

ETIQUETADO ENERGÉTICO, TERMOGRAFÍA Y MEDICIONES DE UNA CABAÑA TURÍSTICA DE MIRAMAR DE ANSENUZA, CÓRDOBA. CONSTRUCCIÓN DE MEJORAS

Lautaro Oga Martínez¹, Halimi Cristina Sulaiman², María Paz Sánchez Amono³

¹²³Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Tel. 0351-4894442

¹e-mail: lautaro.ogamartinez@gmail.com

RESUMEN: El Ministerio de Ciencia y Técnica de Córdoba Argentina detectó la necesidad de mejorar sustancialmente la eficiencia energética en el sector turístico de Miramar de Ansenusa. Se concretó el Proyecto de transferencia tecnológica *Ahorro y Eficiencia Energética en el Sector Turístico. Soluciones técnicas, arquitectónicas y urbanas sustentables*. El objetivo general es *mejorar las prestaciones térmico-energéticas de hoteles, departamentos y cabañas locales mediante la aplicación y materialización de múltiples estrategias de diseño bioclimático para sentar las bases de una transformación de la oferta turística desde una perspectiva sustentable*. En este artículo se analiza una cabaña de madera de dos plantas, modelada con la herramienta de etiquetado energético, imágenes termográficas y mediciones de temperatura y humedad relativa interiores con data loggers en condiciones reales de uso. Basado en los resultados obtenidos, se propusieron y construyeron mejoras. Estas modificaciones logran un ahorro calculado del 60 % respecto al original.

Palabras clave: eficiencia energética, sector turístico, etiquetado, mejoras constructivas.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, debido a los altos costos energéticos sumados al contexto inflacionario, es de vital importancia emplear de manera correcta la energía en los edificios. Esto es especialmente importante para los prestadores de servicios turísticos donde un consumo energético excesivo en climatización tiene un impacto negativo en el porcentaje del beneficio percibido. Según ANDIMA (Asociación Nacional de Industrias de Materiales Aislantes, 2022), el 50% del consumo de energía en los hogares de Argentina se destina a la climatización de los ambientes. En promedio, significa que la mitad del costo de energía que paga el usuario corresponde a refrigerar o calefaccionar su vivienda (Ámbito Financiero, 2022).

Teniendo en cuenta el paradigma de la construcción sustentable, a la hora del diseño, los profesionales deben tener en cuenta el costo energético de funcionamiento de los edificios proponiendo el empleo de materiales alternativos (Sulaiman, et al. 2023). El Proyecto marco de transferencia tecnológica *Ahorro y Eficiencia Energética en el Sector Turístico. Soluciones técnicas, arquitectónicas y urbanas sustentables*, (financiado por Proyecto Federal de Innovación 2023) tiene como objetivo general *mejorar las prestaciones térmico-energéticas de hoteles y cabañas localizados en el municipio Miramar de Ansenusa Argentina mediante la aplicación y materialización de múltiples estrategias de diseño bioclimático que sirvan para sentar las bases de una transformación de la oferta turística desde una perspectiva sustentable*. Miramar de Ansenusa, busca una disminución significativa de sus consumos energéticos a través de la exploración de alternativas que le permitan avanzar hacia la sustentabilidad dado que la localidad es una zona sin acceso a la red de gas natural y su único vector energético es la electricidad. El empleo de artefactos para climatizar es eléctrico, los cuales presentan un alto consumo de energía.

El potencial de ahorro es factible de ser logrado a través de mejoras edilicias, toma de conciencia de sus residentes, como así también de los turistas. Cabe mencionar que, parte de la demanda puede ser cubierta por la incorporación de fuentes de energía renovable. Los objetivos específicos del proyecto marco incluyen el relevamiento y registro fotográfico de los posibles casos testigos, selección de los mismos, auditoría energética, planificación y construcción de mejoras, capacitaciones sobre el desarrollo sostenible del turismo local y uso de herramientas para mejorar las ordenanzas locales, entre otras actividades.

La etiqueta de eficiencia energética en viviendas permite determinar un índice de prestación energética (IPE) expresado en kWh/m² año y así clasificar al inmueble en una escala de A (más eficiente) a la G (menos eficiente), convirtiéndose en una herramienta más de decisión para el usuario, a la hora de comprar, vender o alquilar. A nivel nacional, se establecen lineamientos generales y definen criterios unificados; genera herramientas para la implementación respaldada por los organismos técnicos nacionales (Ministerio de Minería y Energía de la Nación, 2020). En el caso de Córdoba las autoridades de la provincia firmaron el convenio de adhesión al Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas (PRONEV) recién a fines de agosto del 2023 y aún no ha determinado sus casos pilotos y por ende no ha definido su propio IPE. Cabe resaltar que este proyecto pretende aportar casos para la determinación de dicho índice. A nivel municipal dicha herramienta tiene por objetivo actuar como un instrumento para la planificación urbana, establecer estándares mínimos en los códigos de edificación, e incluso, una vez que sea implementado, otorgar los permisos y certificaciones a aquellas edificaciones que hayan solicitado la etiqueta.

El objetivo del presente trabajo es evaluar mediante herramientas de diagnóstico (relevamiento, mediciones e imágenes termográficas) y el aplicativo del etiquetado energético nacional de viviendas, una cabaña en sus condiciones reales de uso (CCB). En base a los resultados obtenidos proponer un conjunto de mejoras (CCM), y construirlas.

