

## VENTANA PROYECTADA AUDITORÍA TÉRMICA INVERNAL DE UN CASO REAL EN LA CIUDAD DE MENDOZA

Gustavo Barea<sup>1</sup>, Carolina Ganem<sup>2</sup> y Alfredo Esteves<sup>3</sup>

<sup>1, 2 y 3</sup> Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda  
Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA– CONICET)  
C.C. 131. C.P. 5500, Mendoza, Argentina Tel. (0261) 5244309, Fax. (0261) 5244001  
E-mail: [gbarea@lab.cricyt.edu.ar](mailto:gbarea@lab.cricyt.edu.ar)

### RESUMEN:

El comportamiento de los sistemas de ventanas y su implicancia en el consumo energético, constituyen una preocupación creciente en el mundo actual, donde las normativas y la concientización sobre el impacto del consumo energético en edificios promueven la adopción de estrategias de optimización del diseño arquitectónico. Las ventanas proyectadas tienen la particularidad de poseer tres o más planos vidriados orientados a distinto acimut, logrando un conjunto multiacimutal, que las hacen muy interesantes como sistema solar pasivo. Si bien se conocen las características térmicas de las ventanas planas en fachadas energéticas, las ventanas proyectadas adolecen de un estudio profundo y de sus implicancias en climas templados continentales. La presente comunicación expone las mediciones de la estación invernal de un caso real, actividad que forma parte de la tesis doctoral titulada “*Sistemas de Aventanamiento Multiacimutales para Edificios Sustentables en Climas Templados Continentales*”.

**Palabras Clave:** Ventana plana, ventana proyectada, comportamiento térmico.

### INTRODUCCIÓN

El aventanamiento es uno de los sistemas de mayor importancia en la arquitectura, tiene un carácter complejo, cumple múltiples funciones pero básicamente es un dispositivo imprescindible de conexión entre interior y exterior. Se trata de un elemento vital e insustituible de la arquitectura desde el uso del vidrio como material constructivo (Le Corbusier, 1926).

En Inglaterra, en el siglo XV, se adopta un tipo de ventana parecido al francés, llamadas bow o bay Windows, un espacio cerrado de formas prismática proyectada con paños facetados, que cumplía la función de mirador (Peraza et al. 2000).

Estos tipos de ventanas, salientes de la línea de la fachada, poseen mayor cantidad de superficie expuesta al exterior y por lo tanto se maximizan los intercambios de flujos energéticos: permiten el paso de mayor cantidad de luz que las ventanas planas, pero también hacen más dificultosa la protección climática (ver figura 1).



Figura 1: Edificios con ventanas proyectadas, en Londres Inglaterra, en Villadolit España y Mendoza Argentina.

Si realizamos una estimación de la cantidad de energía que recibe una u otra ventana, observamos que la ventana plana recibe una radiación diaria de  $19,3 \text{ mJ/m}^2$ , mientras que la ventana proyectada recibe el  $48,8 \text{ mJ/m}^2$ , un 60% más, si se toma como constante el tamaño del vano en el muro (En software Geosol. Estimación de Irradiación horaria. Método de Page para día claro).

El presente trabajo forma parte de un proyecto mayor de tesis doctoral, titulada “*Sistemas de Aventanamiento Multiacimutales para Edificios Sustentables en Climas Templados Continentales*”, que tiene como objetivo general

<sup>1</sup> Arquitecto – Becario ANPCYT (PICT 06-1963)

<sup>2</sup> Doctora Arquitecta – Investigadora Asistente CONICET

<sup>3</sup> Ingeniero Industrial – Investigador Independiente CONICET

aprovechar la oportunidad que brindan estos sistemas de aventanamientos para mejorar el comportamiento ambiental energético del medio edilicio existente o nuevo.

### CASO DE ESTUDIO.

Se tomó como unidad de análisis una vivienda unifamiliar perteneciente al área metropolitana del Gran Mendoza. Esta vivienda presenta una tipología de Chalet Neo-Colonial.

