

EVALUACIÓN Y REMEDIACION DE UN LOCAL VIDRIADO EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

J. M. Evans y S. de Schiller

Centro de Investigación Hábitat y Energía, Secretaría de Investigaciones,
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires
Tels. (00 54 11) 4791-9310, e-mails: evansjmartin@gmail.com - sdeschiller@gmail.com

Recibido 11/08/16, aceptado 10/10/16

RESUMEN

En el marco de la actual situación energética, este trabajo presenta estudios, mediciones ambientales y recomendaciones realizados en un departamento en zona urbana de Buenos Aires, para mejorar el comportamiento térmico y habitabilidad de un espacio vidriado construido en la terraza, ante la falta de confort evidenciado y el alto costo de energía al instalar un equipo de aire acondicionado que, a pesar de su potencia, no lograba el confort esperado. Se analizó la morfología adoptada, los componentes constructivos de la envolvente y los resultados de las mediciones, y se elaboraron recomendaciones constructivas para mejorar el comportamiento térmico en invierno y verano, con menor costo de energía. El trabajo expone una problemática generalizada del hábitat edificado actual ante la escasa consideración profesional de aspectos de diseño que afectan las condiciones ambientales y la necesidad de incorporar medidas de eficiencia energética en normativas y códigos de edificación en pos de un hábitat edificado sustentable.

Palabras clave: diseño bioambiental, eficiencia energética, sobre-calentamiento, remediación térmica, práctica convencional.

INTRODUCCION

Los inevitables aumentos de las tarifas energéticas, actualmente en discusión, requieren profundas modificaciones en la implementación de recursos de diseño a fin de lograr mayor eficiencia y aprovechar estrategias de acondicionamiento natural en nuevos edificios. En los edificios existentes, como el caso presentado en este trabajo, resultarán cada vez más necesarias medidas de remediación y mejoramiento. Estas requieren un proceso de evaluación, basado en mediciones de las condiciones ambientales interiores y el comportamiento higo-térmico de los elementos constructivos a fin de detectar los problemas e identificar las mejoras a realizar.

Maggio et al (2015) presenta un relevamiento de los instrumentos usados para realizar este tipo de análisis con ejemplos de aplicación. Evans y de Schiller (2014) presentan técnicas de análisis de temperaturas interiores en vivienda, con una calibración de métodos sencillos de simulación

(Evans, 2012). SIMEDIF (2016), desarrollado por INENCO, también permite realizar simulaciones similares con mayor precisión aunque con mayor complejidad al ingresar datos.

Las evaluaciones de métodos basados en régimen estacionario, utilizando Normas IRAM para condiciones de invierno y verano (11.604; 11.605) no aportan suficiente apoyo para identificar medidas de mejoramiento en condiciones de importantes variaciones diarias de temperatura.

Las técnicas gráficas de evaluación de confort (Olgyay, 1976 y Givoni, 1963) son adecuadas para condiciones de limitada variación de temperatura, mientras los Triángulos de Confort (Evans, 2010) permite visualizar la amplitud térmica y comparar este aspecto en distintas situaciones.

La evaluación del comportamiento térmico de edificios también requiere adecuada comprensión de los sistemas constructivos, la geometría de parasoles en relación con la trayectoria solar, y la manera de utilizar el edificio por parte de los usuarios, adicionalmente a sus expectativas.

PROBLEMATICA

El espacio en estudio es un estar-quincho, también usado como estudio, construido en la terraza de un departamento en propiedad horizontal en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La construcción es liviana con placas cementicias sobre una estructura de madera. Las ventanas en ambas fachadas permitirían ventilación cruzada, aunque los paneles fijos en una de las fachadas limitan este recurso. Las grandes puertas-ventanas al sur-oeste permiten acceso a la terraza, y el techo inclinado tiene limitada aislación térmica con chapa exterior sobre placa fenólica, cámara de aire y placa de madera terciada interior. Aproximadamente el 15 % del techo es de vidrio absorbente con leve disminución de la transmisión de luz y radiación solar, aunque su aumento de temperatura contribuye a la falta de confort térmico en el interior. El acceso a la terraza se realiza por una escalera caracol, con muros metálicos, sin aislación térmica ni cámara de aire.

