



**UN PROYECTO DE EXIGENCIAS MÍNIMAS Y RECOMENDACIONES PARA MEJORAR
LA CALIDAD HIGROTÉRMICA
DE LAS VIVIENDAS FINANCIADAS POR EL BANCO HIPOTECARIO DEL URUGUAY**
Arq. María G. Girardin - Arq. Cristina Echevarría - Arq. Alicia Picción
Servicio de Climatología Aplicada a la Arquitectura (SCAA)
Facultad de Arquitectura- Universidad de la República
Bulevar Artigas 1031 Montevideo Uruguay
Tel: (5982) 400 11 06 Fax: (5982) 400 60 63 E-mail: mgirardi@farq.edu.uy

RESUMEN

Este proyecto forma parte de una propuesta de asesoramiento de mayor envergadura presentada al Banco Hipotecario del Uruguay propendiendo al mejoramiento de la calidad higrotérmica de las viviendas que financia. Se formulan exigencias mínimas para la envolvente opaca de los edificios y recomendaciones para ser incorporadas en los pliegos de condiciones de los futuros planes de vivienda promovidos por dicho organismo.

A los efectos de facilitar la tarea de los arquitectos, ya sea de quienes se presentan a las licitaciones o quienes actúan en los controles desde el Banco, este proyecto incluye además los resultados del estudio de algunas soluciones constructivas frecuentes, en forma gráfica y accesible y un programa de cálculo en Visual Basic para el estudio del comportamiento de cualquier cerramiento opaco en régimen estacionario: transmitancia, masa/m² y posibilidad de ocurrencia de condensaciones.

INTRODUCCIÓN

En Uruguay, la normativa sobre habitabilidad e higiene de los edificios no plantea exigencias con relación al ahorro energético ni a la calidad higrotérmica de los edificios. El Servicio de Climatología Aplicada a la Arquitectura (SCAA) ha impulsado en distintos ámbitos el estudio y abordaje de estos temas.

Hasta la creación del Ministerio de Vivienda que construye para los sectores de bajos ingresos, el Banco Hipotecario del Uruguay era el único organismo que financiaba vivienda para todos los sectores sociales. Definía las categorías de préstamos sobre la base de topes máximos de áreas, terminaciones e instalaciones. Con relación al acondicionamiento térmico establecía valores máximos de transmitancia que sufrieron sucesivos ajustes como única respuesta a la aparición de condensaciones en forma masiva en las viviendas.

En la actualidad la banca privada también participa del mercado financiero de viviendas, obligando al Banco Hipotecario a actuar en un medio competitivo que lo lleva a replantear el concepto de calidad de la vivienda que financia. En este contexto, el SCAA y el Grupo de Trabajo de Energías Renovables de la Facultad de Ingeniería de Montevideo iniciaron contactos con este organismo, con el objetivo de acordar acciones tendientes a mejorar el desempeño higrotérmico de los edificios. El Banco se interesó por la propuesta y se acordó en una primera etapa de realización inmediata actualizar las exigencias mínimas relativas a los cerramientos opacos y establecer recomendaciones generales a incorporar en los pliegos de condiciones para obras futuras.

El estudio, objeto de esta ponencia, fue realizado por el SCAA. En el mismo se desarrollan las dos herramientas que dispone el proyectista para mejorar el comportamiento higrotérmico del cerramiento: su diseño correcto y el mejoramiento de las condiciones del ambiente interior. Los técnicos del Banco asignan a esta etapa un interés prioritario porque es la causa de las demandas. El confort del usuario y el ahorro energético mejoran aunque no se les encare específicamente.

CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA MEDIA QUE SE FINANCIAN ACTUALMENTE

Desde el punto de vista higrotérmico el desempeño de este tipo de vivienda es el resultado de la aplicación de las ordenanzas sobre habitabilidad, la tecnología de construcción que se aplica y los cambios en el modo de vida de los usuarios que se han producido en las últimas décadas.

Con respecto a los espacios habitables:

El Banco Hipotecario fija mínimos de superficie habitable en función del número de dormitorios: 1 dormitorio 40 m², 2 dormitorios 55 m², 3 dormitorios 70 m², 4 dormitorios 85 m² en los que se incluye el área de envolvente para la definición de categorías de préstamos para los edificios en altura. El volumen de la vivienda resulta de aplicar a estas áreas 2,40 m de altura para locales principales y 2,20 m para baños y cocinas.