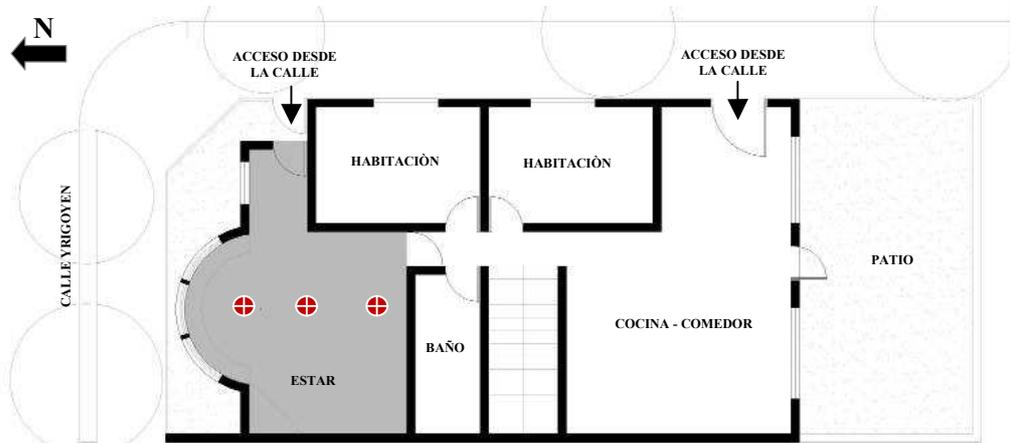


Figura 2: Planta con la ubicación del espacio auditado. Ubicación se los sensores.

La construcción de la vivienda incorpora grandes cantidades de masa. Las paredes están realizadas de ladrillo sin aislación y la estructura es de hormigón armado ( $K= 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Los techos inclinados están hechos de madera con tejas cerámicas españolas con ciellorraso horizontal suspendido ( $K= 3,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Las carpinterías son de madera con simple vidrio y cortinas interiores ( $K=4,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).



Figura 3a, b y c: a. Vista desde afuera; b. Ventana proyectada desde afuera; c. Espacio interior de la ventana proyectada.

La superficie vidriada expuesta al exterior presenta un porcentaje del 28% (6m<sup>2</sup>) con relación a la superficie cubierta del local-estar (21m<sup>2</sup>).

En la figura 4, se presentan las características de la ventana en estudio. La misma dispone de tres paños de 1,20 m cada uno, orientados a diferentes azimut: Al Nor Este (135°), al Norte (180°) y al Nor Este (225°). Cada paño se compone por cuatro ventanas de abrir de 0,30 m cada una.

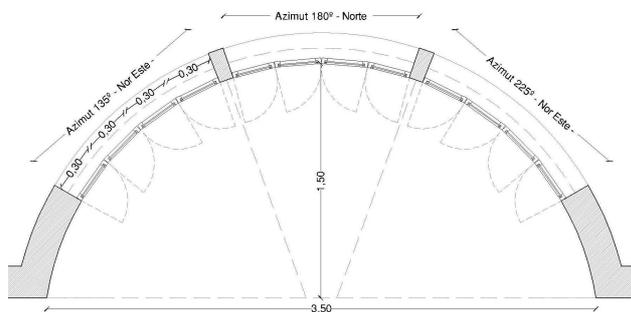


Figura 4: Dimensiones de la ventana proyectada en estudio.

### INSTRUMENTOS Y METODO

Se realizó una auditoría térmica que incluyó una entrevista y una campaña de medición de invierno: Para la entrevista se aplicó una metodología directa, persona a persona, con preguntas orales abiertas; atendiendo a detectar posibles problemas de asimetría térmica y ayudar a dilucidar la percepción de disconfort en los horarios de uso del espacio auditado. La misma se realizó en dos instancias al momento de colocar el instrumental de medición y cuando se extrajo el mismo. Las personas entrevistadas incluyeron a todos los habitantes de la vivienda: madre y sus dos hijos, para abarcar diferentes rangos de edades y sexo (Edades: 55años-F, 25 años-F- y 18 años-M-).

Para realizar las mediciones *in situ* se utilizaron 4 micro-adquisidores de datos HOBO U12 (temperatura y humedad, termocupla tipo T). Uno, localizado en el exterior a la sombra, uno tomando temperatura de Globo Negro en el espacio de la ventana proyectada (Figura 2: sensor1), uno de temperatura en el centro del espacio (Figura 2: sensor2) y el último ubicado a 3,50 metros de la ventana proyectada (Figura 3: sensor3). Todos estaban suspendidos en el centro del espacio, alejados de la influencia de los elementos constructivos con masa.

