda por medio de una etiqueta. El IRAM tomó esta metodología y realizó la versión 2017 de la Norma 11900, *Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo* (IRAM 11900, 2017). La metodología posee siete niveles de etiqueta, donde A es la de mayor eficiencia y G, la de menor eficiencia. Los rangos de la etiqueta se diferencian por ciudades. La evaluación energética del inmueble se realiza a través del IPE, un valor representativo de la energía primaria que utilizará el edificio en un año/metro cuadrado para satisfacer las demandas de confort, considerando los requerimientos para calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación. Además, considera el aporte de energías renovables: solar fotovoltaico o solar térmico. La Secretaría de Energía de la Nación Argentina llevó la metodología a varias ciudades del país como pruebas piloto de etiquetado de viviendas bajo el Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas (PRONEV), impartiendo el curso de certificadores. A la fecha, se han realizado estos cursos en más de 10 localidades, entre ellas el Área Metropolitana de Mendoza (AMM). Estos cursos tenían como uno de sus objetivos obtener valores de IPE de viviendas para considerarlos como muestra de las diversas localidades y, a partir de aquello, determinar un valor absoluto de IPE medio (IPEM). El valor IPEM establece el medio de la letra E a partir del cual se calcula el resto de la escala de acuerdo con la diferenciación porcentual que establece el programa, restando o sumando los mínimos y máximos de cada letra, denominados rangos de valores porcentuales relativos (figura 1).

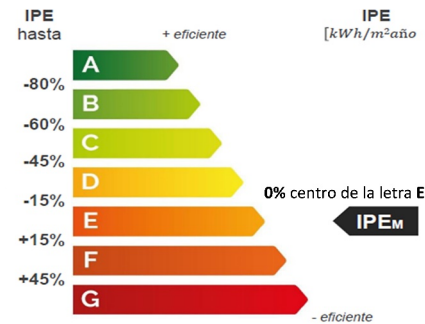


Figura 1. Esquema de rangos de valores relativos en relación con el IPEM (fuente: https://etiquetadoviviendas.energia.gob.ar/#prueba_piloto, 2025).

Referencias

- A: Requerimiento energético menor o igual al 80% del IPEM.
- B: Requerimiento entre 60% y 80% menor.
- C: Requerimiento entre 45% y 60% menor.
- D: Requerimiento hasta 15% menor.
- E: Requerimiento hasta 15% menor y 15% mayor del IPEM.
- F: Requerimiento energético 15% mayor que el IPEM.
- G: Requerimiento más de 45% mayor que el IPEM.

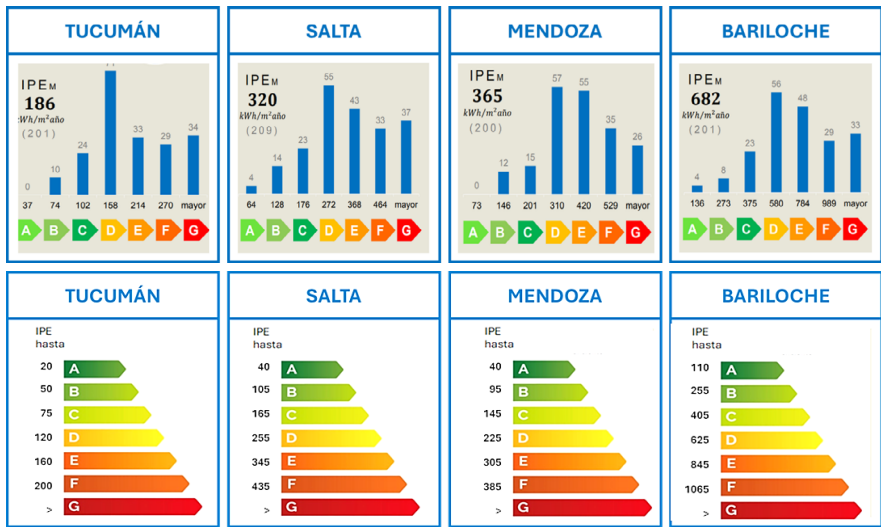


Figura 2. Escala de valores absolutos para cuatro ciudades ubicadas en diferentes zonas bioambientales de la República Argentina (fuente: https://etiquetadoviviendas.energia.gob.ar/#prueba_piloto, 2025).

VALOR DE IPE DE ACUERDO A LA CIUDAD Y AÑO				
AÑO DE LA ESCALA	TUCUMÁN	SALTA	MENDOZA	BARILOCHE
2020	186	320	365	682
2024	139	300	265	735
Porcentaje de variación [%]	-25	-6	-27	8

Tabla 1. Valores y variación de la escala de EE de cuatro ciudades de la República Argentina (fuente: elaboración propia, 2025).

