

ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN EN VIVIENDA ESTUDIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA IRAM 11.900

J. M. Evans¹, G. Casabianca², M. V. Snoj³, J. I. Lolago
Materia Energía en Edificios

Centro de Investigación Hábitat y Energía, CIHE-SI-FADU-UBA
Pabellón 3, Piso 4, Ciudad Universitaria, C1428BFA Buenos Aires
Tel. (011) 4789-6274 - e-mail: evansjmartin@gmail.com, gacasabianca@yahoo.com.ar

RESUMEN: Este trabajo presenta resultados de estudios sobre la aplicación de la Norma IRAM 11.900, recientemente aprobada, realizados en la materia ‘Energía en Edificios’ del último año de la Carrera de Arquitectura de la FADU-UBA, con los siguientes objetivos: detectar posibles problemas de aplicación, utilizar el soporte informático especializado, identificar el nivel de etiqueta obtenida en viviendas unifamiliares y detectar posibilidades para mejorar la etiqueta, considerando dicha Norma como incentivo para optimizar el comportamiento energético de edificios. Los resultados indican la importancia del diseño y la elección de materiales de las envolventes, particularmente la fuerte influencia de superficies de aberturas, a su vez relacionadas con el aprovechamiento de ganancias solares e iluminación natural. Como resultado de dichos estudios, se presentan conclusiones sobre la implementación de la Norma, se analiza la dificultad de obtener alta categoría de etiqueta y se demuestra la factibilidad de implementar esta Norma de promoción de eficiencia energética.

Palabras clave: eficiencia energética, normativas, certificación, etiquetado.

INTRODUCCIÓN

La temática del etiquetado o certificación de eficiencia energética de edificios ha cobrado creciente importancia en el mundo desarrollado. En ese marco, el respeto al medio ambiente y la integración del uso racional de energía en la construcción sustentable responde al reconocimiento de la limitada disponibilidad de recursos naturales no renovables, la progresiva contaminación del medio ambiente natural y sus impactos a nivel global. Argentina tiene una elevada dependencia en el uso de energías fósiles, alcanzando el 89 % de la demanda total de energía (Evans, de Schiller, 2010). Por lo tanto, es relevante contemplar que el 34 % de la demanda nacional de energía primaria corresponde al sector residencial y el 10 % al acondicionamiento térmico de viviendas, con porcentajes significativamente mayores en invierno, mientras la oferta actual de gas es insuficiente para satisfacer la demanda en épocas frías, recurriéndose a la importación para poder cubrir la demanda.

Argentina no cuenta con normas nacionales obligatorias para lograr un uso racional de energía en edificios ni para asegurar estándares mínimos de habitabilidad, con dos excepciones: las ‘Normas Mínimas de Habitabilidad’, publicadas por la Secretaría de Vivienda y Desarrollo Urbano, de aplicación obligatoria en viviendas financiadas por el Estado Nacional (Ley 21.581, 1977). Ello dio lugar a la aprobación de las Normas IRAM de Habitabilidad, actualizadas y mejoradas sólo para aplicación en vivienda de interés social. En la última versión elaborada por el Plan Federal de Vivienda (Ministerio de Infraestructura y Vivienda, 2000), se excluyeron algunas exigencias como la Norma IRAM 11.604 (1998), la cual establece valores máximos admisibles de ‘G’, coeficiente máximo admisible de pérdida de calor, y la Norma IRAM 11.630 de condensación (1999b). Recientemente se aprobó la reglamentación (Decreto 1030, 2010) de Ley 13059 (2003) de la Provincia de Buenos Aires, la cual establece niveles de eficiencia energética de nuevos edificios.

Debido a la actual situación energética nacional, la Secretaría de Energía de la Nación ha promovido una nueva iniciativa para introducir el etiquetado de eficiencia energética de envolventes edilicias, la cual incluye la presentación del Proyecto de Norma IRAM 11.900 (2010), aprobado en el mes de abril de 2010. Esta normativa promueve mayor eficiencia y racionalidad en el uso de energía y desempeño térmico de nuevos edificios en invierno, proporcionando información relacionada con la demanda anual de energía requerida para calefacción al comprador o inquilino de la unidad.

La Norma IRAM 11.900 difiere de la Norma IRAM 11.604 (1998) por no incluir las pérdidas por piso y por ventilación, y acentúa las pérdidas a través del techo. La Norma ISO 13789 (1999) también excluye las pérdidas por ventilación, aunque incluye otras fuentes de pérdidas con más rigor, por ejemplo, los espacios no calefaccionados adosados. Los sistemas de certificación de sustentabilidad, tales como BREEAM (2008) y LEED (2009), adoptan métodos totalmente distintos para la evaluación de eficiencia energética con simulaciones complejas hora por hora durante todo un año, incluyendo todos los usos de energía en el edificio.

En este contexto energético-ambiental, la materia Energía en Edificios (Evans et al., 1996), dictada desde 1994 a alumnos de los últimos años de la Carrera de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, promueve un enfoque integral del diseño arquitectónico que contribuya a reducir y optimizar el uso de energía destinada al acondicionamiento térmico de edificios. En 2010, se llevó a cabo un estudio de la aplicación de la nueva normativa, utilizando una planilla especialmente desarrollada con el programa Excel, de acuerdo al método de cálculo propuesto, verificándose las posibilidades de implementación en el caso de edificios destinados a vivienda unifamiliar.

En ese marco, se ha considerado relevante estudiar la Norma IRAM 11.900 (2009) por proponer un nuevo índice para establecer una etiqueta de eficiencia energética de la envolvente, mediante el siguiente procedimiento:

- Se establece una diferencia entre la temperatura interior de diseño, fijada en 20° C, y la temperatura exterior de diseño según las condiciones climáticas de cada localidad, obtenida de la Norma IRAM 11.603 (1998).
- Se calcula la temperatura superficial interior de todos los elementos de la envolvente expuesta al aire exterior, según el procedimiento de la Norma IRAM 11.625 (1999a) con requerimientos adicionales de la Norma IRAM 11.900.
- Se calcula la temperatura superficial interior promedio de estas superficies, ponderada por la superficie de cada uno de estos elementos.
- Según la diferencia de temperatura entre la temperatura interior de diseño y la temperatura superficial promedio, designada τ (tau), se establece la categoría de la etiqueta: A, B, C, D, E, F, G y H.