La evidencia de muy altas temperaturas interiores en verano, y muy bajas temperaturas en invierno, adicionalmente a las elevadas facturas de electricidad, motivaron el presente estudio como caso testigo de situaciones encontradas en el parque edilicio típico de la ciudad, producto de prácticas convencionales. El equipo split frío-calor, a pesar de su gran potencia, no lograba mantener condiciones de confort. A pesar de las condiciones térmicas desfavorables, los usuarios consideraban que el espacio era muy atractivo por su luminosidad, relación con el espacio exterior y vistas al cielo.

METODO

Los estudios realizados comprendieron los siguientes pasos:

- **Relevamiento fotográfico con cámara infrarroja** que muestra el registro de altas temperaturas superficiales interiores con sus variaciones, la ubicación de puentes térmicos y zonas con deficiencias de aislación térmica.
- **Mediciones de las temperaturas interiores y exterior** durante 10 días, cada 15 minutos, registradas en enero 2016 para evaluar el comportamiento térmico en verano, indicando las temperaturas interiores con máximos promedio de 44° C y picos de 50° C. En el periodo de mediciones entre el 23 de enero y el 3 de febrero, sin ocupación ni ventilación, las temperaturas interiores fueron siempre más elevadas que las temperaturas exteriores.

El espacio en estudio presenta una serie de características que contribuyen a la falta de confort térmico, tanto en verano como en invierno, las que se detallan a continuación:

- Superficies vidriadas del techo, reciben sol directo, casi perpendicular en verano, con una intensidad máxima de 1000 Watts / m².

- Techo con limitado espesor de aislación térmica y puentes térmicos en el encuentro techo-muro.
- Amplias superficies vidriadas al NE y SO, con gran exposición a la radiación solar por la mañana y tarde respectivamente. La ventana SO es especialmente crítica en verano.
- Las ventanas, con vidrio simple, no cuentan con protección solar exterior.
- Las ventanas triangulares en ambos tímpanos, carecen de ventilación.

La única característica favorable encontrada para favorecer su desempeño térmico, es la posibilidad de lograr ventilación cruzada entre las ventanas en las fachadas opuestas NE y SO, con buena exposición al viento.



Figura 1. Interior del espacio en estudio, con grandes superficies vidriadas



Figura 2, a y b. Cielorraso sobre cocina



Puente térmico en la arista
Alta temperatura superficial del muro 37,3° C, y 38° C en el puente térmico en la arista.



Figura 3, a y b. Ventana y muro con orientación NE

Elevada temperatura en el muro NE, aprox. 45° C, con falta de aislación térmica.