El período de medición fue de 18 días incluyendo fines de semana para medir durante días laborales y no laborales entre el 27-06-2010 y el 14-07-2010. Se seleccionó para el análisis el período más representativo que fueron 7 días, del 01-07-2010 hasta el 08-07-2010. Dichos días presentan condiciones climáticas exteriores estables. El intervalo de toma de datos se fijó en 15 minutos.

## RESULTADOS

### *Mediciones In Situ: Evaluación Térmica*

Givoni (1991), define rango de confort como la zona en la cual no se produce un sentimiento de incomodidad. Una franja muy similar a la zona de neutralidad térmica, que varía según los individuos, los tipos de vestido y la naturaleza de la actividad que se realiza. Para el caso de edificaciones sin acondicionamiento permanente este rango varía entre 18°C y 25°C, para la estación invernal. En la Figura 5 se muestran las mediciones (Temperatura interiores, temperatura exterior y la radiación sobre plano horizontal) y la franja que comprende la zona de confort definida por Givoni.

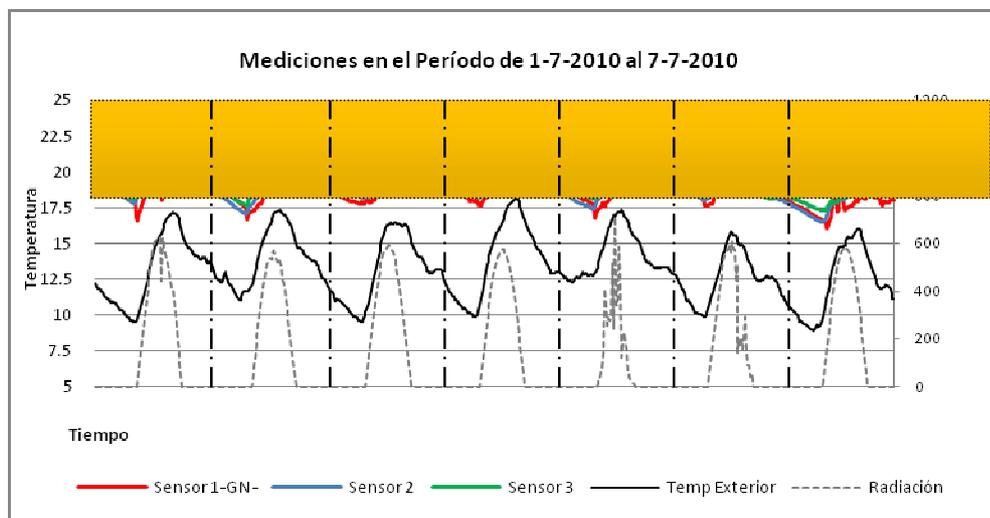


Figura 5. Mediciones In Situ.

Se observa que, por lo general, las temperaturas en el interior donde se encuentra la ventana en estudio, se mantienen dentro del rango de confort. No obstante en horas de la madrugada y en la mañana las temperaturas interiores bajan por debajo del rango de confort. Las temperaturas absolutas interiores varían entre los 16°C y 21°C y las exteriores entre los 8°C y 18°C. Por lo tanto la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior posee un valor medio diario de 5°C. Las temperaturas interiores podrían mantenerse más elevadas si se usaran protecciones nocturnas exteriores que incrementaran la resistencia térmica de la envolvente.

Las mediciones de los sensores 2 y 3, curva azul y verde respectivamente, siguen curvas similares con variaciones medias de 0,2°C. Estas temperaturas están por encima aproximadamente medio grado que la temperatura media radiante, sensor 1. Esto se debe a que los sensores 2 y 3 estaban alejados de la envolvente edilicia vinculante con el exterior.

### *Entrevista y observación directa*

La familia que habita la vivienda, se compone de una persona adulta de 55 años con sus dos hijos adolescentes. Hace más de 10 años que viven en la misma, por lo que han podido experimentar una cantidad suficiente de inviernos para poder evaluar en forma subjetiva su percepción de confort. Las preguntas de la entrevista se orientaron a la percepción de confort térmico de la habitante en distintos momentos del día, durante la estación invernal. También se relevó la frecuencia de uso de la calefacción auxiliar para lograr un estado confortable. Estos datos de energía auxiliar se utilizaron para analizar las mediciones y poder ajustar la simulación.