La planilla desarrollada incorpora dicho procedimiento, de manera que sólo es necesario ingresar los datos de la vivienda a etiquetar, correspondientes a la localización climática, las superficies de los elementos constructivos de la envolvente, y su transmitancia térmica, según capas de materiales de la envolvente arquitectónica y sus respectivos espesores, obteniéndose como resultado la etiqueta con la calificación correspondiente.

DESARROLLO DEL ESTUDIO

Con el objetivo de introducir a los futuros profesionales en la problemática del uso racional de la energía en edificios, se analizaron ejemplos arquitectónicos en función de sus características térmicas y de los requerimientos de las condiciones de confort y bienestar de sus ocupantes en las distintas épocas del año. Con esos parámetros, los alumnos evaluaron distintos aspectos relacionados con las características térmicas, ganancias y pérdidas de energía en un edificio destinado a vivienda. A partir de la identificación de las características térmicas de la vivienda elegida, se realizó el proceso de evaluación de la envolvente edilicia desde el punto de vista energético, utilizando el Evaluador Energético (Evans *et al.*, 2006), que incorpora el cálculo de la transmitancia térmica según la Norma IRAM 11.601 y el cálculo del coeficiente G de pérdidas globales en una versión simplificada de la Norma IRAM 11.604. De acuerdo a los resultados, los alumnos analizaron el coeficiente G y realizaron los cambios necesarios para mejorar la aislación de la envolvente con el fin de reducir las pérdidas de calor en invierno. A partir de estos resultados, se llevó a cabo un estudio para obtener la categoría de etiqueta energética de la unidad analizada de acuerdo a la Norma IRAM 11.900, utilizando la planilla Excel desarrollada para facilitar el cálculo.

Planilla de cálculo

En la Figura 1 se presenta la planilla de cálculo y el procedimiento para obtener rápidamente los valores de τ y establecer la categoría de etiqueta. La primera sección de la planilla identifica el edificio y, si corresponde, la unidad funcional cuya categoría de eficiencia se calcula. La segunda sección identifica la localidad y los datos climáticos utilizados para el cálculo de la clase de eficiencia energética, considerándose importante en este punto, referenciar las condiciones bioambientales de la localidad en la que se encuentra ubicado el edificio. La tercera sección postula la identificación del profesional responsable con incumbencia en la construcción de edificios, según el punto 3.3 de la Norma 11.900.

Etiqueta: Eficiencia energética de la envolvente en invierno Norma IRAM 11.900					Página 1	
Proyecto						
Dirección ⁽¹⁾		Datos catastrales ⁽³⁾	Fiso/ Depto ⁽⁴⁾	Etapa ⁽⁵⁾		
Unidad ⁽²⁾	Edificio aislado, indiviso			Uso > 1 año		
Ubicación						
Provincia ⁽⁶⁾	Ciudad Autónoma de Bs As		Latitud ⁽⁸⁾	Altura ⁽⁹⁾	Temp ext ⁽¹⁰⁾	Zona Bioambiental ⁽¹¹⁾
Localidad ⁽⁷⁾	Aeroparque		34,6°	6 m	3,0°C	IIB Templado < ampl
Profesional responsable						
Nombre ⁽¹²⁾				Título ⁽¹⁴⁾	DNI/ LCetc. ⁽¹⁵⁾	
Dirección ⁽¹³⁾				Otro		
Techos						
Componente ⁽¹⁶⁾	Construcción ⁽¹⁷⁾	Superficie ⁽¹⁸⁾	KW/m ² K ⁽¹⁹⁾	$\Delta T^{\circ}C$ ⁽²⁰⁾	T_i ⁽²¹⁾	
Techo 1		42,00	0,80	25	2,60	
Techo 2		0,00	0,00	25	0,00	
Techo 3		0,00	0,00	25	0,00	
Techo 4		0,00	0,00	25	0,00	
Techo 5		0,00	0,00	25	0,00	
Superficie total techos, m ² ⁽²²⁾		42	τ promedio techos ^{°C} ⁽²³⁾		2,60	
Muros y pisos en contacto con el aire exterior						
Componente ⁽²⁴⁾	Construcción ⁽²⁵⁾	Superficie ⁽²⁶⁾	KW/m ² K ⁽²⁷⁾	$\Delta T^{\circ}C$ ⁽²⁸⁾	T_i ⁽²⁹⁾	
Muro 1		40,00	0,30	17	0,66	
Muro 2		0,00	0,00	17	0,00	
Muro 3		0,00	0,00	17	0,00	
Muro 4		0,00	0,00	17	0,00	
Muro 5		0,00	0,00	17	0,00	
Fiso 1		0,00	0,00	17	0,00	
Fiso 2		0,00	0,00	17	0,00	
Superficie total muros y pisos exteriores, m ² ⁽³⁰⁾		40,00	τ promedio muros ^{°C} ⁽³¹⁾		0,663	
Responsable⁽³²⁾						
Firma	Título ⁽³³⁾		Otro	Fecha ⁽³⁴⁾	16/ 08/ 2010	

Tabla 1: Primera parte de la planilla de cálculo del etiquetado según la Norma IRAM 11.900.

A continuación, la planilla presenta el procedimiento para establecer el τ de cada componente del techo, excluyendo losas superiores de unidades funcionales en contacto con otras unidades funcionales, considerado posteriormente. Cada fila de la tabla corresponde a una sección de techo; si hubiera secciones de distinto tipo constructivo y los datos incorporados responden a una descripción resumida de la construcción del sector del techo, la superficie de cada sector y la transmitancia térmica K del elemento en W/m^2K obtenido, se sigue el procedimiento de la Norma IRAM 11.601. La planilla calcula automáticamente la diferencia de temperatura entre exterior e interior, $20^\circ C$, sumando una diferencia adicional de $8^\circ C$, según el punto 7.1 de la Norma. A partir de allí se obtiene la temperatura superficial interior τ del elemento constructivo, se suman las superficies parciales de los sectores de techo para obtener la superficie total del mismo y se obtiene el valor de τ , promedio ponderado de los techos.