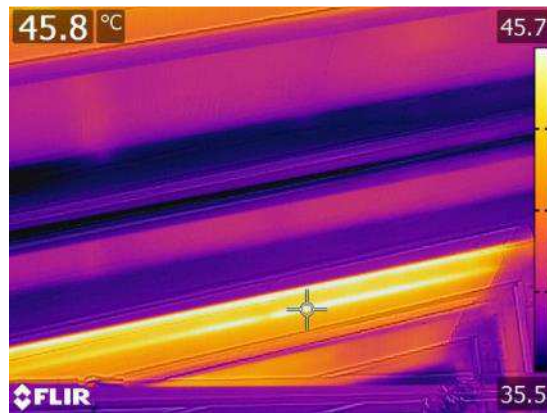


Figura 4, a y b. Vista de ventanas en el techo

La temperatura de la madera expuesta al sol directo alcanza 45° C

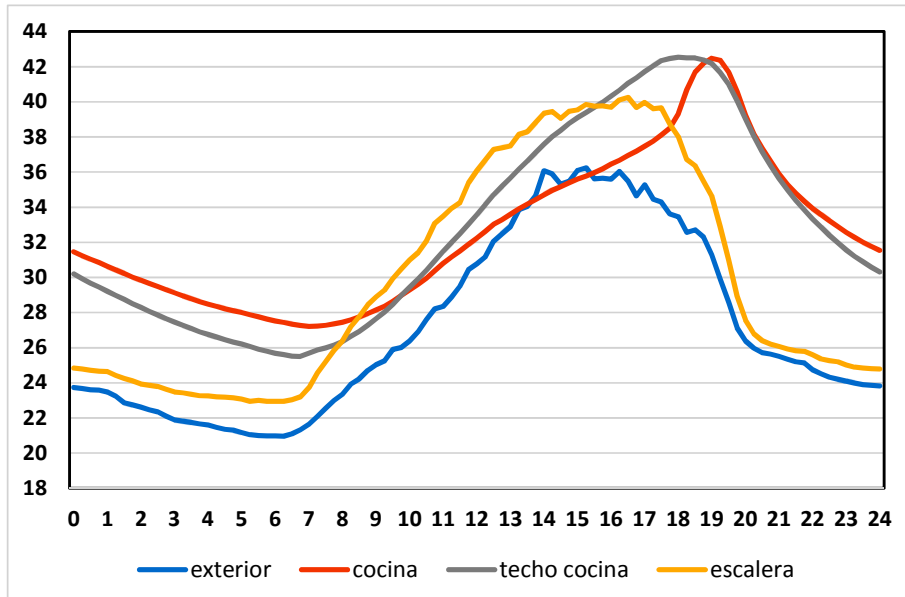


Figura 5. Temperaturas interiores y exterior; promedio de los valores cada 15 minutos durante 10 días, 23 de enero al 3 de febrero, 2016.

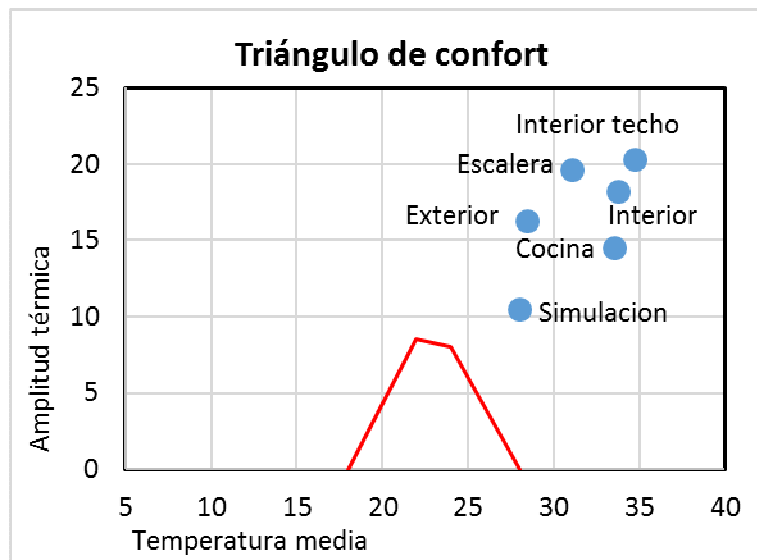


Figura 6. Amplitud térmica y temperatura media de los puntos de medición y la simulación, comparados con la zona de confort.

El espacio no fue ocupado durante la mayoría del periodo de medición de modo que no contaba con ganancias internas, tales como el calor de personas, luces o cocina que puedan provocar aumentos de temperatura; solo una heladera en funcionamiento. Las temperaturas interiores son muy elevadas con promedios máximos de 42° C y picos que alcanzaron 50° C, Figura 5. Las temperaturas medias interiores varían entre 32 a 35° C, con variaciones entre máximo y mínimo de 15 a 20 grados, Figura 6.

