



EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE LAS PRIMERAS MEJORAS CONSTRUCTIVAS REALIZADAS SOBRE UN LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJAN – UNLU

E.Yarke, M.Fujol, P.Alonso Castillo, L.Vitali, J.P.Jimenez

Universidad Nacional de Luján (UNLU)

Cruce Rutas 5 y 7 - (6600) - Luján - Prov.de Buenos Aires - Argentina

Web UNLU : www.unlu.edu.ar – email Director Proyecto: yarke@abaconet.com.ar

TE: +54-11-2323-420380 int 318 ó +54-11-4902-3001 / 4903-8969

RESUMEN: Un recinto constituido por un único espacio dentro de la Universidad de Luján es convertido en prototipo experimental por el grupo de trabajo. Interesa de este lugar su posición exenta en relación con el resto de los edificios, sus características constructivas y el mal comportamiento térmico frente al clima del verano, donde las altas temperaturas internas convierten al lugar en inhabitable. Con el objetivo de acumular experiencia que sea aplicable a viviendas económicas con comportamientos similares, se propone realizar una serie de mejoras sucesivas de bajo costo que puedan ser evaluadas en sus resultados en forma paulatina. Para ello se parte de las mediciones y balances realizados sobre el prototipo en su versión original y se comparan resultados con las mismas mediciones y balances hechos una vez concretada la primera etapa de las mejoras previstas. De todo ello se muestra la metodología empleada, los resultados obtenidos y se sacan conclusiones.

Palabras clave: Evaluaciones energéticas, comportamiento verano, mejoras paulatinas

INTRODUCCION

Dentro de la Universidad de Luján, un espacio único de pequeñas dimensiones ($17,64\text{m}^2$) es utilizado por el grupo de trabajo como prototipo experimental. Se instaló allí el Laboratorio de Ingeniería Bioambiental y la elección de ese lugar respondió a las siguientes consideraciones: 1) Es un recinto exento con respecto al resto de las edificaciones próximas, lo que deja sus cuatro caras libres de la influencia inmediata de otros espacios. 2) Está construido con bloques huecos de hormigón, por lo tanto tiene mediana masa térmica y en esto así como en el tipo de cubierta o carpinterías guarda similitud con las típicas maneras como en nuestro país se construyen las viviendas destinadas a los sectores de pocos recursos económicos, con quienes comparte similares patologías. 3) En su versión original presenta un pésimo comportamiento de verano, ya que en todo momento sus temperaturas internas son superiores a las externas. Esto hace que en lo más riguroso del verano, este lugar se convierta casi en inhabitable. - Fig. 1 y 2



Figuras 1 y 2 – Fotografías del recinto del Laboratorio en su versión original

Por ello se pensó en un plan de mejoras sucesivas (todas de bajo costo) que, de alcanzar un resultado satisfactorio, puedan servir como técnicas posibles a ser transferidas a los Institutos de Vivienda de la región, con quienes se tienen vínculos fluidos, y de esa manera contribuir a elevar la calidad de las viviendas destinadas a los sectores denominados populares.

En la actualidad, se encuentra terminada la primera etapa de las mejoras previstas y su evaluación energética y comportamiento termofísico es comparado con el comportamiento que presentaba este recinto en su versión original.

CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONES DEL RECINTO DEL LABORATORIO

- Muros y encadenado superior

El espacio donde se ha ubicado al Laboratorio de Ingeniería Bioambiental es una construcción de planta cuadrada de 4,20m. de lado y altura de 2,98m. Sus muros están contruidos con bloques huecos (2 agujeros) de hormigón de 0,20m de espesor, 0,20 de altura y 0,40m. de largo colocados con junta trabada. Presenta un encadenado perimetral bajo la losa formado por piezas premoldeadas de hormigón que se asemejan en su forma aparente a los bloques del muro y que se han rellenado con hormigón armado hasta macizarlas. Los bloques de los muros, tienen espesores de pared de 4cm. (que es la principal masa térmica disponible) y los huecos internos tienen 0,12m de espesor. La orientación de estos muros es NE,NO,SO y SE.

- Cubierta en su versión original

La cubierta está ejecutada con placas planas premoldeadas y huecas como elemento portante, con un espesor de 0,14 m. total. Estas placas presentan un ancho de 0,40 m. y están arrimadas unas a otras sin encaje alguno. Sobre las placas se construyó un contrapiso de hormigón pobre con pendiente y espesor medio de 0,10 m. y la terminación original estaba constituida por un techado impermeabilizante con terminación asfáltica en su cara superior ($\alpha=0,9$). Perimetralmente sobresalen todos los muros laterales hasta una altura de 1,20m. por encima del nivel de la cubierta.

- Ventanas y puerta

El local cuenta con dos ventanas iguales ubicadas en su muro NO de dimensiones de 1,45m x 1,86m c/u contruidas en chapa doblada de acero y que en un principio tenían 12 hojas de abrir tipo proyección c/u. con simple vidriado. La mala calidad de ejecución, así como el paso del tiempo sin mantenimiento alguno han hecho de que estas hojas no se puedan ni abrir ni cerrar. Además su contacto es deficiente dejando sensibles espacios para las infiltraciones de aire. Las ventanas tienen del lado interior colocadas unas gruesas cortinas colgantes para oscurecimiento realizadas en tela plastificada. Estas cortinas se enrollan sobre un eje superior para permitir el paso de la iluminación natural, aunque aún bajas, igual posibilitan que la radiación solar penetre al recinto. El local tiene una puerta con vidriado en la mitad superior, contruida en chapa doble con cámara. El único vínculo físico del Laboratorio con el resto del pabellón es mediante una galería a la que abre la puerta mencionada.