La ordenanza municipal de ventilación se limita a exigir que las aberturas tengan un área mínima igual al 7.5% del área de piso del local, la misma se resuelve generalmente con aberturas corredizas de aluminio que han mejorado progresivamente su hermeticidad.

La ordenanza permite la integración de la cocina a un ambiente principal; y los baños deben contar con una ventilación permanente resuelta por una abertura de 12cm x 12 cm conectada a un colector común de 8dm² de superficie mínima.

En cuanto al diseño de la envolvente:

- los cerramientos horizontales están constituidos por losa de hormigón revocada en la cara interior y por el exterior revestida sucesivamente con barrera de vapor, aislación térmica, relleno, alisado de arena y cemento y filtro asfáltico.
- los cerramientos verticales se resuelven con muro doble donde la pared interior de cerámica hueca se revoca del lado interior e impermeabiliza del lado exterior y aloja la estructura de hormigón; la pared exterior es de mampostería de cerámica a la que se le aplica revoque o revestimiento. Entre ambas paredes se conforma una cámara de aire que a veces es interrumpida por la estructura.

Las características del conjunto de la envolvente permiten distinguir la llamada parte corriente que corresponde a la solución general del cerramiento y los "puentes térmicos" constructivos y geométricos.

Las ordenanzas de habitabilidad e higiene de la vivienda no contemplan prescripciones sobre aislación térmica de cerramientos exteriores. El Banco Hipotecario ha exigido para el cerramiento horizontal, un valor de transmitancia $U < 1.20 \text{ W/m}^2\text{K}$ y la colocación de una barrera de vapor por encima de la losa. Para el cerramiento vertical el conjunto debe tener un espesor no menor a 30 cm y $U < 1.57 \text{ W/m}^2\text{K}$. En ningún caso se especifica la forma en que debe medirse la transmitancia y los técnicos realizan los cálculos de la parte corriente solamente.

Con relación al uso de la vivienda:

Es común la sobreocupación, la permanencia de la vivienda cerrada durante muchas horas, el uso de calefacción intermitente con estufas a combustión sin evacuación de gases al exterior, el secado de ropa en el interior de la vivienda, el mal uso de sistemas de ventilación por el cierre de ventilaciones permanentes, el cierre de terrazas de cocina. El SCAA ha detectado a través de trabajos de campo que humididades relativas del orden de 80 % en el interior de estas viviendas son valores habituales.

La vivienda resultante es muy deficitaria desde el punto de vista higrotérmico. El volumen es muy compartimentado, y un alto porcentaje de la envolvente, especialmente la vertical funciona como puente térmico por la presencia de la estructura y/o rincones de los locales con ventilación deficitaria. Los patrones de uso detallados coadyuvan a la formación de condensaciones.

PROYECTO

El objetivo de este proyecto es el diseño de los cerramientos opacos con conocimiento de su comportamiento higrotérmico. Se considera la interrelación de los parámetros correspondientes al *cerramiento* (transmitancia, masa, ordenamiento de capas), al *clima exterior* y al *clima interior*, que son determinantes de pérdidas térmicas y ocurrencia de condensaciones.

Se formulan exigencias sobre:

- valores máximos de transmitancia admisible (U) en función de la masa por m² del cerramiento.
- no ocurrencia de condensaciones en capas en que no son aceptables (superficial interior, capas aislantes y capas con elementos estructurales).

Se extiende el cumplimiento de las exigencias mencionadas a toda la envolvente (parte corriente y puentes térmicos) cualquiera sea la orientación de los planos.

Se definen condiciones base más exigentes que las actuales para efectuar los cálculos en lo que se refiere a valores de humedad relativa interior y resistencias superficiales interiores.

El proyecto se complementa con la formulación de recomendaciones que pueden conducir a la formulación de nuevas exigencias en próximas etapas.

EXIGENCIAS

- Todos los cerramientos opacos exteriores tendrán en todos sus puntos una transmitancia U tal que:

$$U \leq 0.85 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ cuando } M \geq 280\text{kg/m}^2$$

$$U \leq 0.68 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ cuando } M < 280\text{kg/m}^2$$
- Deberá demostrarse que en ningún punto del cerramiento exterior se producen condensaciones superficiales interiores.
- Deberá demostrarse que en ningún punto del cerramiento exterior se producen condensaciones intersticiales que afecten a materiales aislantes o elementos estructurales que incluyan armaduras.

