

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

ignaciofassi@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 N° 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.

1. Introducción:

El concepto de uso de la energía con eficiencia se instauró mundialmente, originado en la primera crisis del petróleo en 1973, cuando por conflictos bélicos la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) decide no exportar el combustible a los países que apoyaron a Israel en la Guerra del Yom Kippur, esto provocó un alza en el precio que impactó económicamente a nivel global, dando lugar al inicio de investigaciones con el propósito de reducir los requerimientos de energía, sin reducir el nivel de confort.

Este nuevo concepto impulsó el campo investigaciones orientadas a reducir los requerimientos de energía proveniente de recursos fósiles - optimizando el uso de los materiales- así como la obtención de nuevas formas de energía proveniente de recursos renovables.

Paralelamente surgió la preocupación por el nivel de los gases de efecto invernadero y su impacto en el ambiente, poniendo el foco en la quema de combustibles fósiles como causa del calentamiento global.

En este contexto, como sociedad global lo que podemos hacer es reducir la demanda y consecuentemente la generación eléctrica a partir de combustibles fósiles, para lo cual son necesarias políticas públicas que incentiven la eficiencia y el aumento de oferta con la incorporación, entre otras, de energías renovables, en la medida que resulte económicamente sustentable.

En este sentido, en Argentina, tanto a nivel Nacional como Provincial se introdujeron normativas orientadas a la eficiencia energética de las edificaciones, haciendo foco en la aislación de las envolventes y tomando como parámetro de referencia los fundamentos teóricos que se disponen y emplean en la evaluación del comportamiento energético de los sistemas constructivos

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 el documento de 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 puesto a disposición de los certificadores a los fines de que, que a partir de la carga completa del relevamiento de una vivienda – bajo una serie de parámetros establecidos - permite obtener el valor del IPE (índice de prestaciones energéticas), la calificación correspondiente y la respectiva emisión de la Etiqueta.

Asimismo, se plantea contrastar los valores obtenidos en laboratorio - dada la aplicación de determinados materiales en la conformación de la envolvente – con aquellos que arroje 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.

1.1. Contexto

El sistema energético nacional se clasifica en dos fuentes de energías, las primarias y las secundarias. Las fuentes de energía primaria son las fuentes en el estado en que se extraen o capturan de la naturaleza, ya sea en forma directa (hidráulica, eólica, solar) o indirecta, es decir,

derivada de un proceso de extracción o recolección de la misma. En cuanto a las fuentes secundarias estas son los diferentes productos energéticos no presentes en la naturaleza como tales, producidos a partir de fuentes primarias en los distintos centros de transformación, con la finalidad de hacerlos aptos a los requerimientos de las tecnologías empleadas en los sectores de consumo. Además se puede identificar una energía útil que es la energía en la forma en que finalmente es utilizada en los sectores de consumo (movimiento, luz, calor). Se obtiene como resultado de las transformaciones que realizan los equipos y artefactos a partir de las energías secundarias.

A partir del conocimiento de estas definiciones se pretende hacer un uso responsable de las energías primarias, con el fin de cuidar el medio ambiente y generar un uso consciente de las fuentes de energía. De este modo se es necesario definir el concepto de Eficiencia Energética como el uso eficiente de la energía, el cual ha ido cobrando cada vez más fuerza y ganando espacio en las últimas décadas en diferentes ámbitos de la producción y la tecnología, encuadrándose lentamente como objetivo de mejorar la eficiencia energética.

1.2. Antecedentes

En la República Argentina, comienza a ser relevante el concepto de Eficiencia Energética en su dimensión actual, alrededor del año 2007, donde se introduce en la normativa argentina a través del Decreto Nacional 0140/2007 “Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía” y declara de interés el uso racional y eficiente de la energía promoviendo acciones en diversos sectores (industrial, comercial, servicios, transporte, vivienda, edificios etc.). Se impulsa a su vez, una campaña educativa que incorpora los conceptos vinculados a la problemática energética y en 2015, por Decreto Nacional 0231/2015 se crea la Subsecretaría de Eficiencia Energética otorgando de esta manera jerarquía institucional a la problemática.

En 2019 la Secretaría de Energía de la Nación y la Ex Secretaria de Estado de la Energía de la Provincia de Santa Fe, junto a instituciones vinculadas al comercio y la industria gestionan un aporte financiero de la Unión Europea destinado al financiamiento de proyectos orientados al uso eficiente de los recursos energéticos. A fines del citado año se presenta legislativamente el primer proyecto de Ley de Nacional de Eficiencia Energética, actualmente en estudio de comisión.

