

SIMULACION NO ESTACIONARIA MEDIANTE SIMEDIF DEL ALA OESTE DEL EDIFICIO DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Alejandro Hernández, Silvana Flores, Nahuel Salvo y Graciela Lesino*

INENCO - Universidad Nacional de Salta - CONICET
Calle Buenos Aires 177, (4400) - Salta, Argentina
Teléfono: 54 87 255424, Fax: 54 87 255489
E-mail: alejo@ciunsa.edu.ar

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de una simulación no estacionaria del comportamiento térmico del ala oeste del edificio de Ecología de la Facultad de Agronomía de la UNLPA, realizada mediante el programa SIMEDIF. En base a consideraciones de simetría geométrica, se plantea la hipótesis de adiabaticidad en el plano divisorio entre las alas este y oeste a fin de descartar la influencia de los locales no monitoreados. Se presentan gráficos en los que se comparan datos medidos con las curvas resultantes de la simulación, con una aproximación del orden de 1 °C. De esta forma se evidencia la potencialidad del programa SIMEDIF ante simulaciones en condiciones meteorológicas no estacionarias.

INTRODUCCION

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación BID 802/OC-AR-PICT N° 13-00000-01895 “Sistemas Pasivos e Híbridos de Refrescamiento” desarrollado en el INENCO bajo la dirección de la Dra. Graciela Lesino, y consiste en la simulación de los datos de temperatura medidos en el ala oeste del edificio de Ecología de la Facultad de Agronomía de la UNLPA. Dicho edificio, masivo y aislado térmicamente, cuenta con acondicionamiento térmico pasivo a través de grandes ganancias solares para el calentamiento durante el invierno y de tubos enterrados de corta longitud para el refrescamiento en verano. Los datos medidos se analizan en otro trabajo presentado a este Congreso (Hernández et al, 1999) figurando en él la descripción del edificio y el detalle de los locales monitoreados. Se efectuó la simulación mediante el programa SIMEDIF, destacándose su carácter de **no estacionaria** al reproducir el comportamiento térmico del edificio en una serie de días reales, algunos soleados y otros nublados. A continuación se detallan la hipótesis de trabajo y los parámetros de la simulación y se presentan los gráficos comparativos entre los datos medidos y simulados.

HIPOTESIS DE TRABAJO

Debido a que sólo se monitoreó el ala oeste del edificio, fue necesario plantear una hipótesis de trabajo que permitiera simular los datos medidos independientemente del comportamiento térmico de los locales no monitoreados del ala este.

Dicha hipótesis se basa en la simetría geométrica del edificio respecto del plano norte-sur que permite suponer un comportamiento térmico simétrico respecto de dicho plano. Se descartó entonces la influencia del ala este colocando tabiques adiabáticos imaginarios en el centro del invernadero y del pasillo en el sector de ingreso al edificio con lo cual se presupone que no existen flujos de energía entre ambas alas.

PARAMETROS DE LA SIMULACION

Se decidió simular la totalidad de locales del ala oeste (diez) a pesar de haber sido monitoreados sólo ocho. En base a los planos de construcción del edificio se determinaron los datos geométricos, obteniéndose las propiedades físicas de los materiales previstos en el pliego de licitación a partir de tablas. Se fijaron los coeficientes convectivos interiores sobre paredes, pisos, techos y tabiques de locales sin ganancia solar en 6 W/m² y en 8 W/m² para los soleados. Los coeficientes convectivos externos se fijaron en 12 W/m², valor que corresponde a una velocidad media de viento de 1,6 m/s, de acuerdo a los valores medidos. Las variables de ajuste fueron las renovaciones de aire por hora y las áreas de radiación de los locales soleados por razones que se explicitan más adelante. El número de renovaciones de aire por hora (hacia el exterior) asignado a cada local figura en la tabla 1.

