

EVALUACION DE PUENTES TERMICOS DE PANELES LIVIANOS EN EL RECICLADO DE UNA ESCUELA

Gustavo San Juan*. John Martin Evans.

IDEHAB, Instituto de Estudios del Hábitat, UI n°2. FAU-UNLP
Calle 47 n°162 (1900). La PLata, Buenos Aires.
Tel/Fax (+54-21) 21-4705. Email: erosenfe@isis.unlp.edu.ar

Centro de Investigación Hábitat y Energía, SICyT, FADU-UBA
CC 1765, Correo Central, (1000) Capital Federal.
Tel (+54-1) 791-9310. Fax (+54-1) 782-8871. Email evans@fadu.uba.ar

RESUMEN

El trabajo presenta la evaluación de puentes térmicos verticales y horizontales del cerramiento vertical de una escuela construida con paneles livianos. Las simulaciones térmicas, usando el método de diferencias finitas, permiten obtener las temperaturas superficiales internas y determinar las zonas del panel que presentan riesgo de condensación según la humedad relativa interior. Además, se analizó la variación de la transmitancia térmica y los valores medios. El método permite evaluar medidas alternativas para controlar la condensación y las pérdidas. El trabajo también hace referencia a la evaluación de puentes térmicos en las Normas IRAM.

1. INTRODUCCION

El estudio forma parte de un proyecto de extensión universitaria de la Universidad Nacional de La Plata: "Mejoramiento de la eficiencia energética y habitabilidad de edificios: el caso educación". El objetivo específico es el mejoramiento de las condiciones ambientales y tecnológicas de dos edificios existentes con características higrotérmicas deficientes, con soluciones de bajo costo y posible autoconstrucción para mejorar los elementos existentes.

El trabajo se asentó en un estudio particularizado de los puentes térmicos con el objetivo de verificar su funcionamiento y calibrar una simulación basada en un método computacional probado. La colaboración entre dos grupos de investigación permitió obtener resultados de utilidad y aplicación prácticas en una actividad de extensión para el ámbito universitario y extra universitario.

En este caso, el edificio escolar existente con uso discontinuo está resuelto con tecnología liviana prefabricada y de poca capacidad térmica¹, construido en forma provisoria que consolidó en su función a través del tiempo con uso intensivo

* Becario Post-doctoral CONICET.

en tres turnos (8 a 22hs). En el período invernal, las pérdidas de calor son significativas frente al limitado aporte metabólico de sus ocupantes y, en situaciones muy frías, el uso de pantallas infrarrojas a gas. El período estival (octubre a diciembre) también provoca situaciones críticas de falta de confort.

Las medidas de mejoramiento ambiental adoptadas incluyen: sombrear superficies horizontales y verticales por medio de forestación, disminuir la absorción de la cubierta, favorecer la ventilación cruzada, reducir la infiltración de aire por aberturas mediante burleteo y mejorar la calidad térmica de los paramentos verticales con el objeto de reducir las pérdidas energéticas y evitar que se produzca condensación superficial e intersticial.

1.1. Características del edificio

El edificio de la escuela de Enseñanza Técnica N°1 posee características de bloque en tira agrupando aulas en torno a un patio. El módulo aula adoptado para el estudio se encuentra apareado con dos de sus lados expuestos, NO y SE y dos lados compartidos. Figura 1.

El sistema constructivo empleado está formado por paneles livianos tipo "sandwich" con alma de poliestireno expandido, terminación exterior metálica y terminación interior de cartón prensado tipo "hardboard" pintado. Posee uniones entre paneles, de chapa doblada de mínima resistencia térmica, cada 93 cm que están adheridos al suelo abulonados a una viga de hormigón armado de 15 x 15 cm. Ambos encuentros, conforman puentes térmicos crónicos, tanto en sus uniones verticales como horizontales en su unión con el piso. Figura 2.

Las aberturas son de chapa y perfilería metálica. La cubierta de chapa autoportante metálica con cielorraso independiente de poliestireno expandido (30 mm).

