

PROTOTIPO DE SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE
MEDIANTE DESHUMIDIFICACION ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO

Luis Cardon * , Gabriel Chiarito * , Graciela Lesino **

INENCO † , Universidad Nacional de Salta
Buenos Aires 177, 4400 Salta

RESUMEN

En este trabajo se presentan algunas consideraciones de diseño y el estado de avance de la construcción de un prototipo de sistema de acondicionamiento de aire mediante deshumidificación enfriamiento evaporativo y vivienda de ensayo que se construye actualmente en los predios de la Universidad Nacional de Salta.

Este prototipo es parcialmente financiado por la SECYT y se espera que este concluido y apto para su experimentación durante el verano de 1986.

SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO

El sistema de acondicionamiento propuesto es del tipo denominado de absorción de ciclo abierto (1) y operara con solución de Cl_2Ca . El mismo se esquematiza en la fig.1. consta de una etapa de deshumidificación 4-5 en la fig 1., una etapa de enfriamiento sensible 5-6 y una etapa de enfriamiento evaporativo 6-7.La carga térmica de diseño es de 2000 W de refrigeración y la carga de humedad de 2 kg/hr.

El ciclo descrito se muestra en el diagrama psicrométrico de la fig. 2.En ella se han hecho algunas simplificaciones al no considerar un calentamiento sensible debido al ventilador, que es de aproximadamente 1 2,3-4 en fig 1. y la introducción de aire fresco o de renovación,2-3. En la fig. 1 se ha querido mostrar además del ciclo global, algunas de las diferentes alternativas en consideración para llevar a cabo las operaciones individuales.

Para las etapas de enfriamiento evaporativo y de deshumidificación las alternativas de equipo son muy similares. En ambos casos se requiere una gran area de superficie de contacto agua o solución y aire con la menor pérdida de carga posible.Se ha ensayado con cámaras de humidificación con

bandas de yute (arpillera) colgadas de distribuidores de agua (2), con buenos resultados y consideramos que la alternativa mas tradicional como lavadores de aire, o cámaras de aspersión de agua puede tener ventajas con respecto al area de superficie de contacto y pérdida de carga en la corriente de aire, pero se requiere presión de agua para su funcionamiento.

En el caso del deshumidificador, debe considerarse la posibilidad de colocar intercambiadores de calor para retirar el calor de absorción generado en el equipo.

La etapa de enfriamiento sensible se presta a una variedad de soluciones que pasan desde el intercambiador de calor agua-aire del tipo usado en automóviles hasta intercambiadores que aprovechen las temperaturas menores posibles de obtener y durante la noche mediante radiación nocturna y evaporación acumuladas en piletas de agua.

En la etapa de regeneración de la solución de Cl_2Ca , nos hemos inclinado por el uso de colectores regeneradores de placa plana (1), que podrán operar en forma acoplada al equipo de refrigeración. Dado que en la etapa de deshumidificación se requiere solución fría, debe incorporarse un intercambiador de calor que a la vez de enfriar la solución hacia el deshumidificador recupere calor para la solución hacia el regenerador. Cabe la posibilidad de operar el equipo en lotes lo que permite la acumulación de solución y que aproveche las fuentes frías nocturnas.