Con el valor absoluto del IPEM fue posible establecer la escala de EE por cada localidad del país donde se llevaron a cabo las primeras pruebas del programa¹. Sin embargo, las escalas elaboradas entre los años 2018 y 2020 han sido modificadas en la actualidad (2024). Estas variaciones alcanzan diferencias de hasta 27% menos en localidades como la ciudad de Mendoza y hasta 8% más para la ciudad de Bariloche, lo que se observa en la tabla 1. En la figura 2 se presentan las escalas obtenidas al año 2020 y las escalas utilizadas a la fecha.

La acción de corregir y/o adaptar con el tiempo la escala demuestra la veracidad del peligro de establecer un valor de IPEM de manera errónea, dado que puede posicionarse por debajo o por encima del requerimiento energético del parque construido real. Esto distorsionaría la información para la toma de decisiones de políticas públicas y la percepción de los usuarios, además de plantear los siguientes dos posibles peligros. En primer lugar, que el IPEM sea demasiado alto en relación con la media del requerimiento energético real de los edificios. Los edificios serían etiquetados con D, E, F o G, por lo que se tendría por definición un *parque edilicio energéticamente deficiente*. Esto generaría una exigencia excesiva para alcanzar mayores niveles de etiqueta pudiendo desembocar en falta de interés por cumplirla (figura 3 a). En segundo lugar, que el IPEM sea demasiado bajo. En este caso la mayoría de los edificios obtendrían etiquetas A, B y C, y se tendría por definición un *parque edilicio de alta eficiencia*, socavando la necesidad urgente de hacerlo mejor y bajar su consumo energético. Esto puede convertir al etiquetado en un mal referente del uso energético de los edificios (figura 3 b).

Además de presentar estos posibles peligros, un factor determinante en relación con la necesidad de rigurosidad de la escala y del programa es su uso como herramienta de evaluación para prototipos de proyectos de viviendas o

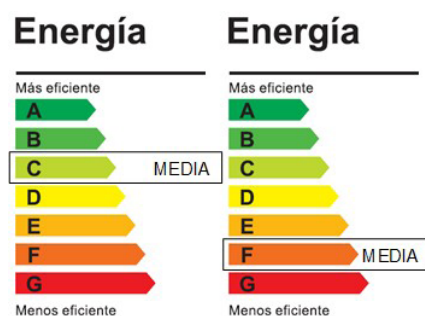


Figura 3. a. Media sobre valores muy bajos y b. Media sobre valores muy altos (fuente: elaboración propia, 2025).

viviendas construidas. Es el caso del análisis de estrategias bioclimáticas y su ponderación como prácticas y soluciones correctas para el acercamiento a la eficiencia energética en viviendas de la ciudad de Buenos Aires (Kuchen y Kozak, 2020; Basso y Casabianca, 2022). En el AMM se trabajó con tres tipologías de viviendas: vivienda apareada (VAp), vivienda aislada (VAi) y departamento (VD), de acuerdo con la relación de colindancias. Participaron 40 profesionales de la construcción, cada uno relevó dos viviendas apareadas, dos viviendas aisladas y un departamento, lo que conformó una muestra de 200 viviendas etiquetadas con una representatividad de 40% de VAp, 40% de VAI y 20% de VD. En este contexto, se advierten dos problemáticas principales. Por un lado, el tamaño muestral (tM) y por otro, el peso tipológico real (pT). En relación con el tM, la cantidad de 200 viviendas se convierte en una muestra pequeña y consecuentemente, poco simbólica de la cantidad de viviendas existentes en el AMM. En cuanto a la representatividad tipológica o pT, los porcentajes utilizados fueron consideraciones aleatorias sin fundamento en estudios o censos.

La caracterización tipológica del parque residencial

La caracterización tipológica de viviendas ha sido investigada como apoyo de variadas

temáticas. El proyecto europeo TABULA (*Typology Approach for Building Stock Energy Assessment*), destaca la tipificación de parámetros que afectan a un “edificio ejemplo” como una descripción sistemática de criterios adoptados (Serrano Lanzarote *et al.*, 2014). Este proyecto realizó una homogenización de las tipologías residenciales en 13 países: Alemania [coordinador], Grecia, Eslovenia, Italia, Francia, Irlanda, Bélgica, Polonia, Austria, Bulgaria, Suecia, República Checa y Dinamarca (Ballarini *et al.*, 2011). Se definió un conjunto de edificios modelos de características comunes relacionadas con la energía, entre ellos los valores de transmitancia (U), los componentes de la envolvente y la eficiencia del suministro de energía (Wittchen y Kragh, 2012). Los resultados permitieron la conformación de un inventario que fue puntapié para investigaciones enfocadas en la energía. En cuanto al rendimiento energético residencial, se utilizó para delimitar políticas de rehabilitación enfocadas en la EE y el potencial de ahorro energético (Loga y Diefenbach, 2010; Ballarini *et al.*, 2014; Loga *et al.*, 2016). Asimismo, cada país generó su propio *dataset* y publicó folletos de las tipologías edilicias y sus propiedades.