La CCB es uno de los cuatro casos testigo del proyecto marco: cabaña de madera de dos plantas. Como primer paso, se utilizaron herramientas de diagnóstico: relevamiento, toma de imágenes termográficas interiores y exteriores; y mediciones de temperatura y humedad relativa interior con data loggers. Luego, mediante el aplicativo del Etiquetado Energético de Viviendas (EEV) se modeló la CCB determinando sus características técnicas y prestaciones energéticas. En base a los resultados obtenidos, se propusieron mejoras (CCM). Por último, se diagramó un plan de obra y actualmente, las mejoras en la cabaña (CCM) se han completado en un 80% y se continúan las mediciones higrotérmicas interiores.

METODOLOGÍA

La metodología empleada consiste en las siguientes etapas: 1) relevar en conjunto con las mediciones higrotérmicas y fotos termográficas cada caso testigo; 2) modelar, evaluar y proponer mejoras de la CCB, mediante el Software del Etiquetado de Vivienda; y 3) plan de obra y construcción de las mismas.

Etapas 1: Se realizó el relevamiento, se armó un legajo técnico, se iniciaron las mediciones de temperatura y humedad y se tomaron imágenes termográficas.

Al no existir planos en formato papel ni digital, se realizó un exhaustivo relevamiento, mediante el empleo de herramientas métricas y visuales (toma de medidas e imágenes) para poder confeccionar los planos. Luego, se instaló instrumental de medición (Data Loggers marca Elitech RC-4HC) en el interior de la cabaña durante la duración del proyecto marco, midiendo las condiciones de temperatura y humedad relativa cada 30 minutos en dos ambientes: estar-comedor en planta baja (PB) y dormitorio en planta alta (PA). Esto sirve para determinar los puntos críticos de las condiciones interiores. Las mediciones de las condiciones climáticas exteriores fueron obtenidas de la estación meteorológica local.

La toma de imágenes termográficas se emplea para diagnosticar en forma rápida el desempeño térmico de edificios. Es una tecnología de investigación no destructiva y se ha utilizado durante los últimos 30 años. El funcionamiento de la cámara termográfica se basa en un detector que capta la radiación infrarroja emitida por los objetos e interpretada por la cámara. De la imagen obtenida, se aprecian varios

colores que corresponden con las diferentes señales de radiación infrarroja de onda larga emitida, absorbida y reflejada que provienen del elemento analizado. Resulta ser un método efectivo, conveniente y económico cuando se busca detectar características ocultas de estructuras de edificios como formas preexistentes, cambios estructurales, HVAC (Heating, Ventilation, Air Condition), aislaciones, etc. (Rocha, Santos y Póvoas, 2018). En este caso se empleó para determinar puentes térmicos, mapear humedad, verificar aislamientos y determinar las temperaturas superficiales, tanto exteriores, como interiores. La cámara termográfica es marca HTI, Modelo HT-19.

Etapa 2: El Etiquetado Nacional de Viviendas prevé las siguientes etapas: a) estudio de la documentación; b) relevamiento; c) definición del sistema de estudio; d) carga de datos; e) evaluación de resultados; f) emisión de la etiqueta (Manual de Aplicación Práctica para Certificadores, 2020).

- a) Se analiza la documentación disponible.
- b) En este relevamiento se determinan aquellos ambientes que son climatizados y no climatizados, las características térmicas de las envolventes, los obstáculos de las sombras, tanto de los envolventes, como de las aberturas, se discriminan los espacios según su funcionalidad y las instalaciones (calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación).
- c) Se identifican y clasifican los ambientes y espacios, se definen las zonas térmicas, se reconocen e identifican la envolvente térmica y se detectan los elementos internos de dichas zonas.
- d) Se procede a realizar la carga de datos en el aplicativo.
- e) Se evalúan los resultados.
- f) Se emite la etiqueta.

Aspectos considerados en la simulación

Si bien el caso de análisis no es una vivienda de uso residencial permanente, su ocupación es durante todo el año funcionando de manera similar. Cabe destacar que la exigencia predeterminada de condiciones interiores de confort que propone la Etiqueta es en el rango entre 20 y 26 °C, que coincide con las exigencias propias de esta tipología turística.

Por otro lado, las condiciones climáticas de Miramar no se asemejan a las mediciones que incluye el aplicativo de la estación meteorológica del Observatorio de la ciudad de Córdoba. Por esta razón, se tomaron los datos de la ciudad de Ceres, una ciudad ubicada en el noroeste de la provincia de Santa Fe, que cuenta con características climáticas y relieve geográfico muy similares. Tanto Miramar como Ceres están contemplados dentro de la subzona IIb (IRAM 11603). Para esta subzona se detallan las siguientes recomendaciones de diseño: empleo de colores claros en paredes exteriores y techos; gran aislación térmica en techos y en paredes orientadas al este y al oeste. Todas las superficies deben estar protegidas de la radiación solar. Para las ventanas, si es posible, no orientarlas al este o al oeste y minimizar su superficie. La ventilación cruzada debe ser fundamental, dada la influencia benéfica de la velocidad del aire, para disminuir el “disconfort”. En esta zona, el invierno reviste muy poca importancia.

En el apartado Análisis de resultados, se determinan cuáles son las modificaciones que mayor impacto producen en cuanto a la eficiencia energética sin modificar sustancialmente la estructura ni la estética de la misma (requisitos pedidos por parte de los privados y el municipio local).

Etapa 3: Se confeccionó un plan de obra para llevar a cabo las construcciones de mejora (CCM) en cuanto a: aislaciones, reducción de superficie vidriada en envolventes, e infiltraciones. Hasta el momento, se han efectuado el 80 % de las mismas. Esto se evidencia mediante el relevamiento fotográfico del apartado Caso de propuesta de mejoras.