Paralelamente hubo avances en lo que refiere específicamente a las construcciones civiles y aspectos normativos concretos. IRAM, por otra parte, ya en 2009 había decidido crear el Subcomité de Eficiencia Energética Edilicia, tomando antecedentes del paquete de normas IRAM 11600 elaboradas en el Subcomité de Acondicionamiento Térmico de edificios, logra a finales de 2017 poner en vigencia la norma IRAM 11900, que contempla un método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética.

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. Esta primera experiencia de etiquetado en Santa Fe se ha extendido a las provincias de Rio Negro, Mendoza, Salta, Tucumán y CABA.

En cuanto a la ley provincial N° 13.903/19 establece un procedimiento de etiquetado de eficiencia energética de inmuebles existentes o en proyecto de construcción destinados a vivienda, a fin de clasificarlos según su grado de consumo global de energía primaria ligado a la utilización de los mismos. El documento previsto para esta clasificación es la Etiqueta de Eficiencia Energética de Inmuebles Destinados a Vivienda, con una vigencia de diez años. Reglamentariamente se establecen los requisitos y procedimientos de otorgamiento. La

Autoridad de Aplicación de la presente ley, es la Secretaría de Estado de la Energía a través de su Subsecretaría de Gas y Energías Convencionales.

El IPE sirve como indicador del grado de eficiencia energética de un inmueble y en función de su valor se establece la categorización de eficiencia energética del mismo. Para la elaboración del IPE, se tendrá en cuenta la localización geográfica del inmueble y elementos pasivos (características de la envolvente, aportes solares, ventilación natural) y sistemas o elementos activos (instalaciones de calefacción, sistemas de aire acondicionado, sistemas de ventilación forzada, sistemas de iluminación artificial). En los supuestos de que el inmueble a etiquetar utilice de manera activa un recurso energético renovable (solar, eólico, biomasa), o aumente la eficiencia energética de equipos de climatización mediante el aporte geotérmico, la fracción de energía generada para autoconsumo, cualquiera sea su forma, siempre será referenciada a energía primaria y será contabilizada a fin de reducir el valor del IPE.

1.3. 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.

1.4. Objetivos

Generales:

- Confirmar y/o contrastar mediante mediciones de laboratorio y de campo las teorías explicativas preexistentes respecto a la evaluación térmica de las construcciones tradicionales, en lo que refiere a sus envolventes.
- Conocer el comportamiento de nuevos materiales desarrollados en el Centro CECOVI, a partir de su estudio en laboratorio y obra, comparándolo con los materiales y técnicas ya conocidos.

Específicos:

- Evaluar el Coeficiente de Conductividad Térmica de los materiales más usados en nuestra región para la construcción de edificios de vivienda, principalmente sus envolventes y compararlos con los recomendados y publicados en Normas, Reglamentos o Información comercial de los materiales.
- 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 de estos nuevos materiales con los conocidos.
- Evaluar mediante técnicas de termografía el comportamiento de los materiales y técnicas constructivas tradicionales así como de los nuevos materiales y sistemas constructivos desarrollados en el Centro.

- Analizar comparativamente los resultados alcanzados y estos con los publicados en las aplicaciones de predicción de comportamiento disponibles.
- 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 condiciona las determinaciones realizadas en la normativa y métodos de cálculo de etiquetado de edificios.

2. 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 $e=1\text{m}$ y superficie $S=1\text{m}^2$ durante un periodo de tiempo de 1 segundo cuando la diferencia de temperatura es de 1°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:

Se determinan dimensiones mínimas y máximas a respetar en el moldeado, considerando las especificaciones del equipo a utilizar.

"Las probetas a ensayar en el equipo medidor de flujo de calor modelo HFM 446 Lambda Médium de la firma Netzsch, utilizado para obtener el Coeficiente de Transmitancia Térmica de cada material deben cumplir con los siguientes lineamientos.

Dimensiones:

- 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.

Características:

- Caras Planas y Paralelas entre sí, con un ángulo de tolerancia de $= 2^\circ$
- Material seco, a peso constante obtenido por secado en Estufa."

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
MA - 19	Mortero Cemento - Arena (1:3)							
MA - 20								
MA - 21								
MP -22	Mortero de Revoques y Juntas (Albanileria)							
MP - 23								
MP - 24								
HS - 25	Hormigón Normal C/ Ag. Petreos (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	Hormigon 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

*Observaciones: se puede apreciar variaciones en los valores de conductividad térmica con respecto a los valores otorgados por la Norma IRAM 11601. Estas variaciones pueden relacionarse con la diferencia de densidades estipuladas por la norma y las obtenidas en los ensayos.

Proceso de moldeado de probetas

Con las dimensiones máximas y mínimas posibles relevadas y estipuladas se moldearon las probetas de los materiales seleccionados, la operación se llevó a cabo dentro del centro (CECOVI) y se en dicha operación fueron partícipes los involucrados en el proyecto en cuestión. Para el moldeado 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. De la imagen 1 a 5 que se encuentran de inmediato se puede observar parte del proceso de moldeo.