En la región sur de Sudamérica se han identificado tipologías de viviendas con propósitos de análisis energéticos. Triana *et al.*, (2015), evalúan el desempeño térmico y energético de modelos de vivienda social frente al Etiquetado Energético Brasileiro. En Chile, en un trabajo similar llevado a cabo por Palme y Vázquez (2015), se utilizan tres modelos representativos de tipologías de viviendas en relación con la cantidad de familias que albergan –vivienda unifamiliar, vivienda multifamiliar de mediana escala, de gran escala y en altura– con el fin de realizar un análisis energético confrontando los resultados del etiquetado de viviendas de Chile y la simulación computacional.

¹ La diferenciación de la escala de valores absolutos según las diversas localidades del país es extremadamente importante para el éxito del programa de etiquetado de eficiencia energética en un país con seis zonas bioambientales como la República Argentina.

En Argentina, en 1992, los arquitectos Rosenfeld y Czajkowski (1992) realizaron un Catálogo de tipologías de viviendas urbanas en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), para fichar el comportamiento energético y bioclimático de las arquitecturas de dicha zona. Para la provincia de Buenos Aires, Garganta y San Juan (2012) caracterizan la producción de viviendas de índole social en el período entre 2003 y 2011, atendiendo al índice de compactidad y los sistemas constructivos utilizados. Se obtuvo el potencial de ahorro energético comparando las tipologías base con la misma tipología optimizada según la Ley 13.059/13.

Un trabajo más reciente es el realizado por Andersen *et al.*, (2019), donde se tipificó viviendas construidas en climas fríos de la Patagonia argentina, diferenciando 23 tipologías de viviendas (unifamiliar y multifamiliar). Los autores advierten que la representatividad edilicia es una instrumentación necesaria para modelar el desempeño energético del sector en una escala territorial mayor. En el trabajo de Alamino-Naranjo (2024) se establecieron dos tipologías de viviendas para la elaboración de una propuesta de escala para el PRONEV. En esta tipificación se tuvo en cuenta viviendas adosadas y viviendas aisladas, acercándose bastante a la propuesta de la prueba piloto realizada en la ciudad de Mendoza. Sin embargo, la elección de los casos de estudio respondieron principalmente a la representatividad de las prácticas constructivas en la provincia de San Juan. En el caso de Mendoza, en un trabajo pionero, se distinguen tres tipologías de vivienda considerando el consumo energético desde la perspectiva de confort (De Rosa, 1989) y haciendo referencia a su forma (quebradas, dúplex y compactas). Los resultados arrojaron que las viviendas poseían un 79%, 62% y 53% de categorización no confortable, respectivamente. Otro trabajo

donde la tipificación se realizó de acuerdo con la compactidad para determinar ahorros energéticos advierte que, en Mendoza, las tipologías compactas alcanzan un ahorro de hasta 40% frente a tipologías más abiertas (Mitchell y Acosta, 2009).

Si bien los trabajos presentados han analizado viviendas y diferentes características desde una perspectiva energética, ninguno de ellos ha considerado las colindancias para la tipificación. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es identificar y cuantificar la representatividad de las tipologías definidas y utilizadas por el programa de certificación energética de viviendas y contrastarla con la relación utilizada por el PRONEV y su influencia en la determinación del IPEM y la escala de eficiencia energética.

METODOLOGÍA

La metodología se estructura en tres etapas consecutivas: a) la identificación de las tipologías; b) la caracterización de la materialidad mediante encuestas a los certificadores de la provincia de Mendoza; y c) el análisis de los resultados.

2.1. Identificación de las tipologías en el AMM por medio de mapeo en archivo DWG² para la evaluación de la incidencia y su ponderación

La identificación de las tipologías se realizó con el apoyo de tres herramientas: 1) Relevamiento visual y fotográfico; 2) Exploración de imágenes satelitales por medio de páginas web (Google Maps, Google Earth); y 3) Archivos CAD (*Computer-Aided Design*) del

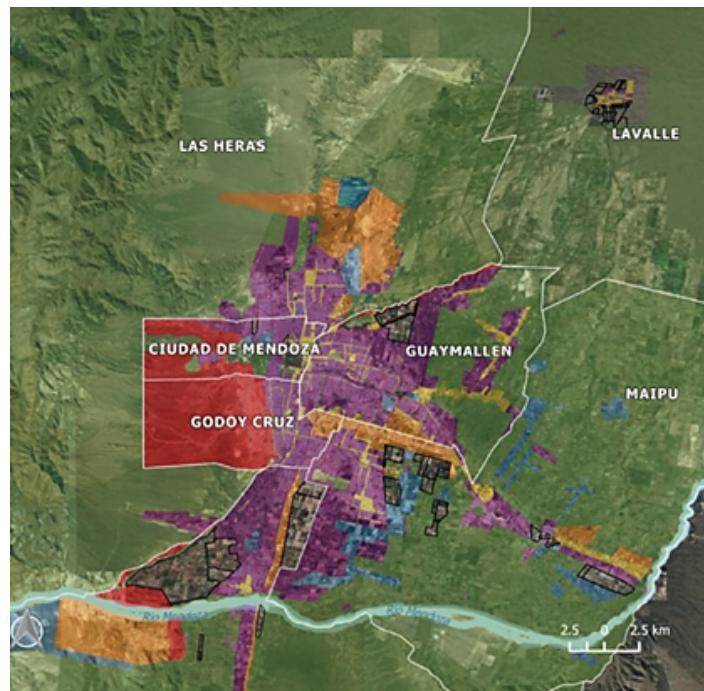


Figura 4. Área Metropolitana de Mendoza y división política de los municipios que la componen (fuente: Google Earth web, 2025).