DESARROLLO

Etapa 1: Relevamiento, Mediciones y Fotos termográficas

Caso de estudio: Cabaña Caso Base (CCB)

El caso de análisis es una cabaña de dos plantas, localizada en la ciudad de Miramar de Ansenusa (30°54'53"S 62°40'12"O, Córdoba, Argentina) (Fig. 1). La ciudad de Miramar se encuentra en el noreste

de la provincia de Córdoba, en la zona bioclimática IIa (cálido) según la Norma IRAM 11603 (1996). En esta zona, el verano es la estación crítica, con valores de temperatura media sobre los 24 °C y temperatura máxima promedio superior a 30 °C. Las mayores amplitudes térmicas ocurren en esta época del año, con valores de 16 °C como máximo. El invierno es más seco, con bajas amplitudes térmicas y temperaturas medias comprendidas entre 8 °C y 12 °C.



Figura 1: Ubicación en el mapa bioclimático (a), Provincia de Córdoba ubicación de Miramar y Ceres (b) y ciudad de Miramar (c). Fuente: elaboración propia (E.P).

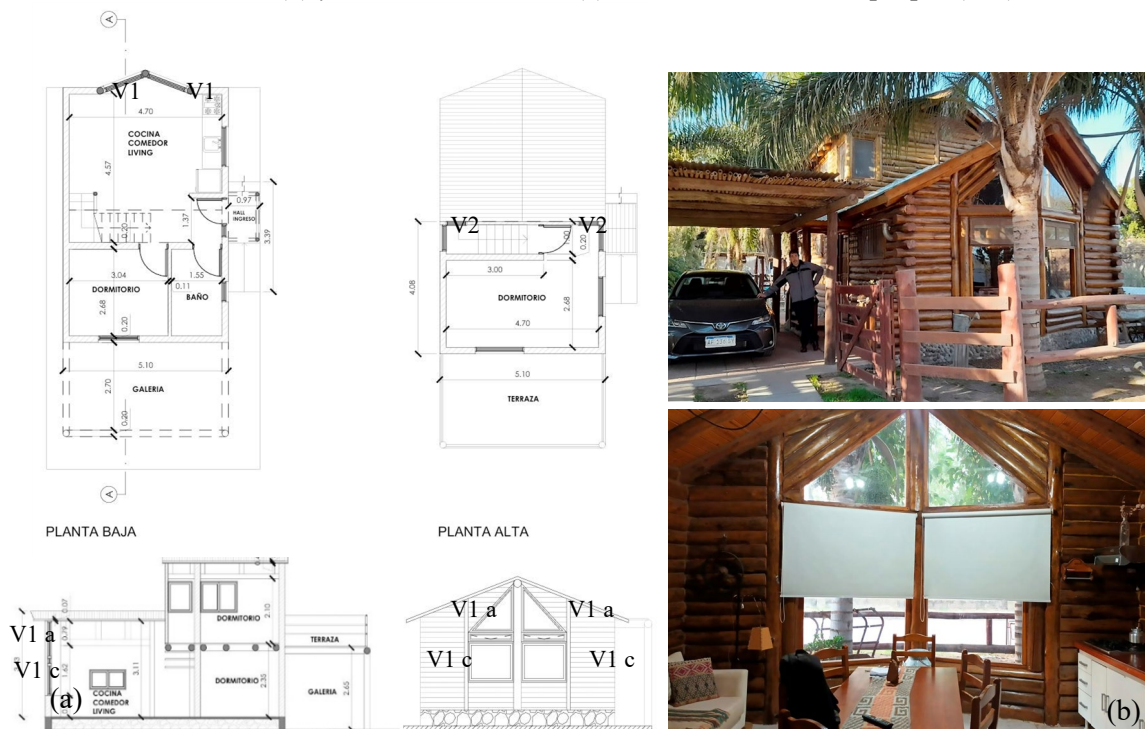


Figura 2: Planos (planta baja y alta), fachada y corte de CCB (a). Imágenes del exterior e interior de la cabaña (b). Fuente: E.P.

En la CCB, tanto los muros interiores y exteriores están contruidos con troncos de madera tipo eucalipto de un diámetro promedio de 200 mm. Su cubierta está realizada con machimbre, espuma aislante de 5mm y chapa sinusoidal verde y las aberturas son de tipo tradicional de madera con vidrio de 3 mm. La planta baja comprende una cocina-comedor (al noroeste), un dormitorio (al suroeste) y un baño (al sur). Hacia el exterior, una galería cubierta con la terraza de planta alta (sureste). En la planta superior se encuentra una habitación más (sureste) (Fig. 2). En la zona, existen numerosos complejos de estas características, sin ningún tipo de certificado de aptitud técnica, planos ni características específicas. El

mantenimiento anual de protección de la madera y renovación de juntas, ha permitido un uso continuo por más de 12 años.

Mediciones de temperatura interior en CCB

Como parte del diagnóstico, se realizan mediciones cada 30 minutos en las zonas isohigrotérmicas de cada caso testigo. En este caso, se colocaron el 29 de diciembre 2023 2 data loggers uno en planta baja y otro en planta alta con un registro de temperatura de bulbo seco y humedad relativa interiores con un lapso de 30 minutos durante la duración del proyecto de transferencia tecnológica que da marco al presente trabajo.