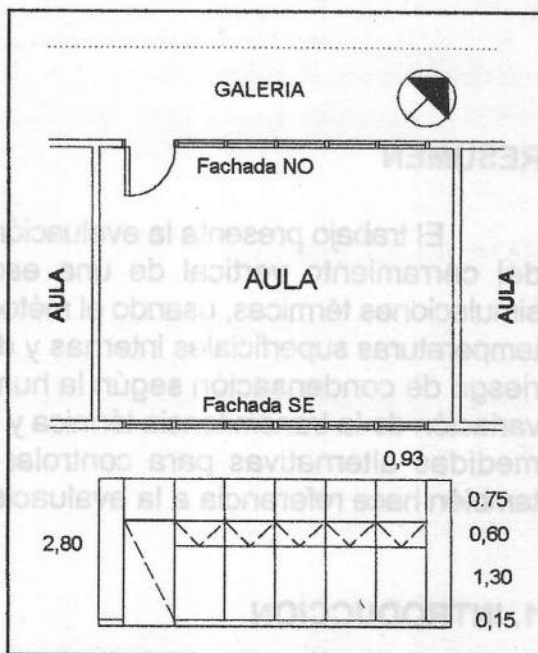


Figura 1. Módulo aula. Planta y vista.

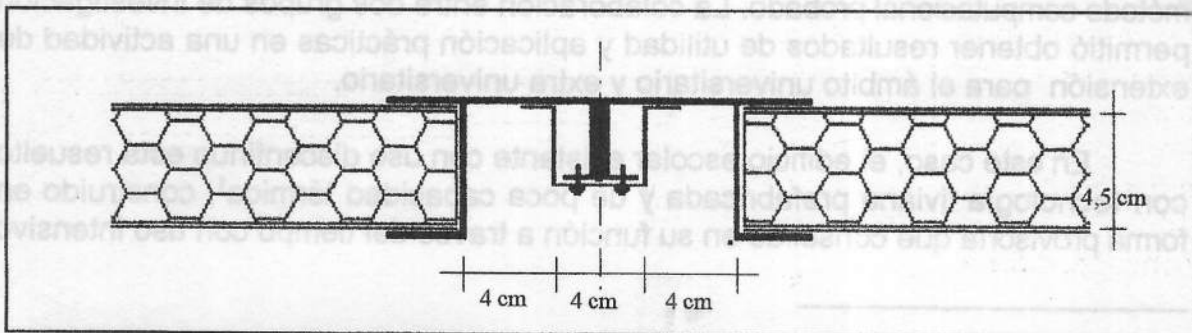


Figura 2. Detalle de unión entre paneles.

1.2. Aspectos termo-energéticos

Tabla 1. Características térmicas de los materiales (según Norma IRAM 11.601³).

Materiales	Cond.Térmica (λ)	Densidad (ρ)	Espesor (e)
Hormigón	1,16 W/m°C	2000 Kg/m ³	15,0 cm
Hardboard	0,24 W/m°C	100 Kg/m ³	0,4 cm
Poliestireno Exp.	0,035 W/m°C	20 Kg/m ³	5,0 cm
Chapa Metálica	54 W/m°C	4000 Kg/m ³	0,15 cm

Se analizó el sistema constructivo con una temperatura exterior de 0°C, temperatura interior de 20°C y humedad relativa interior de 70%, adoptada en función de los sistemas de acondicionamiento ambiental utilizados (Norma IRAM 11625³), con una temperatura de punto de rocío (Pr) de 14,5°C y transmitancia térmica (K) nominal del panel de 0,69 W/m²°C (R=1,45 m²°C/W).

2. RESULTADOS

2.1. Situación Original

Para evaluar el comportamiento de los puentes térmicos (PT), se adoptó como método la simulación térmica en las condiciones anteriormente descritas determinándose las isotermas y temperaturas superficiales. Se utilizó como herramienta un software especializado⁴ en transferencia de calor (Heat2⁵). Las Figuras 3 y 4 indican las isotermas de los puentes horizontal y vertical respectivamente.

Debido a las diferencias entre las características térmicas de los materiales que conforman el sistema constructivo, los resultados no varían significativamente en el caso de modificar levemente los espesores o conductividades térmicas.

En la Figura 3, el caso del PT horizontal, la unión metálica entre paneles tiene una temperatura interior de 3°C en toda su extensión, produciéndose condensación inevitable. La zona perimetral de 3cm sobre el hardboard desde el borde del ángulo metálico tiene temperaturas superficiales que varían entre 3 y 14,5°C produciéndose riesgo de condensación.