- Terminaciones interiores y exteriores

Tanto en el interior como en el exterior, no hay revoques de ninguna clase. Los muros de bloques a la vista están pintados de color gris cemento exteriormente ($\alpha=0,7$) y con blanco de pintura a la cal en el interior (también el cielorraso). El piso es un alisado de concreto de color gris oscuro.

BALANCE TERMICO DEL LABORATORIO EN REGIMEN PERMANENTE - SIN MEJORAS

Utilizando los coeficientes definidos por la Norma IRAM 11601 (IRAM, 2002), se realizó sobre el Laboratorio de Ingeniería Bioambiental un balance térmico en régimen permanente en su situación original sin mejoras. Para este balance se consideraron dos situaciones: a) que las cortinas del recinto estuvieran bajas o b) que las cortinas estuvieran totalmente levantadas, ya que el uso en el verano de ese lugar se hace generalmente bajo situaciones intermedias entre una u otra situación.

Los resultados de este balance son los siguientes:

| Ganancias o pérdidas según tipo de elemento | Con cortinas bajas | | Con cortinas levantadas | |
|---|-----------------------------|------------|-----------------------------|------------|
| | q _{parcial} (w/°C) | % | q _{parcial} (w/°C) | % |
| Por muros | 107,5 | 44 | 107,5 | 42 |
| Por cubierta | 51,2 | 21 | 51,2 | 20 |
| Por ventanas y puerta | 27,4 | 11 | 38,7 | 15 |
| Por encadenados perimetrales | 14,9 | 6 | 14,9 | 6 |
| Por piso | 6,9 | 3 | 6,9 | 3 |
| Por infiltraciones y ventilación | 35,7 | 15 | 35,7 | 14 |
| q totales (w/°C) | 243,7 | 100 | 254,9 | 100 |

Cuadro N° 1 – Balance térmico en régimen permanente del recinto del Laboratorio sin mejoras

Para el balance se estimaron 2 renovaciones horarias del volumen interior. La suma de muros y encadenados aporta un total del 50% de las ganancias o pérdidas cuando las cortinas están bajas y del 48% cuando se hallan levantadas. Las ganancias o pérdidas por la cubierta y por ventilación constituyen el 20% y un 14% respectivamente si las cortinas están levantadas.

MEDICIONES DE DISTINTOS PARAMETROS SOBRE EL RECINTO

Sobre el recinto del Laboratorio y su entorno inmediato se hicieron durante el verano del 2004 distintas series de mediciones utilizando dos tipos de instrumentos: 1) Una estación meteorológica marca Davis – modelo Monitor II - Esta estación permite medir en tiempo real y en forma continua temperaturas de bulbo seco interior y exterior, humedades relativas interior

y exterior, velocidad y dirección del viento y presión atmosférica. Además guarda datos de máximas y mínimas de temperatura y máximos de velocidad de viento. 2) Un conjunto de sensores analógicos de temperatura del tipo PTC encapsulados para medir temperaturas radiantes provenientes de una semiesfera virtual por encima del plano del sensor abarcando un ángulo de 180°. Estos sensores, por intermedio de conformadores individuales de señales, envían las mismas a una placa adquisidora de datos del tipo ADQ12 de la marca Microaxial ubicada dentro del CPU de una PC. Con el software ad-hoc preparado, se interpretan los datos recibidos por la placa y se realizan los ajustes finos para la calibración de los sensores.

El conjunto de los sensores se ubicaron formando un plano virtual en el centro del espacio según se indica en la Figura 3 - con 5 sensores en ese plano y un sexto tomando temperaturas exteriores. Este último se ubicó junto al sensor de temperatura exterior de la estación meteorológica, protegidos ambos por una pantalla de la radiación solar tanto directa como reflejada.

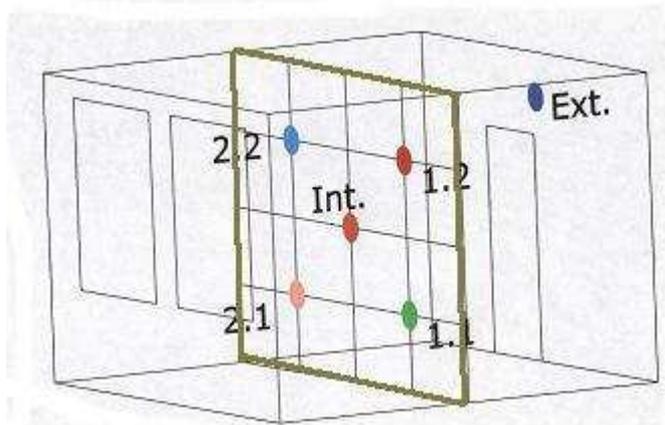


Fig. 3 - Ubicación de los sensores en el plano medio del recinto

Las mediciones hechas con este conjunto en el verano del 2004 abarcan series de cuatro a siete días. De esas series se muestran, a título de ejemplo, las mediciones hechas entre el 5 y el 9 de enero del 2004 – Fig 4 - y en donde se puede apreciar la estratificación interior de las temperaturas y los valores de la temperatura media externa siempre inferior a la temperatura media interna. Además, los máximos en las temperaturas internas medias se producían de una a dos horas antes que los máximos en la temperatura externa.