En el siguiente análisis se comparan las mediciones de temperatura interior de la cocina comedor (azul) y del dormitorio de planta alta (rojo) de la cabaña. La figura 3 muestra las curvas de temperatura de ambos locales junto a la temperatura exterior para el día 12 de enero del 2024. Se observa que las temperaturas del dormitorio de planta alta ascienden a partir de las 00:09 a.m. hasta las 5:39 a.m. donde se realizó una ventilación natural provocando un descenso de la temperatura hasta los 28 °C. Desde ese punto, la temperatura vuelve a subir hasta las 10:09 a.m. donde alcanza un pico máximo de 33,8°C. Después de las 11:09 p.m. la temperatura comienza a disminuir debido a la puesta en marcha de un equipo de aire acondicionado tipo split 3000 frigorías clase A, alcanzando los 25°C una vez que entra en régimen a las 18:39 p.m. manteniéndose dentro de la zona de confort (20°C a 26°C) resaltada en el gráfico. Se observa que dicho equipo tarda hasta 9 horas en entrar en régimen disminuyendo la temperatura interior 7,2 °C.

En cuanto a la cocina comedor de la planta baja, la temperatura es más estable durante todo el día mostrando una curva de distribución de temperatura normal cuyo pico se da a las 10:39 a.m. alcanzando los 31°C. Del mismo modo que el dormitorio de planta alta se registra el encendido del aire acondicionado, equipo similar al descrito anteriormente. Debido a las protecciones solares que presenta la planta baja (vegetación y galería lateral) no se producen picos en la temperatura interior, como sí ocurre en el dormitorio superior que se encuentra totalmente expuesto. No obstante, se observa que la disminución de temperatura en ambos locales comienza a la misma hora resaltada con línea de trazo en la figura 3, coincidiendo con el encendido de los equipos de climatización.

En relación a la temperatura exterior, ésta se encuentra dentro de la zona de confort desde las 00:09 a.m. hasta las 10:00 a.m. y mantiene esta condición por debajo de las interiores hasta las 14:09 p.m. donde la temperatura alcanza los 29,3 °C. Desde las 14:09 p.m., tanto la cocina -comedor, como el dormitorio de planta alta se encuentran por debajo de la temperatura exterior la cual alcanza un pico máximo de 32 °C a las 17:09 p.m.

El comportamiento térmico en la cocina-comedor se asemeja a la temperatura exterior, presentando menores variaciones debido principalmente a la presencia de protecciones solares tanto propias como del entorno inmediato donde el retardo es de 6 h observado desde el pico de temperatura entre las 11 y las 17 h.

En contraste, el dormitorio experimenta mayores variaciones de temperatura, con picos significativamente más elevados, atribuidos a una envolvente expuesta directamente a la radiación solar y caracterizada por una excesiva superficie vidriada que favorece la acumulación de calor durante el día. Cabe destacar que la temperatura máxima alcanzada en el dormitorio es 2.8 °C mayor que en la cocina comedor y 1.9 °C superior a la exterior.

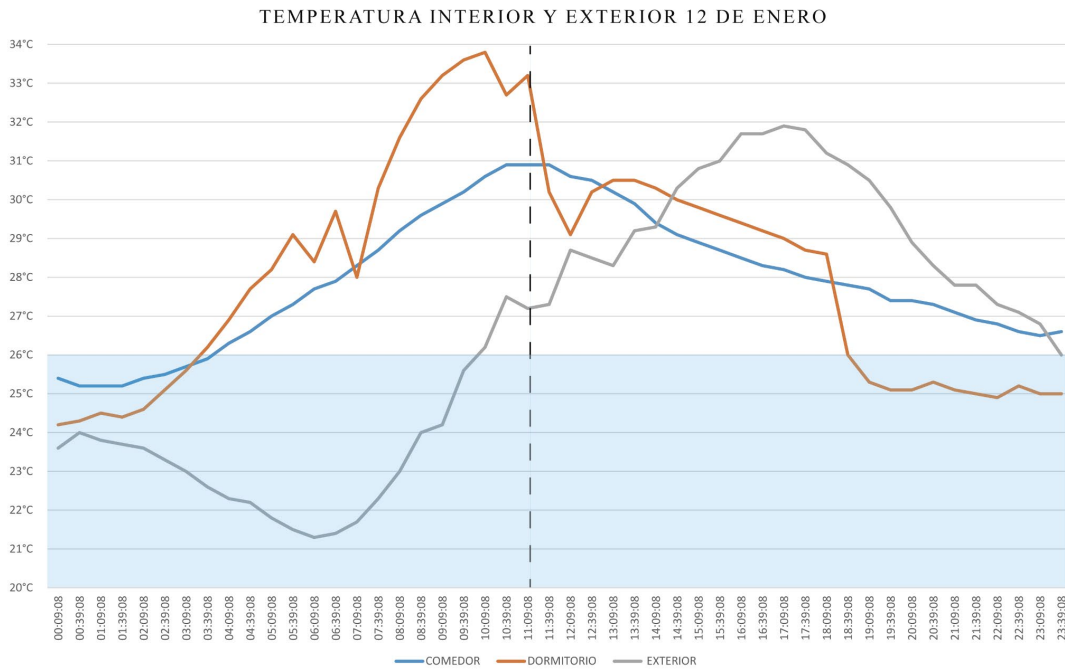


Figura 3: Temperatura interior y exterior 12/01/24 de CCB. Fuente: E.P.

Imágenes termográficas en CCB

La figura 4 muestra las imágenes termográficas obtenidas, tanto del exterior, como del interior de la cabaña. Como se observa en (a) tomada durante el mes de enero, la temperatura en la vegetación (palmeras tipo Pindó) es de 17,4 °C, mientras que la temperatura superficial exterior de la pared (troncos de eucalipto) oeste oscila entre 54 y 59,5 °C produciendo en la planta alta un sobrecalentamiento extremo. Cabe recordar que esta cabaña no cuenta con ningún material aislante en las paredes, y sólo en la cubierta existe una capa de espuma aislante con aluminio de 5 mm.