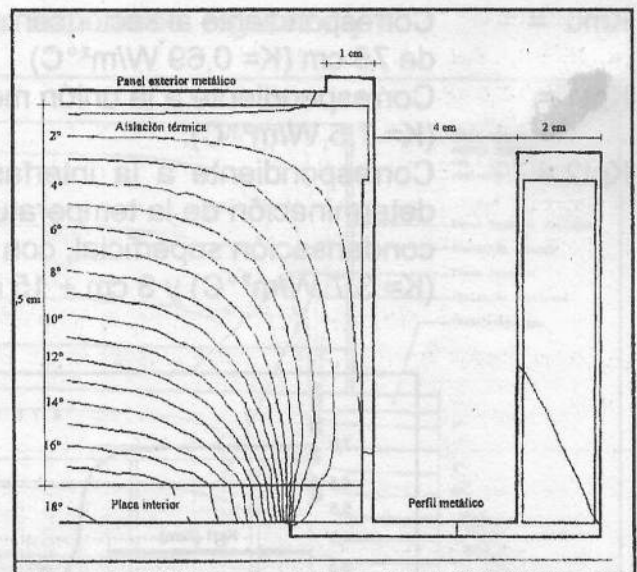


Figura 3. Gráfico de isotermas. Puente térmico horizontal.

En la Figura 4, el caso del PT vertical, existe una zona de aproximadamente 3 cm sobre la viga de H°A°, con temperaturas de 11 a 15°C; además el zócalo de hormigón tiene una temperatura superficial interior de 11 a 12°C. En ambos casos existe un alto riesgo de condensación superficial.

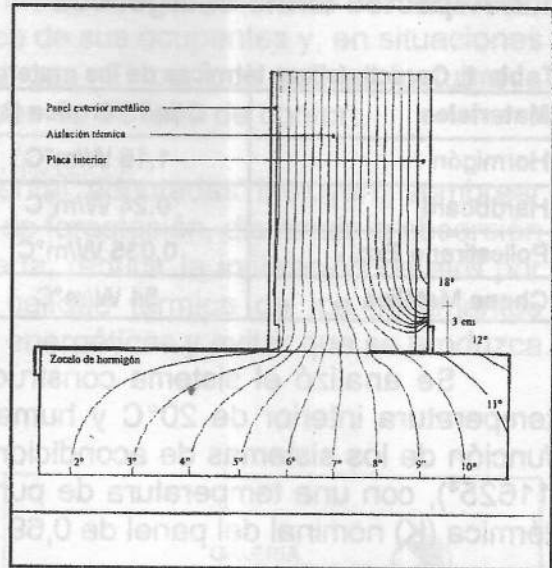


Figura 4. Gráfico de isotermas. Puente Térmico vertical.

Para la determinación del funcionamiento termo-energético se calculó la transmitancia térmica media del panel, basándose en el "método para calcular la temperatura de la superficie de una pared" (Norma IRAM 11.605, anexo A⁶). Con la siguiente expresión se calculó la transmitancia térmica punto a punto:

$$t_{si} = t_i - r_{si} \cdot K \text{ (At)}$$

por lo tanto

$$K = \frac{-t_{si} + t_i}{r_{si} (t_i - t_e)}$$

Se calculó de ese modo la transmitancia térmica en cada punto según las temperaturas superficiales obtenidas por simulación, que se grafican en las Figuras 5 y 6. Se obtuvieron de esta manera tres sectores definidos:

- K_{mu} = Correspondiente al sector central del panel no afectado, con un ancho de 75 cm (K= 0,69 W/m²°C).
- K_{pt1} = Correspondiente a la unión metálica vertical, con un ancho de 7 cm. (K= 7,5 W/m²°C).
- K_{pt2} = Correspondiente a la interfase entre K_{mu} y K_{pt1} definida por la determinación de la temperatura superficial de 14,5°C con riesgo de condensación superficial, con un ancho de 2 cm en el PT horizontal. (K= 3,7 W/m²°C) y 3 cm + 15 cm (zócalo de H°A°) en el PT vertical.

