

REFRESCAMIENTO EVAPORATIVO INDIRECTO: PILETA DE TECHO

Nahuel Salvo y Graciela Lesino *

Instituto de Investigaciones en Energia No Convencional
Universidad Nacional de Salta - CONICET
Calle Buenos Aires 177, 4400 - Salta, Argentina

RESUMEN

En el presente trabajo se describe un prototipo construido en la Universidad Nacional de Salta para el ensayo de un sistema de enfriamiento evaporativo indirecto consistente en un recinto muy bien aislado con una pileta de techo cubierta, con agua. Se muestran los datos obtenidos del monitoreo y se calculan los diferentes coeficientes de transferencia de calor y masa por regresión lineal múltiple. Se comentan los resultados.

INTRODUCCION

En las regiones de clima cálido seco, especialmente aquéllas con viento, el enfriamiento evaporativo es el sistema de enfriamiento pasivo más adecuado. Existen objeciones referidas a la salud de los usuarios de los locales así refrigerados basadas en el incremento de la humedad ambiente. Para salvar estas objeciones pueden usarse métodos indirectos. En el presente trabajo se describe la construcción y monitoreo de un prototipo de enfriamiento evaporativo indirecto mediante una pileta de techo cubierta, se muestran los resultados obtenidos y se realiza un análisis preliminar de los parámetros de las transferencias de calor y masa.

DESCRIPCION DEL PROTOTIPO

Se trata de un local de $3,3 \times 3,3 \text{ m}^2$ de altura media 2,75 m. Los paneles que constituyen las paredes están constituidos de una plancha de 5 cm de poliestireno expandido recubierta de chapa de hierro galvanizado. Una losa de 5 cm de espesor de hormigón pobre constituye el contrapiso, que no tiene recubrimiento. El techo es de canalón de fibrocemento de onda sinusoidal de 12,5 cm de altura. Un pequeño muro cierra lateralmente la pileta sobresaliendo unos 25 cm por sobre la cresta del canalón. Un sobretecho de chapa de aluminio sostenida con vigas metálicas sombrea la pileta a una altura de 40 cm sobre el muro lateral. Se ha tenido especial cuidado en que la estructura de soporte no obstaculice la entrada del viento que debe lamer el pelo de agua de la

*SAPIU-CONICET

pileta para promover mayor evaporación. La cubierta superior es de aluminio para disminuir la transferencia por radiación infrarroja hacia el agua.

EQUIPO DE TOMA DE DATOS

La toma de datos se hizo con un datalogger con salida grabada en cinta magnética. Las temperaturas interiores, de las diferentes superficies, exterior, del piso y del agua de la pileta se midieron con termocuplas. La velocidad del viento se midió con un anemómetro de cazoletas con salida análoga en la escala de 15 m/s (54 km/hora) y un período de integración de 2,5 minutos. El datalogger promedia cada 10 minutos. El anemómetro es sensible a velocidades mayores de 0,3 m/s (1,1 km/hora). La elección de la escala se hizo teniendo en cuenta que en el período de medición suelen producirse vientos de alta velocidad. La zona tiene valores promedio de velocidad de viento bajos pero por razones operativas se debió construir el prototipo en el campus de la Universidad por lo que se aprovechó la época en que sopla el zonda. La humedad del aire se midió mediante termómetros de bulbo seco y húmedo manualmente. Las otras variables psicrométricas se obtienen del programa PSICRO [1] que tiene en cuenta la altura sobre el nivel del mar. El nivel del agua de la pileta se midió mediante un sistema de vasos comunicantes, manualmente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las figuras muestran: 1 a y b, el nivel del agua de la pileta y la velocidad de evaporación; 2 las temperaturas medias diarias del interior, ambiente exterior y del agua de la pileta en el fondo y en la parte media; 3 a y b la humedad relativa y el contenido de agua del aire; 4 a y b la velocidad del viento en un día de casi calma y en un día de viento zonda; 5 las temperaturas de instantáneas del interior, el ambiente exterior, la pileta y la temperatura bulbo húmedo exterior, mínimo teórico de la del agua de la pileta.