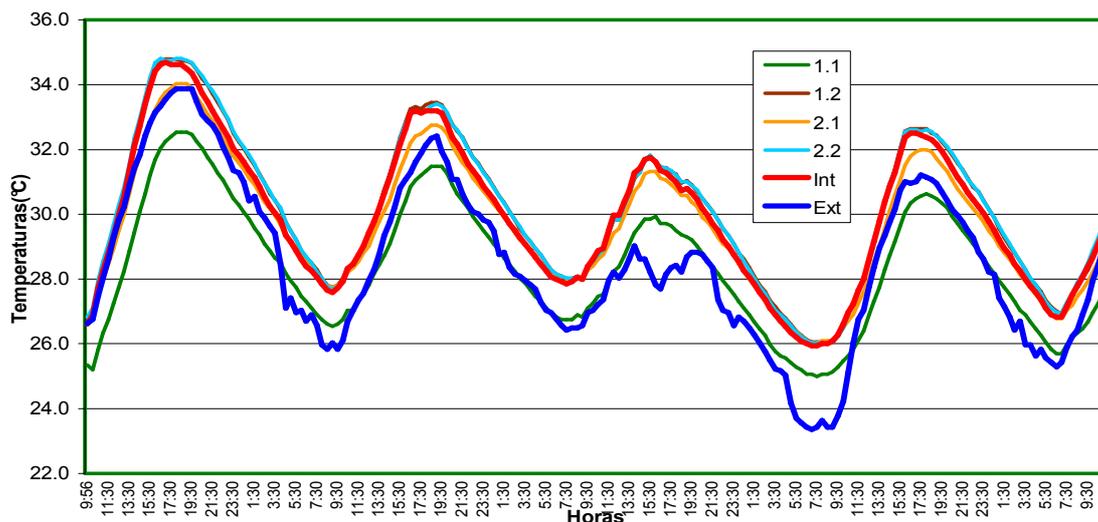


Fig.4 – Temperaturas internas y externa según los distintos sensores entre las 10:00hs del 05/01/2004 y las 11:00hs del 09/01/2004

EVALUACIÓN ENERGÉTICA DEL RECINTO BAJO ESTUDIO EN SU VERSION ORIGINAL

Con los datos detallados de la irradiación solar incidente sobre plano horizontal medida dentro del predio de la UNLU, se procedió a hacer una evaluación energética del recinto bajo estudio, aproximando valores de ganancias o pérdidas cada media hora del conjunto de los elementos que constituyen la envolvente del Laboratorio. Para las ganancias se estimaron los aportes en base a las temperaturas sol-aire y para las pérdidas la transferencia de energía debido a las diferencia de temperaturas entre la media interior y la exterior. En el Cuadro N°2 se pueden ver los aportes aproximados que la radiación solar produjo por cada elemento en el período que se presenta.

| Elemento | Día 5/1/2004 | | Día 6/1/04 | | Día 7/1/04 | | Día 8/1/04 | | Día 9/1/04 | | Total periodo | |
|----------|--------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|---------------|-------|
| | Kwh | % | Kwh | % | Kwh | % | Kwh | % | Kwh | % | Kwh | % |
| Muro NE | 0,41 | 3,6 | 0,39 | 4,4 | 0,15 | 2,2 | 0,28 | 3,0 | 0,25 | 9,2 | 1,48 | 3,7 |
| Muro NO | 0,51 | 4,4 | 0,30 | 3,3 | 0,19 | 2,9 | 0,34 | 3,7 | 0,03 | 1,1 | 1,37 | 3,5 |
| Cubierta | 3,03 | 26,0 | 2,62 | 28,8 | 1,73 | 26,1 | 2,38 | 25,6 | 0,95 | 36,1 | 10,71 | 27,3 |
| Ventanas | 7,70 | 66,0 | 5,77 | 63,5 | 4,57 | 68,8 | 6,28 | 67,7 | 1,41 | 53,6 | 25,73 | 65,5 |
| TOTALES | 11,66 | 100,0 | 9,09 | 100,0 | 6,64 | 100,0 | 9,28 | 100,0 | 2,63 | 100,0 | 39,29 | 100,0 |

Cuadro N°2 – Aportes solares efectivamente transferidos al interior del recinto calculados para cada elemento durante el período analizado

Del Cuadro N°2 surge claramente que el mayor porcentaje en los aportes solares hacia el interior del recinto se debe a las ventanas con el 65,5% del total de aportes en el período. Le sigue en orden de importancia la cubierta con un 27,3% a pesar de que los muros laterales sobresalientes producen efecto de máscara, debido al cual el coeficiente de sombreado para la cubierta se fijó en $cf=0,75$.