² Derivado de "drawing", es el formato nativo propietario de Autodesk AutoCAD, utilizado para almacenar datos de diseño, metadatos y gráficos vectoriales en 2D y 3D.

AMM. La documentación digital facilitó la tarea por contener parcelas de todo el AMM, abarcando la mancha urbana concentrada en cinco municipios de la provincia: Ciudad de Mendoza, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Lujan de Cuyo y Maipú (figura 4).

Se definieron cinco elementos a identificar: a) edificios no residenciales; b) espacios verdes; y c) tres tipologías de vivienda. La identificación se realizó por parcela; en caso de que alguna parcela presentara tipos mixtos, se caracterizó de acuerdo con el tipo que constituyera el 80% de ella. En casos donde la diferenciación era cercana a las medias entre dos tipos, se hizo una división en partes iguales. Si bien el piloto del PRONEV abarcó tres tipologías de edificios residenciales, es útil discriminar los diferentes usos en el AMM para futuros trabajos y realizar una categorización más estricta del uso del suelo de la ciudad.

En el sector de edificios no residenciales se agrupan edificios comerciales, educacionales, ceremoniales, industriales y usos que no se encuadren dentro de edificio residencial. Los sectores verdes alcanzan las parcelas destinadas a cultivos, los grandes descampados y los parques recreativos en sus diferentes escalas, entre ellos parques, plazas, plazoletas y bulevares verdes. En cuanto a las tipologías de viviendas, se identificaron bajo el mismo criterio utilizado en el curso del PRONEV en Mendoza:

- *Vivienda apareada*: al menos dos de sus fachadas se encuentran adyacentes con otras viviendas o espacios edificadas (imagen 1, panel b).
- *Vivienda aislada*: sus fachadas están en contacto directo con el exterior (imagen 1, panel a).
- *Vivienda departamento*: se encuentra dentro de un edificio conformando así un bloque multivivienda (imagen 1, panel c).

2.2. Superficie cubierta por tipología

La primera aproximación al área de superficie cubierta que abarca cada tipología en metros cuadrados correspondió a la cuantificación de los metros de sellamiento que efectúan



Imagen 1. Tipologías de viviendas utilizadas en el piloto de etiquetado energético de viviendas del PNEV (fuente: de los autores, viviendas certificadas, 2025).

las construcciones sobre el terreno en todo el AMM. Sin embargo, la superficie cubierta total (SC_{total}) es mayor debido a la adición de niveles sobre planta baja, escenario que se puede observar en viviendas unifamiliares y en

edificios de departamentos. Con el propósito de resolver esta situación, se desarrolló un índice para la corrección de los metros cuadrados obtenidos solo de la huella sellada. El índice se denominó *factor de corrección*,

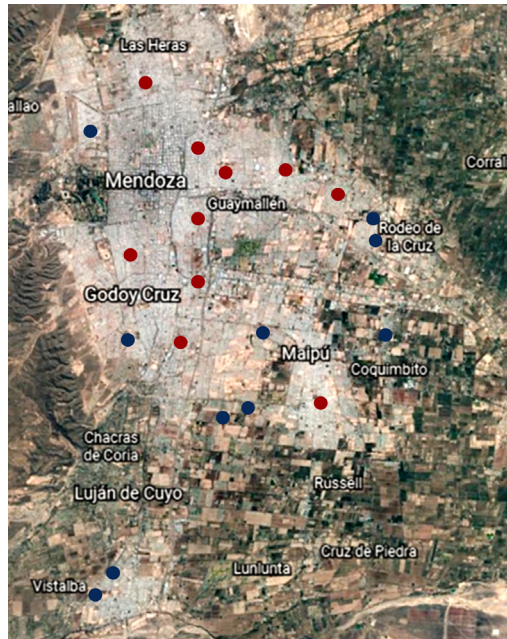


Figura 4. Ubicación de los barrios relevados para la representatividad del factor de corrección de la superficie. (Viviendas apareadas: ●, Viviendas aisladas: ●). (fuente: elaboración propia, 2025).