Se calculó el coeficiente de transferencia de masa [2], a través del balance de masa de la pileta, por regresión lineal múltiple de cuadrados mínimos. Los valores obtenidos para dicho coeficiente, suponiéndolo de la forma $h_m = h_{m0} + h_{m1} \cdot v$ donde v es la velocidad del viento en m/s, son $h_{m0} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^2\text{s}$ y $h_{m1} = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$. En la hipótesis de proporcionalidad a través del Número de Lewis $Le = h_m/h_c \cdot c_{p(\text{aire húmedo})}$ donde h_c es el coeficiente de transferencia térmica, el valor de h_{m0} es más alto y el de h_{m1} más bajo, si se comparan con $h_c = 2,8 + 3,8v$, con v en m/s. Todos los coeficientes de transferencia térmica se expresan en w/m^2C . Esta diferencia puede explicarse por el hecho de que el anemómetro no es sensible para valores bajos.

El balance térmico de la pileta permite calcular, por el mismo método, el valor del coeficiente de transferencia térmica desde el fondo de la pileta hacia el local acondicionado, resultando $h_{pc} = 7,2$, teniendo en cuenta la mayor área del canalón con respecto al área de pileta. Para superficie horizontal plana y transferencia de calor hacia arriba, el valor aceptado es 9,7. También se recalcularon h_{c0} y h_{c1} , obteniéndose $h_{c0} = 5,8$ y $h_{c1} = 1,2$. Se repite la tendencia observada en el cálculo a partir de la transferencia de masa. La emisividad infrarroja de la chapa de aluminio resulta de este ajuste igual a 0,2, valor dentro de los límites de la literatura (según la terminación y el grado de oxidación).

En general, los resultados obtenidos son satisfactorios, observándose el efecto de refrigeración deseado [3]. Se puede observar que las temperaturas del aire exterior, interior, agua de la pileta y bulbo húmedo están ordenadas de esta manera, de mayor a menor lo que indica que el calor es

transferido desde el exterior al interior, desde el interior a la pileta, y que ésta se mantiene por sobre el mínimo teórico. En lo que se refiere a la relación temperatura bulbo húmedo, temperatura de la pileta, se debe tener en cuenta la inercia térmica de la masa de ésta. Las diferencias de temperaturas observadas indican cierta estratificación del agua. Los coeficientes obtenidos para la transferencia de calor y masa están dentro del orden de magnitud pero son extremadamente sensibles a la medida de nivel por lo que en la próxima campaña de medidas se debe mejorar su precisión. También se prestará mayor atención a la estratificación.

REFERENCIAS

- [1] Desarrollo de una calculadora psicrométrica, Diego Saravia. presentado a la XV Reunión de la ASADES, Catamarca, 1992.
- [2] Evaporative cooling: roofs as dissipators, F.M. Loxsons and B. Kelly, Passive Cooling Handbook, Amherst, 1980.
- [3] Prototipo de vivienda para ensayo de refrescamiento, Graciela Lesino et al, Actas de la IX Reunión de Trabajo de la ASADES, San Juan, Argentina, 1984.

