



3 Y 4 DE NOVIEMBRE DE 2022 - UTN FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA

Normativa de aislamiento térmico, la validez de parámetros utilizados

Thermal insulation regulations, the validity of parameters used

Ma. Valentina De Nardo

Universidad Tecnológica Nacional FRSF
valedenardo@gmail.com

Ignacio Félix Fassi

Universidad Tecnológica Nacional FRSF
ignaciovassi@hotmail.com

Paula Vetcher

Universidad Tecnológica Nacional FRSF
pauvetcher@gmail.com

Florencia Martínez

Universidad Tecnológica Nacional FRSF
mmartinez@frsf.utn.edu.ar

Resumen: Se presentan avances parciales del proyecto de investigación cuyo objetivo es el estudio comparativo del coeficiente de conductividad térmica de materiales utilizados en envolventes de edificios y su incidencia en el marco de la Ley de Etiquetado Energético. En este sentido, se llevaron a cabo diferentes etapas. La primera consiste en la comparación del coeficiente de transmitancia térmica establecido por la norma IRAM 11601 y el obtenido por el equipamiento de flujo continuo; la segunda etapa involucra el análisis de la envolvente mediante el desarrollo analítico del cálculo de la temperatura superficial y su comparación con los valores otorgados por el equipo cámara termográfica; la tercer etapa concluye con el análisis de la Ley de Etiquetado Provincial Nº 13903 y particularmente la metodología de cálculo empleada para determinar los parámetros térmicos de aplicación.

Palabras clave: Eficiencia Energética – Etiquetado Energético – Transmitancia Térmica – Ley de Etiquetado.

Abstract: Partial advances of the research project whose objective is the comparative study of the coefficient of thermal conductivity of materials used in building envelopes and their incidence in the framework of the Energy Labeling Law are presented. In this sense, different stages were carried out. The first consists of the comparison of the thermal transmittance coefficient established by the IRAM 11601 standard and that obtained by the continuous flow equipment; the second stage involves the analysis of the envelope through the analytical development of the calculation of the surface temperature and its comparison with the values given by the thermographic camera equipment; the third stage concludes with the analysis of the Provincial Labeling Law No. 13903 and particularly the calculation methodology used to determine the application thermal parameters.

Keywords: Energy Efficiency – Energy Labeling – Thermal Transmittance – Labeling Law.

Introducción:

El concepto de uso de la energía con eficiencia se instauró mundialmente en 1973, cuando por conflictos bélicos se produjo un impacto económico debido al petróleo a nivel global. Esto dió lugar al inicio de investigaciones con el propósito de reducir los requerimientos de energía, sin reducir el nivel de confort; que impulsó investigaciones orientadas a reducir los requerimientos

de energía proveniente de recursos fósiles, como causa del calentamiento global y su relación directa con el efecto invernadero - optimizando el uso de los materiales- así como la obtención de nuevas formas de energía proveniente de recursos renovables.

Surge entonces la necesidad de políticas públicas que en Argentina, tanto a nivel Nacional como Provincial, introdujeron normativas de eficiencia energética en edificaciones, haciendo foco en la aislación de las envolventes. La Ex Secretaría de Estado de la Energía de la Provincia de Santa Fe ha desarrollado la primera versión del “Procedimiento de Cálculo del Índice de Prestaciones Energéticas”, basado en la Norma ISO 13.790, que conforma la base técnica para la reglamentación de la Ley de Etiquetado Energético Provincial. En base al cálculo establecido por dicho documento, ha desarrollado un aplicativo informático que permite obtener el valor del IPE (índice de prestaciones energéticas), la calificación correspondiente y la respectiva emisión de la Etiqueta. Así mismo, se plantea contrastar los valores obtenidos en laboratorio - dada la aplicación de determinados materiales en la conformación de la envolvente - con aquellos que arrojen el desempeño mediante mediciones realizadas in situ con una cámara termográfica. Para el desarrollo del proyecto se propone trabajar con materiales y tecnologías constructivas habitualmente utilizadas en la construcción - tradicionales- y con otros considerados innovadores desarrollados en el CECOVI.