Análisis de resultados:

- **Temperatura exterior:** siempre menor que las temperaturas interiores, salvo a bajo nivel en la cocina en un periodo de 30 minutos a las 14:00 horas
- **Cocina bajo mesada:** este espacio retiene el calor a la noche y, si bien el aumento de calor durante el día es más lento, recibe sol de baja altura al atardecer.
- **Techo cocina:** entre 8 y 14 horas, 3 grados mayor que la temperatura del aire exterior, aumentando 9 grados a las 19-20 horas.
- **Escalera:** sin aislación térmica y expuesta al sol; gran aumento de temperatura durante el día aunque pierde temperatura rápidamente a la noche. Estas características son graves en invierno, ya que actúa como efecto chimenea enfriando el estar en el piso inferior.

Medidas de mitigación: Superficies vidriadas en el techo

La medida más eficaz para mejorar el confort térmico en verano es reducir o eliminar la radiación solar que ingresa por los vidrios del techo. La intensidad de esta radiación puede alcanzar 1000 Watts/m² al mediodía en verano. El vidrio simple también tiene alta transmisión térmica, con grandes pérdidas de calor en invierno. Los niveles de iluminación natural son altos y, a veces, excesivos en verano.

Para evitar modificaciones en el exterior del techo y vidrios, se recomienda colocar, Figura 7:

- una superficie blanca, resistente a la radiación solar y ultravioleta, en la superficie interior del vidrio existente, por ejemplo, una placa de MDF con superficie pre-pintada blanca, de alta reflectividad.
- una plancha de poliestireno expandido entre los cabios de la estructura de madera del techo.
- un film de polietileno negro como barrera de valor sobre el lado inferior de la capa aislante para que no se produzca condensación sobre el vidrio; por tanto, los bordes deben estar sellados a fin de evitar que la humedad del aire interior entre en contacto con el vidrio frío.
- terminación interior del cielorraso.

Notas:

- Se recomienda una capa aislante de 10 cm de espesor, cumpliendo con el Nivel B, Norma IRAM 11.605, logrando una transmitancia térmica de $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ (antes $2,05 \text{ W/m}^2\text{K}$).
- La capa aislante debe colocarse sin juntas abiertas, presionando levemente entre los cabios existentes.
- La barrera de vapor debe ser de 50 micrones, con juntas dobladas y selladas con cinta, también sellada en los bordes.
- Es importante colocar el cielorraso de las superficies vidriadas al mismo tiempo que el mejoramiento del techo, con la terminación del cielorraso y barrera de vapor en forma continua y al mismo filo. Ver 'Medidas de mitigación: Techo' a continuación.

