

## “ETIQUETADO AMBIENTAL EDILICIO” PARA CUMPLIR CON LOS OBJETIVOS DE SUSTENTABILIDAD EN LAS CONSTRUCCIONES RESIDENCIALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA

**Lourdes I. Marini<sup>1</sup>, Santiago M. Reyna<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Calden Consultoría SRL – Av. Padre Mariani 478, Villa Allende (5105), Provincia de Córdoba  
[www.caldenconsultoria.com](http://www.caldenconsultoria.com) +54 351 7000717, [lmarini@caldenconsultoria.com](mailto:lmarini@caldenconsultoria.com)

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. a - Av. Vélez Sarsfield 299, Córdoba (5000), Provincia de Córdoba - [www.fcefyn.unc.edu.ar](http://www.fcefyn.unc.edu.ar) +54 351 5353800,  
[santiago.reyna@unc.edu.ar](mailto:santiago.reyna@unc.edu.ar)

**RESUMEN:** El contexto actual impulsa la búsqueda de acciones para mitigar la crisis asociada al cambio climático, donde el etiquetado ambiental edilicio se posiciona como una herramienta de importancia relevante para reducir las emisiones de efecto invernadero asociadas al sector residencial, al promover prácticas constructivas sostenibles y evaluar el consumo energético de viviendas. Este trabajo propone los lineamientos básicos para el desarrollo de un sistema de etiquetado ambiental edilicio en la provincia de Córdoba. La metodología empleada se basa en el estudio de la normativa legal, estándares y sistemas de certificación ambiental existentes para el desarrollo de los criterios de sustentabilidad que serán la estructura de este sistema y la base para la evaluación y clasificación ambiental de la vivienda evaluada. El principal resultado es el diseño de un sistema de etiquetado ambiental edilicio que incluye directrices claras para su implementación y la estructura de la etiqueta a otorgar. El mismo ofrece una herramienta confiable para impulsar construcciones sostenibles, ofreciendo a los propietarios e inversionistas una base confiable para evaluar y comparar distintas propuestas constructivas.

**Palabras clave:** Certificación ambiental, eficiencia energética, arquitectura sostenible.

### INTRODUCCIÓN

Un tema de gran relevancia actual es la problemática asociada al calentamiento global, el cual genera un aumento de la temperatura de la superficie terrestre debido principalmente al incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Según el inventario nacional de GEI en la Argentina, el sector energético es el principal generador representando el 51% de las emisiones totales del país. Por otra parte, el subsector denominado “combustibles residenciales” representa el 7% de las emisiones totales, ubicándose en el sexto lugar del total de trece subsectores analizados (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021). Esto es así, debido a que el suministro energético residencial es provisto principalmente por recursos fósiles como el gas natural, petróleo y sus derivados. Analizando en profundidad, según el informe anual de CAMMESA de 2023, los usuarios residenciales representan el 46% de la demanda eléctrica total de Argentina (CAMMESA, 2023) mientras que, en el informe anual de ENERGAS del 2022, los usuarios residenciales constituyen el 25.3% del gas natural total entregado, valor que aumentó un 7.1% respecto al año 2021 (ENERGAS, 2022). Con estos valores, se puede interpretar que el sector residencial tiene un gran peso dentro de la matriz energética de consumos del país, por lo que genera una gran oportunidad a la hora de aplicar políticas energéticas en torno a sistemas de uso racional y eficiente de la energía.

A partir del contexto analizado, el presente trabajo se propone el desarrollo de un sistema de etiquetado ambiental edilicio. En una primera instancia se analizan normativas y sistemas de certificación ambiental

nacionales e internacionales, con el objetivo de considerar los aspectos más relevantes de cada uno de ellos. Entre las principales normativas y certificaciones analizadas se encuentran las normas IRAM que abordan el aislamiento térmico, sostenibilidad y eficiencia energética. También se estudian estándares internacionales como LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), BREEM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), Passivhaus, WELL Building standard y normas ISO que tratan la gestión energética y ambiental. Estas referencias proporcionan un marco para desarrollar un sistema de etiquetado ambiental edilicio que promueva prácticas de construcción sostenibles enfocado en la provincia de Córdoba. Por otra parte, se realiza un análisis legislativo a nivel provincial y nacional con el objetivo de conocer aquellas leyes y resoluciones aplicables a este tipo de sistemas. El resultado de este análisis indica que actualmente, no existe un marco regulatorio definido en torno a la eficiencia energética y etiquetado ambiental edilicio que impulse este tipo de proyectos. Únicamente se cuenta con proyectos de ley que buscan implementar estos sistemas, pero los mismos no se encuentran aprobados aun en el poder legislativo.

## METODOLOGÍA

Para desarrollar un sistema de etiquetado ambiental edilicio se deben establecer las bases fundamentales sobre las cuales va a estar basado, por lo cual para su diseño y estructuración se establecen seis criterios de sustentabilidad los cuales son: calidad ambiental, energía, agua, materiales, sitio y gestión ambiental, cada uno de estos criterios contemplan aspectos fundamentales para brindar una etiqueta ambiental a una vivienda. Estos criterios se basan en un proyecto de ley presentado y aún no promulgado (Reyna & Julia, 2020), que a su vez se basó en sistemas de certificación ambiental edilicia internacionales (BREEAM, 2024), (Fermín & García, 2017), (Argentina Green Building Council, 2023), (Bioconstrucción, 2023). A continuación, se describen cada uno de ellos.

