

## MEDICION DEL COMPORTAMIENTO TERMICO DEL ALA OESTE DEL EDIFICIO DE ECOLOGIA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNLPa

Alejandro Hernández, Nahuel Salvo, Celina Filipín\* y Graciela Lesino\*\*

INENCO, Universidad Nacional de Salta, CONICET  
Calle Buenos Aires N° 177 – (4400) – Salta  
T.E. 54 – 387 – 4255424 – FAX: 54 – 387 – 4255489  
E-mail: alejo@ciunsa.edu.ar

### RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados del monitoreo del ala oeste del edificio solar pasivo de Ecología de la Universidad Nacional de La Pampa realizado bajo condiciones normales de uso. Las oficinas y laboratorios evidenciaron temperaturas medias dentro del rango de confort a pesar de que la media exterior fue del orden de 15 °C mientras que el invernadero manifestó un sobrecalentamiento no habitual debido al encendido de 7 lámparas de 250 W cada una empleadas en un experimento biológico temporario. El edificio cuenta con ductos enterrados a una profundidad de 0,8 m para el refrescamiento en verano cuyo comportamiento debe ser estudiado con más detalle a partir de nuevas mediciones y la aplicación de modelos de simulación computacional. Se prevén nuevas campañas de monitoreo a tal fin como así también para estudiar el comportamiento térmico del edificio en otras épocas del año.

### INTRODUCCION

El presente trabajo se enmarca dentro del proyecto BID 802/OC-AR-PICT N° 13-00000-01895, “Sistemas Pasivos e Híbridos de Refrescamiento”, bajo la dirección de la Dra. Graciela Lesino, participando el INENCO-Salta, el INENCO-Catamarca y la Arq. Celina Filipín de La Pampa. En esta oportunidad se monitoreó el ala oeste del edificio de Ecología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa. En un trabajo anterior (Filipín et al, 1998) se presentan los detalles constructivos del edificio, habilitado en Julio de 1995, y los resultados de dos años de evaluación del ala este en condiciones reales de ocupación sin que fuera necesario utilizar calefacción auxiliar durante sus períodos de medición. Los resultados presentados en este trabajo fueron relevados entre el 25 de Marzo y el 1° de Abril de este año a fin de evaluar el efecto de los ductos enterrados en el refrescamiento del edificio.

### BREVE DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

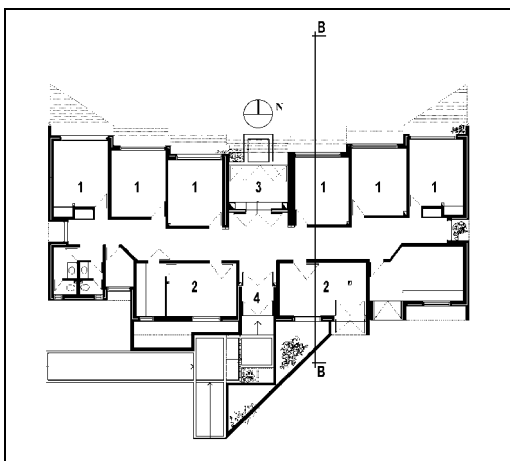


Figura 1: Vista en planta

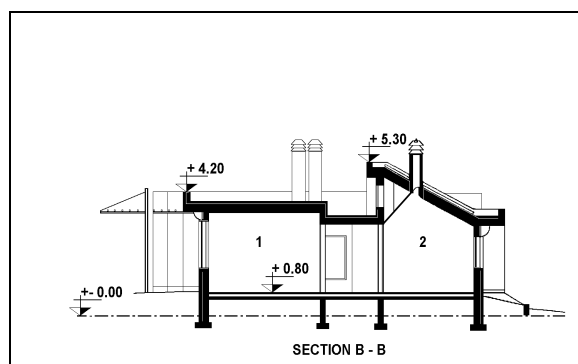


Figura 2: Vista en corte

El edificio solar pasivo bajo estudio tiene un área cubierta de 315 m<sup>2</sup> y un volumen de 631,5 m<sup>3</sup>. La figura 1 muestra una vista en planta del edificio mientras que la 2 muestra una vista en corte. Los locales identificados con el número 1 son ofici-

\* Investigador de CONICET

\*\* Investigador de CONICET

nas, los identificados con el número 2 laboratorios y el 3 es un invernadero. El acceso al edificio se realiza por el sector identificado con el número 4.