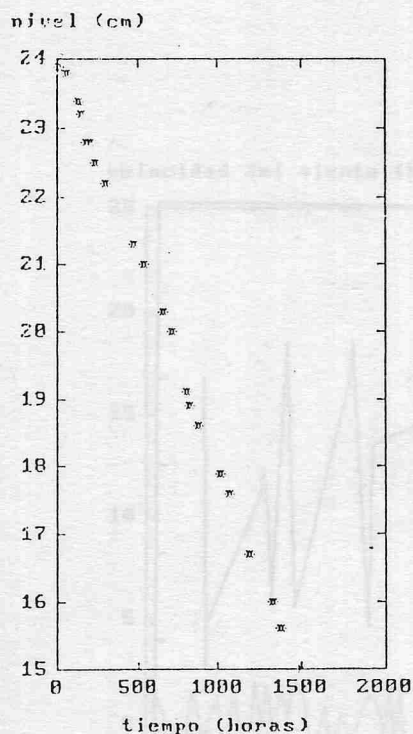


Fig. 1 a

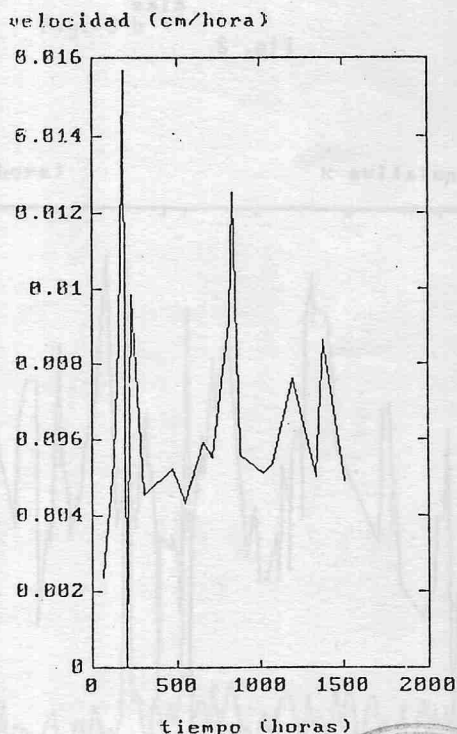
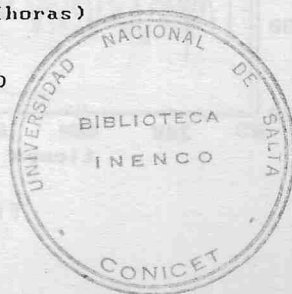