La figura 4b, muestra las superficies interiores de la cubierta del dormitorio en planta alta. Se observa que el machimbre alcanza un pico de 41,1 °C, debido principalmente a la irregularidad del aislante y su espesor que no alcanza para brindar una protección térmica adecuada. En contraposición, las vigas presentan una temperatura inferior al igual que la pared sur donde se encuentra la cabecera de la cama cuya temperatura ronda los 32°C, siendo aproximadamente 9 °C menor que la temperatura interior de la cubierta. No obstante, esta temperatura se encuentra al menos 6°C sobre los 26°C recomendados según diferentes normas.

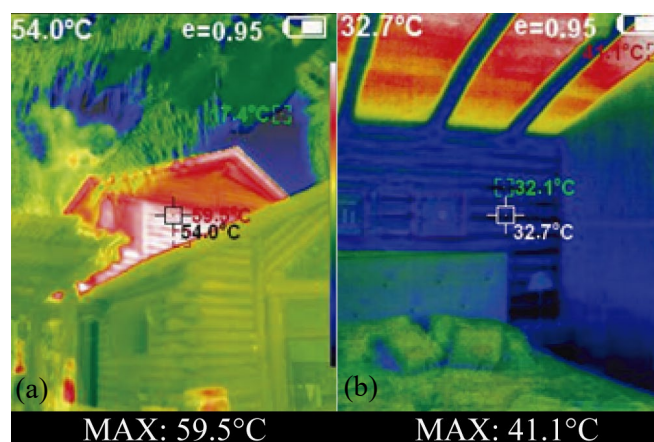


Figura 4: Imagen termográfica exterior (a) e interior (b) de la CCB. Fuente: E.P.

Etapa 2: Etiquetado energético. Comparativa CCB y CCM

Se detallan los resultados obtenidos:

Los requerimientos específicos de energía (Tabla 1), los cuales determinan el valor del IPE (Índice de Prestaciones Energéticas) son un valor característico de la vivienda que representa el requerimiento de energía primaria que tendría la normal utilización de la misma, durante un año y por metro cuadrado de superficie, para satisfacer las necesidades de calefacción en invierno, refrigeración en verano, producción de agua caliente sanitaria e iluminación (Manual de Aplicación Práctica para Certificadores, 2020). La cabaña caso base (CCB) presentaba un valor de IPE de 223.

En base a los resultados de la etapa 1 y 2, se realizan en conjunto con el equipo de ejecución del proyecto y los profesionales de Obras Públicas y privadas de la Municipalidad ya capacitados, las propuestas de mejoras constructivas e incorporación renovables.

Ideas de Mejoras Propuestas

Para la cabaña caso mejorado (CCM) se proponen las siguientes mejoras:

1. *Añadir celulosa proyectada con adhesivo en la cubierta:* Este material es un aislante térmico, acústico y ecológico que consiste en una mezcla de cartón reciclado y papel de periódico triturados. Se emplea también además para evitar puentes térmicos e incluso para incrementar las resistencias al fuego de estructuras de madera.
2. *Reducción de la superficie vidriada fija.* Con el software del Etiquetado Energético se simula la CCM donde se propone la eliminación de dos ventanas V2 (figura 2a), en planta alta.
3. *Incorporación de DVH selectivo con protección solar.* En la V1a y, por último, en la V1 se propuso la colocación de cortina de madera exterior.
4. *Idem anteriores + Colector solar para Agua Caliente Sanitaria:* Por último, se simularon los valores de la incorporación de todas las variantes anteriores con un colector solar para ACS.

A continuación, se muestran los resultados de mejoras en la transmitancia media de las envolventes (figura 5) que es la medida de la cantidad de calor que puede pasar a través de un material en un período de tiempo determinado. En cuanto a la cubierta, se observa en la Tabla 1 La CCB presenta un valor de 3,35 W/m²K.

Tabla 1: Transmitancia media en envolventes

Transmitancia térmica media (W/m ² K)	Cabaña caso base (CCB)	Cabaña caso mejorado (CCM)
En cubierta	3,35	0,75
En aberturas	4,36	2,91
En paredes	1,24	1,15
En piso	0,52	0,52

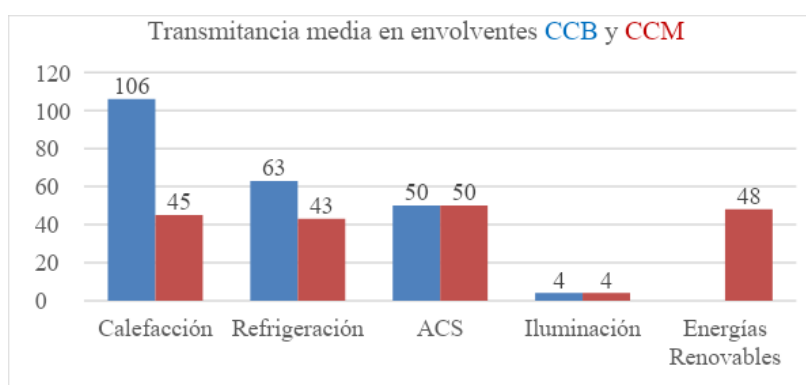


Figura 5: Transmitancia media en envolventes CCB y CCM. Fuente: E.P.