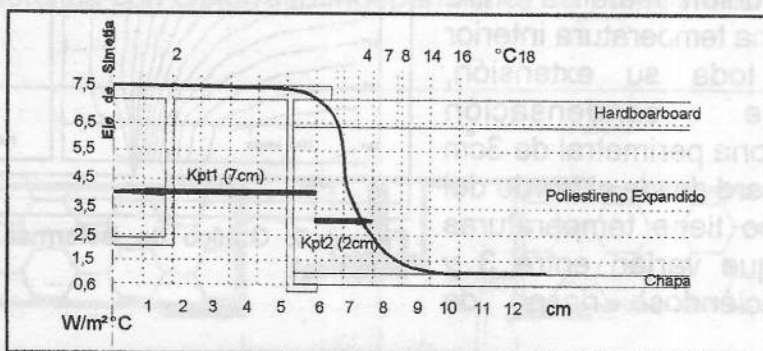


Figura 5. Representación de la transmitancia térmica punto a punto. Puente térmico horizontal.

Las transmitancias térmicas media y nominal son de 0,89 y 0,69 $W/m^2\text{°C}$ respectivamente. Esto implica un aumento de las pérdidas térmicas en un 22,5% con una superficie afectada por efectos de los puentes térmicos del 33,8% de la superficie total del muro, y un sector de influencia del PT horizontal de 18 cm con riesgo de condensación.

Sup. Total panel= 1,90 m^2 (100%)
 Sup. Kmu = 1,26 m^2 (66%)
 Sup. Kpt1 = 0,51 m^2 (27%)
 Sup. Kpt2 = 0,13 m^2 (6,8%)

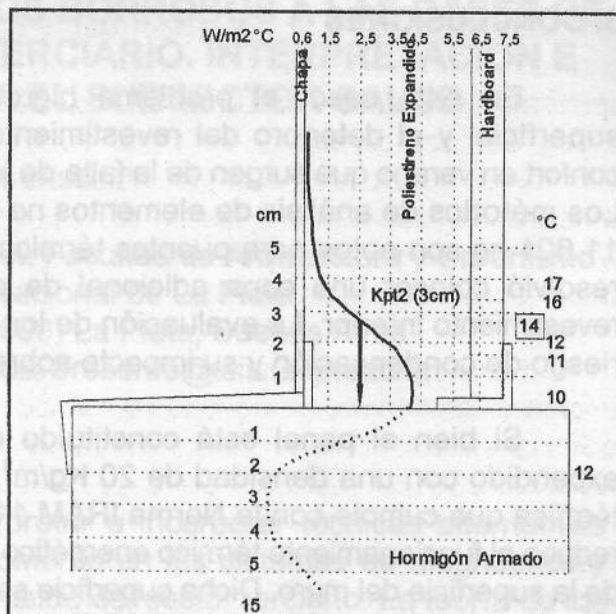


Figura 6. Representación de la transmitancia térmica punto a punto. Puente térmico vertical.

2.2. Situación mejorada

Como medida de mejoramiento se adoptó la incorporación de aislamiento térmica adicional (2,5 cm de poliestireno expandido densidad $20Kg/m^3$) y protección interior de hardboard con terminación superficial de laminado plástico blanco.

Cabe aclarar que este espesor es superior al valor óptimo establecido según cálculo (1,5 cm), ya que se contaba con la existencia del material aislante, donado por la Cámara Argentina del Poliestireno Expandido. Figuras 7 y 8.

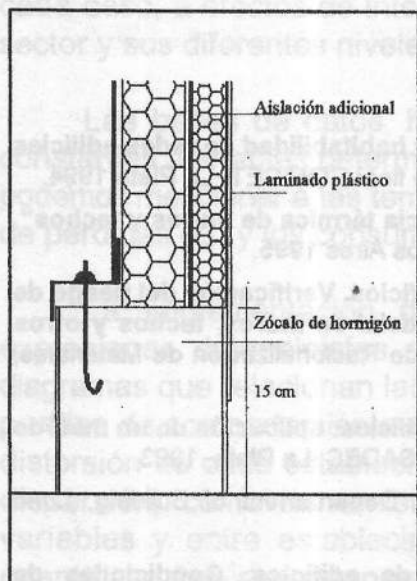


Figura 7. Detalle unión paneles piso. Situación mejorada.