Fig. 1 b



temperaturas medias diarias

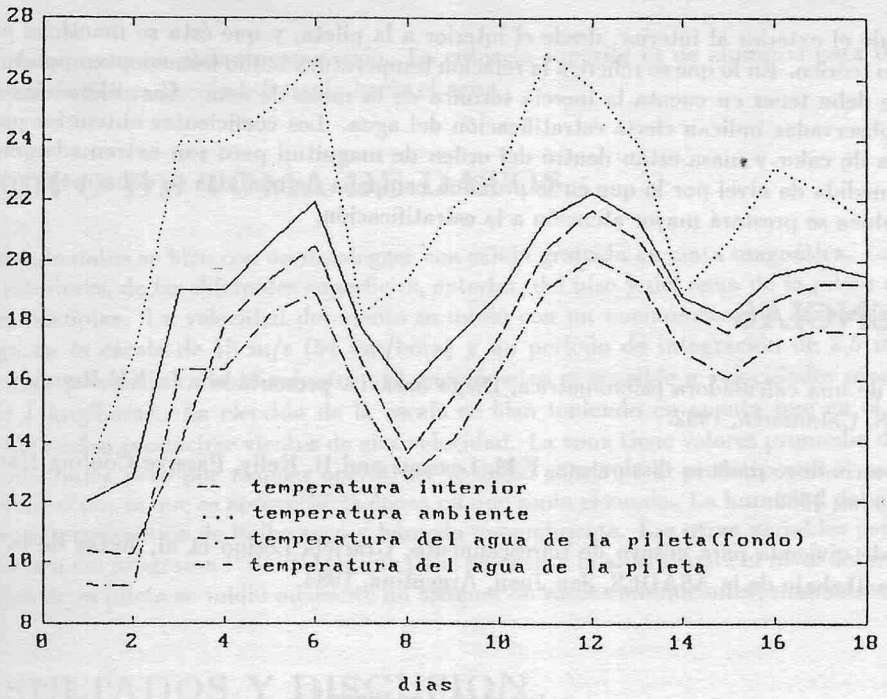


Fig. 2

humedad relativa %

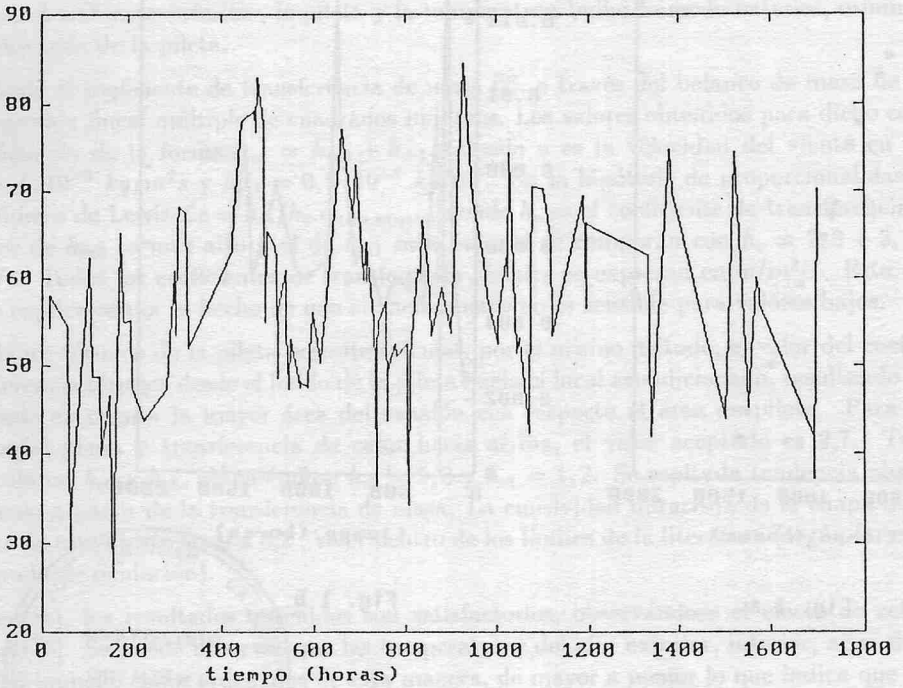


Fig. 3 a

contenido de agua (g/kg)

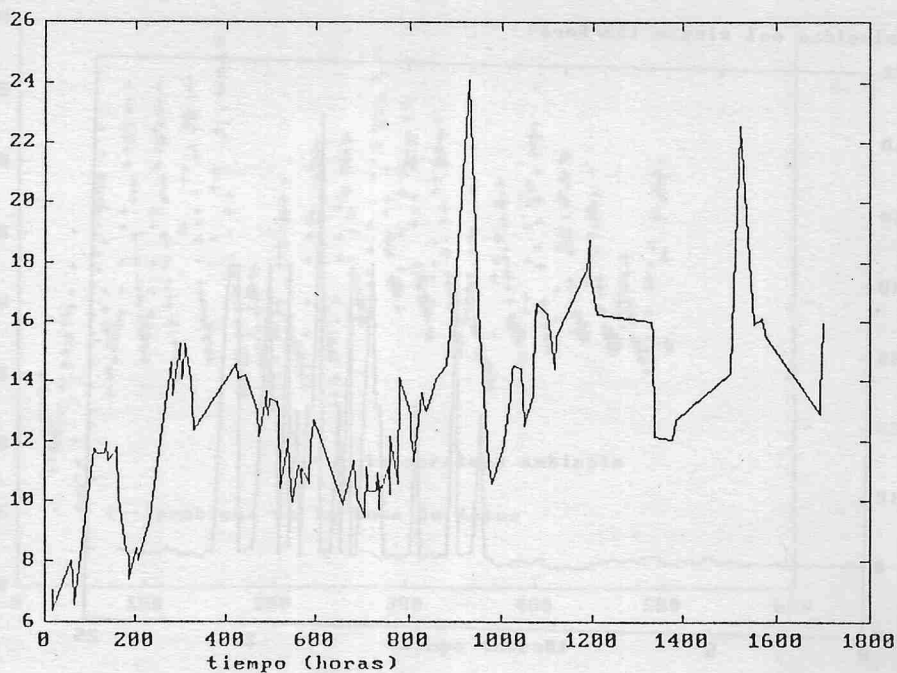


Fig. 3 b

velocidad del viento (km/hora)