Oficinas 1 y 2	Oficina 3	Invernadero	Pasillo	Baños	Laborat. 1 y 2	Laboratorio3
2	1	3	0	1.5	1.5	1

Tabla 1: Valores de renovaciones de aire por hora de cada local

* Investigador de CONICET

Dado que el Pasillo está conectado con el exterior sólo a través de una ventana y una puerta con muy buena estanqueidad, sin contar con ducto de ventilación, se redujo su número de renovaciones de aire por hora a 0.

Los locales asoleados son las tres oficinas, el invernadero y los laboratorios 1 y 2. Las áreas de radiación asumidas, en m², figuran en la tabla 2.

Oficina 1	Oficina 2	Oficina 3	Invernadero	Laboratorio 1	Laboratorio 2
3	4.5	1	5.75	2.5	6

Tabla 2: Areas de radiación de locales asoleados

Los valores correspondientes a las oficinas no coinciden con las áreas de las ventanas debido a que el edificio se encuentra actualmente en uso y sus ocupantes levantan las cortinas de enrollar a distintas alturas según sus necesidades lumínicas diarias. Durante el monitoreo se llevó un registro de dichas alturas a fin de calcular los valores medios de las áreas expuestas a la radiación solar. En particular, el área de radiación de la oficina 2 debió ser sobrevaluada considerablemente respecto de su valor medio para poder obtener un buen ajuste en la temperatura del local. Las áreas de radiación de los laboratorios también debieron ser sobrevaluadas respecto de las de las ventanas correspondientes, las cuales no poseen cortinas.

Debido a que en el invernadero se estaban realizando experiencias de crecimiento de plantas en condiciones simuladas de iluminación, siete lámparas de 250 W agregaban una carga térmica de 1.750 W no prevista en la etapa de diseño. Esta carga fue simulada, a través de un índice de radiación ficticio, como una ganancia de energía por parte de la pared medianera entre el invernadero y la oficina 3 (dada la cercanía de las luminarias a este muro) asignándole un área de radiación de 1,2 m². La variabilidad en el encendido y apagado de las lámparas hizo necesario el cargado a mano, hora por hora, de la potencia disipada por las mismas, reemplazando los valores ficticios provenientes del índice de radiación mencionado.

Los valores de temperatura medidos evidencian poco acoplamiento entre el invernadero y el pasillo, separados simplemente mediante una mampara de vidrio. Debido a que el sensor de temperatura del pasillo se encontraba frente a la oficina 2 (muy alejado del invernadero) el salto térmico entre invernadero y pasillo en el sector de ingreso al edificio puede haber sido superior al sensado, razón por la cual se debió disminuir el coeficiente global de pérdida de la mampara a sólo un 23 % del valor esperado, a la vez que se aumentó el número de renovaciones de aire del invernadero de 2 a 3 renovaciones por hora a fin de evitar su sobrecalentamiento.

RESULTADOS DE LA SIMULACION

A fin de alcanzar las condiciones iniciales para el período de monitoreo se simularon 5 días previos con datos de temperatura ambiente y radiación solar obtenidos en la estación meteorológica ubicada dentro del predio de la universidad. Los datos de radiación provistos por dicha estación resultaron ser considerablemente superiores a los medidos por lo que se los afectó con un coeficiente de proporcionalidad a fin de obtener un buen ajuste entre los valores diarios. A partir de allí se continuó la simulación con los datos meteorológicos medidos durante ocho días.

A continuación se presentan gráficos donde se comparan los valores medidos y simulados de cada local.