**“Calidad ambiental”** contempla aspectos como confort térmico, iluminación natural y calidad de aire interior. El confort térmico está definido como la condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico, dividido en: envolvente, recursos pasivos y transmitancia térmica máxima admisible, además tiene el objetivo de implementar estrategias de diseño bioambiental y recursos de acondicionamiento pasivo para lograr el bienestar de los ocupantes. Por otra parte, iluminación natural y calidad de aire tienen el objetivo de generar confort y bienestar de los usuarios, y optimizar el uso de energía.

**“Energía”** tiene el objetivo general de reducir el consumo energético implementando estrategias de diseño eficiente y la utilización de fuentes de energías renovables. Este criterio analiza la envolvente y transmitancia térmica de las viviendas, con el objetivo de establecer valores y métodos para el cálculo de propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario. También considera aspectos de eficiencia energética (activa y pasiva) con el objetivo de desarrollar viviendas que reduzcan el consumo de energía operativa (recursos activos) y finalmente, considera el uso energías renovables con el objetivo de lograr un aumento creciente de su participación a partir de recursos existentes en el sitio o entorno.

**“Agua”** tiene el objetivo general de reducir el uso de agua potable para uso sanitario y riego incorporando componentes de eficiencia hídrica, sistemas de reciclado y reúso de agua, cosecha de agua de lluvia y manejo adecuado de los recursos hídricos.

**“Materiales”** tiene el objetivo general de demostrar responsabilidad con el medioambiente a través de la selección de materiales que dispongan de información sobre un ciclo de vida sustentable, así como la reducción de residuos generados en las etapas constructivas.

**“Sitio”** tiene el objetivo de conservar áreas naturales y restaurar las dañadas. Se busca la calidad de vida de los habitantes.

Finalmente, “**Gestión Ambiental**” tiene el objetivo de conocer cuáles son las buenas prácticas constructivas empleadas y cómo es el uso del edificio una vez que comienza a funcionar.

Simultáneamente estos criterios deben basarse en:

- El concepto de huella hídrica, buscando establecer parámetros donde establecer que la misma tienda a la disminución en el uso de agua potable o en condiciones de potabilizar.
- El concepto de huella de carbono, buscando establecer parámetros que tiendan a la disminución en el uso de energías contaminantes.
- Impacto del Ciclo de Vida: para promover el uso de productos y materiales para los cuales haya información disponible sobre el ciclo de vida. Seleccionar productos de fabricantes que hayan verificado impactos medioambientales.
- Productos de Madera Certificados: Se podrá tomar como norma de referencia la Forest Stewardship Council FSC (Consejo de Administración Forestal) u otras similares, según defina la Autoridad de Aplicación. Con el objetivo de promover el uso de madera proveniente de bosques certificados.
- Certificación de la gestión de residuos y efluentes.

#### ***Desarrollo de criterios de sustentabilidad***

Posteriormente a definir los criterios de sustentabilidad se procedió a desarrollar cada uno de ellos con el objetivo de poder cuantificar los aspectos a evaluar para entregar una calificación energética.

1. **Calidad ambiental:** Tiene el objetivo de crear viviendas que contengan espacios libres de impurezas, bien ventilados, con niveles de humedad adecuados y con temperaturas confortables, por lo que para el desarrollo de este ítem se contemplan los siguientes tres aspectos: confort térmico, iluminación natural y calidad de aire interior. A continuación, se procederá a desarrollar cada uno de estos aspectos.

**Confort térmico:** Aquí se toman en cuenta técnicas de diseño bioambiental y recursos de acondicionamiento pasivo, por lo que se debe considerar las características climáticas de la provincia de Córdoba, la cual se encuentra compuesta por un clima cálido y un clima templado cálido. En función al tipo de clima se evaluarán las recomendaciones de diseño de la norma IRAM 11603 para climas cálidos (zona IIa) y clima templado cálido (zona IIIa) (IRAM 11603, 2012).