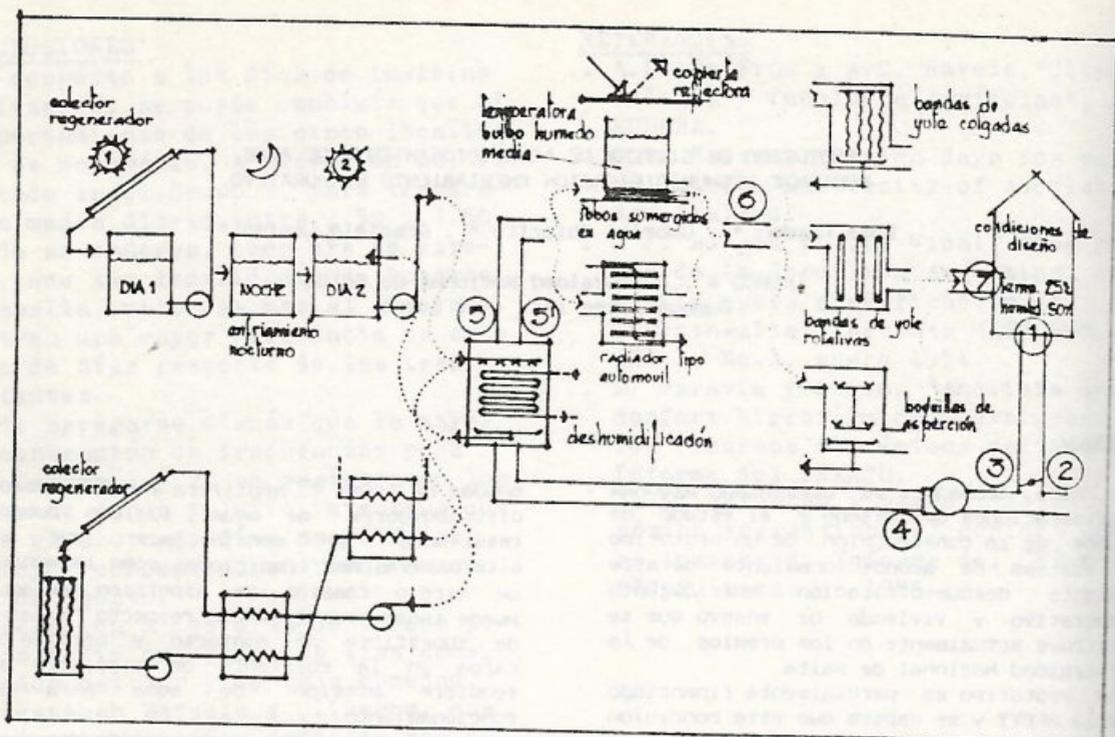
PREDIMENSIONAMIENTO DEL AREA DE COLECTORES

Se ha hecho un predimensionamiento del area de colectores. El restablecimiento de nuestra facilidad de calculo con la computadora PDP11 permitirá hacer un analisis detallado, hora por hora, que permitirá optimizar el diseño.

* Becario del CONICET

** Investigador del CONICET

† Instituto UNSA-CONICET



BASES PARA EL DIMENSIONAMIENTO

1. Datos meteorológicos.

Debemos tener en cuenta las condiciones meteorológicas al considerar los siguientes aspectos del diseño:

- a) El cálculo de la carga frigorífica.
- b) La evaluación de la razón de evaporación en los colectores regeneradores.

La importancia del primer punto queda relativizada debido al fuerte control del calor y humedad que entra al recinto, impuesto por las características constructivas del mismo. Así, permitiremos una carga térmica aproximadamente igual a la potencia nominal de refrigeración del equipo que construiremos. Para el mismo las especificaciones son:

Carga Térmica 2000 W

Carga de Humedad .9 kg/hr

Relación de entalpía humedad : 6.9 EE06 J/kg

Para la razón de evaporación usaremos valores promedios obtenidos por simulación para localidades de clima más riguroso (1). Recordemos que no se encontró grandes diferencias en rendimiento en colectores-regeneradores en las localidades analizadas en nuestro trabajo precedente (1).

2. Se usaran colectores regeneradores abiertos, operando con solución de $CaCl_2$.

Los colectores serán del mismo tipo que los ensayados hasta ahora, (1).

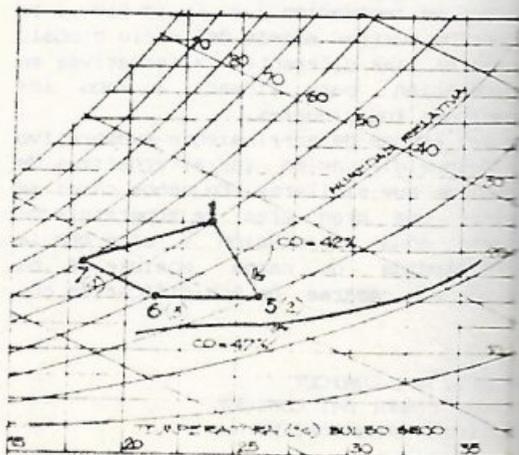
Asumiremos que la razón de evaporación R será de .5 Kg/m² hr. Este valor supone condiciones meteorológicas de las localidades simuladas mencionadas anteriormente.