La quinta sección de la planilla presenta el procedimiento, similar al del punto anterior, para establecer τ de cada componente de muros y pisos en contacto con el aire exterior. Ello incluye muros medianeros en contacto con el aire exterior, sin contacto con otro edificio lindante, y excluye los pisos en contacto directo con el suelo.

En la siguiente sección de la planilla, la tabla presenta el procedimiento para establecer las superficies y características térmicas de ventanas y puertas, donde cada fila indica los datos correspondientes a un tipo de ventana o puerta, la superficie de cada tipo de ventana o puerta y la transmitancia térmica del elemento.

Cálculo de eficiencia energética de la envolvente en invierno Norma IRAM 11.900					Página 2
Ventanas y puertas					
Componente ⁽³⁵⁾	Construcción ⁽³⁶⁾	Superficie ⁽³⁷⁾	KW/m^2K ⁽³⁸⁾	$\Delta T^\circ C$ ⁽³⁹⁾	T_i ⁽⁴⁰⁾
Ventana 1	Doble vidriado hermetico, DVH3+6+3	10,00	3,23	17	7,14
Ventana 2	-	0,00	0,00	17	0,00
Ventana 3	Doble vidriado hermetico, DVH3+6+3	0,00	3,23	17	0,00
Puerta 1		1,80	1,00	17	2,21
Puerta 2		0,00	0,00	17	0,00
Puerta 3		0,00	0,00	17	0,00
Superficie total ventanas y puertas, m^2 ⁽⁴¹⁾		11,80	τ promedio ventanas y puertas $^\circ C$ ⁽⁴²⁾		6,39
Medianeras en contacto con otros edificios y muros, pisos y techos en contacto con otras unidades funcionales					
Componente ⁽⁴³⁾	Construcción ⁽⁴⁴⁾	Superficie ⁽⁴⁵⁾	KW/m^2K ⁽⁴⁶⁾	$\Delta T^\circ C$ ⁽⁴⁷⁾	T_i ⁽⁴⁸⁾
Medianera		32,40	2,00	8,50	2,38
Medianera		0,00	0,00	8,50	0,00
Muro int		0,00	0,00	8,50	0,00
Muro int		0,00	0,00	8,50	0,00
Muro int		0,00	0,00	8,50	0,00
Superficie total en contacto con otros espacios, m^2 ⁽⁴⁹⁾		32,40	τ Total medianeras $^\circ C$ ⁽⁵⁰⁾		2,38
Resumen			Etiqueta		
Elementos de la envolvente		Superficies	τ $^\circ C$	Clase	Condición
Techos (51), (52)		42,00	2,60	A	$\tau_m \leq 1^\circ C$
Muros y pisos exteriores (53), (54)		40,00	0,66	B	$1^\circ C < \tau_m \leq 1,5^\circ C$
Ventanas y puertas ^{(55), (56)}		11,80	6,39	C	$1,5^\circ C < \tau_m \leq 2^\circ C$
Medianeras y muros internos ^{(57), (58)}		32,40	2,38	D	$2^\circ C < \tau_m \leq 2,5^\circ C$
Superficie total⁽⁵⁹⁾ y τ Edificio⁽⁶⁰⁾		126,20	2,28	E	$2,5^\circ C < \tau_m \leq 3^\circ C$
				F	$3^\circ C < \tau_m \leq 3,5^\circ C$
				G	$3,5^\circ C < \tau_m \leq 4^\circ C$
				H	$\tau_m > 4^\circ C$
Categoría de Etiqueta de Eficiencia Energética⁽⁶¹⁾		D			
Responsable ⁽⁶²⁾	Firma	Título ⁽⁶³⁾	Otro	Fecha ⁽⁶⁶⁾	16/08/2010

Tabla 2: Segunda página de la planilla de cálculo del etiquetado según la Norma IRAM 11.900.

El siguiente ítem se ocupa del cálculo de las medianeras, muros y elementos horizontales en contacto con edificios linderos, con otras unidades funcionales del mismo edificio y otros espacios no calefaccionados. En estos casos se considera la situación más desfavorable, sin calefacción en el espacio adyacente. El cálculo de las pérdidas de calor supone que la diferencia de temperatura es la mitad de la diferencia entre la temperatura del aire interior y exterior y no incluye pisos en contacto directo con el suelo; cada fila indica los datos correspondientes a una sección de medianera, muro o elemento horizontal. La sección final de la planilla presenta un resumen de los datos de cada tipo de elemento constructivo y el valor de τ promedio ponderado de estos elementos, con la categoría de la etiqueta del edificio o unidad funcional.

Aplicación de la Planilla de cálculo a ejemplos arquitectónicos.

En el desarrollo del ejercicio, y luego de la elección de un ejemplo arquitectónico para analizar, se describen los materiales de la envolvente edilicia, se verifican los coeficientes de transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente con la planilla E-Energía (última versión del ya mencionado Evaluador Energético), y se calcula el coeficiente G de pérdidas globales. A partir de estos datos, se realiza el cálculo según la Norma 11.900 y se obtiene una etiqueta correspondiente a la vivienda existente, tal cómo fue construida.

Partiendo de la evaluación de los resultados obtenidos en las planillas, se modifican las características térmicas de la envolvente, cambiando materiales con el fin de mejorar los coeficientes de transmitancia, o bien proponiendo cambios en el diseño de la envolvente, por ejemplo, disminuyendo las superficies de ventanas. Se realiza entonces un segundo cálculo correspondiente al edificio con las características térmicas optimizadas, obteniéndose una segunda etiqueta de calificación. La Tabla 3 presenta un ejemplo del desarrollo completo de la planilla de cálculo de etiquetado. La planilla EXCEL desarrollada resultó una herramienta muy útil para simplificar el procedimiento de cálculo del etiquetado de acuerdo a la propuesta de la Norma IRAM 11.900. Sin embargo, en la mayoría de los casos no resultó sencillo mejorar la calificación, siendo necesario recurrir conjuntamente a varias estrategias complementarias entre si, tales como cambio de materiales, reducción de superficies de pérdidas, especialmente puertas y ventanas, e incrementos notorios en los espesores de las aislaciones de las envolventes. Cada uno de estos cambios debió ser estudiado y verificado previamente utilizando el Evaluador Energético para analizar simultáneamente los cambios en el coeficiente G de pérdidas globales.