**Iluminación Natural:** Optimizar el uso de luz diurna en espacios interiores contribuye a reducir significativamente el consumo energético diario de luz artificial. Para cuantificar la iluminación natural que ingresa en las viviendas residenciales se utiliza el Factor de Luz Diurna (FLD), comúnmente implementado en sistemas de certificación como BREEM y LEED. Este factor evalúa la relación entre la iluminación interior y exterior. Este método es más adecuado que medir simplemente la cantidad de “lux” por espacios, ya que considera la variabilidad de luz natural durante el día (Ponce de León Saavedra, 2023). El cálculo de FLD se muestra en la ecuación 1.

$$FLD = \left( \frac{\text{Iluminación interior (lux)}}{\text{Iluminación exterior (lux)}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Los valores mínimos recomendados para el FLD y lux en los distintos ambientes se listan a continuación (*Tabla 1*):

Tabla 1: FLD promedio mínimo recomendable (Ponce de León Saavedra, 2023)

Zonas	Factor de Luz Diurna mínimo recomendado [%]	Cantidad de Luxes mínimas requeridas [lux]
Dormitorio	0.4	50
Cocina	2.4	300
Sala de estar, Living	0.8	100
Comedor	0.8	100

**Calidad de aire interior:** Este término está comenzando a tomar importancia principalmente por problemas que se asocian a las personas que viven o trabajar en lugares con aire “contaminado”, por lo que al priorizar la calidad del aire se cuida la salud de las personas que habitan estos espacios. Por otra parte, es un factor importante en el grado de confort térmico de los habitantes debido a las sensaciones producidas sobre las personas, ya que el movimiento del aire provoca generalmente un aumento de la evaporación del cuerpo y por eso una sensación de enfriamiento. Sin embargo, diferentes velocidades de movimiento de aire pueden ser apreciadas de modos diferentes, es por esto que los límites convenientes de velocidad del aire se definen por los efectos generados en las personas (Simancas Yovane, 2003). Estos límites pueden observarse en la Tabla 2 que indica las percepciones de las personas a determinadas velocidades del viento:

Tabla 2: Efectos del viento sobre las personas (Simancas Yovane, 2003)

Velocidad	Impacto Probable
Hasta 15 m/min	inadvertido
15 a 30 m/min	agradable
30,5 a 61 m/min	generalmente agradable, pero se percibe constantemente su presencia
61 a 91 m/min	de poco molesto a muy molesto
por encima de 91 m/min	requiere medidas correctivas si se quiere mantener un alto nivel de salud y eficiencia

Para lograr una buena calidad de aire interior es necesario que los espacios interiores dispongan de medios para que los recintos cerrados puedan ventilarse adecuadamente, por lo que además debe tenerse en cuenta para la evaluación el estándar 62.1 de ASHRAE “Ventilación para una calidad aceptable de aire interior” (ANSI/ASHRAE, 2007).

2. **Energía:** Este criterio tiene el objetivo de reducir el consumo de energía a partir de la implementación de estrategias de diseño que sean eficientes desde el punto de vista energético. Para el desarrollo de este ítem se contemplan los siguientes tres aspectos: envolvente, transmitancia térmica, eficiencia energética y energía renovable. A continuación, se procederá a desarrollar cada uno de aspectos mencionados.

**Envolvente y transmitancia térmica:** La envolvente térmica de una edificación se refiere a todas aquellas barreras físicas entre el interior y exterior, que incluyen paredes, pisos, techos, ventanas y puertas. La envolvente provee aislamiento, protección del clima exterior y un medio de control de

transferencia de calor. Para el cumplimiento de este criterio se evaluará en función a la norma IRAM 11605 (IRAM 11605, 1996) la cual establece los niveles de confort higrotérmico recomendables en una vivienda, para las épocas de invierno y verano.

**Eficiencia energética:** Una vivienda residencial construida eficientemente puede reducir significativamente la cantidad de energía necesaria para mantener un confort higrotérmico deseado en el interior, traduciéndose en un menor consumo energético y reducción de los costos de energía a largo plazo. En general una vivienda residencial eficiente debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Ventanas y puertas eficientes: contar con ventanas y puertas que permitan el ingreso de luz natural y ventilación controlada, pero que a su vez limiten la pérdida de calor y el ingreso de frío.
- Sellado Adecuado: contar con un sellado adecuado en todas las juntas y detalles constructivos para evitar fugas de aire y perdidas de calor.
- Orientación adecuada: contar con una adecuada orientación de la vivienda en relación con el sol, pudiendo así aprovechar al máximo la luz natural y la radiación solar.
- Ventilación natural: contar con una adecuada ventilación natural para permitir la circulación de aire fresco y reducir la acumulación de calor en verano.
- Iluminación eficiente: utilización de lámparas LED, sistemas de iluminación inteligentes, como sensores de movimiento y de luz natural, para evitar el uso consumo energético innecesario.
- Automatización del hogar: la automatización del hogar permite controlar el consumo de energía de diversos aparatos electrónicos, como la televisión y los electrodomésticos, mediante el uso de sensores y sistemas de control. Esto puede ayudar a reducir el consumo de energía de la vivienda.
- Electrodomésticos y sistemas de climatización: Se considerará la eficiencia energética de los equipos que consuman energía.

**Energías renovables:** Luego de realizar el análisis de la envolvente térmica se procede a determinar el aporte de energías renovables y consumos de energía primaria en la vivienda mediante norma IRAM 11900 (IRAM 11900, 2017). Con esta normativa se procede a medir los aportes de las distintas prestaciones energéticas: energía primaria para calefacción y refrigeración, agua caliente sanitaria (A.C.S), los consumos de energía de los sistemas y los equipos de calentamiento de agua existentes, tanto los convencionales como aquellos que utilizan colectores solares térmicos y aquellos sistemas híbridos. En lo que se refiere a la iluminación, el procedimiento descripto en la norma establece los requerimientos de energía primaria para las instalaciones de iluminación en viviendas, el cálculo de las horas necesarias de iluminación artificial y su correspondiente valor de eficiencia energética (Fenés, 2019).