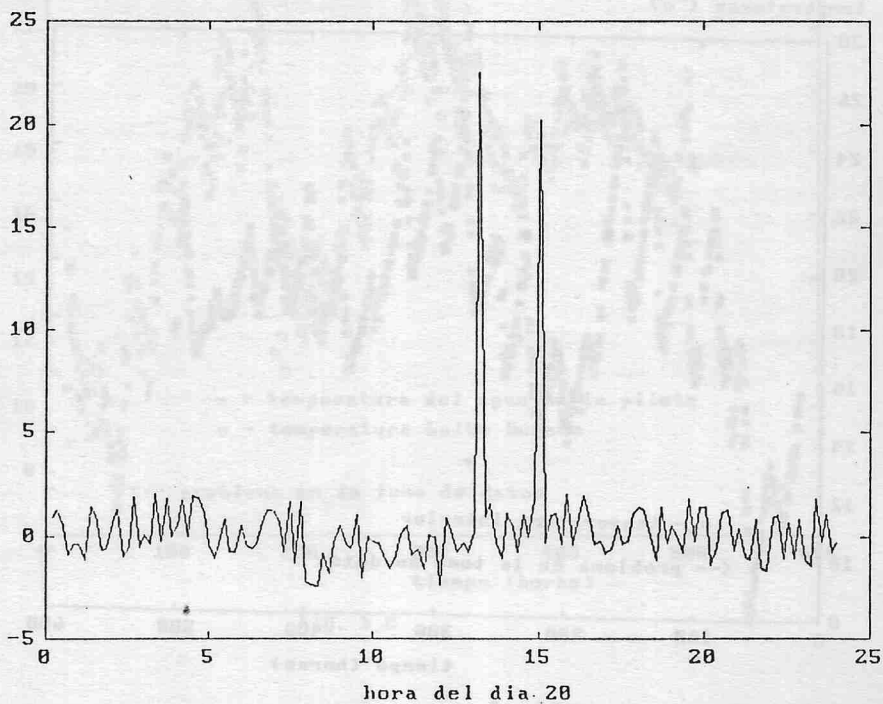
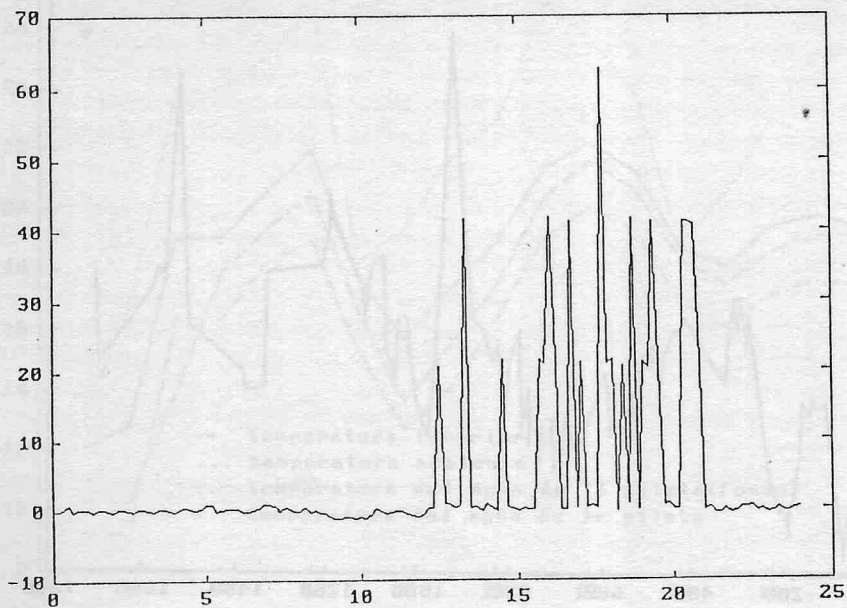


Fig. 4 a

velocidad del viento (km/hora)



hora del dia 60

Fig. 4 b

temperaturas ($^{\circ}$ c)