Etiqueta: Eficiencia energética del envolvente en invierno Norma IRAM 11.900					Página 1
Proyecto					
Dirección ⁽¹⁾				Datos catastrales ⁽²⁾	Piso/Depto ⁽³⁾
Unidad ⁽⁴⁾	Edificio aislado, indiviso				Etapa ⁽⁵⁾
Ubicación					
Provincia ⁽⁶⁾	CABA		Latitud ⁽⁷⁾	Altura ⁽⁸⁾	Temp ext ⁽¹⁰⁾
Localidad ⁽⁹⁾	Buenos Aires		34,6°	25 m	Zona Bioambiental ⁽¹¹⁾
Profesional responsable					
Nombre ⁽¹²⁾	Alberto Varas			Título ⁽¹⁴⁾	DNI/LC etc ⁽¹⁵⁾
Dirección ⁽¹³⁾				Arquitecto	12346162
Techos					
Componente ⁽¹⁶⁾	Construcción ⁽¹⁷⁾	Superficie ⁽¹⁸⁾	KW/m ² K ⁽¹⁹⁾	ΔT°C ⁽²⁰⁾	T _e ⁽²¹⁾
Techo 1	Cubierta plana	244,00	0,57	25,5	1,89
Techo 2		0,00	0,00	25,5	0,00
Techo 3		0,00	0,00	25,5	0,00
Techo 4		0,00	0,00	25,5	0,00
Techo 5		0,00	0,00	25,5	0,00
Superficie total techos, m ² ⁽²²⁾		244	τ promedio techos °C ⁽²³⁾		1,89
Muros y pisos en contacto con el aire exterior					
Componente ⁽²⁴⁾	Construcción ⁽²⁵⁾	Superficie ⁽²⁶⁾	KW/m ² K ⁽²⁷⁾	ΔT°C ⁽²⁸⁾	T _e ⁽²⁹⁾
Muro 1	Muros Noreste	112,00	1,45	17,5	3,30
Muro 2	Muros Suroeste	90,00	1,45	17,5	3,30
Muro 3	Muros Noroeste	43,00	1,45	17,5	3,30
Muro 4	Muros Sureste	31,00	1,45	17,5	3,30
Muro 5		0,00	0,00	17,5	0,00
Piso 1		0,00	0,00	17,5	0,00
Piso 2		0,00	0,00	17,5	0,00
Superficie total muros y pisos exteriores, m ² ⁽³⁰⁾		276,00	τ promedio muros °C ⁽³¹⁾		4,893817935
Responsable ⁽³²⁾					
Firma	Matrícula ⁽³³⁾	12345	Fecha ⁽³⁴⁾	14/08/2010	
Calculo de eficiencia energetica del envolvente en invierno Norma IRAM 11.900					Página 2
Ventanas y puertas					
Componente ⁽³⁵⁾	Construcción ⁽³⁶⁾	Superficie ⁽³⁷⁾	KW/m ² K ⁽³⁸⁾	ΔT°C ⁽³⁹⁾	T _e ⁽⁴⁰⁾
Ventana 1	Ventanas a exterior	131,00	3,23	17,5	7,35
Ventana 2	Ventanas a patio	16,00	3,23	17,5	7,35
Ventana 3		0,00	0,00	17,5	0,00
Puerta 1	Puertas a exterior	13,00	3,23	17,5	7,35
Puerta 2		0,00	0,00	17,5	0,00
Puerta 3		0,00	0,00	17,5	0,00
Superficie total ventanas y puertas, m ² ⁽⁴¹⁾		160,00	τ promedio ventanas y puertas °C ⁽⁴²⁾		7,35
Medianeras en contacto con otros edificios y muros, pisos y techos en contacto con espacios no caleccionados u otras unidades funcionales					
Componente ⁽⁴³⁾	Construcción ⁽⁴⁴⁾	Superficie ⁽⁴⁵⁾	KW/m ² K ⁽⁴⁶⁾	ΔT°C ⁽⁴⁷⁾	T _e ⁽⁴⁸⁾
Medianera		0,00	2,00	8,75	2,45
Medianera		0,00	0,00	8,75	0,00
Muro int		0,00	0,00	8,75	0,00
Muro int		0,00	0,00	8,75	0,00
Muro int		0,00	0,00	8,75	0,00
Superficie total techos, m ² ⁽⁴⁹⁾		0,00	τ Total medianeras °C ⁽⁵⁰⁾		0,00
Resumen					
Elementos del envolvente		Superficies	τ °C		
Techos ⁽⁵¹⁾ , ⁽⁵²⁾		244,00	1,89		
Muros y pisos exteriores ⁽⁵³⁾ , ⁽⁵⁴⁾		276,00	4,89		
Ventanas y puertas ⁽⁵⁵⁾ , ⁽⁵⁶⁾		160,00	7,35		
Medianeras y muros internos ⁽⁵⁷⁾ , ⁽⁵⁸⁾		0,00	0,00		
Superficie total ⁽⁵⁹⁾ y τ Edificio ⁽⁶⁰⁾		680,00	4,39		
Categoría de Etiqueta de Eficiencia Energética ⁽⁶¹⁾					
		H			
Etiqueta Condicion					
A	T _m ≤ 1 °C				
B	1 °C < T _m ≤ 1,5 °C				
C	1,5 °C < T _m ≤ 2 °C				
D	2 °C < T _m ≤ 2,5 °C				
E	2,5 °C < T _m ≤ 3 °C				
F	3 °C < T _m ≤ 3,5 °C				
G	3,5 °C < T _m ≤ 4 °C				
H	T _m > 4 °C				
Responsable ⁽⁶²⁾					
Firma	Matrícula ⁽⁶³⁾	12345	Fecha ⁽⁶⁶⁾	14/08/2010	



Tabla 3: Ejemplo de Planilla de etiquetado resultante de la aplicación del programa EXCEL. Ejemplo Casa en Pilar.

Ejemplo analizado

Coefficiente G y resultado del etiquetado



Casa Orquídea
Cambios realizados: mejoras en el K aumentando la aislación en la envolvente, reducción de superficies de ventanas en un 20 %, agregado de DVH.