Al incorporar la mejora constructiva 1, el valor en el CCB es de 0,75 W/m²K. Es decir, mejoró su valor en un 77 %. La transmitancia térmica media de las aberturas de la CCB era de 4,36 W/m²K y en la CCM mejoró en un 33,20 %, con valor es de 2,91 W/m²K. Dado que no se podía modificar la estética de la cabaña se redujo el albedo con un barniz apenas más claro. En lo que respecta al piso, el valor es el mismo tanto como para CCB como para CCM.

Impactos de las mejoras

La incorporación de 1 logra disminuir la demanda energética de 223 a 149 kWh/m² año equivalente a un 33,18 % de disminución del valor de IPE. Las ideas 2 y 3 se aplican en conjunto logrando una reducción de 223 a 213 kWh/m² año, es decir un 4,48%. Luego con la propuesta de mejoras 4, se logró reducir el IPE para la cabaña caso mejorado (CCM) a 93 kWh/m² año. Su valor mejoró casi un 60 %, donde un 21,5% son atribuibles a la incorporación del colector solar para ACS (ver Tabla 2).

Tabla 2: IPE y requerimientos específicos de energía CCB y CCM

	CCB			CCM		
	Requerimientos específicos de energía (kWh/m ² año)					
	Útil	Neta	Primaria	Útil	Neta	Primaria
Calefacción	32	32	106	14	14	45
Refrigeración	60	19	63	42	13	43
Producción de ACS	8	15	50	8	15	50
Iluminación	-	1	4	-	1	4
Requerimiento específico global de energía			223			142
Contribución específica de energías renovables			0			48
Índice de Prestaciones energéticas (IPE)			223			93

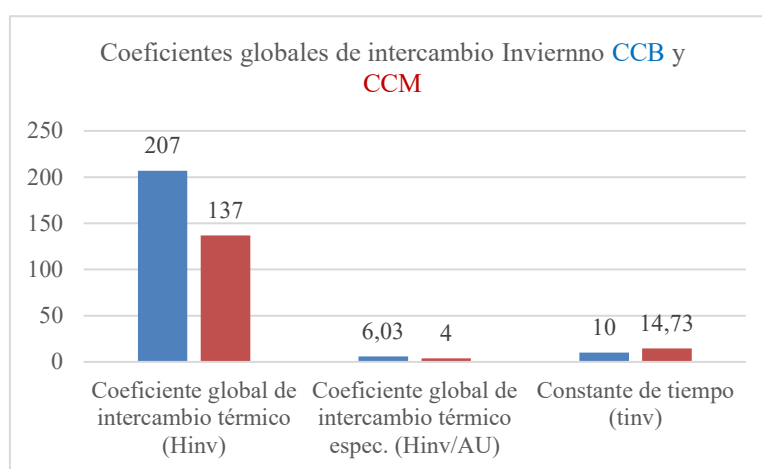


Figura 6: Coeficientes globales de intercambio CCB y CCM en invierno. Fuente: E.P.

Al realizar un análisis comparativo entre los coeficientes globales de intercambio térmico de CCB y CCM se observa, por un lado, que en invierno (figura 6) el H_{inv} se redujo un 33,8 %; el H_{inv}/AU disminuyó un 33,67 % y la T_{inv} aumentó 4,73 h. Por otro lado, en verano (figura 7) el H_{ver} se redujo un 23,39 %; el H_{ver}/AU disminuyó un 23,43 %; mientras que la T_{inv} aumentó 1,54 h. Se destaca que el impacto de las mejoras en los coeficientes antes mencionados es más significativo en la temporada invernal que en la estival. A continuación, el análisis comparativo se resume en la tabla 3.

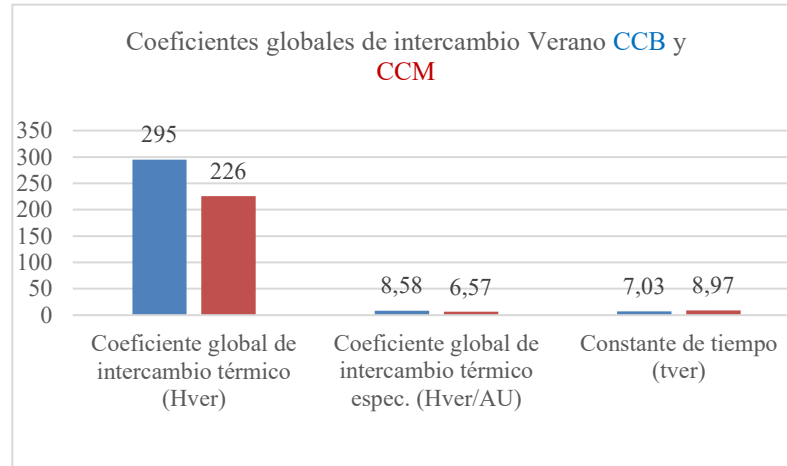


Figura 7: Coeficientes globales de intercambio CCB y CCM en verano. Fuente: E.P.