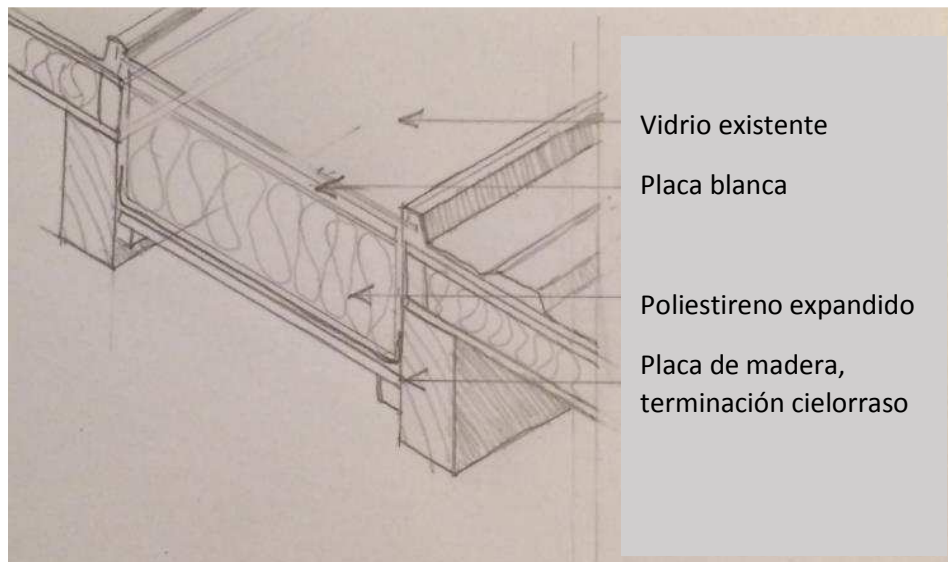


Figura 7. Propuesta de mejoramiento de la superficie vidriada en el techo.

Si bien se pierde parcialmente la vista al cielo, muy valorada inicialmente por los usuarios, la reducción de superficie vidriada en el techo logra mayor confort, menor impacto ambiental, y menor consumo y costo de energía durante todo el año.

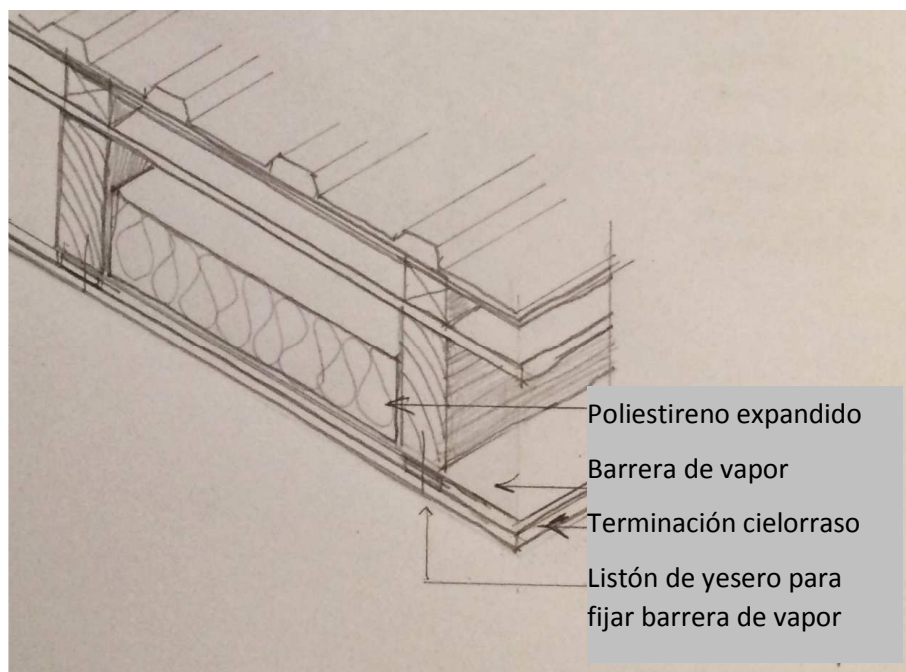


Figura 8. Propuesta de mejoramiento del techo con aislamiento térmico adicional.

Medidas de mitigación: Techo

Un tratamiento similar permite mejorar las características térmicas con la siguiente secuencia para las superficies vidriadas del techo, colocando:

- una plancha de poliestireno expandido entre cabios de la estructura, espesor 100 mm, cumple con la Norma IRAM 11.605, Nivel B.
- una barra de vapor, film de polietileno negro sobre el lado inferior de la capa aislante para evitar condensación sobre las frías capas exteriores, debiendo sellar los bordes de modo que la humedad del aire interior no entre en contacto con el vidrio frío. Para cumplir con las exigencias de control de condensación intersticial, Norma IRAM 11.625, la barrera de vapor debe tener igual o mejor impermeabilidad que el cierre exterior.
- terminación interior del cielorraso.