Para el acondicionamiento térmico de verano, el edificio cuenta con grandes aventanamientos al norte en las oficinas y en los laboratorios, a través de un quiebre de techo. Para el acondicionamiento de verano las oficinas disponen de ductos enterrados a una profundidad de 0,8 m con bocas de entrada sobre el sector norte, provistas de torres colectoras de brisas de 1,8 m de altura, como así también los laboratorios con bocas de ingreso sobre el sector sur sin dichas torres. Estos túneles, construidos con ladrillo, tienen una sección de 0,2 por 0,4 m y longitudes que varían entre 4 y 12 m aproximadamente.

Concentrando la atención en el ala oeste de la figura 1, los locales monitoreados fueron las tres oficinas identificadas en este trabajo, de izquierda a derecha, como Oficina 1, Oficina 2 y Oficina 3; el baño de damas ubicado en el extremo sudoeste del edificio; el Laboratorio 2; el local contiguo a los baños identificado como Laboratorio 3; el Pasillo entre las oficinas y los laboratorios y el Invernadero, completando un total de ocho locales. El Laboratorio 1, ubicado entre el 2 y el 3 y el baño de caballeros no fueron monitoreados. El equipo de medida consistió de una PC laptop a la cual se conectaron 4 módulos NUDAM, dos para la conexión de termocuplas tipo T de 8 canales cada uno y dos para señales de tensión. Se midió la radiación solar mediante un piranómetro ubicado sobre superficie horizontal en el techo de los laboratorios mientras que la velocidad de viento fue sensada con un anemómetro de cazoletas con salida de tensión registrándose la dirección del viento mediante una veleta electrónica. Además de la temperatura de cada local se monitoreó la temperatura y humedad en la boca de ingreso a los túneles (mediante un equipo portátil alimentado con una batería de 9 V) y la temperatura de salida de los mismos (ingreso a las oficinas) a fin de evaluar el aporte energético de los túneles enterrados. Simultáneamente se monitoreó la temperatura de salida por las chimeneas de techo de cada oficina que generan la succión necesaria para favorecer la circulación del aire en los túneles. Estas chimeneas poseen sombreretes estáticos no orientables con la dirección del viento exterior lo cual puede restringir su eficiencia respecto de los giratorios.

### RESULTADO DE LAS MEDICIONES

El período de monitoreo comprende una serie de siete días y medio a partir del 25 de Marzo del corriente año de los cuales sólo cuatro fueron soleados. En el invernadero se estaban realizando experiencias biológicas que requerían del encendido de 7 lámparas de 250 W cada una agregando una carga térmica de 1750 W no prevista en la etapa del diseño del edificio. Por razones de espacio se grafican a continuación sólo algunas de las 21 variables medidas.