Cabe destacar que el espacio auditado no cuenta con calefacción auxiliar, no obstante hacen uso de dos calefactores a gas en los otros espacios de la vivienda: pasillo entre las habitaciones y cocina-comedor. La propietaria considera que la casa en general es fría durante el invierno, pero el estar permanece dentro de los límites de su agrado. Según comentan los hijos, el mismo espacio, casi no se usa, y permanece siempre aislado de los otros espacios por medio de una puerta ubicada en el pasillo.

Por observación directa podemos decir que las ventanas del bow windows disponen de cortinas, que afirma la propietaria que en horas de la noche las usan para protegerse de las visuales y el frío.

## ESTADO DE AVANCE

El aprovechamiento de la energía solar es una forma de utilizar energías renovables. Por ello es de suma importancia la incorporación de sistemas solares pasivos, para los que se requiere de una orientación adecuada, el uso de formas eficientes, materiales con inercia térmica alta, y materiales de cubiertas transparentes apropiadas y de conservación de energía (Mazria, 1979; Balcomb et al. 1983; Goulding J. et al, 1994; Roaf et al, 2003; entre otros).

Esta primera auditoría presenta registros que alientan a continuar su estudio para incorporar la ventana proyectada a las estrategias de acondicionamiento térmico pasivo de invierno. Su configuración geométrica le otorga mayor área de captación, (40% más) entre otras ventajas, que la ventana plana alineada al muro.

Si bien las mediciones de invierno son alentadoras, es importante considerar todas las estaciones del año para el estudio de cualquier sistema de acondicionamiento pasivo. En este caso al poseer mayor superficie vidriada, en verano, se hace dificultosa la protección en horas diurnas para impedir la ganancia solar.

Está previsto realizar simulaciones térmicas y modelos a escala para comparar los registros auditados con la ventana plana alineada al muro. En esta dirección se pretende continuar esta investigación que dará a conocer sus posibilidades reales, para su recomendación y aplicación masiva a edificios sustentables.

## REFERENCIAS

- Balcomb J.D., Barley D., McFarland R., Perry J., Wray W., Noll S. 1982. Passive Solar Design Handbook. Vol 1,2 y 3. United States Department of Energy. Estados Unidos de América.
- Fanger P. O., Thermal Comfort. Mc Denmark Copenagüe, 1970.
- Flores Larsen, Silvana; Lesino, Graciela. 2000. Simedif 2000: nueva versión del programa de diseño y cálculo de edificios. AVERMA. Vol. 4 p.53-58. INENCO – UNSa. Salta, Argentina.
- Ganem, Carolina, Esteves, Alfredo y Coch, Helena, 2005. El rol de la envolvente en la rehabilitación ambiental. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. – AVERMA Vol. 9 Pag. 5.49 – 5.54 INENCO – UNSa. Salta, Argentina.
- Ganem, Carolina. 2006. Rehabilitación ambiental de la envolvente de viviendas. El caso de Mendoza. Tesis Doctoral. ETSA Barcelona UPC. España. BRGF (España) N° 1400642779 y N°1400580212 cd-rom y DNDA (Argentina) N° 653867.
- J.Enrique Peraza. 2000. Boletín de información técnica N°204. Pag. 45-52. España.
- Martínez Rey Javier Francisco, Gómez Velasco Eloy. 2006. Eficiencia energética en edificios. Certificación y Auditorías Energéticas. ISBN: 84-9732-419-6 Thomson Editores Spain. España.
- Olgay, Víctor, 1998. Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. ISBN: 84-252-1488-2. Gustavo Gili. Barcelona, España.
- Romero, Manuel 2008. Mejora de la envolvente térmica de los edificios como herramienta para la reducción de emisiones de CO2. Revista AeI n°47, pp. 50-52. Madrid, España.

## ABSTRACT:

The system performance of windows and its implication in energy consumption is a growing concern in today's world, where regulations and awareness of the impact of energy consumption in buildings, promote the adoption of strategies to optimize the architectural design. The projected windows have the particularity of possessing three or more planes oriented at different azimuth glazes, achieving a set multi-azimuthal, which make them very interesting as passive solar. While we know the thermal characteristics of flat facades energy windows, projected windows suffer from a profound study and its implications for continental temperate climates. This communication presents the measurements of the winter season a real case, an activity that is part of the doctoral thesis entitled "Multi-azimuthal window's systems for sustainable buildings in continental temperate climates".

**Key words:** Flat window, window projected thermal behavior