Ventana SO

Las ventanas SO reciben fuerte radiación solar durante las tardes de verano, con intensidades hasta 650 Watts/m²; el 85 % de la radiación se transmite al interior a través de las ventanas con vidrio simple. La manera más efectiva y sencilla de lograr protección solar es una pérgola exterior con toldo accionable o vegetación de hoja caduca. Las Figuras 7 y 8 indican la ubicación y proporción de la estructura de la pérgola. La misma puede ser una estructura de caños (metálicos o bambú) o de madera, y protección de toldos de lona, maderas, o plantas trepadoras. Con un ángulo de 40° desde el filo inferior del vidrio del espacio se logra muy buena protección total hasta las 16:00 hs y protección solar parcial en las horas posteriores del atardecer.

Para aumentar el nivel de protección solar exterior de la pérgola, se la puede complementar con cortinas interiores de color claro, igualmente útiles en invierno para mantener el calor en el interior del espacio.

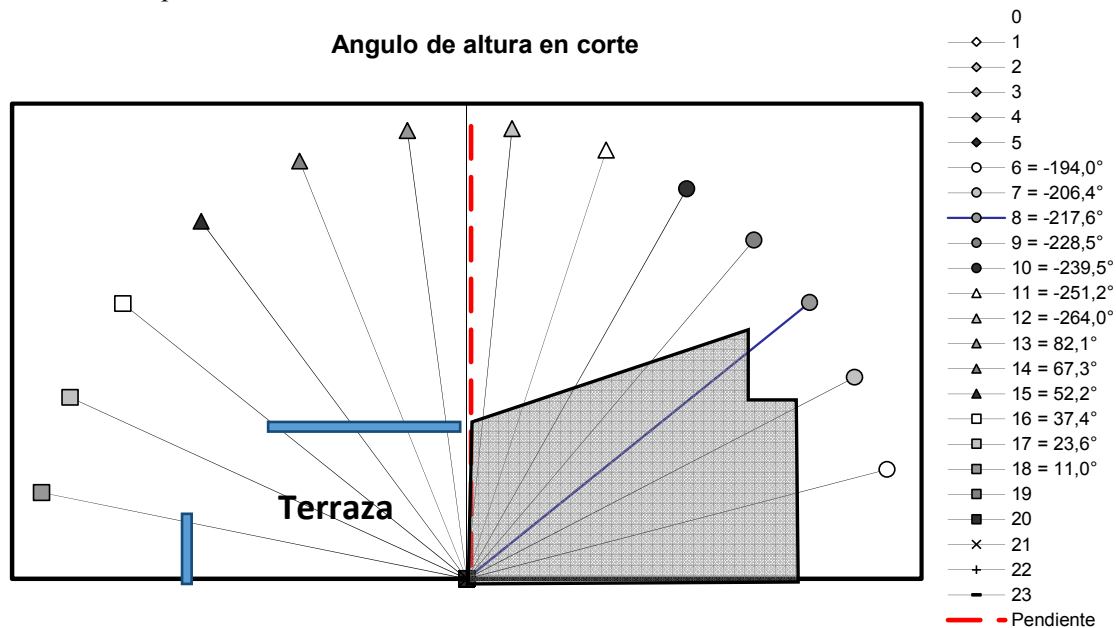


Figura 9. Ángulos del sol sobre la fachada OSO en verano. No recibe sol en invierno.