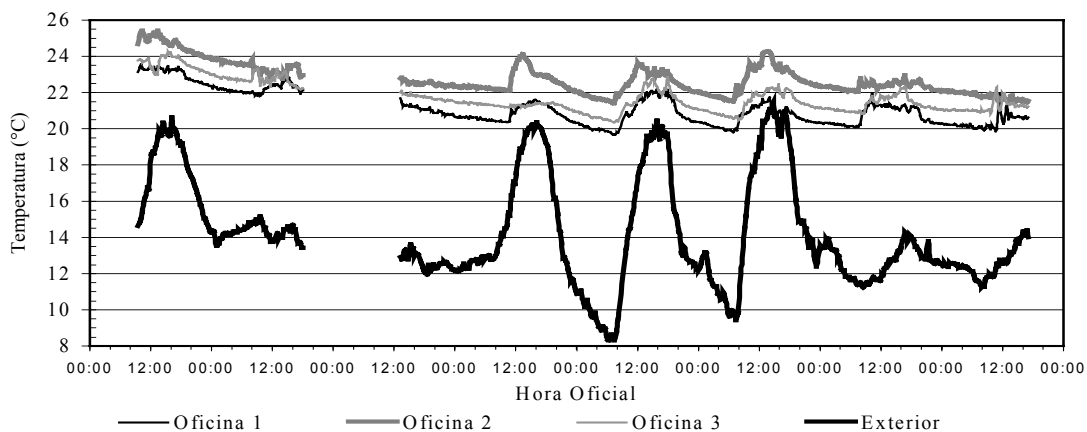


Figura 3: Evolución temporal de la temperatura de las oficinas

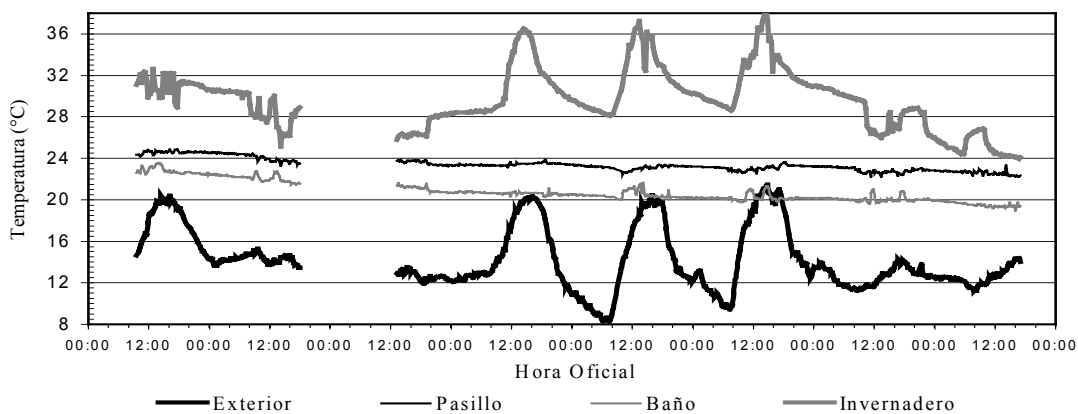


Figura 4: Evolución de las temperaturas del Pasillo, Baño de Damas e Invernadero

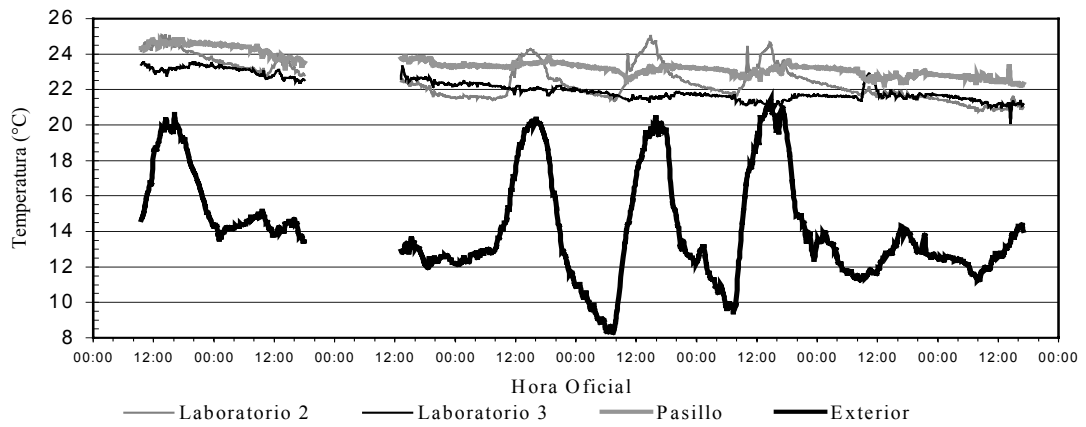


Figura 5: Evolución de las temperaturas de los Laboratorios 2 y 3 y del Pasillo

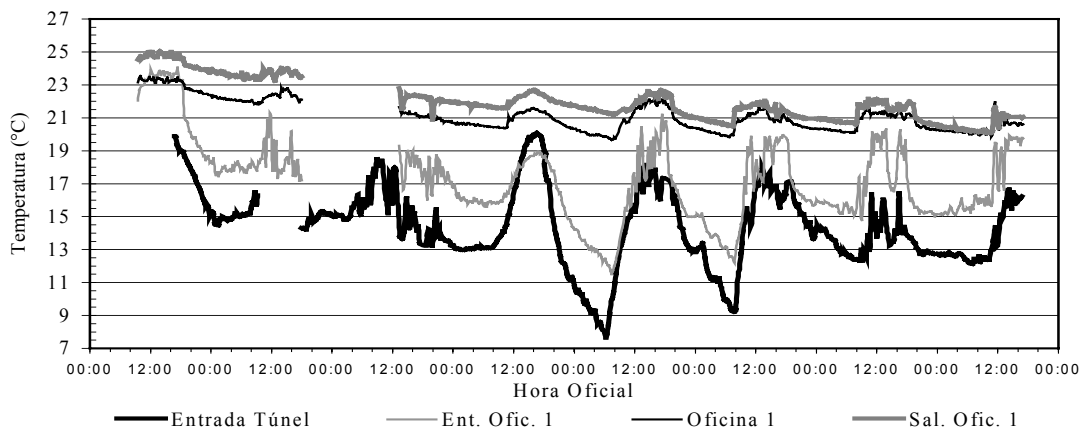


Figura 6: Comparación de las temperaturas a la entrada del túnel y al ingreso y salida de la Oficina 1