El Cuadro N°3 muestra día por día y en el total del período los aportes solares y las pérdidas por la envolvente así como el balance diario y el balance al final del período.

| | Día 5/1/2004 | Día 6/1/04 | Día 7/1/04 | Día 8/1/04 | Día 9/1/04 | Total period. |
|---------------------------------|--------------|------------|------------|------------|------------|---------------|
| Ganancias solares (Kwh) | 11,66 | 9,09 | 6,64 | 9,28 | 2,63 | 39,29 |
| Pérdidas por la envolvente Kwh) | -2,20 | -8,03 | -11,16 | -9,63 | -4,23 | -35,25 |
| Diferencias (Kwh) | 8,86 | 1,06 | -4,52 | -0,35 | -1,6 | 4,04 |

Cuadro N°3 – Diferencias entre ganancias solares y pérdidas por la envolvente en el período analizado

Los gráficos de las Fig.5 y 6 muestran el balance de ganancias y pérdidas calculadas y su relación con las temperaturas medidas durante el período indicado.

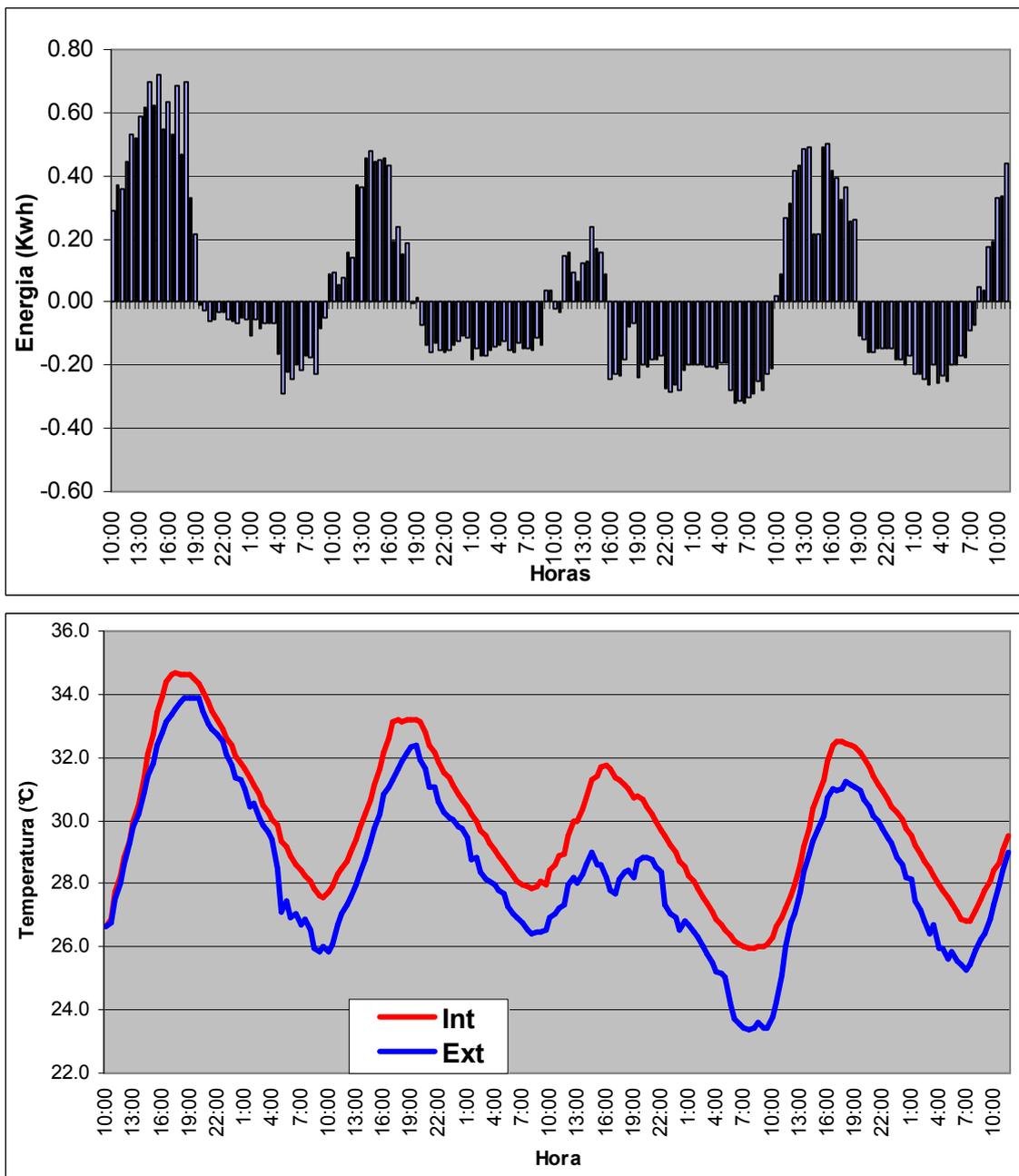


Fig. 5 y 6 –Balance de ganancias y pérdidas calculadas cada media hora entre las 10:00 hs del 5/1/2004 y las 11:00 hs del 9/1/2004 y su relación con las temperaturas interna y externa medidas.