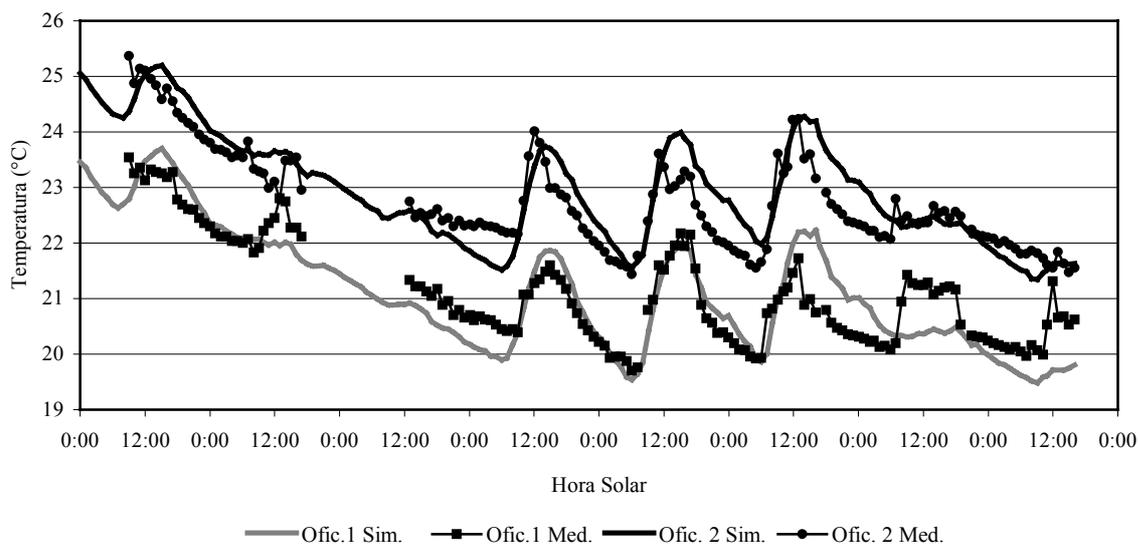


Figura 1: Comparación de los valores medidos y simulados de las oficinas 1 y 2

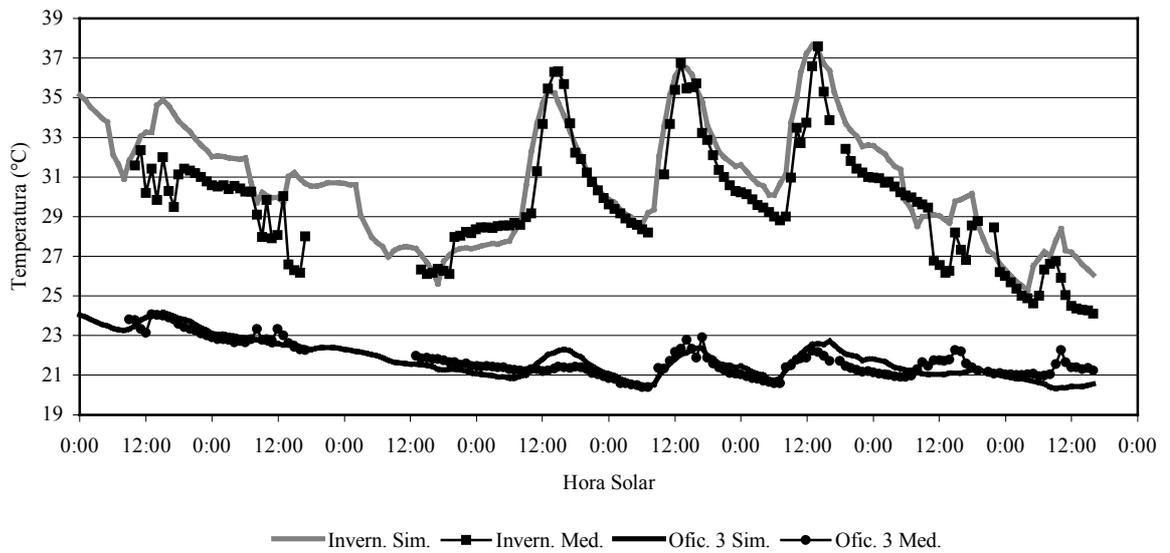


Figura 2: Comparación de los valores medidos y simulados del invernadero y la oficina 3