3. **Aqua:** Este criterio aborda una serie de aspectos interconectados que incluyen la eficiencia hídrica, el reciclado y reutilización del agua, la cosecha de lluvia y la gestión de excedentes hídricos. A continuación, se detallan los parámetros específicos dentro del criterio “agua” que se deben evaluar y cuantificar para determinar el nivel de sostenibilidad y eficiencia hídrica de las edificaciones sujetas al proceso de etiquetado ambiental edilicio.

**Eficiencia Hídrica:** Para evaluar el concepto de eficiencia hídrica, se debe evaluar si la vivienda posee equipamiento que tienda a reducir el consumo del agua por persona, como ser grifería de bajo flujo en la mayor parte de las instalaciones de la vivienda, sistemas de riego inteligentes, inodoros de bajo consumo, sistemas de recolección y reutilización de agua pluvial o grises, entre otros.

**Sistemas de reciclado y reuso de agua:** Para cuantificar el sistema de reciclado y reusó de agua se evaluará la existencia de diferentes tipos de sistemas como ser: recolección y tratamiento de aguas

grises y de aguas negras. Es importante tener en cuenta que la implementación de sistemas de reciclado y reusó de agua residencial debe cumplir con el decreto 847/2016 de la provincia de Córdoba, así como también con el mantenimiento adecuado para garantizar la calidad y seguridad del agua tratada. Finalmente, es relevante aclarar que este tipo de sistemas se encuentran limitados por el espacio disponible en la residencia.

**Cosecha de agua de lluvia:** Para cuantificar de este concepto se analizará si la vivienda cuenta con sistemas de recepción y almacenamiento de agua de lluvia.

**Manejo de excedentes hídricos:** Para cuantificar de este concepto, se analizará la implementación de algunas de las siguientes técnicas:

- Medición y monitoreo del consumo de agua, mediante la instalación de dispositivos de medición para registrar el consumo de agua en el edificio y llevar un monitoreo regular para identificar patrones de consumo y posibles fugas.
- Paisajismo sostenible: mediante la implementación de técnicas que permitan reducir la necesidad de riego mediante el uso de flora nativa, sistemas de riego eficiente y almacenamiento y captación de agua de lluvia.

4. **Materiales:** Los materiales no sólo afectan la durabilidad y rendimiento de la edificación, sino que también tienen un impacto directo en el medio ambiente y en la salud de sus ocupantes. Para cuantificar y evaluar la sostenibilidad y calidad de los materiales utilizados en las construcciones residenciales se consideran las siguientes características:

**Propiedades físicas de los materiales de construcción:** Las principales características a analizar son la transmitancia térmica analizado anteriormente en el apartado de “envolvente y transmitancia térmica” y aislamiento acústico de los materiales. En lo que respecta a las propiedades físicas de los materiales para con el aislamiento acústico se debe considerar (Casini, 2020):

a) Para materiales aislantes a ruido aéreo:

- Densidad: El aislamiento será proporcional a la densidad del material. Por lo tanto, se recomienda que los materiales aislantes tengan valores de densidad a partir de los  $600\text{kg/m}^3$ .
- Porosidad: La porosidad debe ser nula para evitar que el material absorba la energía acústica. Esta característica está relacionada con el coeficiente de absorción acústica. Se recomienda utilizar materiales con coeficientes cercanos al valor 0.

b) Para materiales aislantes a ruido de impacto:

- Rígidez dinámica: Está asociada al rango de frecuencias en las que el material es efectivo en la atenuación del ruido de impacto. Cuanto menor sea el valor de la rígidez dinámica, mayor será la atenuación del ruido de impacto. Se recomienda utilizar materiales con valores cercanos a  $20\text{ MN/m}^3$ .
- Espesor: Esto también tiene relación con el rango de frecuencias. Cuanto mayor sea el espesor del material menor será la frecuencia de resonancia del sistema y previsiblemente mayor será la atenuación al ruido de impacto.
- Resistencia a la compresión: Indica la resistencia a la deformación o pérdida de espesor producida por una carga repartida de forma uniforme. Habitualmente el dato se toma para una deformación del 10%.

c) Para materiales aislantes a ruido de vibraciones:

- Rígidez dinámica: Tiene que ver con el rango de frecuencias en las que el material es efectivo en la atenuación de las vibraciones. En este caso se deben estudiar el tipo de vibraciones a las cuales se encuentra sometida una vivienda, como ser el caso de tránsito,