De acuerdo al balance realizado, del total de 39,29 kwh que los elementos de la envolvente transfirieron al interior por efecto de la radiación solar durante el período analizado – Ver Cuadro N°3 - se reemitieron hacia el exterior 35,25 Kwh dejando un saldo positivo de 4,04 Kwh acumulados, a prima facie, en la masa interior (con una capacidad de acumulación total estimada para las caras internas de 1,8 Kwh/°C).

CONCRECION DE UNA PRIMERA ETAPA DE MEJORAS

El programa de mejoras previstas para ser aplicadas en forma sucesiva sobre el recinto, incluye el reemplazo de las actuales ventanas, aislación térmica de la cubierta, el cubrimiento de las paredes NE y NO con enredaderas, la introducción de aspiradores eólicos, etc. entre otras medidas. De este programa, en una primera etapa se realizó el aislamiento de la cubierta y se instalaron un par de aspiradores eólicos.

Para la aislación de la cubierta se utilizaron planchas de poliestireno expandido de 0,04m de espesor envueltas en láminas de polietileno. Sobre estas planchas se colocó una nueva membrana impermeabilizante que fue pintada de blanco mediante pintura para cubiertas ($\alpha=0,3$). Del total del espesor del aislante se tomaron en los cálculos solo 0,03m considerando posibles humedecimientos superficiales y cierto aplastamiento.

Se colocaron además dos aspiradores eólicos (llamados también turbinas eólicas o ventiladores eólicos). Estos aspiradores se instalaron en forma exenta al tope de dos conductos de diámetro $\theta=0,25m$ – Ver Fig.7 – conectados al espacio interior por dos rejillas regulables para cada conducto de 0,20m x 0,20m c/u, hasta totalizar cuatro rejillas de las dimensiones indicadas, ubicadas las inferiores en el cuarto inferior de la pared y las superiores próximas al techo. La mejor ubicación de estas rejillas surgió de acuerdo a las pruebas de humo realizadas sobre un modelo del recinto a escala utilizando un equipo ad-hoc construido por el grupo de trabajo y que se mostró en trabajos anteriores (Yarke et al., 2004).

En cuanto al funcionamiento de los aspiradores eólicos hay muy poca información disponible, y solo se encontró un trabajo (Lai Ch., 2003) que en base a distintas pruebas con humo en túneles de viento, afirma que si bien a mayor sección se produce mayor caudal aspirado, las diferencias reales entre $\theta=0,36m$ y $\theta=0,50m$ son poco significativas y con $\theta=0,15m$ no son proporcionales a las secciones de cada caso. Estas pruebas se realizaron con velocidades de aire en el túnel de viento mayores a los 10 m/s muy superiores a las medidas en los alrededores del recinto, cuyos valores medios no superan los 2 m/s.



Fig. 7 - Ubicación de los aspiradores eólicos

EL BALANCE EN REGIMEN PERMANENTE CON LA PRIMERA ETAPA DE MEJORAS YA CONCRETADA

De esta primera etapa de mejoras se realizó un nuevo balance en régimen permanente que produjo los resultados que se muestran en el Cuadro N°4

| Ganancias o pérdidas según tipo de elemento | Con cortinas bajas | | Con cortinas levantadas | |
|---|-----------------------------|------------|-----------------------------|------------|
| | q _{parcial} (w/°C) | % | q _{parcial} (w/°C) | % |
| Por muros | 107,5 | 52 | 107,5 | 49 |
| Por cubierta | 16,2 | 8 | 16,2 | 7 |
| Por ventanas y puerta | 27,4 | 13 | 38,7 | 18 |
| Por encadenados perimetrales | 14,9 | 7 | 14,9 | 7 |
| Por piso | 6,9 | 3 | 6,9 | 3 |
| Por infiltraciones y ventilación | 35,7 | 17 | 35,7 | 16 |
| q totales (w/°C) | 208,6 | 100 | 219,9 | 100 |

Cuadro N°4 – Balance en régimen permanente del Laboratorio con la primera etapa de mejoras concretada

Para la consideración de las renovaciones horarias por ventilación, recién se pudo contar con un termoanemómetro en la fase final del verano del 2006, y de las primeras mediciones no surgió claramente cual era el caudal de aire que aspiraban los eólicos, por lo que se optó, hasta tener mediciones mas sistemáticas, mantener conservadoramente las dos renovaciones por hora que se estimaban en el balance sin mejoras. La única diferencia en el balance se genera entonces por la aislación de la cubierta y su incidencia en los valores porcentuales para cada elemento.