Imagen 1



Imagen 2



Imagen 3



Imagen 4



Imagen 5

Rotulado, acondicionado y proceso previo al ensayo.

De acuerdo con la normativa del CECIVI, las probetas deben llevar una etiqueta de identificación con el fin de llevar un control en cuanto a las fechas de moldeado, secado y para su posterior ensayo. En nuestro proyecto utilizamos las etiquetas de investigación la cual cuenta con un apartado para colocar la identificación de la muestra, fecha de inicio, fecha de terminación, ingreso a estufa y cátedra/grupo/área.

Las mismas se seleccionaron de un conjunto de muestras probetas, se eligieron las que estaban en mejores condiciones y se procedió al moldeado de las mismas. Se determinarán las medidas de las probetas de acuerdo a las medidas de la boca de ingreso de la máquina de ensayo Lambda. Estas medidas son las siguientes:

- 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 en lo posible de aristas bien definidas y las caras de las mismas deben ser planas y paralelas entre sí, con un ángulo de tolerancia de 2° y lisas. Se debe elegir probetas que no presenten oquedades ni fracturas.

Las probetas se deben confeccionar de forma que se debe cuidar de cortar/delimitar las aristas de forma que estas no se quiebren y queden lo más rectas y perpendiculares posibles.

Al momento de ensayar las probetas el material debe estar seco y 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. 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 material insume alrededor de 3 hs, considerando 1 hora para cada probeta a ensayar. Además es importante aclarar que la probeta previamente debe ser secada en estufa hasta obtener 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.

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.

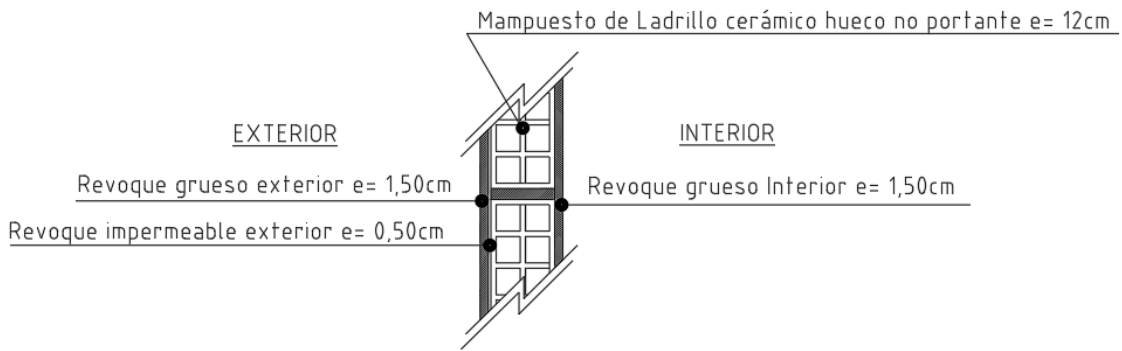
Para tomar dichas medidas se utilizó como equipamiento una cámara termográfica Testo 872, las mediciones se realizan en distintos horarios y estaciones del año con el fin de obtener información y poder comparar con los valores teóricos que se encuentran en las normativas vigentes. Se debe conocer las 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 .

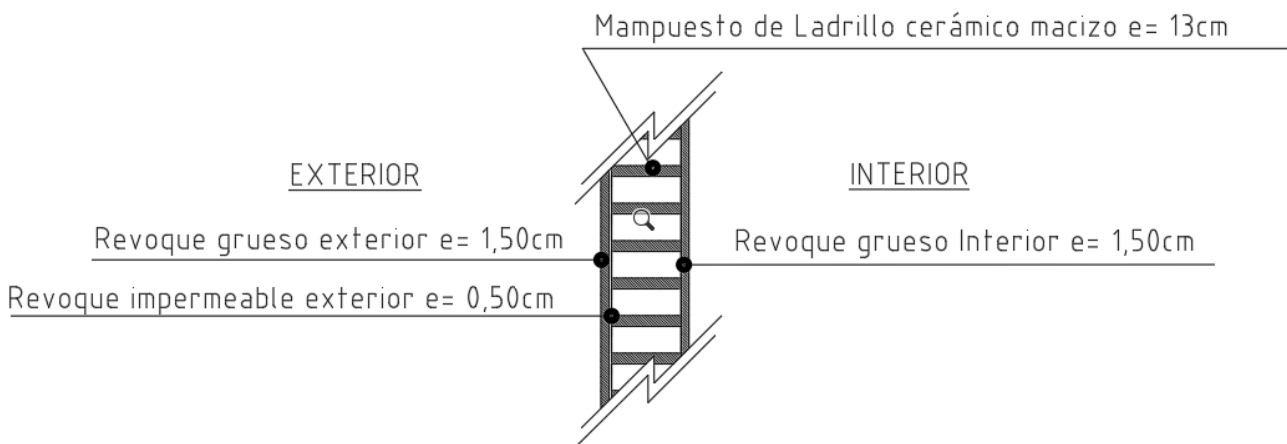
Actualmente se encuentran en evaluación diferentes prototipos elegidos con la premisa del grado de utilización de sus paquetes constructivos dentro del área local, los mismos se describen a continuación.