Inicial - G = 1.24

Resumen		
Elementos del envolvente	Superficies	τ °C
Techos (51), (52)	316,00	3,31
Muros y pisos exteriores (53), (54)	608,90	14,33
Ventanas y puertas ^{(55), (56)}	73,60	5,68
Medianeras y muros internos ^{(57), (58)}	0,00	0,00
Superficie total⁽⁵⁹⁾ y τ Edificio⁽⁶⁰⁾	998,50	10,21

Categoría de Etiqueta de Eficiencia Energética⁽⁶¹⁾ **H**

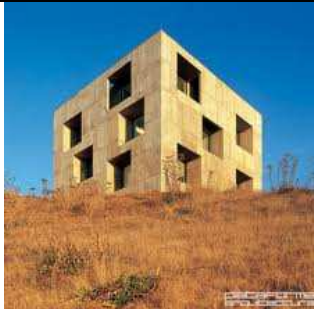
Etiqueta	Condición
A	$\tau_m \leq 1$ °C
B	1 °C < $\tau_m \leq 1,5$ °C
C	$1,5$ °C < $\tau_m \leq 2$ °C
D	2 °C < $\tau_m \leq 2,5$ °C
E	$2,5$ °C < $\tau_m \leq 3$ °C
F	3 °C < $\tau_m \leq 3,5$ °C
G	$3,5$ °C < $\tau_m \leq 4$ °C
H	$\tau_m > 4$ °C

Final - G = 1.71

Resumen		
Elementos del envolvente	Superficies	τ °C
Techos (51), (52)	465,00	0,76
Muros y pisos exteriores (53), (54)	300,00	3,30
Ventanas y puertas ^{(55), (56)}	169,50	13,24
Medianeras y muros internos ^{(57), (58)}	500,00	1,44
Superficie total⁽⁵⁹⁾ y τ Edificio⁽⁶⁰⁾	1434,50	3,00

Categoría de Etiqueta de Eficiencia Energética⁽⁶¹⁾ **F**

Etiqueta	Condición
A	$\tau_m \leq 1$ °C
B	1 °C < $\tau_m \leq 1,5$ °C
C	$1,5$ °C < $\tau_m \leq 2$ °C
D	2 °C < $\tau_m \leq 2,5$ °C
E	$2,5$ °C < $\tau_m \leq 3$ °C
F	3 °C < $\tau_m \leq 3,5$ °C
G	$3,5$ °C < $\tau_m \leq 4$ °C
H	$\tau_m > 4$ °C



Casa Poli
Cambios: aumento de la aislación de muros, mejoras en la carpintería para reducir infiltraciones.

Inicial G = 1.02

Resumen		
Elementos del envolvente	Superficies	τ °C
Techos (51), (52)	105,06	1,84
Muros y pisos exteriores (53), (54)	363,70	2,44
Ventanas y puertas ^{(55), (56)}	57,21	4,70
Medianeras y muros internos ^{(57), (58)}	0,00	0,00
Superficie total⁽⁵⁹⁾ y τ Edificio⁽⁶⁰⁾	525,97	2,57

Categoría de Etiqueta de Eficiencia Energética⁽⁶¹⁾ **E**

Etiqueta	Condición
A	$\tau_m \leq 1$ °C
B	1 °C < $\tau_m \leq 1,5$ °C
C	$1,5$ °C < $\tau_m \leq 2$ °C
D	2 °C < $\tau_m \leq 2,5$ °C
E	$2,5$ °C < $\tau_m \leq 3$ °C
F	3 °C < $\tau_m \leq 3,5$ °C
G	$3,5$ °C < $\tau_m \leq 4$ °C
H	$\tau_m > 4$ °C

Final G = 0.58

Resumen		
Elementos del envolvente	Superficies	τ °C
Techos (51), (52)	105,06	1,27
Muros y pisos exteriores (53), (54)	363,70	1,33
Ventanas y puertas ^{(55), (56)}	57,21	1,69
Medianeras y muros internos ^{(57), (58)}	0,00	0,00
Superficie total⁽⁵⁹⁾ y τ Edificio⁽⁶⁰⁾	525,97	1,36

Categoría de Etiqueta de Eficiencia Energética⁽⁶¹⁾ **B**

Etiqueta	Condición
A	$\tau_m \leq 1$ °C
B	1 °C < $\tau_m \leq 1,5$ °C
C	$1,5$ °C < $\tau_m \leq 2$ °C
D	2 °C < $\tau_m \leq 2,5$ °C
E	$2,5$ °C < $\tau_m \leq 3$ °C
F	3 °C < $\tau_m \leq 3,5$ °C
G	$3,5$ °C < $\tau_m \leq 4$ °C
H	$\tau_m > 4$ °C



Casa en Pilar
Cambios: aumento de la aislación de muros, reducción de superficies de vidrios al exterior.

Inicial G = 0.95

Resumen		
Elementos del envolvente	Superficies	τ °C
Techos (51), (52)	244,00	1,89
Muros y pisos exteriores (53), (54)	276,00	4,89
Ventanas y puertas ^{(55), (56)}	160,00	7,35
Medianeras y muros internos ^{(57), (58)}	0,00	0,00
Superficie total⁽⁵⁹⁾ y τ Edificio⁽⁶⁰⁾	680,00	4,39

Categoría de Etiqueta de Eficiencia Energética⁽⁶¹⁾ **H**

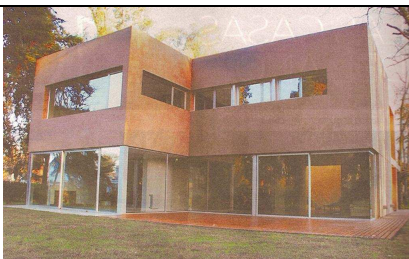
Etiqueta	Condición
A	$\tau_m \leq 1$ °C
B	1 °C < $\tau_m \leq 1,5$ °C
C	$1,5$ °C < $\tau_m \leq 2$ °C
D	2 °C < $\tau_m \leq 2,5$ °C
E	$2,5$ °C < $\tau_m \leq 3$ °C
F	3 °C < $\tau_m \leq 3,5$ °C
G	$3,5$ °C < $\tau_m \leq 4$ °C
H	$\tau_m > 4$ °C