Tabla 3: Coeficientes globales de intercambio

	CCB	CCM
INVIERNO		
Coeficiente global de intercambio térmico (H_{inv})	207 W/K	137 W/K
Coeficiente global de intercambio térmico espec. ($H_{inv/AU}$)	6,03 W/m ² K	4,00 W/m ² K
Constante de tiempo (t_{inv})	10,00 h	14,73 h
VERANO		
Coeficiente global de intercambio térmico (H_{ver})	295 W/K	226 W/K
Coeficiente global de intercambio térmico espec. ($H_{ver/AU}$)	8,58 W/m ² K	6,57 W/m ² K
Constante de tiempo (t_{ver})	7,03 h	8,97 h

En calefacción, la CCB tiene un requerimiento de energía primaria para calefacción de 106 kWh /m²año, mientras que la CCM es de 45 kWh /m²año. Es decir, en la cabaña mejorada se redujo un 57,55 %. Para la refrigeración, el requerimiento de la CCB es de 63 kWh /m²año y el de la CCM es de 43 kWh /m²año. Es decir, una disminución del 31,75 %. En la producción de ACS, el requerimiento tanto de la CCB como la de la CCM es del mismo valor, es decir 50 kWh /m²año. Lo mismo sucede con la iluminación, ya que en ambos casos el valor es similar. Al hacer referencia a la contribución específica de energías renovables, la CCB no contaba con ningún dispositivo. Para el CCM se propone la incorporación de un colector solar, el cual requiere kWh /m²año de energía primaria (Fig. 8).

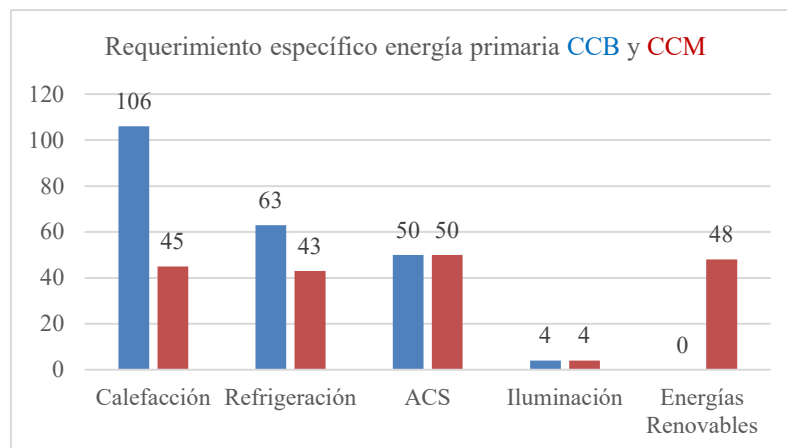


Figura 8: Requerimiento de energía primaria en CCB y en CCM Fuente: E.P.

Etapa 3: Plan de obra y construcción de mejoras CCM

Actualmente, se cumplimentaron tres de las cuatro propuestas de mejoras. En primer lugar, se añadió aislante de celulosa en la cubierta (Fig. 9). Este material requiere menos energía para producirse en comparación con otros materiales de aislamiento como la espuma de poliuretano. Este material se colocó mediante la técnica proyectado con adhesivo. Es una proyección de una manta uniforme ideal para rehabilitar viviendas o edificaciones con escasa o nula aislación térmica y/o acústica con cielo raso existente. De esta manera se disminuye la liberación de gases de efecto invernadero en el medio ambiente (EcoAislación, 2024). Si bien en el software del Etiquetado Energético se realizó la simulación de la CCM donde se propusieron varias modificaciones, se han renovado los vidrios de las ventanas, solucionado infiltraciones en las carpinterías y cubierta y se colocaron burletes dobles de goma en las ventanas y puertas. Estos se adaptan sin problema, y al ser de diferentes espesores se sellan a la perfección. A futuro, se prevé la incorporación de un colector solar en la cubierta.



*Figura 9: Proceso de colocación de celulosa en cubierta y lámina de membrana aislante hidrófuga.
Fuente: E.P.*

CONCLUSIONES

Los resultados permiten concluir el cumplimiento del objetivo del artículo. Los resultados son auspiciosos. La metodología aplicada en cuanto a relevamiento, auditoría y mediciones permiten un diagnóstico del comportamiento térmico energético en condiciones reales de uso que, en conjunto con la herramienta del etiquetado disponible, permite analizar el comportamiento de las envolventes y proponer soluciones de mejoras por etapas proporcionando una visualización mediante la etiqueta. La construcción de dichas mejoras propuestas y su continua evaluación permitirán observar si el impacto aquí calculado se verifica y los valores de las condiciones higrotérmicas interiores del caso testigo se acercan a la zona de confort sin el uso permanente del aire acondicionado.

Cabe destacar el incipiente y por ello novedoso uso de esta herramienta en la provincia, especialmente en municipios del interior como Miramar de Ansenusa. La provincia Córdoba se ha adherido recientemente al sistema de etiquetado nacional. Por esta razón, aún no existen proyectos piloto ni el valor del índice de prestaciones energéticas definidos. Se han iniciado tratativas para brindar a la Secretaría de Energía los datos obtenidos en el presente artículo como “caso testigo” para contribuir a la determinación del IPE de Córdoba. Las mediciones higrotérmicas detalladas y las fotos termográficas

aportan información relevante a la hora de definir el caso base. A su vez, la construcción de las mejoras y su continua evaluación le aporta un valor agregado para ser considerado como caso testigo.

Si bien la herramienta del Etiquetado es para viviendas de uso residencial, y este caso es una amplia cabaña de dos dormitorios que se utiliza durante todo el año con fines turísticos, el rango de confort exigido por la etiqueta entre 20 y 26°C, coincide con los estándares de esta tipología de alojamiento temporal. El uso de agua caliente sanitaria es similar también. En el verano (estación crítica) el relevamiento de ocupación supera los periodos continuos de más de 15 días ininterrumpidos, con una ocupación continua de diciembre hasta principios de marzo del presente año.