La concentración de la solución será 44-47 %.

3. Se dimensionará en base a las necesidades de un ciclo de acondicionamiento cuyas etapas serán:

- a) deshumidificación
- b) enfriamiento sensible
- c) enfriamiento evaporativo

a) Para una concentración dada, conviene una temperatura para la solución tal que la humedad relativa del aire en equilibrio con la misma sea mínima, (dejamos para el dimensionamiento definitivo el análisis de la humedad absoluta). Esta condición se da cuando la temperatura y la concentración sean tales que la solución se encuentre sobre la línea de saturación, que fue marcada con trazo grueso en el diagrama psicrométrico de la fig. 2.



ajada la concentración de trabajo, queda fijada también la humedad absoluta del aire de salida del deshumidificador, definiendo el estado de entrada a la etapa de enfriamiento sensible.

b) El estado final del aire luego de la etapa de enfriamiento sensible queda determinado por la temperatura del agua de enfriamiento disponible que supondremos a 8°C.

c) La intersección de una línea de entalpía constante que pase por el punto final de la etapa de enfriamiento sensible, con la línea de estado del espacio define las condiciones de entrada del aire al recinto a acondicionar.

El proceso descrito se muestra en el diagrama psicrométrico de la fig.2. Del mismo se tomaron los valores necesarios para el dimensionamiento obteniéndose para: condiciones de confort;

$t_i = 23.8 \text{ C}$

$w_i = .0094 \text{ kg/kg}$

Características de la carga higrotérmica:

$Q = 2000 \text{ W}$

$m_w = .9 \text{ kg}$

$Q = 6.9 \text{ EE06 J/kg}$

Cantidad de aire que hay que procesar:

$m_a = m_w / (w_4 - w_1) = 606 \text{ kg/hr}$

Cantidad de agua que hay que extraer en el deshumidificador:

$m = (w_2 - w_1) * m_a = 1.8 \text{ kg/hr}$

Área de colectores necesaria:

$A = M/R = 1.8 / .4 = 4.5 \text{ m}^2$

DESCRIPCION CONSTRUCTIVA

El acondicionamiento principal para este prototipo era la posibilidad simple y rápida de montar un edificio capaz de ser movilizado con la menor cantidad de material de pérdida en cada localización.

El módulo experimental se compone de una estructura metálica de vigas, columnas y encadenados reticulados que con uniones abulonables permite el montaje total del paralelepípedo en horas. Esta sirve de base para la colocación del techo de chapa galvanizada que también se fija mediante abulones.

El cerramiento perimetral y el cielorraso, se construyeron en el taller del INENCO siendo una panelería autoportante que básicamente se compone de un alma de poliestireno expandido en placas de 2,00x1,00 metros recubierta con láminas de chapa galvanizada sobre cada lado, que completan el sandwich.

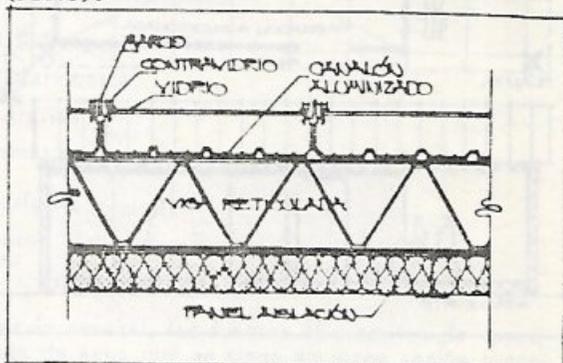
La elección de la cubierta mereció un análisis por separado. De las ofertas del mercado local se eligió un tipo de chapa que se pliega en la ciudad de SALTA (del tipo ZIP-RIB), este canalón ofrece las siguientes ventajas:

* largo a elección

* color a elección, evitándose los inconvenientes de adherencia con pinturas sobre la chapa galvanizada.