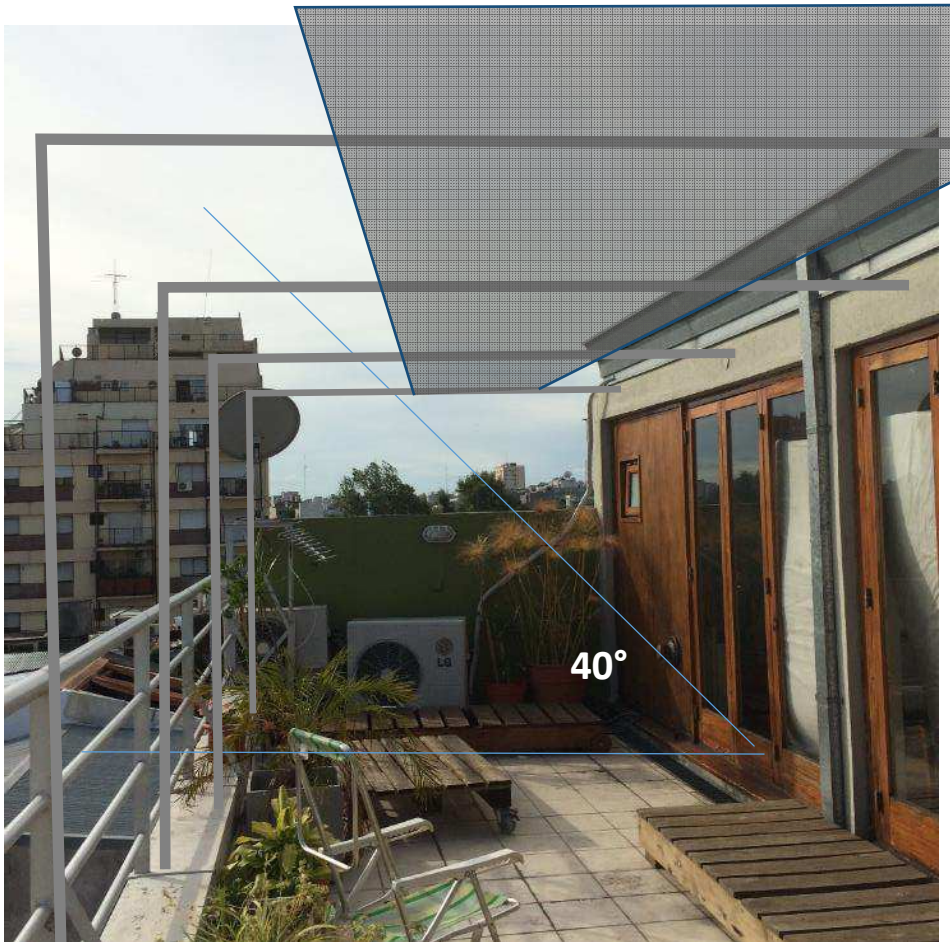


Figura 10. Recomendaciones de la ubicación de la protección solar en la terraza

La zona gris en la Figura 10 puede responder a distintas alternativas:

- Lona o media-sombra tensada, fija o desarmable.
- Varillas de madera o caña, o plancha de aluminio perforado
- Plantas trepadoras con alambres tensados

Las ventanas NE

Cortina enrollable exterior de lona blanca en los sectores de vidrio fijo evitando las ventanas que abren hacia el exterior. Esto se complementa con cortinas blancas de correr en el interior. Se recomienda colocar mejores herrajes para lograr ventilación controlada, fijando la hoja de abrir en una posición segura, media o parcialmente abierta.

CONCLUSIONES

Las condiciones térmicas registradas, con elevadas temperaturas y altas tarifas eléctricas son resultado de decisiones de diseño: excesiva superficie de vidrio en muros y techo, falta de protección solar, alta transmitancia térmica de muro y techo con importantes puentes térmicos y falta de capacidad térmica para moderar la gran variación de la temperatura interior. Es evidente que el proyecto otorga mayor importancia a las calidades espaciales del diseño que a las consecuencias térmicas de estas decisiones.

Las primeras son fáciles de apreciar en la etapa de proyecto, mientras las últimas son posibles de prever solamente con simulaciones, realizadas infrecuentemente, y casi nunca en pequeñas edificaciones residenciales o en adiciones posteriores al proyecto original. El resultado típico es

la adquisición e instalación de equipos split de refrigeración, que resultan costosos y, como indica este caso, no siempre resuelve el problema.