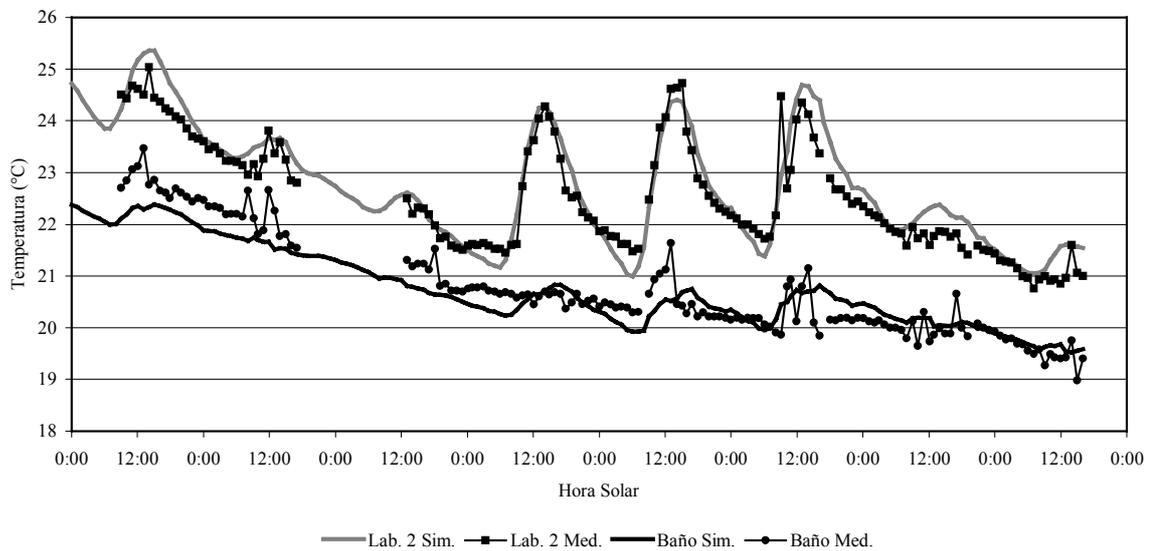


Figura 3: Comparación de los valores medidos y simulados del Laboratorio 2 y del Baño de damas

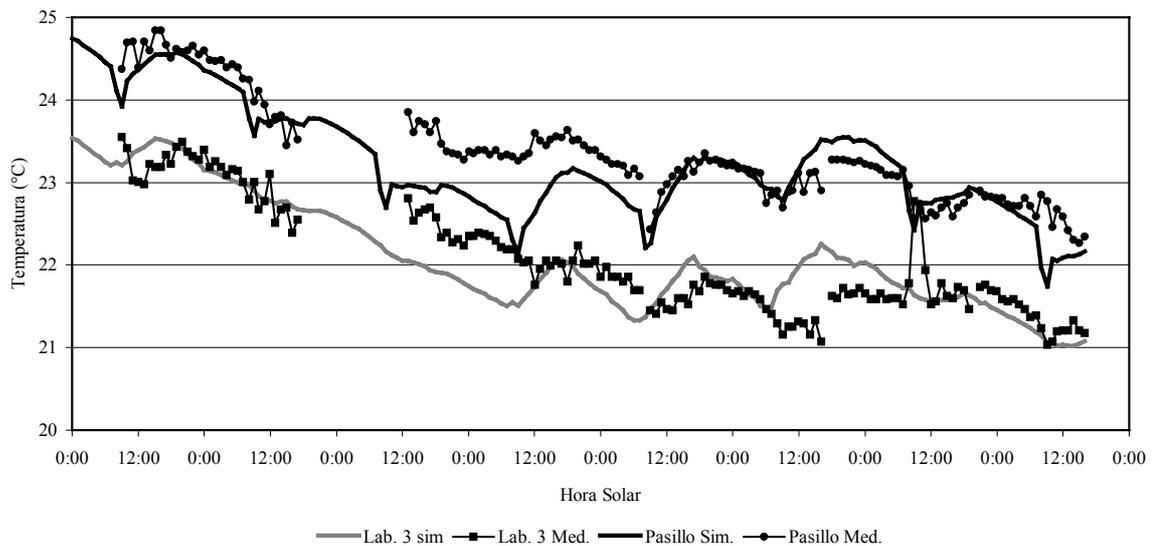


Figura 4: Comparación de los valores medidos y simulados del Laboratorio 3 y del Pasillo