NUEVA ETAPA DE MEDICIONES

Utilizando los mismos sensores y siguiendo el mismo esquema de mediciones que se muestra en la Figura N°3 se procedió durante el verano Diciembre 2005 – Marzo 2006 a tomar nuevas series de muestras de las temperaturas internas y externas, junto con los otros parámetros que registra la Estación Davis ya mencionada. De las series obtenidas se muestra, a título de ejemplo, la serie tomada entre las 13:30hs del 24/01/2006 y las 12:30hs del 31/01/2006. Por tratarse de una época en que la Universidad estaba en receso, esta serie se tomó con las cortinas bajas. En la Fig. N°8 se muestran los resultados obtenidos

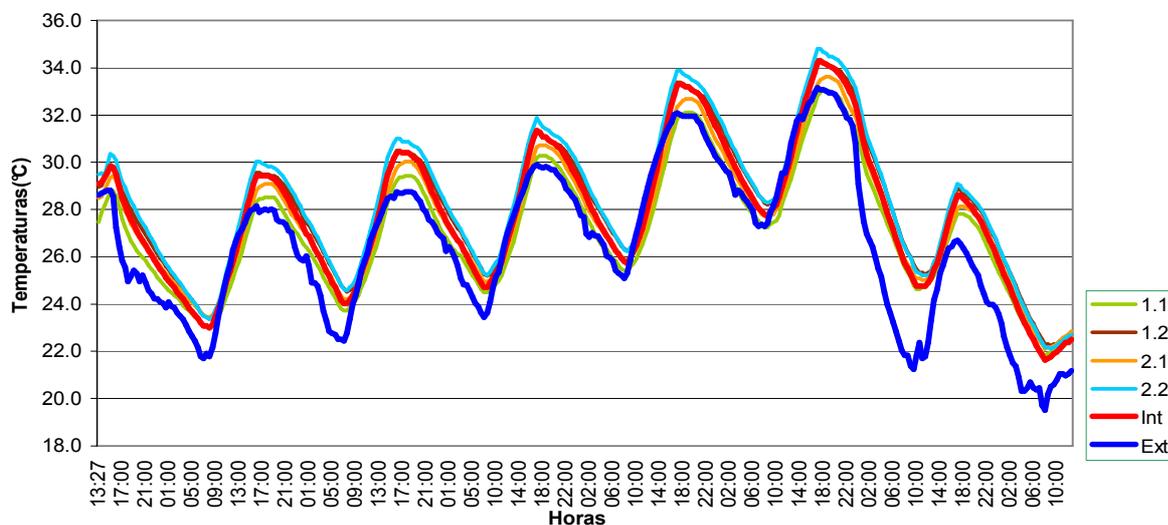


Fig N°8 – Gráfico de temperaturas interiores y exterior desde las 13:30hs del 24/01/2006 y las 12:30 hs del 31/01/2006

La serie muestra el comportamiento característico de temperaturas en la región durante el verano con cuatro o cinco días sucesivos de aumento paulatino seguidos por un brusco descenso producido por la irrupción de un frente frío generalmente acompañado por lluvias y vientos mas fuertes. A diferencia de la serie de la Fig.N°4 en donde se mostraba como el sensor 1-1 ubicado en el cuarto inferior de la altura del recinto (próximo al muro SO), registraba algunas horas con temperaturas inferiores a la exterior, en este caso no hay sensores ubicados en el interior que registren claramente temperaturas inferiores a las exteriores.

Por otro lado hay un ligero aumento en la diferencia entre máximas internas y las máximas externas y estas máximas internas tienden a producirse – a diferencia de las mediciones anteriores – con posterioridad a las máximas externas. Todo esto aparece como tendencias sin verdaderos cambios cualitativos entre una serie y otra y el recinto sigue presentando situaciones muy alejadas de parámetros de confort.

EVALUACIONES ENERGÉTICAS CON LAS MEJORAS CONCRETADAS

Con las mediciones obtenidas se realizaron nuevas evaluaciones energéticas considerando la irradiación solar sobre plano horizontal en el período analizado. La comparación entre la irradiación solar medida en ambas series se muestra en el Cuadro N°5 y de esa comparación queda claro que no hay diferencias significativas entre un período y otro.

| | | | | | | | | |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Enero del 2004 | Día 5/1 | Día 6/1 | Día 7/1 | Día 8/1 | Día 9/1 | | | |
| Kwh/m²Dia | 8.00 | 6.35 | 4.85 | 6.27 | 7.48 | | | |
| Enero del 2006 | Día 24/1 | Día 25/1 | Día 26/1 | Día 27/1 | Día 28/1 | Día 29/1 | Día 30/1 | Día 31/1 |
| Kwh/m²Dia | 5.00 | 7.91 | 7.87 | 8.27 | 8.23 | 7.27 | 7.15 | 3.14 |

Cuadro N°5 – Irradiación solar integral diaria sobre plano horizontal en los períodos analizados

Siguiendo el mismo procedimiento indicado para la etapa anterior se calcularon los aportes solares y en el Cuadro N°6 se indica cual es el valor estimado para cada elemento y cual su porcentaje relativo.