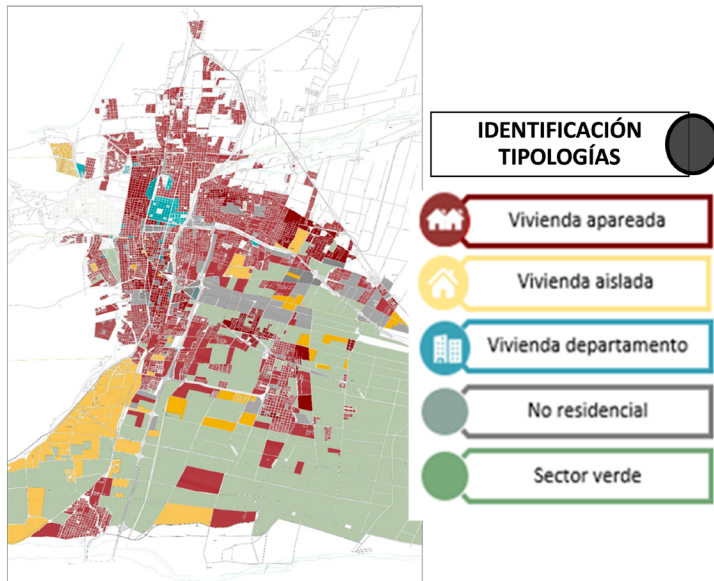


Figura 5. Sectorización del AMM: tipología residencial (vivienda apareada, vivienda aislada y vivienda departamento), no residencial y espacio verde (fuente: elaboración propia, 2025).

el cálculo de este consiste en tres pasos: 1) seleccionar sectores representativos a cada tipología y relevar la cantidad de pisos que se observan construidos sobre la parcela (figura 4); 2) identificar los umbrales mínimos y máximos en estos sectores; y 3) calcular la mediana a partir de la cual se establece el factor de corrección.

Una vez obtenido el valor del índice de corrección correspondiente a cada tipología, se procedió a calcular la superficie cubierta total, siendo:

$$SC_{total} = \text{sup. sellada en planta baja} * \text{índice de corrección}$$

Esto permitió determinar mejor la superficie cubierta total real en metros cuadrados de cada tipología.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Tipologías y representación porcentual en el AMM

Sobre la base del parcelamiento del AMM en CAD, fue posible realizar observaciones de carácter cualitativo y un análisis cuantitativo por medio del cálculo de las superficies que abarca el área de cada una de las tipologías de viviendas (figura 5).

Desde el aspecto cualitativo, se observa que la vivienda apareada representa un gran porcentaje en la trama urbana del AMM, encontrando viviendas de una planta y dos plantas (figura 6). En cuanto a la tipología de vivienda aislada, esta presenta un creciente aumento en la periferia de la ciudad. Se trata de viviendas de mayor superficie cubierta y con mayor superficie de espacios abiertos, además de presentar una diversidad entre viviendas de una planta y dos plantas (figura 7). Por su parte, la vivienda departamento se encuentra en crecimiento sustancial dado que el sector inmobiliario ha potenciado las inversiones en esta tipología en zonas consolidadas de la mancha urbana. La modificación del código del año 2010 permitió este crecimiento que se observa en torres de más de 20 pisos (Dall'O' et al., 2012), (figura 8).

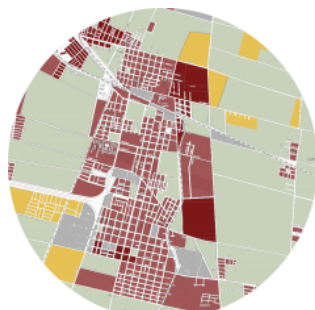
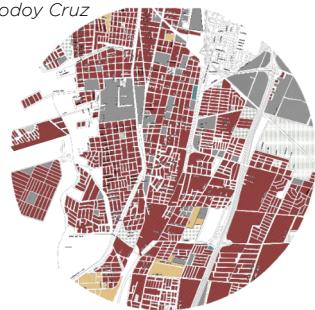
Sector de
Godoy Cruz

Sector
Maipú

Figura 6. Sector del AMM con predominancia de tipología de vivienda apareada (fuente: elaboración propia, 2025).

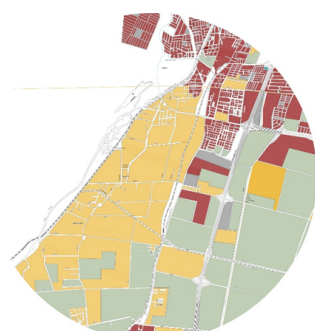
VIVIENDA APAREADA



El aspecto del análisis cuantitativo en CAD permitió la contabilización de la superficie cubierta. El parque construido destinado a uso residencial presenta un total de 326.000 m² de ocupación en huella de las parcelas del AMM, área que corresponde a la suma de las tres tipologías: 270.000 m² para vivienda apareada, 46.500 m² para viviendas aisladas y 10.000 m² para viviendas departamentos. Con estos datos fue posible calcular el índice de corrección de acuerdo con los pasos presentados anteriormente. Para el paso 1, se observaron algunas particularidades de las tipologías para definir los sectores característicos:

- La tipología pareada (VAp) se desarrolla principalmente en barrios de baja densidad con una incidencia menor de segunda planta. Se relevaron 10 barrios distribuidos en la mancha urbana de toda el AMM, también se presenta su ubicación en la figura 4.
 - En la tipología aislada (VAi), existe una dinámica importante en la suma de un piso a planta baja. Para el análisis se seleccionaron 10 barrios ubicados en la periferia del AMM distribuidos hacia los puntos de mayor desarrollo y crecimiento de la ciudad, a saber, hacia el sur en los municipios de Maipú y Lujan de Cuyo; hacia el este en los municipios de Guaymallén y Maipú; y hacia el oeste en los municipios de Godoy Cruz y Ciudad de Mendoza (figura 4).
 - Por último, para el cálculo de la vivienda departamento (VD), por un lado, se utilizó el resultado obtenido en un trabajo de Balter *et al.* (2013), donde se relevaron 67 edificios residenciales con más de cinco pisos ubicados en la zona centro de la mancha urbana de Mendoza. Las autoras calcularon que la media de pisos es de 7,3. Por otro lado, se consideró los edificios menores a cinco pisos –localizados a las afueras del microcentro del AMM– arrojando una media representativa de tres pisos.
- Para el paso 2 se consideraron los valores mínimos y máximos en las zonas características. Los valores se presentan en la tabla 2. A partir de esos valores y siguiendo con el paso 3,

VIVIENDA AISLADA

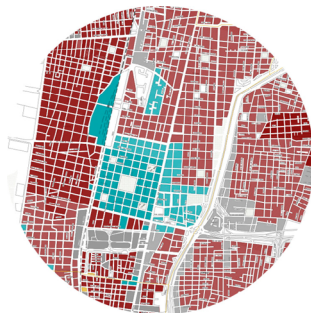


Sector de Lujan de Cuyo



Figura 7. Sector del AMM con predominancia de tipología de vivienda aislada (fuente: elaboración propia, 2025).

VIVIENDA DEPARTAMENTO



Sector de la Ciudad de Mendoza



Figura 8. Sector del AMM con predominancia de tipología de vivienda departamento (fuente: elaboración propia, 2025).

TIPOLOGÍA	UMBRALES		MEDIA CALCULADA	FACTOR DE CORRECCIÓN
	MÍNIMO	MAYOR		
V1 / Vai	25%	65%	49,8	1,5
V2 / Va	0%	43%	18,5	1,19
V3 / Vp	3 pisos	7,3 pisos	5,15 pisos	5,15

Tabla 2. Valores umbral de relevamiento y factor de corrección (fuente: elaboración propia, 2025).

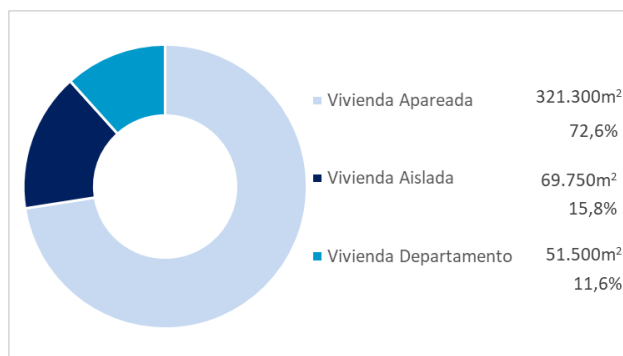


Figura 9. Metros cuadrados y porcentajes de tipologías relevadas (fuente: elaboración propia, 2025).

se obtuvo el factor de corrección para cada tipología.

Por último, se calculó la superficie cubierta total por tipología de viviendas del AMM y el porcentaje de representatividad. Los resultados se presentan en la figura 9. A partir de estos factores, se calculó la superficie cubierta y el porcentaje de representación, es decir el pT.

De los resultados se observa una fuerte impronta de la vivienda apareada acorde con un trazado urbano en damero. Cabe destacar que la ponderación obtenida es bastante disímil a la considerada por la muestra utilizada por el PRONEV para establecer el IPEM.

La ponderación que evidencia la metodología utilizada para los valores teóricos de IPE a considerar se toman en 72-16-12, representando el total entre la vivienda apareada, la vivienda aislada y la vivienda departamento, respectivamente.

Como trabajo futuro, queda establecer el valor del requerimiento energético mediano de cada tipología y -con el uso de los valores de representatividad obtenidos- será posible acercarse a la media real del IPEM. De esta manera será posible obtener la media ponderada apropiada al RE de cada tipología con el peso correspondiente, de acuerdo con la expresión de la ecuación 1 a continuación:

$$MP = \frac{xVAp \cdot pVAp + xVAi \cdot pVAi + xVD \cdot pVD}{pVAp + pVAi + pVD}$$

Donde: (xVAp, xVAi, xVD) es el valor del RE por tipología, RE vivienda apareada, RE vivienda aislada y RE vivienda departamento respectivamente.

(pVAi, pVAp, pVD) es el peso de cada tipología, pVAi = 0,16, pVAp = 0,72 pVD = 0,12 en valores de 0 a 1, para representar el peso total=1.