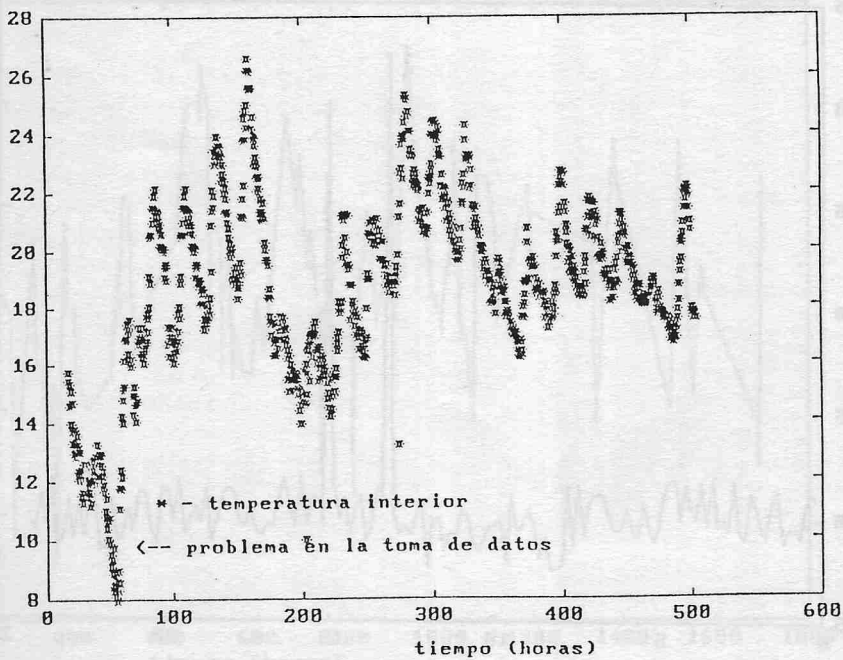


Fig. 5 a

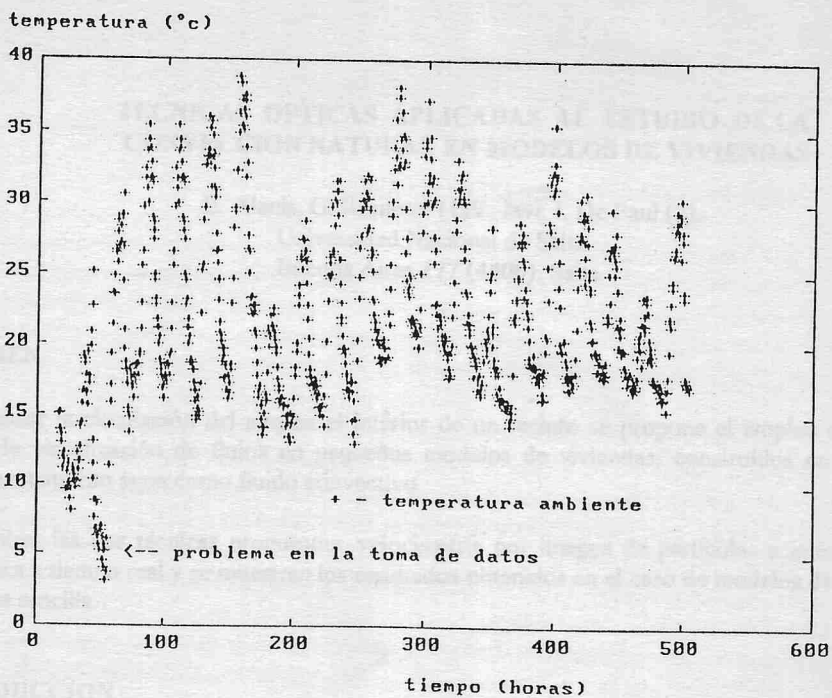


Fig. 5 b

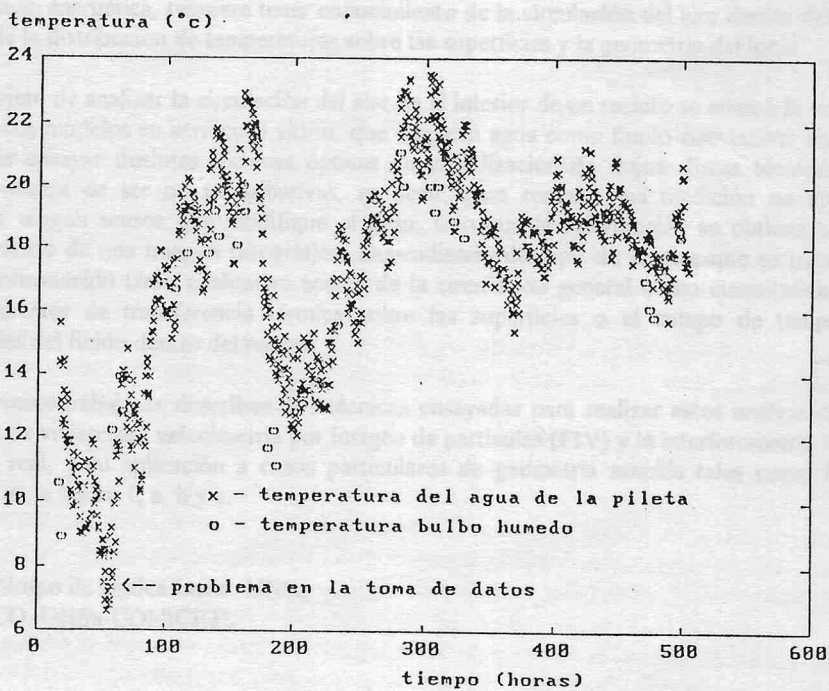


Fig. 5 c