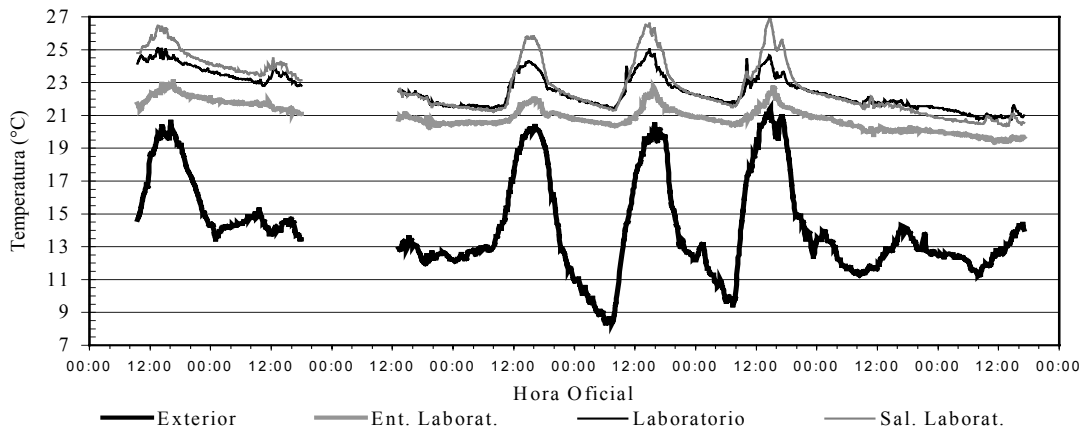


Figura 7: Comparación de las temperaturas a la entrada del túnel sur y al ingreso y salida del Laboratorio 2

## INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

En la figura 3 se observa que la oficina más fresca es la 1 pues posee dos paredes expuestas a la temperatura ambiente mientras que la más cálida es la 2 (intermedia entre la 1 y la 3) sin causa aparente dado que es la que menor ganancia solar tuvo de acuerdo al manejo de las cortinas de enrollar realizado por sus ocupantes. Además se verificó que en ella no existieran fuentes de energía auxiliares distintas de las de las luminarias (tubos fluorescentes) y una computadora de uso no permanente. El pico de temperatura evidenciado durante la mañana del cuarto día (luego de dos días nublados) tampoco puede interpretarse debido a que corresponde a un día domingo en el que el local no estuvo en uso y las cortinas de enrollar permanecieron totalmente cerradas, anulando la ganancia solar. La termocupla encargada de sensar esta temperatura fue

recalibrada luego de concluir el monitoreo no evidenciando diferencias sustanciales respecto de la calibración inicial. La inercia térmica de la estructura es tal que las oficinas se enfriaron sólo dos grados durante dos días nublados consecutivos. Durante los tres días soleados siguientes las oficinas 1 y 3 tiene una temperatura media cercana a los 21 °C y la 2 una media de 23 °C lo que evidencia una gran ganancia solar dado que la media exterior es del orden de 15 °C.

El local más frío del edificio es el baño de damas según se aprecia en la figura 4 con una amplitud térmica despreciable y una media de 21 °C mientras que el más caliente es el invernadero donde se observa el efecto producido por las lámparas de 250 W que levantan su temperatura media en 2 °C. Su amplitud es del orden de 8 °C. Se observa también muy poco acoplamiento térmico entre el invernadero y el pasillo conectados simplemente a través de un tabique de vidrio.

El Laboratorio 2 evidencia una temperatura media de 23 °C durante los tres días soleados consecutivos con una amplitud del orden de 3 °C (superior a la de las oficinas) causada por la ganancia solar a través de la ventana en el quiebre de techo mientras que el Laboratorio 3, sin ganancia solar, tiene una amplitud despreciable y una media del orden de 21 °C luego de los días nublados, según se aprecia en la figura 5.