3.2. Confrontación de resultados - prueba de la ponderación obtenida

Con el objetivo de observar la variabilidad de la escala de eficiencia energética de siete categorías a partir del cálculo de un nuevo IPEM que tenga en cuenta el peso de las tipologías, se seleccionan dos viviendas

	TIPOLOGÍA DE VIVIENDA					
	APAREADA		AISLADA		DEPARTAMENTO	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Superficie cubierta [m²]	133	210	175	120	53	37
Requerimiento de Calefacción [kWh/m² año]EP	188	149	355	96	342	330
Requerimiento de Enfriamiento [kWh/m² año]E	18	16	44	259	20	26
Requerimiento de Iluminación [kWh/m² año]EP	14		9	6	6	5
Requerimiento para ACS KWh/m² año EP	28	19	22	32	33	66
Producción de ER [kWh/m² año] EP	57		0	96		
IPE [Wh/m² año]EP	191	191	430	297	401	427
ETIQUETA	C		F	D	E	F
IPE promedio por tipología	191		363.5		414	
Peso de tipología	0,72		0,16		0,12	

Tabla 3. Datos de las viviendas utilizadas para el cálculo del IPEM (fuente: elaboración propia, 2025).

de cada tipología utilizada por el PRONEV en la prueba de Mendoza. Las viviendas seleccionadas son dos viviendas de tipología apareadas ubicadas en el borde del AMM, dos viviendas de tipología aislada ubicadas en las afueras del AMM, y dos viviendas departamento ubicadas en la trama centro del AMM. Las seis viviendas poseen el mismo sistema constructivo –tradicional para la provincia de Mendoza– que consta de muros de ladrillón macizo de 0,17 m de espesor, con

revoque en ambas caras. Las cubiertas son de losa alivianada de viguetas de hormigón pretensado y losetas cerámicas con aislación mínima de granulado volcánico. En el caso de los departamentos, la cubierta está resuelta con losa maciza, haciendo de división entre otros departamentos. La carpintería es de vidrio simple y marcos de aluminio. A continuación se presentan los resultados de requerimiento de energía primaria para calefacción, refrigeración, iluminación y

agua caliente sanitaria, el IPE conseguido de cada vivienda y los IPE promedio de cada tipología (tabla 3).

De estas viviendas se calculó un promedio de IPE por tipología, valor que se utilizó en el cálculo del IPEM con la expresión de la ecuación 1. Posteriormente, se establece la escala de eficiencia energética por medio de lo establecido por el PRONEV en cuanto a los mínimos y máximos de cada letra (figura 10).

$$IPEM = \frac{191 \cdot 0,72 + 364 \cdot 0,16 + 415 \cdot 0,12}{0,72 + 0,16 + 0,12}$$

$$IPEM = 245,5$$

CONCLUSIONES

La caracterización de las tipologías realizada para toda el AMM otorga certezas para el cálculo representativo de la escala de eficiencia energética del PRONEV para Mendoza. El presente trabajo analizó los seis municipios que alberga el área Metropolitana de Mendoza (Ciudad de Mendoza, Godoy Cruz, Luján de Cuyo, Maipú, Guaymallén y Las Heras) consolidando un aporte de relevancia en la representatividad real de las tipologías de viviendas en este sector de la provincia de Mendoza.

La definición de la representatividad de las tipologías edilicias (vivienda apareada, vivienda aislada y vivienda departamento) por medio del relevamiento realizado fue fundamental para alcanzar el verdadero peso que tiene cada una. Los pesos relativos obtenidos de cada tipología considerada en el cálculo del Índice de Prestaciones Energéticas Medias se establecen en 72%, 16% y 12% para vivienda apareada, vivienda aislada y vivienda departamento, respectivamente. Se observa que la réplica de este estudio en ciudades de mayor magnitud implicaría el uso de metodologías asistidas por sistemas de información geográfica (SIG).

La metodología desarrollada para la caracterización de las tipologías de viviendas dentro del AMM otorga un alto grado de certeza en los pesos de representatividad. Esto permite avanzar con el cálculo del IPEM para la elaboración de la escala de etiquetado con valores absolutos.

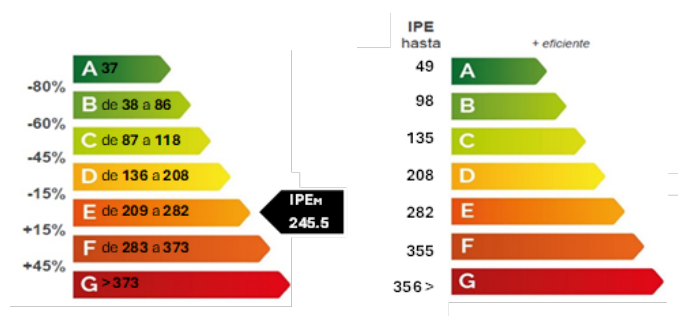


Figura 10. Metros cuadrados y porcentajes de tipologías relevadas (fuente: elaboración propia, FALTA AÑO).