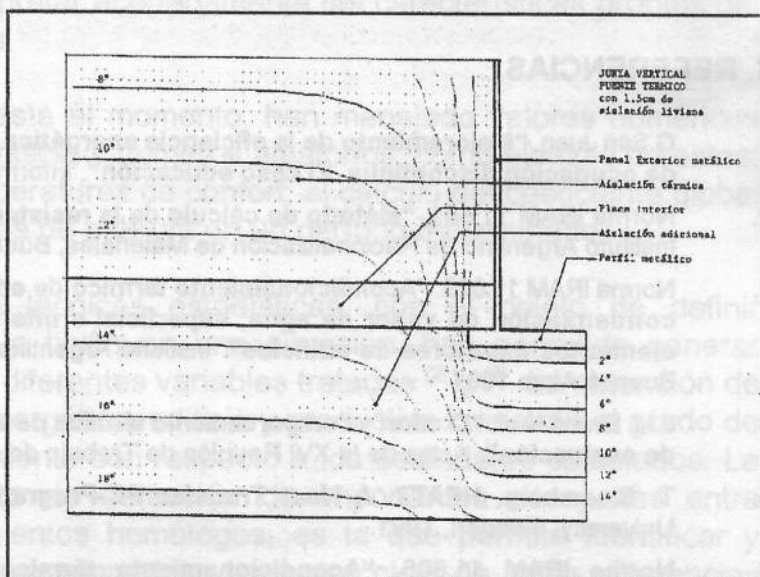


Figura 8. Gráfico de isotermas. Puente térmico horizontal. Situación mejorada.

3. CONCLUSIONES

En este caso, el problema higrotérmico principal es la condensación superficial y el deterioro del revestimiento interior, sumado a los problemas de confort en verano que surgen de la falta de inercia y las ganancias de las ventanas. Los métodos de análisis de elementos no homogéneos del Proyecto de la Norma 11.601 no son aptos para puentes térmicos metálicos. Por razones de aspecto se resolvió colocar una capa adicional de poliestireno expandido con un nuevo revestimiento interior. La evaluación de los puentes térmicos permite comprobar el riesgo de condensación y su impacto sobre la transmitancia media.

Si bien el panel está constituido con un alma de 5 cm de poliestireno expandido con una densidad de 20 Kg/m^3 , proporciona un nivel de transmitancia térmica que cumple con la Norma IRAM 11.601, el efecto de los puentes térmicos reduce el funcionamiento térmico energético en un 22,5% correspondiendo al 33,8% de la superficie del muro. Dicha superficie se encuentra potencialmente afectada por riesgo de condensación superficial de acuerdo a la hipótesis ambiental de cálculo.

Debido a las juntas metálicas de 12 cm de ancho, se produce una banda de 18 cm con inevitable condensación superficial con el consiguiente deterioro de los materiales que constituyen el panel, incluyendo condensación intersticial disminuyendo la capacidad aislante.

El método presentado permite obtener valores de transmitancia media y la zona afectada por condensación superficial. También permite optimizar el espesor o ancho de la aislación adicional. La herramienta utilizada para el cálculo del flujo de calor en el tabique, proporciona temperaturas intersticiales y superficiales con las cuales se puede estimar con precisión el riesgo de condensación según las condiciones ambientales y su zona de ocurrencia.

4. REFERENCIAS

1. G.San Juan. "Mejoramiento de la eficiencia energética y habitabilidad de redes edilicias de ocupación discontinua. El caso educación". Informe final CONICET. La Plata 1994.
2. Norma IRAM 11.601. "Método de cálculo de la resistencia térmica de muros y techos". Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires 1995.
3. Norma IRAM 11.625. "Acondicionamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua, superficial e intersticial en muros, techos y otros elementos exteriores de edificios". Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires 1991.
4. J.M. Evans et al. "Confort y comportamiento térmico de edificios: aplicación de un método de evaluación". Actas de la XVI Reunión de Trabajo de ASADES. La Plata, 1993.
5. T. Bloemberg. HEAT2. A Heat Transfer PC-Program. Department of Building, Lund University, Sweden, 1991.
6. Norma IRAM 11.605. "Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos admisibles de transmitancia térmica K". Instituto de Racionalización de Materiales, Buenos Aires 1980.