Final G = 0.73

Resumen		
Elementos del envolvente	Superficies	τ °C
Techos (51), (52)	244,00	1,06
Muros y pisos exteriores (53), (54)	276,00	2,32
Ventanas y puertas ^{(55), (56)}	146,00	7,35
Medianeras y muros internos ^{(57), (58)}	0,00	0,00
Superficie total⁽⁵⁹⁾ y τ Edificio⁽⁶⁰⁾	666,00	2,96

Categoría de Etiqueta de Eficiencia Energética⁽⁶¹⁾ **E**

Etiqueta	Condición
A	$\tau_m \leq 1$ °C
B	1 °C < $\tau_m \leq 1,5$ °C
C	$1,5$ °C < $\tau_m \leq 2$ °C
D	2 °C < $\tau_m \leq 2,5$ °C
E	$2,5$ °C < $\tau_m \leq 3$ °C
F	3 °C < $\tau_m \leq 3,5$ °C
G	$3,5$ °C < $\tau_m \leq 4$ °C
H	$\tau_m > 4$ °C



Casa MP en Hudson
Cambios: aumento de la aislación de muros y techo, fuerte reducción de superficies vidriadas (un 40 %).

Inicial G = 2.8 -

Resumen		
Elementos de la envolvente	Superficies	τ °C
Techos (51), (52)	166,63	11,36
Muros y pisos exteriores (53), (54)	290,96	8,39
Ventanas y puertas ^{(55), (56)}	74,35	8,03
Medianeras y muros internos ^{(57), (58)}	0,00	0,00
Superficie total⁽⁵⁹⁾ y τ Edificio⁽⁶⁰⁾	531,94	9,27

Categoría de Etiqueta de Eficiencia Energética⁽⁶¹⁾ **H**

Clase	Condición
A	$\tau_m \leq 1$ °C
B	1 °C < $\tau_m \leq 1,5$ °C
C	$1,5$ °C < $\tau_m \leq 2$ °C
D	2 °C < $\tau_m \leq 2,5$ °C
E	$2,5$ °C < $\tau_m \leq 3$ °C
F	3 °C < $\tau_m \leq 3,5$ °C
G	$3,5$ °C < $\tau_m \leq 4$ °C
H	$\tau_m > 4$ °C

Final G = 0.57

Resumen		
Elementos de la envolvente	Superficies	τ °C
Techos (51), (52)	166,63	0,82
Muros y pisos exteriores (53), (54)	325,50	5,46
Ventanas y puertas ^{(55), (56)}	37,88	7,61
Medianeras y muros internos ^{(57), (58)}	0,00	0,00
Superficie total⁽⁵⁹⁾ y τ Edificio⁽⁶⁰⁾	530,01	4,15

Categoría de Etiqueta de Eficiencia Energética⁽⁶¹⁾ **H**

Clase	Condición
A	$\tau_m \leq 1$ °C
B	1 °C < $\tau_m \leq 1,5$ °C
C	$1,5$ °C < $\tau_m \leq 2$ °C
D	2 °C < $\tau_m \leq 2,5$ °C
E	$2,5$ °C < $\tau_m \leq 3$ °C
F	3 °C < $\tau_m \leq 3,5$ °C
G	$3,5$ °C < $\tau_m \leq 4$ °C
H	$\tau_m > 4$ °C

Tabla 4: Ejemplos de casos de aplicación de la planilla de etiquetado.



Casa en La Falda, W. Acosta
Cambios realizados: mejora en aislaciones de la envolvente, reducción de infiltraciones.

Inicial $G = 1.49$

Resumen		
Elementos del envolvente	Superficies	$\tau^{\circ}\text{C}$
Techos (51), (52)	165,80	3,44
Muros y pisos exteriores (53), (54)	187,05	6,03
Ventanas y puertas ^{(55), (56)}	71,43	15,36
Medianeras y muros internos ^{(57), (58)}	125,14	4,14
Superficie total⁽⁵⁹⁾ y τ Edificio⁽⁶⁰⁾	549,42	6,03

Categoría de Etiqueta de Eficiencia Energética⁽⁶¹⁾ H

Final $G = 0.88$

Resumen		
Elementos del envolvente	Superficies	$\tau^{\circ}\text{C}$
Techos (51), (52)	165,80	3,44
Muros y pisos exteriores (53), (54)	187,05	2,53
Ventanas y puertas ^{(55), (56)}	71,43	8,52
Medianeras y muros internos ^{(57), (58)}	125,14	0,68
Superficie total⁽⁵⁹⁾ y τ Edificio⁽⁶⁰⁾	549,42	3,16

Categoría de Etiqueta de Eficiencia Energética⁽⁶¹⁾ F

Etiqueta	Condición
A	$\tau_m \leq 1^{\circ}\text{C}$
B	$1^{\circ}\text{C} < \tau_m \leq 1,5^{\circ}\text{C}$
C	$1,5^{\circ}\text{C} < \tau_m \leq 2^{\circ}\text{C}$
D	$2^{\circ}\text{C} < \tau_m \leq 2,5^{\circ}\text{C}$
E	$2,5^{\circ}\text{C} < \tau_m \leq 3^{\circ}\text{C}$
F	$3^{\circ}\text{C} < \tau_m \leq 3,5^{\circ}\text{C}$
G	$3,5^{\circ}\text{C} < \tau_m \leq 4^{\circ}\text{C}$
H	$\tau_m > 4^{\circ}\text{C}$

Etiqueta	Condición
A	$\tau_m \leq 1^{\circ}\text{C}$
B	$1^{\circ}\text{C} < \tau_m \leq 1,5^{\circ}\text{C}$
C	$1,5^{\circ}\text{C} < \tau_m \leq 2^{\circ}\text{C}$
D	$2^{\circ}\text{C} < \tau_m \leq 2,5^{\circ}\text{C}$
E	$2,5^{\circ}\text{C} < \tau_m \leq 3^{\circ}\text{C}$
F	$3^{\circ}\text{C} < \tau_m \leq 3,5^{\circ}\text{C}$
G	$3,5^{\circ}\text{C} < \tau_m \leq 4^{\circ}\text{C}$
H	$\tau_m > 4^{\circ}\text{C}$

Tabla 4 (continuación): Ejemplos de casos de aplicación de la planilla de etiquetado.

El desarrollo de este ensayo en la cátedra, el marco de una materia de grado, presenta la ventaja de promover y posibilitar la experimentación, al introducir el ejercicio de probar y evaluar cambios realizados tanto en la materialidad de la envolvente como en el diseño. Por ejemplo, se realizaron modificaciones en la forma y superficie de ventanas, verificando en cada paso el resultado de estos cambios en el cálculo del G y en la calificación de la etiqueta resultante.

Resultados de la aplicación de la planilla.

Considerando los resultados de la aplicación de la planilla en ejemplos construidos de viviendas, se pueden realizar las siguientes observaciones sobre la aplicación de la Norma:

- El procedimiento de cálculo previsto en la Norma implica cierta dificultad para poder realizar mejoras notables en la clasificación. Del total de 40 viviendas analizadas, varias de ellas promovidas en el medio como eficientes o sustentables, ningún caso alcanzó alta calificación o Nivel A ‘Óptimo’, aún realizando mejoras muy significativas. En dos casos se llegó a los Niveles B ‘Medio’ o C ‘Mínimo’, mientras que en la mayoría se logró pasar de la categoría H a la F o G. En cuatro casos se pudo mejorar el valor de τ promedio ponderado final, aunque permaneciendo dentro de la misma categoría H.
- El factor determinante del cambio de categoría reside en el agregado de capas adicionales de aislación térmica liviana en la envolvente.
- En muchos casos se redujeron las superficies vidriadas entre un 10 y 20 % del total, llegando en algunos de ellos a reducir el 40 % del total de la superficie de vidrios. La reducción de la superficie de ventanas implicó en algunos casos la reducción en las ganancias invernales de radiación solar, con el potencial aumento en la demanda de energía.
- En todos los casos se redujeron las pérdidas por ventanas cambiando los vidrios simples por DVH.
- En algunos ejemplos, el agregado de aislación liviana redujo posibles ventajas del uso de envolventes con gran inercia térmica en climas con significativa amplitud de temperatura.

En general, se ha detectado que los criterios adoptados en la Norma para establecer niveles de etiqueta son muy exigentes, mostrándose la dificultad de lograr etiquetas Niveles A o B, lo cual puede desalentar la realización de mejoras.

Adicionalmente, el cálculo de etiquetado no necesariamente refleja los beneficios a obtener con el manejo de recursos de diseño, como demuestra el estudio de los siguientes casos:

- El agrupamiento de viviendas con medianeras compartidas no siempre permite lograr una etiqueta más favorable: una medianera tradicional de ladrillos macizos de 30 cm con revoque tiene una transmitancia térmica de aproximadamente $1,85 \text{ W/m}^2\text{K}$, y, según la Norma 11.900, se considera un K efectivo de 50 % de este valor en medianeras en contacto con otro edificio, lo cual equivale a $0,925 \text{ W/m}^2\text{K}$. Sin embargo, una pared exterior de Nivel B ‘Medio’ de la Norma IRAM 11.605, nivel obligatorio exigido en la Provincia de Buenos Aires (Ley 13059, 2003, y Decreto 1030, 2010), tiene un K máximo admisible de $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$, valor similar al correspondiente a una medianera. A modo de ejemplo, una vivienda aislada compacta de 100 m², sin contacto con otros edificios, con mínimas ventanas de solamente 15 % de la superficie del piso usando DVH, y 150 mm de aislante liviano en techo y paredes, $K = 0,21$, solo alcanza Nivel B ‘Medio’. La misma vivienda entre medianeras y en contacto con otros edificios tiene una etiqueta de Nivel C ‘Mínimo’.
- La temperatura interior de 20°C permite estimar las pérdidas de calor total. Sin embargo, como indican las mediciones realizadas por los alumnos en sus propias viviendas, las temperaturas interiores promedio alcanzaban aproximadamente 19°C , con 20°C de día y 18°C de noche, incluyendo las ganancias internas. La temperatura del balance térmico con ganancias es aproximadamente 3° grados menor que la temperatura sin ganancias internas y alcanzando hasta 6°C en casas muy bien aisladas. Así, la temperatura interior de 20° corresponde a la demanda de energía de una vivienda calefaccionada desocupada sin ganancias internas, mientras que, con ganancias internas, la temperatura interna llega a 23° a 26°C , valores excesivos para lograr un uso eficiente de energía.

- Si bien el techo pierde calor por radiación hacia un cielo claro, el factor adicional de la diferencia de 8 C de temperatura del techo es muy superior al valor de la diferencia de temperatura entre interior y exterior promedio, obtenida en invierno.

Todos estos factores tienden a sobre-estimar el ahorro de energía y dificultan el logro de etiquetas de categorías altas y favorables, especialmente la categoría más alta Nivel A 'Óptimo'. Se considera importante alentar a los inversores en vivienda, interesados en mejorar las características térmicas de sus proyectos y lograr mayor eficiencia energética en edificios, promoviendo mejoras paulatinas y en etapas crecientes, de modo de alentar la producción de mejoras a través de procedimientos de etiquetado, y definir criterios adecuados a este desarrollo en la búsqueda de una mayor eficiencia energética del parque edilicio.

CONCLUSIONES

El desarrollo de los estudios y trabajo final constituyeron un interesante ensayo de aplicación de la Norma IRAM 11.900, recientemente aprobada. Si bien no fue aplicada a nuevos proyectos, la posibilidad de etiquetar viviendas existentes permitió verificar la factibilidad de implementación de la Norma en casos de viviendas unifamiliares aisladas y visualizar ejemplos con distintos niveles de etiqueta. La propuesta de la Norma incorpora un cálculo relativamente sencillo, estructurado en una planilla electrónica de cálculo que puede ser utilizada por cualquier profesional o, en este caso, por alumnos de los últimos años de grado cursando la Carrera de Arquitectura.

Adicionalmente, el estudio de aplicación puso en evidencia los factores vinculados con el diseño y la elección de materiales de las envolventes. Así, el factor determinante de una mejor calificación resulta en la incorporación de capas gruesas de aislación térmica liviana, lo cual deriva en la reducción del coeficiente K. Sin embargo, no se evidencia ningún tipo de ventajas clasificatorias en los casos de envolventes con inercia térmica, que pueden ser más convenientes en climas de gran amplitud térmica, como por ejemplo en los casos de viviendas bioclimáticas o solares.