La escala propuesta –calculada a partir de los pesos obtenidos y de los valores de IPE de seis viviendas etiquetas– se asemeja a la escala actualizada por el PRONEV. Estos resultados ratifican la importancia de la problemática abordada y el peligro de

tomar rangos distorsionados de la realidad del parque habitacional construido para la certificación energética de viviendas, pudiendo dejar dicho parque sobre o sub evaluado en el requerimiento energético total. ▲■■■

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la financiación del proyecto PIP 0777 al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) que ha propiciado este trabajo de investigación y su futura continuación.

REFERENCIAS

- Alamino-Naranjo, Y. (2024). Evaluación del desempeño energético de viviendas en San Juan, Argentina: Escala propuesta. *Revista de Arquitectura*, 29(47), 135-152. <https://doi.org/10.5354/0719-5427.2024.75862>.
- Andersen, M., Martini, I., y Discoli, C. (2019). Clasificación y evaluación del sector residencial orientada a la aplicación masiva de estrategias de reciclado edilicio. *AREA*, 25, 1-24. https://www.area.fadu.uba.ar/wp-content/uploads/AREA2501/2501_andersen_et_al.pdf.
- Ballarini, I., Corgnati, S. P., Corrado, V., y Talà, N. (2011). Definition of building typologies for energy investigations on the residential sector by the TABULA IEE-project: Application to Italian case studies. En: *Proceedings of Roomvent 2011*. Trondheim, Norway.
- Ballarini, I., Corgnati, S. P., y Corrado, V. (2014). Use of reference buildings to assess the energy saving potentials of the residential building stock: The experience of the TABULA project. *Energy Policy*, 68, 273-284. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.027>.
- Balter, J., Ganem, C., y Cantón, M. A. (2013). Evolución morfológica y materialización en edificios en altura en la ciudad de Mendoza: Incidencias en el comportamiento térmico interior. *AREA*, 19, 3-19.
- Basso, E. N. y Casabianca, G. A. (s. f.). Categorización de viviendas energéticamente eficientes: Análisis y evaluación de estrategias pasivas de diseño utilizando el aplicativo de certificación energética de viviendas. En XXXVI Jornadas de Investigación y XVIII Encuentro Regional de Investigación Si+Categorías. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires, Centro de Investigación Hábitat y Energía.
- Comisión Europea. (2010). Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la eficiencia energética de los edificios. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L153, 13-35.
- Dall'O, G., Galante, A. y Torri, M. (2012). A methodology for the energy performance classification of residential building stock on an urban scale. *Energy and Buildings*, 48, 211-219. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.01.034>.
- De Rosa, C. (1989). Proyecto de investigación y desarrollo N° 09400/88: Vivienda social: Déficit habitacional y habitabilidad higrotérmica. Evaluación y propuestas para su comportamiento en la provincia de Mendoza [Documento inédito].
- Garganta, M. L. y San Juan, G. (2012). Análisis del comportamiento energético y ambiental de la producción de viviendas sociales en la provincia de Buenos Aires (2003-2011). *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 16, 1-10.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). *Climate change 2014: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- IRAM. (2010). IRAM 11900: Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- IRAM. (2017). IRAM 11900: Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- Kuchen, E. y Kozak, D. (2020). Transición energética argentina: El nuevo estándar de eficiencia energética en la evaluación de la vivienda social. Caso de estudio: Barrio Papa Francisco. *Hábitat Sustentable*, 10(1), 44-55. <https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.01.04>.
- Loga, T., y Diefenbach, N. (2010). Use of building typologies for energy performance assessment of national building stocks: Existing experiences in European countries and common approach. First TABULA Synthesis Report. IWU, Germany.
- Loga, T., Stein, B., y Diefenbach, N. (2016). TABULA building typologies in 20 European countries—Making energy-related features of residential building stocks comparable. *Energy and Buildings*, 132, 4-12. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.094>.
- Mitchell, J. y Acosta, P. (2009). Evaluación comparativa de tipologías de viviendas sociales en la provincia de Mendoza. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 13, 1-8.
- Palme, M., y Vásquez, A. (2015, September 7-9). Energy labelling of residential buildings in Chile: Comparing steady-state evaluations and dynamical simulation results. In *Proceedings of BS2015: 14th Conference of the International Building Performance Simulation Association*. Hyderabad, India.
- Rosenfeld, E., y Czajkowski, J. D. (1992). Catálogo de tipologías de viviendas urbanas en el Área Metropolitana de Buenos Aires: Su funcionamiento energético y bioclimático. Instituto de Estudios del Hábitat, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata.
- Serrano Lanzarote, B., García-Prieto Ruiz, S., Soto Francés, L. y Ortega Madrigal, L. (2014). Proyectos TABULA y EPISCOPE: Caracterización del parque construido como herramienta para el desarrollo de políticas de rehabilitación efectivas. In *Libro de comunicaciones del II Congreso Edificios de Energía Casi Nula*. Madrid, España.
- Triana, M. A., Lamberts, R. y Sassi, P. (2015). Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. *Energy Policy*, 87, 524-541. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.09.012>.
- Wittchen, K. B. y Kragh, J. (2012). Danish building typologies: Participation in the TABULA project. SBI Forlag. SBI Report No. 2012-01. <http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energiebeparelser/tabula>.