- turismo, sectores industriales, etc. Para poder así determinar el tipo de material que atenué las vibraciones.
- Factor de perdidas: Es la capacidad de un material de disipar la energía mecánica. Valores óptimos están en 0.3.
5. **Sitio:** Evaluar el sitio de implementación de las construcciones residenciales es un componente fundamental en el proceso de etiquetado ambiental edilicio. Los parámetros a evaluar consideran aspectos que influyen directamente en la sostenibilidad, calidad de vida de los habitantes y la preservación del entorno natural y los mismos se describen a continuación:
- Accesibilidad y conectividad: Se evaluará la facilidad de acceso al sitio, disponibilidad de transporte público, conexiones peatonales e integración con la infraestructura existente, como la conexión a redes de servicios públicos y la accesibilidad a centros de salud, educación, comercios, etc.
  - Usos de suelo: Se analizará la planificación y el uso del suelo, la densidad urbana, la mezcla de usos y la preservación de áreas verdes y espacios abiertos.
  - Eficiencia del transporte: Se considerará la disponibilidad de opciones de transporte sostenible, como ciclovías, estaciones de carga para vehículos eléctricos, estacionamientos para bicicletas y la promoción de desplazamientos no motorizados.
  - Calidad de Aire: Se evaluará la calidad del aire en la zona circundante al sitio, incluyendo la presencia de fuentes de contaminación, la ventilación natural y la implementación de medidas para mejorar la calidad del aire interior, para ello se recomienda utilizar de referencia la Resolución N°105/17: Política Ambiental. Aprueba los “Estándares de Aire de la Provincia de Córdoba”.
6. **Gestión Ambiental:** Esta sección se enfoca en medir y cuantificar las prácticas y acciones implementadas durante la construcción y operación de un edificio, con el propósito de promover la sostenibilidad, la eficiencia y la reducción del impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida. A continuación, se describen los parámetros y criterios que se utilizarán para cuantificar la gestión ambiental en el etiquetado ambiental edilicio:
- Planificación y seguimiento del proyecto: Se evaluará si se ha desarrollado un plan de gestión ambiental durante la etapa de diseño y construcción del edificio.
  - Gestión de residuos: Se evaluará si se ha implementado un plan de gestión de residuos durante la construcción, la reducción de residuos generados y la valorización de residuos.
  - Mantenimiento y operación: Se evalúa si se cuenta con un plan de mantenimiento y operación adecuado del edificio, que incluya la inspección regular de equipos y sistemas, optimización de su rendimiento.
  - Monitoreo y seguimiento: Se evalúa si se han establecido sistemas de monitoreo y seguimiento del desempeño ambiental del edificio, que permitan identificar oportunidades de mejora y asegurar el cumplimiento de los criterios a certificar a lo largo del tiempo.

## RESULTADOS

### ***Funcionamiento del sistema***

La bibliografía analizada indica que en la mayoría de los estándares y sistemas de certificación ambiental edilicia el proceso de certificación se realiza en una única etapa en la cual se consideran todos los parámetros sobre los cuales se basa el sistema y se asigna una certificación o etiqueta en función de los resultados, con la característica de ser sistemas de aplicación voluntaria. Para la implementación en la provincia de Córdoba, en caso de ser utilizado como recurso de gestión, se propone que este sistema de etiquetado debe ser de carácter obligatorio y con un proceso de implementación en dos etapas, la primera etapa, obligatoria, consistirá en realizar el estudio energético y de sustentabilidad de la vivienda, considerando todos los criterios descriptos anteriormente. En base a este estudio, se asigna una clasificación alfabética, que indicará

el grado de sustentabilidad y de eficiencia energética de la vivienda. En caso de ser necesario se propondrá un proceso de mejoras a la vivienda para que pueda aumentar esta clasificación. En una segunda etapa, después de 5 años, se ofrece la posibilidad de realizar una reevaluación de manera voluntaria. El objetivo de esta reevaluación es mejorar la clasificación obtenida en la primera etapa del proceso de evaluación de la etiqueta ambiental edilicia. Esto se logra mediante la evaluación de las mejoras implementadas según las recomendaciones realizadas en la etapa inicial, junto con un nuevo estudio completo de toda la vivienda. Con esta estructura de certificación en dos etapas, se busca fomentar la mejora continua y progresiva de la eficiencia y sustentabilidad de las construcciones residenciales en la provincia de Córdoba.

### ***Escala de clasificación***

Para el desarrollo de la etiqueta de la certificación edilicia se establece un sistema de calificación que indique el nivel de eficiencia energética, así como también el grado de sostenibilidad ambiental del edificio. El sistema de clasificación posee 8 categorías, siendo A+ la máxima y G la mínima ver Tabla 3. Esta escala es utilizada normalmente por las Normas IRAM, como ser IRAM 62410:2012 (para calentador de agua eléctrico de acumulación), IRAM 62411:2012 (para televisores), IRAM 62406:2019 (para acondicionadores de aire), entre otras. También esta escala de clasificación es utilizada en la provincia Santa Fe en la ley provincial N°13903 de Etiquetado de Eficiencia Energética de inmuebles destinados a viviendas. Finalmente, el resto de los sistemas de certificación y estándares nacionales e internacionales utilizan un sistema de puntuación que otorga distintos tipos de certificaciones en función al valor alcanzado, como ser BREEM, LEED, entre otros. Las escalas de puntuación asignadas en estos sistemas de certificación edilicia fueron tomadas en cuenta para la elaboración de la escala de clasificación para el sistema de etiquetado ambiental edilicio de la provincia de Córdoba.