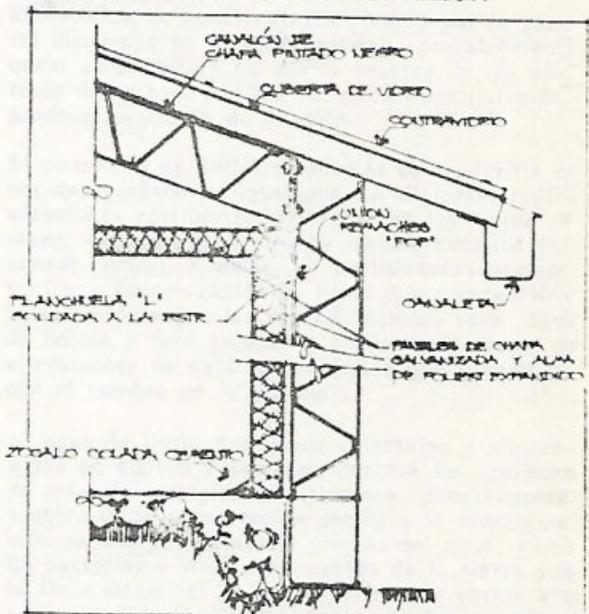
* presenta una superficie ranurada (FIG.3), que aumenta la posibilidad de distribución de la solución para su regenerado.

* el plegado que rigidiza la placa cada 35 cm permite el montaje del vidrio sin necesidad de una estructura independiente (FIG.3).

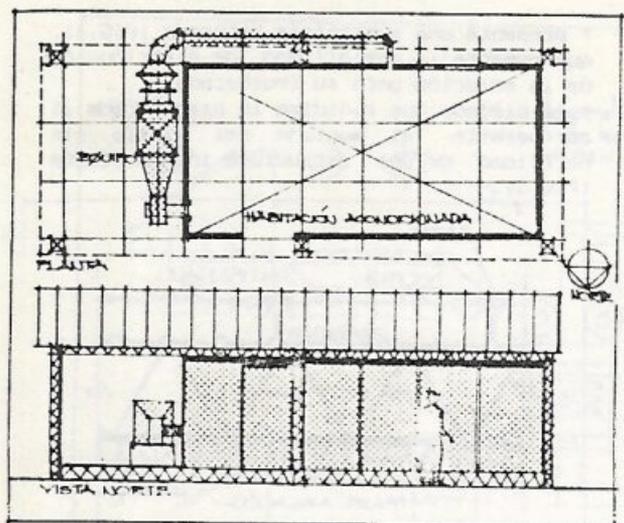


* su costo es competitivo con otras cubiertas similares.

El área de techo, 24 m², a su vez esta separada en tres módulos con una estructura perimetral mínima que permite desarmarlo solo hasta una dimensión conveniente para su transporte. Uno de estos módulos estará encargado de la regeneración de la solución, por lo que llevará vidrio.



El otro punto que merece cuidado es el tratamiento de las uniones. A este efecto y para que el módulo pueda sellar pero también desarmarse se optó por que el cierre se produzca a presión y disminuir el uso de adhesivos. La colocación de la encadenados y guías verticales soldadas a las mismas, remachando el perímetro. Este tema será sin duda un fuerte determinante, ya que el sistema a ensayar es de acondicionamiento de aire y la calidad de las modelizaciones dependerá de la minimización de las infiltraciones.



CONCLUSION

Podemos resumir el estado de avance de este proyecto diciendo que el diseño de la vivienda de ensayo ha sido concluido y su construcción esta a muy poco de su concreción total. El diseño y dimensionamiento de los colectores regeneradores ha sido efectuado y se han determinado los parámetros intervinientes en el dimensionamiento del equipo de refrigeración.

Datos provenientes de trabajos paralelos (2) brindarán los coeficientes de transferencia de masa requeridos y experiencia en la construcción de aquellos.

REFERENCIAS

1. L. Cardón, G. Lesino, Regeneración de soluciones de $CaCl_2$ para el uso en deshumidificación. Resultados experimentales y modelización. Actas de la 9ma Reunión de ASADES, San Juan, 1984.
2. L. Cardón, J. Franco, Absorción de vapor de agua en torres de relleno. Presentado en la 10ma Reunión de ASADES, Neuquén, 1985.