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

En las cuatro gráficas, los sectores interrumpidos en las curvas de datos medidos corresponden a períodos en que el equipo de monitoreo salió de funcionamiento. Sin embargo las curvas simuladas dan la tendencia del comportamiento térmico de los locales. En la Figura 1 se aprecia que los valores medidos y simulados de las oficinas 1 y 2 ajustan con un error máximo del orden de 1 °C, con buen acuerdo entre las temperaturas medias, las amplitudes y las horas del día en que se producen los máximos y mínimos. Lo mismo ocurre con la oficina 3 según se aprecia en la Figura 2.

En el caso específico del invernadero, si bien el ajuste sigue siendo muy bueno en temperatura media y extremas, se evidencia un desfase horario entre lo medido y lo simulado del orden de 2 horas, situación que requiere de un análisis particular a fin de determinar su origen y la correspondiente corrección para futuras simulaciones.

En la Figura 3 se comparan los resultados del laboratorio 2 y del baño de damas (el laboratorio 1 y el baño de caballeros no fueron monitoreados). Debido a que el edificio se encuentra en uso, la apertura de la puerta del baño es aleatoria y no puede ser simulada exactamente por el SIMEDIF. Sin embargo, el ajuste es aceptable dentro de 1 °C como así también en el caso del laboratorio.

Finalmente, en la Figura 4 se aprecia también una buena correspondencia entre las curvas medidas y simuladas para el pasillo y el laboratorio 3 lo cual demuestra que la fuerte hipótesis de adiabaticidad supuesta en el plano medio del edificio permite simular el comportamiento del ala oeste con un aceptable grado de exactitud, independientemente de lo que ocurra térmicamente en los locales del ala este.

CONCLUSIONES

La hipótesis de trabajo planteada resultó ser suficientemente apropiada para la simulación de los datos medidos ya que la máxima diferencia entre medición y simulación es del orden de 1 °C en todos los locales. Debido a la gran masa del edificio fue necesario simular su comportamiento térmico durante 5 días previos al período de monitoreo a fin de lograr que alcanzara el régimen estacionario bajo las condiciones iniciales de temperatura medidas. El éxito en el logro de estas condiciones iniciales y la simulación de datos no estacionarios, con días nublados y soleados, evidenció la gran potencialidad del programa SIMEDIF ya que habitualmente es empleado bajo condiciones meteorológicas estacionarias en la etapa de diseño de edificios.

Si bien a los efectos de determinar los parámetros físicos de un edificio bajo estudio es conveniente monitorearlo en las condiciones óptimas de diseño (no ocupado por los usuarios), el monitoreo bajo condiciones de uso permitió analizar con mayor detalle su respuesta dinámica ante la apertura y cierre de puertas y el control de la ganancia solar mediante las cortinas de enrollar, condiciones difíciles de simular con el SIMEDIF.

Dentro del proyecto se encuentran planificadas otras campañas de monitoreo en este edificio, en otras épocas del año, las que permitirán comprobar si los parámetros considerados en esta simulación son apropiados para ser aplicados bajo otras condiciones meteorológicas y de operación, o deben ser corregidos. Los resultados de dichos monitoreos y simulaciones serán publicados oportunamente.

REFERENCIAS

Hernández A., Salvo N., Filipin C. y Lesino G. (1999), Medición del Comportamiento Térmico del Ala Oeste del Edificio de Ecología de la Facultad de Agronomía de la UNLPa”, trabajo presentado a la *XXII Reunión de Trabajo de ASADES*, 1999, Tucumán. Argentina. En Prensa.

NOTA:

En el Proyecto BID 802/OC-AR-PICT N° 13-00000-1895 participan el INENCO-Salta, el INENCO-Catamarca y la Arq. Celina Filipin de La Pampa.