| Elemento | 24/1/2006 | | 25/1/06 | | 26/1/06 | | 27/1/06 | | 28/1/06 | | 29/1/06 | | 30/1/06 | | 31/1/06 | |
|----------|-----------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|
| | Kwh | % | Kwh | % | Kwh | % | Kwh | % | Kwh | % | Kw | % | Kwh | % | Kw | % |
| Muro NE | 0,13 | 11,3 | 0,52 | 7,7 | 0,55 | 7,5 | 0,55 | 7,4 | 0,57 | 7,6 | 0,56 | 8,6 | 0,38 | 7,1 | 0,88 | 26,3 |
| Muro NO | 0,07 | 6,1 | 0,33 | 4,9 | 0,35 | 4,9 | 0,35 | 4,8 | 0,36 | 4,9 | 0,36 | 5,2 | 0,18 | 3,3 | 0,51 | 15,2 |
| Cubierta | 0,03 | 2,5 | 0,06 | 0,9 | 0,07 | 1,0 | 0,07 | 0,9 | 0,07 | 0,9 | 0,07 | 1,0 | 0,08 | 1,3 | 0,07 | 2,2 |
| Ventanas | 0,91 | 80,1 | 5,87 | 86,5 | 6,26 | 86,6 | 6,44 | 86,9 | 6,42 | 86,6 | 5,86 | 85,2 | 4,72 | 88,3 | 1,88 | 56,3 |
| Totales | 1,13 | 100 | 6,79 | 100 | 7,21 | 100 | 7,42 | 100 | 7,42 | 100 | 6,84 | 100 | 5,28 | 100 | 3,36 | 100 |

Cuadro N°6 – Aportes solares por cada elemento transferidos efectivamente al interior del recinto en el período analizado. Los valores diarios de ganancias y pérdidas estimadas en el mismo período se muestran en el Cuadro N°7

| | 24/1/06 | 25/1/06 | 26/1/06 | 27/1/06 | 28/1/06 | 29/1/06 | 30/1/06 | 31/1/06 |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ganancias solares (Kwh) | 1,13 | 6,79 | 7,21 | 7,42 | 7,42 | 6,84 | 5,28 | 3,36 |
| Pérdidas por la envolvente (Kwh) | -3,75 | -4,55 | -5,96 | -4,21 | -3,07 | -3,12 | -13,69 | -5,56 |
| Diferencias (Kwh) | -2,62 | 2,24 | 1,25 | 3,21 | 4,35 | 3,72 | -8,41 | -2,2 |

Cuadro N°7 – Ganancias y pérdidas diarias estimadas en el recinto

Los valores cada media hora de las ganancias y pérdidas estimadas para el recinto en el período analizado y su comparación con las temperaturas interiores y exteriores medidas se muestran en las Figuras N° 9 y 10