En la Figura 6 se analiza el efecto del ducto enterrado de la Oficina 1. La curva identificada con “Ent. Ofic. 1” corresponde a la temperatura de salida del túnel que coincide con el ingreso a la oficina. Se observa que en la mayor parte del tiempo ésta supera a la de entrada al túnel lo que indica que si el flujo de aire es desde el exterior hacia la oficina, el túnel calienta el aire y si fluye en sentido contrario el túnel lo enfría. Esto puede deberse al hecho de que el suelo puede permanecer cargado térmicamente debido a que los 5 días previos al monitoreo fueron más cálidos con una media de 21 °C frente a los 15 °C de valor medio durante el período de medición. La diferencia entre las medias a la entrada y a la salida del túnel es del orden de 2 °C. Se observa que la temperatura de entrada a la oficina oscila considerablemente durante los periodos diurnos, coincidiendo este comportamiento con las horas del día más ventosas. Mediante visualización con líneas de humo se comprobó que el movimiento del aire dentro del túnel es aleatorio en cuanto al sentido de circulación, ingresando a la oficina en algunas ráfagas y saliendo en otras. En este caso el aire que sale de la oficina por el túnel debe ingresar previamente a ella por la chimenea de succión del techo y por otras infiltraciones favoreciendo igualmente la renovación del aire interior. La curva identificada como “Sal. Ofic. 1” corresponde a una termocupla colocada en la boca de la chimenea de succión del techo a la altura del cieloraso y permite visualizar un efecto de estratificación en la temperatura de la oficina al ser sus valores superiores a los correspondiente a la de la altura media del local, curva identificada como “Oficina 1”.

En la figura 7 se analizan las mismas variables que en la 6 pero correspondientes al Laboratorio 2. En este caso el túnel enterrado tiene su boca de ingreso al sur del edificio pero no dispone de torre colectora de brisas como en el caso de los túneles que dan al norte por lo que su eficiencia de refrescamiento puede ser menor. En este caso no pudo visualizarse mediante líneas de humo el ingreso o salida de aire del Laboratorio dando la impresión de que el ducto estuviera obstaculizado internamente, cosa que no sucedía en el túnel correspondiente al Laboratorio del ala este donde sí se visualizó un flujo entrante importante. En la curva identificada como “Ent. Laboratorio” se aprecia un gran salto térmico con respecto a la temperatura exterior considerada como la de entrada al túnel lo que indica un bajo flujo de aire a través de él, correspondiéndose con los resultados de la visualización mencionada. Sin embargo se advierte una correspondencia entre los picos de ambas temperaturas en las horas de mayor velocidad de viento (mediodía). La temperatura de salida por la chimenea del techo supera a la del medio del local durante los periodos de insolación indicando una acumulación de aire caliente a nivel del cieloraso dado que no puede tratarse de ingreso de aire desde el exterior pues se encuentra considerablemente más frío durante todo el período de monitoreo. Todo esto refuerza la hipótesis de la posible obturación del ducto enterrado ya que la chimenea de succión no estaría evacuando el aire caliente acumulado en el quiebre de techo (que se observa en la figura 2).

## CONCLUSIONES

Se monitoreó el ala oeste del edificio de Ecología de la UNLPA durante ocho días abarcando condiciones de días soleados y nublados. Debido a la gran ganancia solar por ventanas y la importante aislación periférica del edificio las temperaturas medias de los locales ocupados se ubican entre 20 y 23 °C, cuando la media externa es de sólo 15 °C. De acuerdo a la opinión de los ocupantes del edificio, la sensación térmica dentro de él es confortable a lo largo de todo el año lo cual será verificado en nuevas campañas de medida proyectadas para otras épocas del año.

El comportamiento térmico de los túneles enterrados debe ser estudiado con más detalle mediante nuevas mediciones y la aplicación de modelos de simulación, tarea programada dentro del proyecto. Sin embargo, y nuevamente recurriendo a la opinión de algunos ocupantes del edificio, en verano se puede apreciar una sensación refrescante a nivel de piel por el aporte de aire fresco a través de los túneles.

El hecho de que el edificio se encontrara ocupado al momento de realizarse el monitoreo permitió analizar su comportamiento ante condiciones reales de funcionamiento ya que la presencia de ocupantes se traduce en aportes auxiliares de energía de origen metabólico y por luminarias y favorece el mezclado del aire entre locales por la apertura y cierre de puertas existiendo, además, un control aleatorio de las ganancias solares mediante las cortinas de enrollar tendiente a lograr el confort lumínico. Sin embargo este tipo de monitoreos interfiere considerablemente con las actividades habituales de los ocupantes por lo que los autores desean agradecer a los señores docentes e investigadores del edificio de Ecología de la UNLPA por su comprensión y buena predisposición manifestadas durante el desarrollo de las mediciones.

## REFERENCIAS

Filipín C. y Beascochea A. (1998), Un Edificio Solar Pasivo Para la Universidad Nacional de La Pampa. Dos Años de Resultados. En *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 2, N° 1, Sección 3, pág. 55 –58. ISSN 0329-5184.