Como condiciones ambientales para realizar el estudio se toman:

		t	HR
		(°C)	(%)
Medio exterior	- cerramiento vertical	4	90
	- cerramiento horizontal	0	90
Medio interior	- en todos los casos	18	80

Los valores del medio exterior son válidos para condiciones rigurosas de clima, para el medio interior la Norma IRAM 11625/91 establece $t_i = 18 \text{ °C}$ y $HR = 75 \%$, admitiendo aumentar éste último valor cuando el volumen de los locales es reducido, el grado de ventilación es bajo, o cuando la producción de vapor es alta. En este proyecto se fija $HR = 80\%$ porque el SCAA ha corroborado que es un dato de la realidad.

En función de las condiciones del ambiente interior tomadas, la temperatura de rocío en la superficie interior es $t_r = 14,5 \text{ °C}$.

Para el cálculo de transmitancia se toman los valores de resistencias superficiales para condiciones de invierno según la Norma ISO 6946/96:

$R_{sc} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$	en todos los casos
$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$	cerramientos verticales
$R_{si} = 0.10 \text{ m}^2\text{K/W}$	cerramientos horizontales

Se proporcionan tablas de propiedades higrotérmicas de materiales y elementos de construcción y de cámaras de aire para uniformizar los cálculos.

Para la verificación del riesgo de ocurrencia de condensaciones se toman valores de resistencia superficial interior recomendados por la Norma ISO 10211.1/95 que contemplan las dificultades de intercambio de calor entre la superficie y el ambiente, como ocurre en las viviendas de plantas muy compartimentadas:

superficies situadas en la mitad superior del local:	$R_{si} = 0.25 \text{ m}^2\text{K/W}$
superficies situadas en la mitad inferior del local:	$R_{si} = 0.35 \text{ m}^2\text{K/W}$

También recomienda para:

superficies con placares o muebles adosados:	$R_{si} = 0.50 \text{ m}^2\text{K/W}$
--	---------------------------------------

que esta propuesta pide exigir cuando se proyectan placares adosados a cerramientos exteriores.

Para estas exigencias, se analizan soluciones constructivas tradicionales. Se acusan problemas de condensación que coinciden con lo que ocurre en la realidad.

Las soluciones se corrigen atendiendo al ordenamiento de las capas que constituyen el cerramiento y al agregado de aislante térmico. En general se tiene: 3 cm de aislante térmico ($\lambda = 0.035 \text{ W/m.K}$) en cerramientos verticales y 4 cm en cerramientos horizontales.

RECOMENDACIONES

Para atender el mejoramiento de las condiciones del ambiente interior, confort del usuario y mejor comportamiento de los cerramientos y minimizar el consumo de energías adicionales, se plantean recomendaciones que apoyan las exigencias fijadas.

- *diseñar correctamente la ventilación de invierno* de modo que permita la circulación de aire sin molestias para el usuario y la salida inmediata del aire húmedo de los locales en que se genera vapor
- *reducir pérdidas térmicas*, teniendo en cuenta factor de forma y factor de huecos, protecciones de las aberturas, pérdidas por infiltraciones
- *aprovechar la energía solar* usando las orientaciones que reciben buen asoleamiento
- *educar al usuario sobre la importancia y el uso correcto de la ventilación*

CONCLUSIONES

Este conjunto de exigencias y recomendaciones que presentó el SCAA al Banco Hipotecario ha sido aceptado por sus técnicos.

El Grupo de Trabajo ha planteado para próximas etapas la especificación de ensayos sobre materiales involucrados y control sobre calidad de las viviendas en base al seguimiento de su comportamiento higrotérmico. El trabajo con el Banco Hipotecario en tanto organismo referente en el mercado de financiación de vivienda permitirá influir con mayor fuerza al medio técnico y a los organismos públicos y privados implicados en la construcción de viviendas y lograr su compromiso para que se involucren en el tema del ahorro energético que hoy no se percibe como responsabilidad a asumir.

REFERENCIAS

ISO, International organization for standardization (1996). Norma ISO 6946: Building components and building elements. Thermal resistance and thermal transmittance. Calculation method. Ginebra.

ISO, International organization for standardization (1995). Norma ISO 10211-1: Thermal bridges in building construction. Heat flows and surface temperatures. Part 1. General calculation methods. Ginebra.

IRAM, Instituto Argentino de Racionalización de materiales (1991). Norma IRAM 11625: Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en muros, techos y otros elementos exteriores de edificios. Buenos Aires.

BANCO HIPOTECARIO DEL URUGUAY (1994). Manual de uso y mantenimiento de la vivienda. Montevideo.