El cálculo del IPE representa una estimación de la energía primaria que demandaría la normal utilización de dicho inmueble durante un año y por metro cuadrado de superficie útil para satisfacer las necesidades asociadas a calefacción en invierno, refrigeración en verano, producción de agua caliente sanitaria e iluminación. La etapa 2 de modelado y simulación con el software del Etiquetado arrojó un IPE de 223 kWh/m² año. Posterior a la propuesta de mejoras, se logró reducir ese valor en la cabaña caso mejorado (CCM) a 93 kWh/m². Es decir, casi un 60 % menos de demanda energética, independientemente de la fuente de energía.

En las fotografías termográficas, donde se evaluó el comportamiento térmico de la CCB se evidenció el calor acumulado durante el día en el dormitorio de la planta alta (fotografía interna). Las imágenes tomadas desde el exterior tienden a revelar temperaturas homogéneas en las superficies. Si bien la cabaña se encuentra rodeada de vegetación, se observó una elevada temperatura en la cabaña. Con respecto a la Norma IRAM 11603 para la subzona IIb (Miramar y Ceres), para las modificaciones en la CCM se tuvieron en cuenta las recomendaciones propuestas. Una de ellas fue colocar aislación térmica en la cubierta. Para el caso de las ventanas, además de colocarse burletes, es necesario adquirir el hábito de realizar la ventilación cruzada, dada la influencia benéfica de la velocidad del aire, para disminuir el “disconfort”.

Se recomendó anular dos paños fijos vidriados ya que este dormitorio cuenta ya con una puerta ventana con terraza privada y una ventana. Se concluye que las herramientas empleadas han cumplido el objetivo de analizar la edificación (cabaña) y proponer estrategias (mejoras) para reducir los consumos energéticos, y fomentar la adquisición de tecnología energéticamente eficiente.

Como actividad futura, solo resta instalar el colector solar que por devaluación del proyecto, no está contemplado actualmente en el proyecto. Este dispositivo es una alternativa utilizada para capturar la energía del sol y convertirla en calor para calentar agua. De todos modos, mediante el informe, se preve que en un futuro los dueños realicen la inversión.

Si el principal aporte del proyecto marco es la conjunción entre la capacitación de profesionales municipales y prestadores turísticos, con el diseño y construcción de mejoras en casos testigos para dar base a futuras ordenanzas, el presente trabajo representa un instrumento clave para aportar al cumplimiento de las metas propuestas.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

“Ahorro y Eficiencia Energética en el Sector Turístico. Soluciones técnicas, arquitectónicas y urbanas sustentables en Miramar de Ansenúza”, financiado por el PFI (Proyecto Federal de Innovación 2023). Monto total: \$20.000.0000 (veinte millones de pesos argentinos) en conjunto con la Municipalidad de Miramar de Ansenúza y la Cámara de Comercio y Turismo de Córdoba.

AGRADECIMIENTOS

A todo el personal de la Municipalidad de Miramar de Ansenúza, en especial al Intendente Sebastián Ianantuony y a los integrantes del Área Obras Públicas y Privadas por su colaboración en el proyecto.

REFERENCIAS

- Ámbito Financiero (2022). Tarifas sin subsidio: como no superar 400 Kwh de energía. Diario Ámbito financiero. Recuperado de <https://www.ambito.com/energia/tarifas/subsidios-como-no-superar-400-kwh-n5506553>). 13 de agosto de 2022.
- EcoAislación (2024). Disponible en <https://www.ecoaislacion.com.ar/>. Accedido el 08/08/24
- Etiquetado de Viviendas (2024) Ministerio de Economía. Secretaría de Energía. <https://etiquetadoviviendas.mecon.gob.ar/> (accedido el 23 de mayo de 2024).
- IRAM 11603 (1996). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Acondicionamiento térmico. Clasificación Bioambiental de la República Argentina. Buenos Aires, Argentina.
- Manual de Aplicación Práctica para Certificadores (2020). Programa Nacional de uso racional y eficiente de la energía (PRONUREE). Ministerio de Economía. Secretaría de Energía. Información disponible en <https://eficienciaenergeticaargentina.mecon.gob.ar/>
- Rocha, J. H. A.; Santos, C.F. y PóvoaS, Y.V. (2018). Evaluation of the infrared thermography technique for capillarity moisture detection in buildings, *Procedia Structural Integrity*, vol. 11, pp. 107-113.
- Sulaiman, H., Oga Martínez, L. y Filippín, C. (2023). ¿Utopía o realidad? Factibilidad de un proyecto de vivienda multifamiliar con materiales reciclados en el centro de Argentina. *Revista 180*, (51), 41-55. [http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-51.\(2023\).art-1006](http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-51.(2023).art-1006)

ENERGY LABELING, THERMOGRAPHY, AND MEASUREMENTS OF A TOURIST CABIN IN MIRAMAR DE ANSENUZA, CÓRDOBA. CONSTRUCTION OF IMPROVEMENTS

ABSTRACT: The Ministry of Science and Technology of Córdoba, Argentina, identified the need to substantially improve energy efficiency in the tourism sector of Miramar de Ansenusa. This led to the implementation of the technology transfer project "Energy Saving and Efficiency in the Tourism Sector: Sustainable Technical, Architectural, and Urban Solutions." The general objective is to enhance the thermal and energy performance of local hotels, apartments, and cabins through the application and realization of multiple bioclimatic design strategies, laying the foundation for a transformation of the tourism offer from a sustainable perspective. This article analyzes a two-story wooden cabin modeled with the energy labeling tool, thermographic images, and measurements of indoor temperature and relative humidity using data loggers under real usage conditions. Based on the results obtained, improvements were proposed and implemented. These modifications achieve an estimated 60% savings compared to the original.

Keywords: energy efficiency, tourism sector, labeling, constructive improvements.