Antecedentes

En la República Argentina alrededor del año 2007 surge el Decreto Nacional 0140/2007, declara de interés el uso racional y eficiente de la energía. En 2015, por Decreto Nacional 0231/2015 se crea la Subsecretaría de Eficiencia Energética otorgando de esta manera jerarquía institucional a la problemática.

A nivel local, la Provincia de Santa Fe aparece como pionera al promulgar la primera Ley de Eficiencia Energética, la N° 13.903/19, que establece un procedimiento de “Etiquetado de Eficiencia Energética” para inmuebles destinados a vivienda, y clasificarlos según su grado de consumo global de energía primaria ligado a la utilización de los mismos. Esta primera experiencia de etiquetado en Santa Fe se ha extendido a las provincias de Rio Negro, Mendoza, Salta, Tucumán y CABA.

Aportes del proyecto

El desarrollo de la presente investigación pretende aportar indicadores y criterios de comparación de los valores de transmitancia térmica, con la utilización de determinaciones realizadas con equipos que dispone el CECOVI - UTN - FRSF.

Paralelamente, la incidencia que tienen estos valores en el cálculo del IPE, verificando si existen discrepancias entre las diferentes normativas, los datos aportados por fabricantes de materiales, lo involucrado en el proceso de etiquetado de viviendas y los ensayos y mediciones a campo que se realicen en el marco del proyecto.

La clarificación del método de cálculo utilizado por el Software de Etiquetado Energético provisto por la Nación, y la comprensión del origen de los datos de transmitancia térmica (tanto de materiales como de paquetes constructivos), pretende ser un aporte a la mejora continua del sistema, cuya implementación supone un gran avance en materia de Eficiencia Energética para la Rep. Argentina.

Objetivos

- Conocer los valores de Conductividad Térmica de los Materiales desarrollados por el Centro, en diferentes proyectos de I+D+i. y comparar los valores obtenidos con los conocidos.
- Determinar el Coeficiente de Conductividad Térmica de los materiales en edificios de vivienda, principalmente sus envolventes y compararlos con los recomendados y publicados en Normas, Reglamentos o Información comercial.
- Evaluar mediante técnicas de termografía el comportamiento de los materiales y técnicas constructivas tradicionales como así también los desarrollados en el Centro.
- Alcanzar conclusiones sobre los métodos (de ensayo y evaluación), sistemas (constructivos y de mediciones) y mejoras posibles (a los materiales, sistemas constructivos y métodos de evaluación y predicción).
- Analizar cómo las determinaciones realizadas difieren de la normativa y métodos de cálculo de etiquetado de edificios.

Metodología:

Para el desarrollo de la investigación se plantea inicialmente la selección de materiales que conformen las envolventes de los edificios destinados a la vivienda en la región, para luego someterlos al ensayo de transmitancia térmica.

Lambda " λ " representa la Conductividad Térmica o lo que es lo mismo, la cantidad de calor que atraviesa un material de espesor $e=1m$ y superficie $S=1m^2$ durante un periodo de tiempo de 1 segundo cuando la diferencia de temperatura es de $1^{\circ}C$, tiene como unidad de medida $W/m.K$, hace referencia a la capacidad de los materiales de transmitir calor a través de su estructura molecular.

Clasificar a un material como aislante nos lleva a introducir el concepto de Resistencia Térmica, es una capacidad recíproca a la conductividad térmica que nos indica la resistencia que opone un material ante el flujo del calor.

Selección de materiales:

La premisa para la elección de los materiales a ensayar fue su disponibilidad y uso en el medio local (ciudad de Santa Fe). Asimismo, que dichos materiales estén incluidos en la lista de coeficiente de transmitancia térmica que da la norma IRAM 11601

Se propuso utilizar de los disponibles comercialmente en la región: ladrillo cerámico macizo, bloque de hormigón celular (marca COMERCIAL 1 y COMERCIAL 2), mortero cemento - arena (1:3), mortero de revoques y juntas (albañilería), hormigón - cemento/arena/piedra partida normal (1:3:3), madera tratada con sales minerales.

Así también, se analizan las características térmicas de materiales desarrollados en el CECOVI como el MCMC (Material Compuesto Madera Cemento) y FF1 (Hormigón Celular de Espuma Preconformada).