Paquetes de análisis propuestos

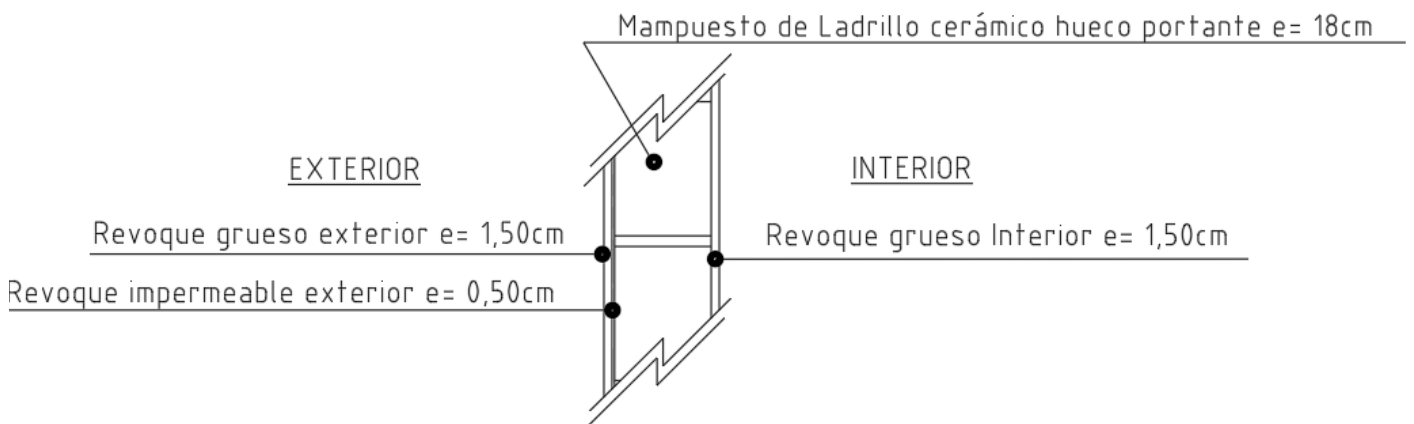
La elección de los paquetes de envolventes constructivas a analizar se fundamentó en que estos son los más utilizados en las obras ejecutadas por la Dirección Provincial de Vivienda y Urbanismo de la provincia de Santa Fe. Se propone el estudio de 3 tipologías de envolventes, todas poseen como denominador común que sus revoques son del tipo tradicional húmedo, y difieren en que la propuesta 1 posee mampuestos de ladrillo cerámico hueco no portante ($e=12\text{cm}$), la propuesta 2 mampuestos cerámico macizo y la propuesta 3 mampuestos cerámico macizos portantes ($e=18\text{cm}$)



Propuesta de envoltente número 1



Propuesta de envoltente número 2



Propuesta de envoltente 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 del coeficiente lambda, sobre 8 de los 10 materiales seleccionados para la evaluación, entre los que se encuentran el hormigón celular de espuma pre-conformada y el MCMC (Material Compuesto Madera Cemento) 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 conductividad térmica obtenidos en los ensayos usando el equipo de flujo continuo del CECOVI, no presentan discrepancias sustanciales respecto a los datos por las tablas correspondientes de la Norma IRAM 11601. Esto genera, por un lado, confiabilidad respecto al desempeño del equipo de ensayo y, por otro, se comienza a creer que los valores consignados en la norma IRAM son correctos al menos 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 de las tablas de la Norma IRAM 11601, si se observan variaciones significativas en el orden de un 35% menos. Esto conlleva a pensar en una promoción un tanto distorsionada del comportamiento térmico del material ofrecido.

para el MCMC se obtienen valores ligeramente superiores a los de hormigón celular, 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 un dato no menor al momento de evaluar su inclusión en la biblioteca del software de cálculo del IPE.

En referencia a los paquetes en estudio de las envolventes, y su contraste con mediciones a campo mediante uso de cámara termográfica, los valores obtenidos aún no son relevantes para arribar a conclusiones.

Y 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.