Sin embargo, vale mencionar que no fue fácil lograr que los mismos habitantes reconocieran el problema resultante de las decisiones de proyecto, sumado al costo de construcción para realizar las modificaciones, aún a la luz de la evidencia ante el desconfort sufrido. El ejemplo, demostrativo de situaciones frecuentemente encontradas, muestra la necesidad de tomar conciencia del rol del proyecto y la responsabilidad profesional del arquitecto o constructor, generalmente ajenos a las condiciones de habitabilidad derivadas de sus decisiones de diseño. A su vez, evidencia la falta de conocimiento del impacto que puede producir la definición del diseño por parte del comitente y/o usuario.

Las simulaciones indican que las medidas adoptadas mejoran las condiciones térmicas en verano y, aunque no aseguren condiciones de confort sin acondicionamiento artificial, disminuye la demanda de energía eléctrica en un día típico de verano en un 60 %.

La práctica de medición de las condiciones térmicas con cámaras infrarrojas y data-loggers para medir temperaturas es poco frecuente. Sin embargo, con tarifas en aumento, mayores expectativas por parte de los usuarios, y mayor conciencia de los impactos ambientales, se considera que los proyectos de remediación basados en auditorías ambientales serán una creciente respuesta al problema de mejorar las características térmicas de edificaciones existentes, en el marco de la actual demanda para mejorar la eficiencia energética.

RECONOCIMIENTOS

El equipo utilizado y las técnicas de análisis son resultado del Proyecto de Investigación UBACyT 'Reducción de emisiones GEI, gases de efecto invernadero, en el sector vivienda', Programación Académica 2014-2017, de Grupos Consolidados, Código 20020130100827BA, de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires, con sede en el CIHE, Centro de Investigación Hábitat y Energía, SI-FADU-UBA.

REFERENCIAS

- de Schiller, S., Evans, J. M., Patrone, J. C., Compagnoni, A. M., Donzelli, L. (2007) Auditorías bioclimáticas en vivienda de interés social, pp 151-160, en Goncalves, H. y Carmelo, S. (Eds.) Los Edificios en el Futuro, Estrategias Bioclimáticas y Sustentabilidad, Red CYTED e INETI, Lisboa.
- Evans, J. M. (2007) Los Triángulos de Confort, pp161-172, en Gonclaves, H. y Carmelo, S. (Eds) Los Edificios en el Futuro, Estrategias Bioclimáticas y Sustentabilidad, Red CYTED e INETI, Lisboa.
- Evans, J. M. (2014) Temperaturas interiores en vivienda en distintos climas: medición, simulación y calibración de un modelo, AVERMA, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente.
- Givoni, B. (1963) Man Climate and Architecture, Elsevier, London.
- IRAM (1996) Norma 11.605: 1996. Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires.
- IRAM (2003) Norma IRAM 11.604: 2003. Acondicionamiento térmico de edificio. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos del coeficiente volumétrico de pérdidas de calor. Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires.

- Maggio, N., Stella, P. (2015) Diagnostico, procedimiento y capacitación en el proceso de mejoramiento de viviendas, AVERMA, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente.
- Olgyay, V. (1976) Design with Climate, a Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism, Princeton University Press, Princeton N. J.
- SIMEDIF (2016) <http://exactas.unsa.edu.ar/simedif/index.htm> (consultado 10/07/2016)

ABSTRACT

In the context of the current energy situation in Argentina, this paper presents studies, environmental measurements and recommendations for a flat in an urban area of Buenos Aires, to improve the thermal performance and comfort of a space constructed on the roof terrace. This was the result of severe thermal discomfort and high energy costs following the installation of a split air conditioning unit, which, despite its capacity, was not able to achieve the expected comfort levels. The built form, construction system and environmental measurements were analysed, and recommendations made to improve the thermal performance in summer and winter. The study demonstrates the wide spread problem in existing buildings as a result of the lack of professional consideration of environmental design variables and the need to select and implement measures of energy efficiency to achieve a more sustainable built environment.

Key words: Bioclimatic design, energy efficiency, overheating, thermal retrofitting, conventional practice.