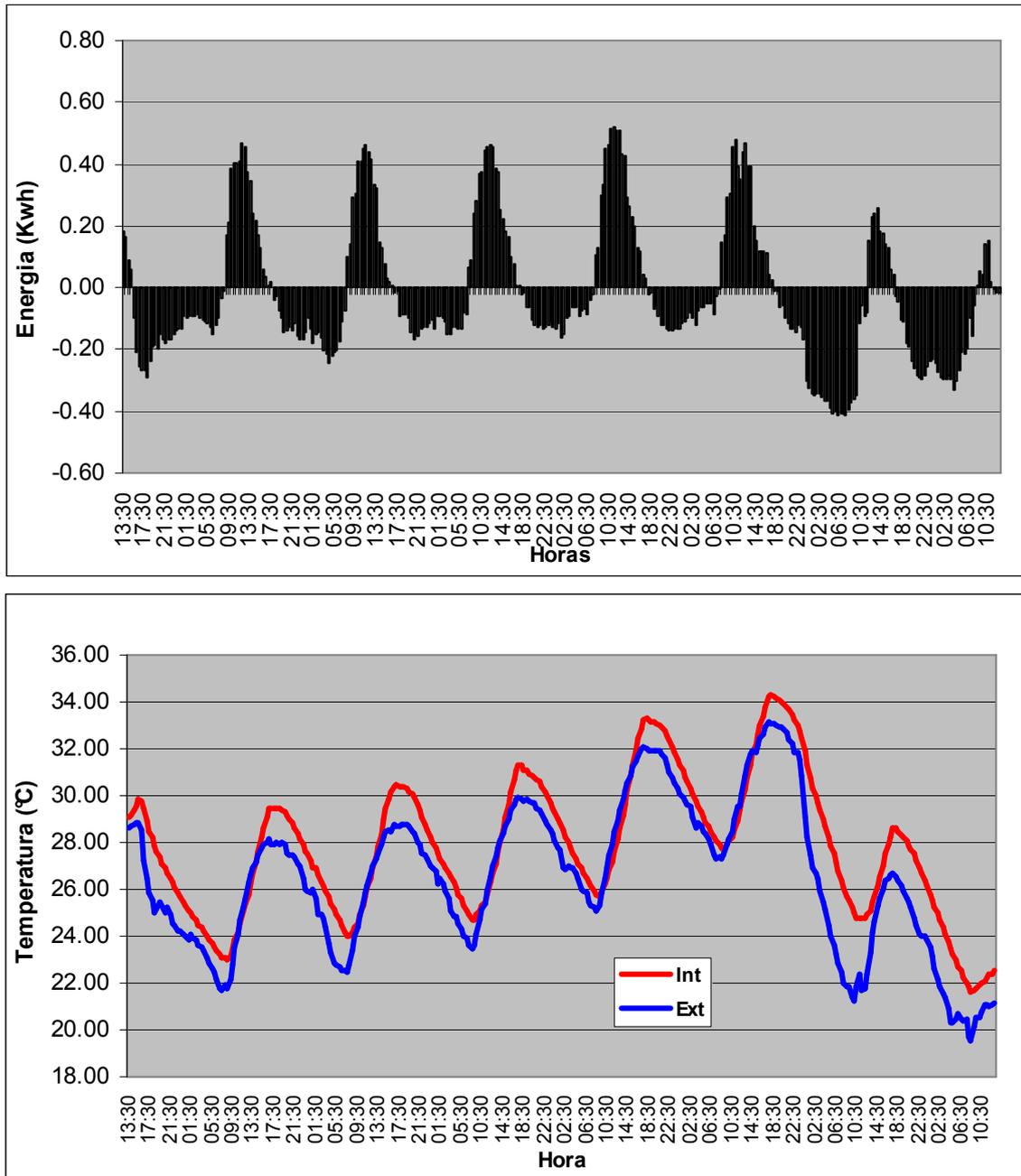


Fig. 9 y 10 –Balance de ganancias y pérdidas calculadas cada media hora entre las 13:30 hs del 24/01/2006 y las 12:30 hs del 31/01/2004 y su relación con las temperaturas interna y externa medidas.

CONCLUSIONES

Si bien existe consenso en el grupo de trabajo que los cambios constructivos realizados introducen sensaciones de mejoras termofísicas en el plano subjetivo, las mediciones realizadas no muestran hasta el momento cambios significativos. Una posible disminución en la temperatura radiante del cielorraso (con el equipo disponible no se pueden medir temperaturas superficiales), junto con un ligero aumento en la velocidad de aire interior, seguramente contribuyen a esa sensación de mejora pero la situación general en el verano sigue estando muy alejada de un marco termofísico confortable.

Por el contrario, algunos indicadores aparecen como ligeramente agravados. Tal es el caso en las diferencias de temperaturas entre los máximos internos y externo que ahora se muestran con mayores diferencias que en la situación original, aunque en forma poco significativa. Si es digno de destacarse que las temperaturas máximas internas se producen, con las mejoras, una o dos horas posteriores a las máximas externa, invirtiendo la situación anterior.

Los aportes solares efectivamente transferidos al interior son, con valores de irradiación solar similares para ambos períodos, bastante menores en la etapa actual con las mejoras realizadas, lo cual constituye otro elemento destacable.

La influencia de los aspiradores eólicos no se ha notado hasta el momento y requiere de mediciones y evaluaciones sistemáticas y específicas hasta llegar a conclusiones firmes y objetivas, tomando en cuenta diferentes velocidades y orientaciones del viento en las zonas próximas al Laboratorio y como esto se refleja en los caudales extraídos.

Por otro lado, se estima que el previsto reemplazo de las ventanas existentes, por una única ventana de menor superficie y características particulares, producirá un efecto claramente medible en el interior del recinto.

El cubrimiento de los muros NE y NO con enredaderas es otra mejora en proceso (que llevará bastante tiempo para ser evaluada debido al lento crecimiento de los vegetales ya plantados) y sobre la que existe una favorable expectativa.

Queda claro para el grupo de trabajo, que el tratamiento a aplicar sobre un edificio de estas características para el período de verano es complejo y seguramente integral, a diferencia de lo que sucede en el período frío en el que cualquier mejora tiene un correlato más fácil y rápidamente medible.

Será necesario para futuras evaluaciones mejorar el instrumental utilizado, incorporando sensores de temperaturas superficiales y de temperatura radiante con ángulo de 360°. Sería ideal poder duplicar el termoanemómetro actualmente disponible para medir simultáneamente velocidades y caudales de ingreso y salida de aire del recinto.

De cualquier manera se considera a la experiencia en curso como sumamente positiva tanto por lo ya verificado y estimado como por la potencialidad que demuestra.

AGRADECIMIENTOS

Los autores mucho agradecen a Raúl Righini y a Hugo Grossi Gallegos el haberles facilitado los datos de irradiación solar medidos en el predio de la UNLU en los veranos 2004 a 2006

BIBLIOGRAFIA

IRAM 11601 (2002) : Aislamiento Térmico de Edificios – Métodos de Cálculo – Tercera Edición 10/10/2002

Lai C. (2003)

Experiments of the ventilation efficiency of turbine ventilators used for building and factory ventilation – Energy and Buildings 35 pages 927-932

Yarke E., Fujol M., Vitali L. y Seoane M. (2004)

Ventilación Natural: Estimación de Parámetros Sobre Modelos a Escala Utilizando Equipamiento de Bajo Costo – revista AVERMA – Volumen 8 - N°2 – Sección 8 – 01 – La Plata

ABSTRACT: A building constituted by one single zone, located into the University of Luján is turned an experimental prototype by the work group. It's interesting of this place his particular location without relationship with the rest of the buildings, its constructive characteristics and very poor thermal behavior on summer weather, where the high internal temperatures turn the place inhabitable. With the intention of accumulate experience useful for economic houses with similar behaviors; we set out a series of successive low cost improvements, suitable to be evaluated by their results in gradual way. We start with measurements and balances made on the prototype in its original version and then compare results with the same measurements and balances done after the first stage of the predicted improvements. Of all the proceeding, we show the methodology used, the results obtained and the conclusions.

Keywords: Power (thermal) evaluations, summer thermal behavior, gradual improves