Es relevante notar que la Norma 11.900 solo indica la calidad de los elementos de la envolvente edilicia, sin considerar su superficie total. Así, una vivienda con gran superficie expuesta al exterior tendrá la misma etiqueta que una vivienda compacta, siempre que se utilice la misma transmitancia térmica y se mantenga la misma proporción de ventanas. De esta forma, dos viviendas con la misma etiqueta pueden tener muy distintas demandas de energía para calefacción.

La Norma tampoco toma en cuenta factores tales como las pérdidas de calor por infiltraciones de aire, factor muy significativo y estrechamente relacionado con las pérdidas totales de calor, de particular incidencia e importancia en climas fríos y ventosos, pérdidas que sí han sido contempladas en la Norma IRAM 11.604. Sin embargo, esta Norma contempla un valor constante de ventilación, sin tener en cuenta la calidad constructiva o la estanqueidad de las aberturas.

Otro punto importante a considerar es que el proyectista podría tender a reducir las superficies de aberturas, reduciéndose también las posibilidades de obtener importantes ganancias de radiación solar directa e iluminación natural. En los estudios realizados, los alumnos se mostraron dispuestos a sacrificar ciertos niveles de ganancia solar para mejorar la calificación de la vivienda. En este punto, vale notar que la Norma no contemplaría las posibles ventajas energéticas de viviendas solares con ganancia directa en aberturas o invernaderos, dando por resultado que estos elementos altamente beneficiosos para el buen desempeño térmico de la vivienda, resulten desfavorables en el cálculo de la etiqueta, a menos que se incorpore la posibilidad de cambiar el nivel de aislación de esas superficies considerando la aislación nocturna.

Por todo lo expuesto y considerando que si bien hay aspectos de la nueva Norma que pueden ser observados y mejorados, se reconoce el aspecto positivo de esta la iniciativa, la cual representa un avance valioso para promover envolventes energéticamente eficientes. Los estudios presentados demuestran que su implementación no solo es factible, sino que resulta de fácil aplicación y cuenta con un soporte informático amigable.

RECONOCIMIENTOS

El trabajo se inserta en el marco de los Proyectos UBACyT A017 'Evaluación y certificación de edificios energéticamente eficientes' y UBACyT 20020090200365 'Desarrollo de un sistema de certificación energética para edificios escolares', de la SECyT-UBA, Programación Científica 2008-2010, y del PAE 22559 'Eficiencia energética en el hábitat construido', Nodo UBA, Programa de Áreas Estratégicas 2007-2010, contribuyendo asimismo a la formación docente y la capacitación profesional.

REFERENCIAS

- BREEAM (2008), Scheme Document 5055, BREEAM Offices, BREEAM Global Ltd, Watford
- Decreto 1030 (2010), Reglamentación de aplicación de la Ley N° 13059, Boletín Oficial Provincia de Buenos Aires 26406, 29/7/2010.
- Evans J. y de Schiller S. (2010) Promoción de eficiencia energética en edificios: desarrollo de la norma de etiquetado en Argentina, III Seminario Internacional Arquitectura Bioclimática, Seminario Bioclimático 2010: Reglamentación y Normativa, Compilador A. Figueroa Castrejon, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, D. F. México.
- Evans J., Casabianca G., Pérsico M. (2006) Energía en edificios: nueva propuesta metodológica para introducir la temática del uso racional de la energía en arquitectura – Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Sección 10, Págs. 10.19/10.23. Volumen 10, ISSN 0329-5184, INENCO-UNSa, Salta.

- Evans J., Reyes J. Eguía S., Martín R. (1996). Energía en Edificios. Cinco años de transferencia. Actas de la XVIII Reunión de Trabajo de ASADES (San Luis), INENCO-UNSa, Tomo 3, 12.7-12.11, Salta, Argentina.
- IRAM (1998) Norma IRAM 11.604, Acondicionamiento térmico de edificios: Coeficiente volumétrico de pérdida de calor, Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires.
- IRAM (1970), Norma IRAM 11.605 Acondicionamiento térmico de edificios: transmitancia térmica de paredes y techos, Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires.
- IRAM (2010), Norma IRAM 11.900, Etiquetado de eficiencia energética en edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente, IRAM, Buenos Aires.
- IRAM, (1998), Norma IRAM 11.603, Zonificación Bioambiental de la República Argentina, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires.
- ISO (1999) ISO Standard 13789:1999 Thermal performance of buildings, Transmission heat loss coefficient, Calculation method, International Standards Organization, Geneva.
- LEED (2009), LEED 2009 for New Construction and Major Renovation, Version 3, United States Green Building Council, Washington D. C.
- Ley 13059 (2003), Condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de los edificios, Boletín Oficial Provincia de Buenos Aires N° 24738, 04/07/2003
- Ley 21.581 (1977), Régimen de financiamiento del Fondo Nacional de la Vivienda. Buenos Aires, 6 de mayo de 1977, Boletín Oficial, 2 de junio de 1977.
- Ministerio de Infraestructura y Vivienda (2000), Estándares Mínimos de Calidad para Viviendas de Interés Social, Ministerio de Infraestructura y Vivienda, Secretaría de Obras Públicas, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, Buenos Aires.

ABSTRACT

This paper presents the results of an application of the new IRAM Standard 11.900, tested in the course Energy in Buildings, FADU-UBA, by 40 final year students of architecture. This was carried out using a specially developed Excel electronic spreadsheet, with the following objectives: detect possible problems in the implementation of the standard, assess the use of the electronic spread sheet, analyse the energy label levels for selected single family houses and identify possible improvements of the energy labeling standard. The results show the importance of design, the selection of materials for the building envelope and the effect of window size, in turn related to solar gains and natural lighting. As a result of the studies undertaken, a series of observations on the implementation of the standard are presented, especially the difficulty of obtaining a high level of energy label. The feasibility of this new initiative for energy labeling was demonstrated as a necessary standard to promote energy efficiency in buildings.

Key words: energy efficiency, standards, certification, labeling.