Modelado de probetas:

Considerando las especificaciones del equipo a utilizar (medidor de flujo de calor modelo HFM 446 Lambda Médium de la firma Netzsch), se determinaron las dimensiones máximas y mínimas posibles y se moldearon las probetas de los materiales seleccionados, la operación se llevó a cabo en el CECOVI. Para el moldeo se utilizaron herramientas manuales, como serrucho,

hojas de lijas, reglas graduadas, escuadras, lápiz, moldes metálicos desarmables, y herramientas eléctricas de corte como la sierra circular de banco. En las imágenes 1 a 4 se puede observar parte del proceso de moldeo.



Imagen 1: Rotulado **Imagen 2:** Moldeo. **Imagen 3:** Moldeo. **Imagen 4:** Moldeo.

Rotulado, acondicionado y proceso previo al ensayo.

Por normativa interna del CECOVI, las probetas deben llevar una etiqueta de identificación con el fin de llevar un control en cuanto a las fechas de moldeo, secado y posterior ensayo. En nuestro proyecto utilizamos las etiquetas de investigación, estas cuentan con un apartado para colocar la identificación de la muestra, fecha de inicio, fecha de terminación, ingreso a estufa y cátedra/grupo/área.

Se seleccionaron las probetas que estaban en mejores condiciones y se procedió al moldeo de las mismas. Se determinaron las medidas de las probetas de acuerdo a las de la boca de ingreso de la máquina de ensayo Lambda:

- Ancho Máximo: 30 [cm] Ancho Mínimo: 10.5 [cm]
- Largo Máximo: 30 [cm] Largo Mínimo: 10.5 [cm]
- Espesor Máximo: 10.5 [cm]
- Espesor mínimo: sin restricción.

En cuanto a las formas de las probetas, estas deben ser de aristas bien definidas y caras lisas, planas y paralelas entre sí, con un ángulo de tolerancia de 2°. Se debe elegir probetas que no presenten oquedades ni fracturas.

Al momento de ensayar las probetas el material debe estar seco a peso constante, obtenido por secado en Estufa.

Tiempos del Equipo de Flujo Continuo (duración del ensayo).

Regido por la norma IRAM 1860, el equipo variará el tiempo del ensayo dependiendo la cantidad de intervalos de temperatura a los cuales se somete la probeta en estudio. Dado que se ensayarán un total de 3 probetas por material, se considera suficiente el ensayo a un intervalo de temperatura por probeta.



Imagen 5: Equipo de flujo continuo

Este intervalo será de 0°C a 35°C, suponiendo este como el rango de temperaturas medias mínimas y máximas de la ciudad de Santa Fe, lugar donde se lleva a cabo dicho Ensayo. El estudio de cada material insume alrededor de 3 hs (3 probetas a peso constante).

Procesamientos de datos:

Finalizado los ensayos de conductividad de los materiales, los valores obtenidos se vuelcan en una tabla resumen, donde se consignan los valores propiamente obtenidos con los ensayos, los provistos por el fabricante y los tabulados en la IRAM 11601.

El objeto de esta tabla es analizar y obtener indicadores comparativos en función de lo informado por Norma y lo comercialmente promocionado por los fabricantes. Asimismo, determinar el comportamiento de los materiales desarrollados en el centro.