*Tabla 3: Escala de clasificación. Elaboración propia en base a sistemas de puntuación utilizados en Certificación LEED, BREEM, WELL Boulding Standard*

A+	+ 781 puntos
A	671 a 780 puntos
B	501 a 670 puntos
C	321 a 500 puntos
D	211 a 320 puntos
E	121 a 210 puntos
F	61 a 120 puntos
G	0 a 60 puntos

### ***Ponderación de criterios***

Los criterios de sustentabilidad descriptos anteriormente tendrán distinto peso a la hora de realizar la certificación. En función al análisis de los distintos sistemas de certificación analizados se propone la siguiente ponderación (ver *Tabla 4*), la cual está relacionada con la importancia e influencia que tiene cada uno de estos criterios sobre la sustentabilidad y eficiencia energética que puede alcanzar una vivienda.

*Tabla 4: Ponderación de criterios. Elaboración propia teniendo en cuenta certificaciones LEED, BREEAM y WELL Building Standard.*

CRITERIOS	PONDERACIÓN
Energía	35%
Calidad Ambiental	25%
Agua	13%
Sitio	10%
Materiales	10%
Gestión Ambiental	7%
Total	100%

### ***Instrumentos de valoración***

Para valorar cada criterio de sustentabilidad, se ha establecido una escala numérica compuesta por 5 niveles diferentes, los cuales reflejarán el grado de incidencia de cada valor. Estos niveles se definen en un rango del 0 al 100, representando porcentajes de incidencia del criterio correspondiente (Romano et al., 2018). La escala de puntuaciones será la siguiente:

- 0% (cero), considerado como nulo, indicando que el edificio no presenta o no tiene en cuenta el indicador mencionado.
- 25% (veinticinco), representando un nivel bajo de incidencia del criterio.
- 50% (cincuenta), denotando un valor medio de incidencia del criterio.
- 75% (setenta y cinco), señalando un valor medio-alto de incidencia del criterio.
- 100% (cien), el valor más alto, representando la aplicación total del criterio o indicador de sustentabilidad.

Posteriormente, para cada criterio ambiental analizado y valorado, se aplicará la ponderación correspondiente según el peso ambiental asignado. Finalmente, la suma total de los valores asignados indicará la etiqueta ambiental que recibirá la vivienda evaluada.

### ***Planilla de cálculo***

La planilla de cálculo será la herramienta principal para la evaluación de la vivienda y otorgará una certificación correspondiente. La evaluación se debe realizar por un profesional autorizado que figure en el listado de expertos calificados, en línea con lo realizado en los sistemas internacionales analizados. Los métodos de cálculo propuestos en esta planilla se basan en normas y estándares previamente certificados. Además, se incluyen parámetros cualitativos que deben ser considerados en el diseño de la vivienda. Estos parámetros se basan en las indicaciones detalladas anteriormente lo que garantiza que las pautas de medición y evaluación se encuentren debidamente estandarizadas y reconocidas.

El resultado final de la evaluación se traduce en dos valores clave: en primer lugar, se determina el nivel de eficiencia energética y sustentabilidad de la vivienda real, lo cual refleja el desempeño actual de la vivienda. Por otro lado, se calcula un nivel de eficiencia energética y sustentabilidad alcanzable (definido como “oportunidad de mejora” en la planilla de cálculo y “alcanzable” en la etiqueta ambiental edilicia). El mismo representa el potencial de mejora de la vivienda a través de la implementación de medidas específicas. En la Figura 1 se presenta la planilla de cálculo, con ejemplo de aplicación con un ejemplo de aplicación.

### ***Etiqueta ambiental edilicia***

En este apartado se presenta la etiqueta en cuestión que determina el grado de eficiencia energética y sustentabilidad de la vivienda. Como puede observarse en *Figura 2*, en los datos del edificio se debe colocar la tipología de vivienda a certificar (departamento, hogar, dúplex, edificio, etc.), dirección, fecha de primer certificación y fecha de segunda certificación (esta se establece 5 años después de emitida la certificación de la primera etapa), referencia catastral del inmueble y el profesional habilitado para realizar la certificación

correspondiente. Por otra parte, la etiqueta muestra el valor real alcanzado en la primera etapa de certificación y el valor alcanzable en la segunda etapa de implementación.

DATOS DEL EDIFICIO															
TIPO DE VIVENDA		DIRECCION		FECHA DE CERTIFICACIÓN		REFERENCIA CATASTRAL		PROFESIONAL INTERVINIENTE		FOTO DE LA FACHADA	FOTO TERMICA DE LA FACHADA				
OBSERVACIONES		CRITERIO DE SUSTENTABILIDAD		VARIABLES A ANALIZAR		PUNTAJE REAL		OPORTUNIDAD DE MEJORA		PONDERACIÓN DE CRITERIOS	PUNTAJE PONDERADO				
						100	75	50	25	0	100	75	50	25	0
CALIDAD AMBIENTAL	Confort termico	Orientación de vivienda	X												
		Colores de paredes exteriores y techos	X												
		Diseño con ventilación cruzada	X												
		Protecciones solares			X			X							
	Iluminación natural	Orientaciones recomendadas en IRAM 11306	X												
		Localización y tamaño de aperturas		X											
	Calidad de aire interior	Uso de sistemas de ventilación mecánicos		X											
ENERGÍA	Transmitancia y envolvente térmica	Confort higrotermico			X										
		Eficiencia energética pasiva	X												
	Eficiencia energética	Iluminación eficiente	X												
		Climatización eficiente	X												
		Automatización del hogar	X												
AGUA	Energías renovables	Índice de prestaciones energéticas		X											
	Eficiencia Hídrica	Equipamiento para reducción de consumo			X										
	Reciclado y reuso de agua	Sistemas de recolección y reuso de aguas grises		X											
MATERIALES	Cosecha de agua de lluvia														
	Manejo de excedentes hídricos	Medición y monitoreo del uso de agua				X	X								
		Paisajismo sostenible (reducción de necesidad de riego en un 50%)		X			X								
	Materiales de alta resistencia térmica				X										
SITIO	Aislamiento acústico				X										
	Eficiencia y sustentabilidad de los materiales			X											
	Reciclabilidad y reacondicionamiento			X											
	Reacondicionamiento energético de viviendas					X		X							
GESTIÓN AMBIENTAL	Accesibilidad y conectividad	Proximidad a equipamientos y servicios públicos (comerciales, de salud, educativos) a 1km a la redonda													
			X												
	Usos de suelo	planificación y usos	X												
	Eficiencia del transporte	Proximidad a servicios de transporte público (menor a 400 metros)	X												
	Calidad de aire				X										
	Impacto ambiental		EIA aprobado del loteo, en caso de corresponder		X										
SUMATORIA TOTAL												379,5	518,25		
ETIQUETA ENERGETICA												C	B		

Figura 1: Ejemplo de planilla de cálculo con etiquetado real nivel C y mejorable nivel B. Elaboración propia.

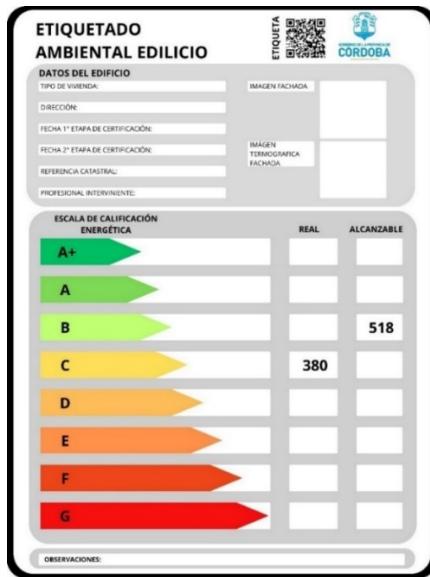


Figura 2: Etiqueta Ambiental Edilicia. Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

En un contexto global de aumento de las temperaturas, eventos climáticos extremos y pérdida de la biodiversidad, la construcción sostenible se posiciona como una herramienta vital para afrontar estos desafíos a nivel local y así contribuir a la lucha contra el cambio climático. En este trabajo se analizan distintos sistemas de certificación edilicia existentes, así como también normativas técnicas nacionales e internacionales para desarrollar un sistema de etiquetado ambiental edilicio robusto y que abarque aspectos energéticos y ambientales en torno al sector residencial en la provincia de Córdoba. Este estudio aborda la crisis climática y destaca la importancia de la transición energética a través de las construcciones sostenibles y eficientes energéticamente.

En lo que respecta a la etiqueta ambiental, es esencial comprender que la sustentabilidad no se limita únicamente a la obtención de una categoría de etiquetado alta. Incluso una edificación con una clasificación baja es sustentable y la misma tiene potencial de convertirse en un proyecto de mayor sustentabilidad si se toman medidas adecuadas para mejorar su desempeño. Esto es así porque se establece una base para la mejora continua, y, al mismo tiempo, puede estar cumpliendo ciertos criterios mínimos de sustentabilidad. Por esto, el proceso de etiquetado ambiental edilicio proporciona un marco estructurado para evaluar el desempeño ambiental y la eficiencia energética de un edificio, al identificar las áreas en las que se puede mejorar, se abre la puerta a la implementación de medidas que promuevan la sustentabilidad en diferentes aspectos, como la calidad ambiental, el uso eficiente de la energía, manejo de agua y gestión de residuos.

En cuanto a la etiqueta ambiental, es fundamental entender que la sustentabilidad no se limita únicamente a la obtención de una categoría de etiquetado alta. Incluso una edificación con una clasificación baja es sustentable, por el hecho de cumplir con criterios mínimos de eficiencia energética o sustentabilidad y por la posibilidad de aumentar su clasificación mediante la implementación de medidas adecuadas que mejoren su rendimiento. Por lo tanto, el proceso de etiquetado ambiental edilicio ofrece un marco estructurado que no solo evalúa el desempeño ambiental y la eficiencia energética de un edificio, sino que también facilita la identificación de áreas de mejora. Esto, a su vez, abre la puerta a la adopción de medidas que fomenten la sustentabilidad en aspectos clave como la calidad ambiental, el uso eficiente de la energía, la gestión del agua y la administración de residuos.

Este tipo de sistemas ofrece a los propietarios, inversionistas y usuarios de las viviendas una herramienta confiable para evaluar y comparar el desempeño ambiental, fomentando adopción de prácticas constructivas y de gestión más sostenibles. Además, al proporcionar una base común para la evaluación, el sistema de etiquetado también facilita la comunicación y colaboración entre los diferentes actores del sector de la construcción impulsando la innovación en tecnologías y procesos sostenibles. Aunque este trabajo fue pensado para su aplicación en la provincia de Córdoba, el mismo puede ser replicado en otras provincias de Argentina considerando las características climáticas específicas, de acuerdo a las zonas descriptas en la norma IRAM 11603.

## REFERENCIAS

- ANSI/ASHRAE. (2007). *Standar 62.1 - Ventilation for Acceptable Indor Quality*.
- Argentina Green Building Council. (2023). Obtenido de Argentina Green Building Council: <https://www.argentinagbc.org.ar/leed/leed-v3/>
- Bioconstrucción. (2023). Obtenido de <https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/>
- BREEAM. (2024). *How BREEAM Works*. Recuperado el 2024, de BREEAM: <https://breeam.com/about/how-breeam-works/>
- CAMMESA. (2023). *Mercado Eléctrico Mayorista, Informe Anual 2023*. Obtenido de <https://microfe.cammesa.com/static-content/CammesaWeb/download-manager-files/Informe%20Anual/2024/Informe%20Anual%202023.pdf>
- Casini, M. (2020). *Insulation materials for the building sector: A review and comparative analysis. Encyclopedia of renewable and sustainable materials*.
- ENERGAS. (2022). *Informe Anual 2022*. Obtenido de <https://www.enargas.gov.ar/secciones/publicaciones/informes-anuales-de-balance-y-gestion/pdf/anuales/2022/informe-anual-2022.pdf>
- Fenés, G. (2019). Qué cambios introduce en la utilización de energías renovables y eficiencia energética la Norma IRAM 11900. *Energía Estratégica*.
- Fermín, F., & García, P. (2017). *Estudio del estándar Passivhaus, aplicación y comparativa con el CTE*. Obtenido de [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/69349/1/ESTUDIO\\_DEL\\_ESTANDAR\\_PASSIVHAUS\\_APPLICACION\\_Y\\_Prieto\\_Garcia\\_Francisco\\_Fermin.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/69349/1/ESTUDIO_DEL_ESTANDAR_PASSIVHAUS_APPLICACION_Y_Prieto_Garcia_Francisco_Fermin.pdf)
- IRAM 11603. (2012). *Acondicionamiento Térmico en Edificios. Clasificación Bioambiental de la Republica Argentina*.
- IRAM 11605. (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos*.
- IRAM 11900. (2009). *Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero*.
- Ponce de León Saavedra, Á. G. (2023). *Cálculo de Iluminación Natural en Edificaciones*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú. Obtenido de <https://proyectoceela.com/wp-content/uploads/2023/07/Calculo-de-Iluminacion-Natural-en-Edificaciones.pdf>
- Reyna, S. M., & Jualia, M. S. (2020). *Proyecto de Ley Etiquetado Ambiental Edilicio*. Córdoba.
- Romano Pamies, C., Alías Herminia, M., & Jacobo, G. J. (2018). *Lineamientos e indicadores para la valoración de la sustentabilidad edilicia, de factible incorporación a las normativas de edificación vigentes en Resistencia y Corrientes* .
- Simancas Yovane, K. (2003). *Reacondicionamiento bioclimatico de viviendas de segunda residencia en clima mediterraneo*. Universitat Politècnica de Catalunya.

## **DEVELOPMENT OF AN ENVIRONMENTAL LABELLING SYSTEM FOR BUILDINGS TO MEET SUSTAINABILITY GOALS IN CORDOBA PROVINCE**

**ABSTRACT:** The current context drives the search for actions to mitigate the crisis associated with climate change, where building environmental labeling positions itself as a highly relevant tool to reduce greenhouse gas emissions associated with the residential sector by promoting sustainable construction practices and assessing the energy consumption of homes. This work proposes the basic guidelines for the development of a building environmental labeling system in the province of Córdoba. The methodology employed is based on the study of legal regulations, standards, and existing environmental certification systems to develop sustainability criteria that will form the structure of this system and serve as the basis for the evaluation and environmental classification of the assessed housing. The main result is the design of a building environmental labeling system that includes clear guidelines for its implementation and the structure of the label to be awarded. This system offers a reliable tool to promote sustainable construction, providing homeowners and investors with a trustworthy foundation to evaluate and compare different construction proposals.

**Key words:** Environmental certification, energy efficiency, sustainable architecture.