Tabla - Ensayo Coef. Transmitancia Térmica								
Probeta Nº	Material	Dimensiones			λ - IRAM 11601 (W/m K)	Densidad aparente ρ [kg/cm ³]	Peso Seco (Kg)	λ Ensayo (W/m K)
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)				
L-1	Ladrillo Cerámico Macizo	11,95	12,90	5,05	0,81	1407,10	1095	0,36
L-2		11,97	12,97	5,28	0,81	1358,90	1095	0,33
L-3		12,27	12,27	5,20	0,81	1335,00	1020	0,32
HM1-6	Hº Celular - Marca comercial 1	14,80	17,40	8	0,16	341,10	1191,70	0,17
HM1-7		14,80	17,20	7,90	0,16	579,70	1187,00	0,15
HM1-8		14,80	17,20	7,90	0,16	577,90	1161,10	0,16
HM2-9	Hº Celular - Marca comercial 2	19,85	19,85	10,50	0,16	521,50	2148,50	0,16
HM2-10		19,90	19,9	10,40	0,16	533,10	2195,50	0,16
HM2-11		19,87	19,88	10,30	0,16	536,00	2189,10	0,16
MC-15	MCMC	14,70	20,00	10,30	-	341,10	1027,40	0,12
MC-17		15,20	20,00	10,30	-	454,40	1424,80	0,14
MC-18		14,70	20,00	10,00	-	530,90	1558,50	0,15
HS - 25	Hormigón Normal C/ Ag. Pétreos (1:3:3)	13,48	15,93	4,30	1,16	2099,90	1920	1,14
HS - 26		14,48	15,87	4,27	1,16	2057,80	1902,0	1,01
HS - 27		13,47	15,84	4,32	1,16	2040,20	1880	1,06
W - 28	Madera	11,90	14,75	7,10	0,16	505,00	632,50	0,16
W - 29		11,90	14,60	7,10	0,16	461,50	571,00	0,15
W - 30		11,85	14,68	7,10	0,16	452,60	560,50	0,15
FF1 - 31	Hormigón Celular (formulación CECOVI)	11,92	12,42	9,01	-	864,40	1155	0,35
FF1 - 32		11,87	13,64	9,26	-	833,40	1250	0,33
FF1 - 33		11,90	12,75	9,26	-	835,60	1173,5	0,34

Tabla N° 1 : Resultados de valores de ensayo de transmitancia térmica.

***Nota:** Las variaciones observadas en los valores con respecto a los otorgados por la Norma IRAM 11601 pueden relacionarse con la diferencia de densidades estipuladas por la norma y las obtenidas en los ensayos.

Como se puede observar hay diferencias entre los valores expuestos en la norma iram 11601, los valores comerciales que conforman los comerciantes y los arrojados en el ensayo de laboratorio. Esto pone en discusión la veracidad de los datos brindados por la norma y los comerciantes de estos.

En la segunda etapa (actualmente en proceso de estudio y análisis) se propone el estudio y comportamiento real de las envolventes partiendo de las mediciones de temperaturas superficiales en los paramentos de las envolventes, para así poder determinar el real comportamiento y eficiencia de ellas.

Se evaluó la temperatura superficial de un prototipo construido por el CECovi, cuyo sistema constructivo consiste en una envolvente con paneles de Madera Cemento contenido por una estructura compuesta por tubos estructurales y perfiles galvanizados tipo U.

Para tomar dichas medidas se utilizó como equipamiento una cámara termográfica Testo 872, las mediciones se realizan en distintos horarios y estaciones del año con el fin de obtener información y poder comparar con los valores teóricos que se encuentran en las normativas vigentes. Se debe conocer las condiciones ambientales del lugar (Temperatura y Humedad relativa) y a su vez, las emisividades correspondientes de los materiales de la superficie a evaluar. Esta metodología nos permite identificar zonas proclives a generar puentes térmicos, condensación, y mayor transmitancia de calor. En función de estos datos obtenidos, se evalúan mejoras del paquete constructivo.

Actualmente se encuentran en evaluación diferentes prototipos elegidos con la premisa del grado de utilización de sus paquetes constructivos dentro del área local, los mismos se describen a continuación.

Paquetes de análisis propuestos

La elección de los paquetes de envolventes constructivas a analizar se fundamentó en que estos son los más utilizados en las obras ejecutadas por la Dirección Provincial de Vivienda y Urbanismo de la provincia de Santa Fe. Se propone el estudio de 3 tipologías de envolventes, la característica común a todas ellas es el revoque tradicional húmedo, y difieren en que: la propuesta 1 posee mampuestos de ladrillo cerámico hueco no portante (e=12cm), la propuesta 2 mampuestos cerámico macizo y la propuesta 3 mampuestos cerámico macizos portantes (e=18cm)

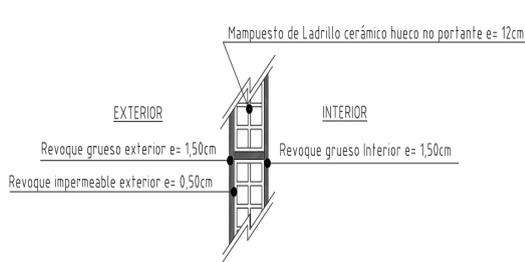


Figura 1: Propuesta de envolvente número 1.

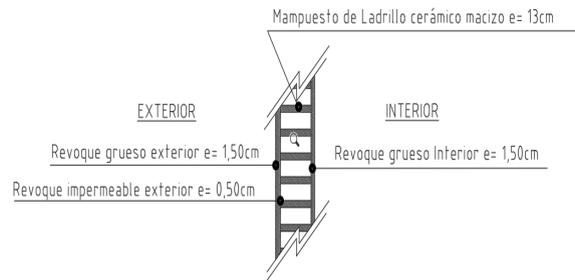


Figura 2: Propuesta de envolvente número 2.

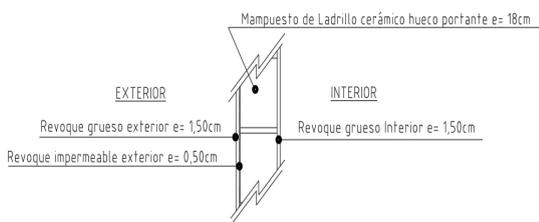


Figura 3: Propuesta de envolvente número 3.

Finalmente, y en una tercera etapa con la información recopilada y analizada se podrán obtener conclusiones sobre la Ley de Etiquetado Provincial 13903, así como la metodología de cálculo del IPE y poder arribar a conclusiones de carácter cualitativas y cuantitativas.

Actualmente se lleva a cabo una recopilación bibliográfica de la temática haciendo énfasis en la normativa vigente de etiquetado de eficiencia energética de viviendas, y con el estudio de la misma y obtener conclusiones relevantes al respecto.

Conclusiones:

Observando los resultados de los avances a la fecha, que abarcan las tres etapas del proyectos ya descritas, podemos concluir que: En referencia a los ensayos de determinación de λ , sobre 8 de los 10 materiales seleccionados para la evaluación, entre los que se encuentran el FF1 y el MCMC ambos de fabricación propia del centro de investigación de la UTN FRSF, CECovi, podemos decir lo siguiente: Para aquellos materiales alcanzados por la Norma, los valores de coeficientes de λ obtenidos en los ensayos usando el equipo de flujo continuo, no presentan discrepancias sustanciales respecto a los datos por la Norma. Esto genera, por un lado, confiabilidad respecto al desempeño del equipo de ensayo y, por otro, se confirma que los valores de la norma IRAM son correctos, para nuestras determinaciones. No obstante, se deberán de sumar más muestras a ensayar, lo que dará confiabilidad a las determinaciones y conclusiones expresadas. Por otro lado y relevando la información comercial que presentan los fabricantes del material HCCA respecto a los valores obtenidos en los ensayos y la Norma, si se observan variaciones significativas en el orden de un 35% menos. Esto lleva a pensar en una promoción un tanto distorsionada del comportamiento térmico del material ofrecido.

Para el MCMC se obtienen valores ligeramente superiores a los del HCCA, presentándose como una alternativa válida a considerar en la conformación de las envolventes de construcciones, al momento de evaluar su transmitancia térmica. Al respecto cabe destacar que no es el único factor influyente en este tipo de cálculo, pero sí un dato no menor al momento de evaluar su inclusión en la biblioteca del software de cálculo del IPE.

En referencia a los paquetes de envolventes, y su contraste con mediciones en campo, los valores obtenidos aún no son relevantes para arribar a conclusiones. Finalmente, analizando la mecánica y biblioteca de soluciones constructivas presentados por el software para el cálculo del IPE, se observa que es necesario incrementar las opciones y sumar materiales a la base de datos. Al respecto, los valores que se obtengan en esta investigación podrán ser base para la generación y carga de los mismos.

Referencias:

- Norma IRAM 11601 - Tercera Edición 2002 -10-10 .
- Norma IRAM 11603 - Tercera edición 2012-08-17.
- Norma IRAM 11605 - Diciembre 1996.
- Norma IRAM 11625 - Tercera edición 2000-04-07.
- Norma IRAM 11630 - Primera edición 2000-04-07.
- Ley Provincial N°13059 - Buenos Aires.
- Ley Provincial N°13903 de etiquetado energético de viviendas - Santa Fe.
- Ordenanza Municipal de la ciudad de Rosario N° 8757/11.
- Curso de etiquetado de viviendas (cev) - certificadores modalidad virtual 2020
- Decreto Nacional 0140/2007 “Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía”