

PROGRAMA DE SECADO SOLAR DE TABACO: 2da. FASE

Saravia, L.*, Frigerio, E., De Paul, I. y Echazú, R.

INENCO

Universidad Nacional de Salta
4400 - Salta - Argentina

Desde el año 1976 se han realizado en Salta estudios de secado solar de tabaco Virginia que han comprendido la construcción y el funcionamiento de un sistema con un área de colección de 730 m². Los resultados obtenidos indican la necesidad de introducir varias modificaciones tales como el aumento de la masa de acumulación, la mejora del factor de carga del sistema y la utilización de intercambiadores de recuperación de calor. Con este fin se ha diseñado una nueva planta con una superficie de colección de 730 m², un acumulador de piedra de 240 Tn y 3 estufas de secado para 8000 Kg de tabaco cada una. El proyecto y su estado actual de construcción se describen en este trabajo.

1. INTRODUCCION

A partir del año 1976 el Grupo de Energía Solar de la Universidad Nacional de Salta, en conjunto con el INTA, ha realizado estudios sobre la utilización de la energía solar para satisfacer los requerimientos energéticos del proceso de secado de tabaco.

En una primera fase se estudió el proceso de secado del tabaco tipo Virginia y sus características térmicas (1), construyéndose luego un prototipo a pequeña escala donde se ensayó el secado por vía solar (2). Los resultados de esta experiencia (3) llevaron al diseño de un secadero a escala completa (4) y a su posterior construcción y ensayo (5), con fondos de la Subsecretaría de Ciencia y Técnica de la Nación y del INTA.

* Investigador de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales

El equipo está constituido por tres elementos básicos. En primer lugar, el campo de colectores calentadores de aire que tiene un área actual de 200 m² y cuya área final de diseño es de 275 m². En segundo término, un acumulador de cantos rodados con una masa de 60 Tn de piedras. Por último, la estufa de secado de tabaco, que tiene una capacidad máxima de 8000 Kg de tabaco húmedo. Los ensayos han mostrado la factibilidad del proceso. No obstante, se ha puesto en evidencia que el factor de utilización del sistema solar es bajo, debido a que el consumo energético del secadero es muy desperejo a lo largo de los cinco y medio días que dura el proceso de secado. El máximo ocurre durante la etapa de secado de la hoja, mientras que su valor desciende sensiblemente durante el amarillado y la etapa de secado de la nervadura. El aprovechamiento de la capacidad mejoraría apreciablemente si abasteciera a tres estufas trabajándose en forma desfasada, con el período de secado de cada una atrasado en dos días respecto a la siguiente. En esa forma la carga térmica resulta casi constante permitiendo la utilización plena del sistema solar durante todo el tiempo. Otro aspecto en el que se puede lograr una mejora en el consumo térmico de la estufa es el aprovechamiento del calor sensible que se escapa cuando se elimina la humedad abriendo sus ventanas. A esos efectos se puede colocar un intercambiador de calor que caliente el aire frío que entra a la estufa con el caliente que sale, sin intercambiar la humedad que transporta el último.

Con el fin de ensayar estos conceptos se ha propuesto la construcción de un sistema formado por un campo colector de 730 m² de área, un acumulador de piedra de 240 Tn y tres estufas de secado de 8000 Kg de capacidad cada una.

La construcción de esta segunda fase del proyecto se ha encarado a través de un Convenio entre la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales y el Gobierno Alemán. Este último se responsabiliza del diseño y construcción del campo con colectores a través de la Empresa SKT-Grammer mientras que el CNIE se hace cargo de la instalación de los colectores y la construcción del acumulador. Finalmente, el INTA construye las tres estufas y atiende la operación de secado.

La Universidad Nacional de Salta, en conjunto con la Universidad de Bochum, tiene a su cargo el diseño general del sistema y realiza su ensayo térmico.

En las secciones que siguen se describe el diseño de las distintas partes del secadero: colectores, acumulador, estufas y controles así como la instrumentación a instalar para el ensayo térmico. Finalmente se informa sobre el estado actual de la construcción.

2. COLECTORES DE AIRE

Son módulos rectangulares, independientes entre sí, de 4,9 m de largo, 1,7 m de ancho, 0,125 m de alto y unos 160 Kg de peso. La Fig. 1 es el dibujo de un módulo visto desde arriba.

Cada uno de estos módulos son dos colectores del tipo de matriz porosa, con un lado en común el cual es un perfil de aluminio que sirve a su vez de apoyo a las cubiertas transparentes de ambos colectores y que contribuye además a la rigidez longitudinal del módulo. La superficie efectiva de colección de cada módulo es de 7,6 m² y la sección transversal de cada colector es de 81 cm x 6 cm. La matriz porosa es una malla delgada de aluminio expandido pintada de negro de aproximadamente 2 cm de espesor. Este absorbedor está apoyado directamente sobre el fondo de la caja que también está ennegrecido.

La caja es una estructura en perfiles de aluminio y tiene 3 cm de aislación, hecha con ladrillos rígidos de espuma de poliuretano.

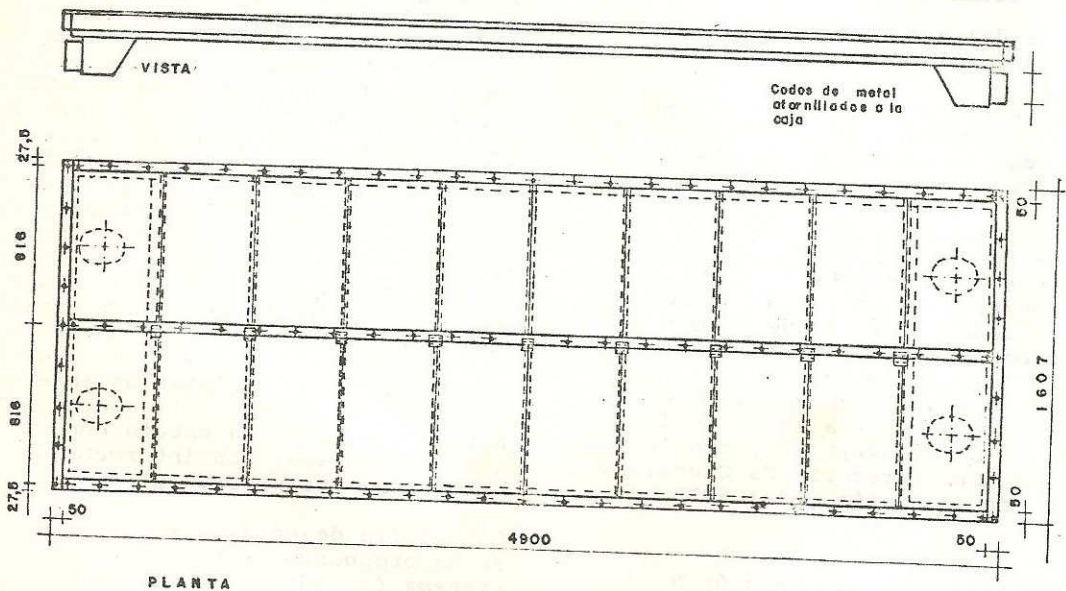


Figura 1

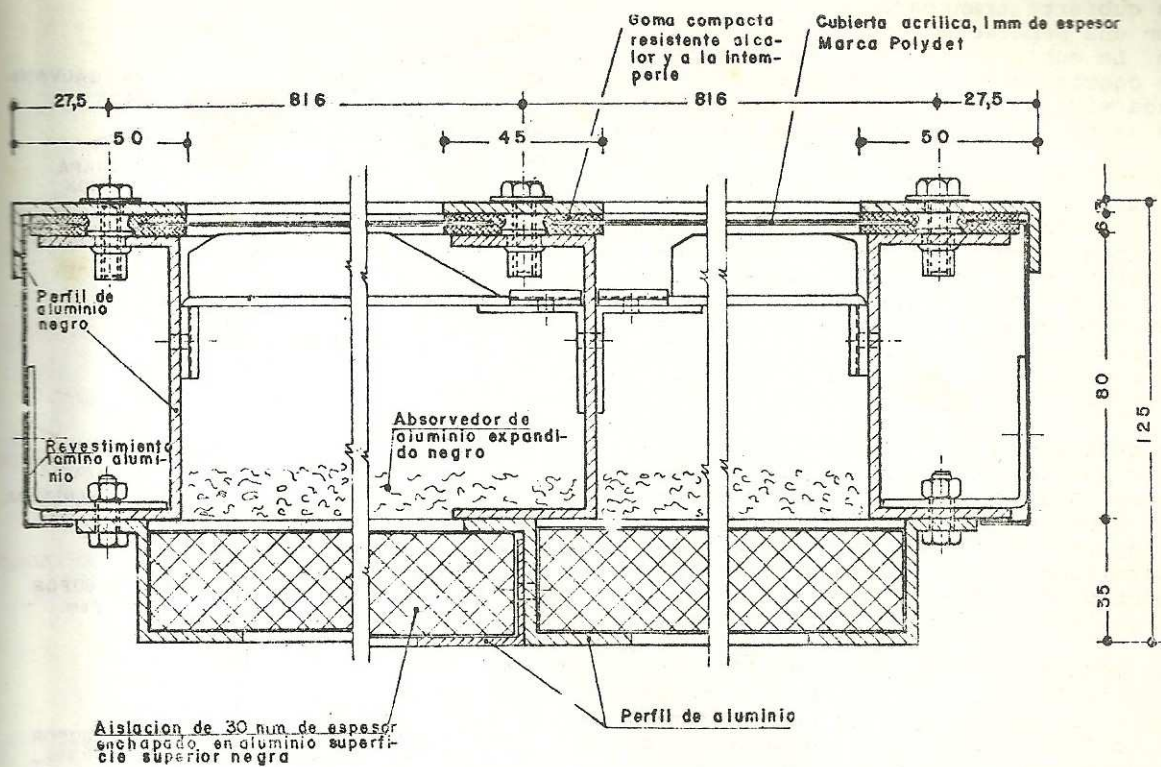


Figura 2

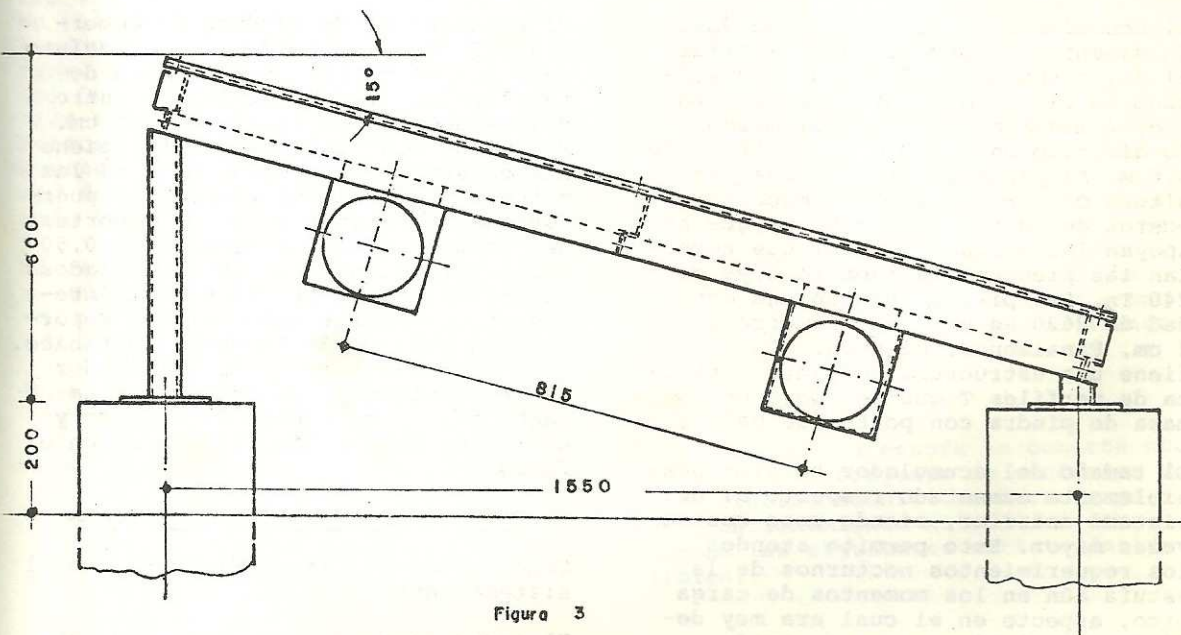


Figura 3

DETALLES CONSTRUCTIVOS DEL ACUMULADOR

La cubierta transparente es doble, con una separación entre ellas de 2 cm. La cubierta interior es de vidrio de construcción de 3 mm de espesor. Cada vidrio tiene alrededor un burlete de goma y están colocados a presión.

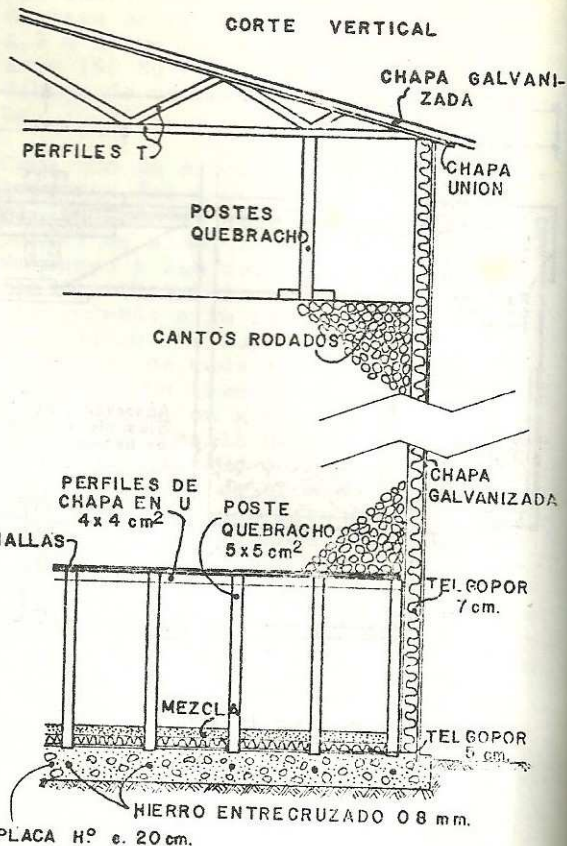


Figura 4

La cubierta superior es de chapas de plástico reforzado con fibra de vidrio y tratamiento ultravioleta. Un burlete de goma resistente a la temperatura y a los agentes atmosféricos, abrazado a los bordes de la chapa y apretado contra la caja por un marco externo, hace el cierre hermético. En la Fig. 2 se puede ver un corte del colector.

En cada extremo y en el fondo del módulo hay dos agujeros de aproximadamente 20 cm de diámetro, uno para cada colector, por los cuales entra o sale el aire. Sendos codos de metal atornillados en la caja permiten el conexionado del módulo en serie con otro o a una tubería central.

Los módulos están inclinados 15° respecto a la horizontal, según se muestra en la Fig. 3, permitiendo una mejor colección de radiación durante la época de secado. Están apoyados en pies de metal, los que a su vez se sujetan en pilotes de hormigón que se encuentran enterrados unos 50 cm para conferirles una mejor estabilidad frente a los vientos.

3. ACUMULADOR

El acumulador es de cantos rodados. Su diseño y construcción es similar al del acumulador más pequeño utilizado en el sistema anterior (5). La Fig. 4 muestra un corte del mismo. Su diámetro es de 10 m y su altura de 3,6 m. El plano inferior tiene una altura de 0,8 m y está formado por postes de quebracho sobre los que se apoyan las mallas de metal que soportan las piedras. La capacidad es de 240 Tn. Las piedras tienen una densidad de 2620 Kg/m^3 y su diámetro de 4 cm. Finalmente, el techo cónico tiene una estructura portante metálica de perfiles T que se apoya en la masa de piedra con postes de madera.

El tamaño del acumulador ha sido sensiblemente aumentado respecto al del sistema anterior, siendo unas cuatro veces mayor. Esto permite atender los requerimientos nocturnos de la estufa aún en los momentos de carga pico, aspecto en el cual era muy deficitario el sistema ya ensayado.

4. SECADERO

El secadero es de producción comercial. Está constituido por un recinto de $7 \times 5 \text{ m}^2$ de área con paredes de chapa galvanizada y aislación entre chapas de lana de vidrio de 2,5 cm. El techo, con doble pendiente, tiene una construcción similar a la de las paredes. Por delante tiene tres puertas que permiten cargar los soportes del tabaco, de 1,5 m de ancho y 0,50 m de profundidad cada uno, colocados en tres niveles. La estructura interior tiene rieles que permiten soportar los 8000 Kg de la carga de tabaco. El piso es de tierra. El ventilador de recirculación, el quemador y las ventanillas regulables de entrada y salida de aire están instaladas en el fondo.

5. CONEXIONADO GENERAL DEL SISTEMA

Este se muestra en la Fig. 5 junto al sistema anterior.

El campo de colectores consta de 96

COLECTORES DE AIRE 737 m²
(GRAMMER)

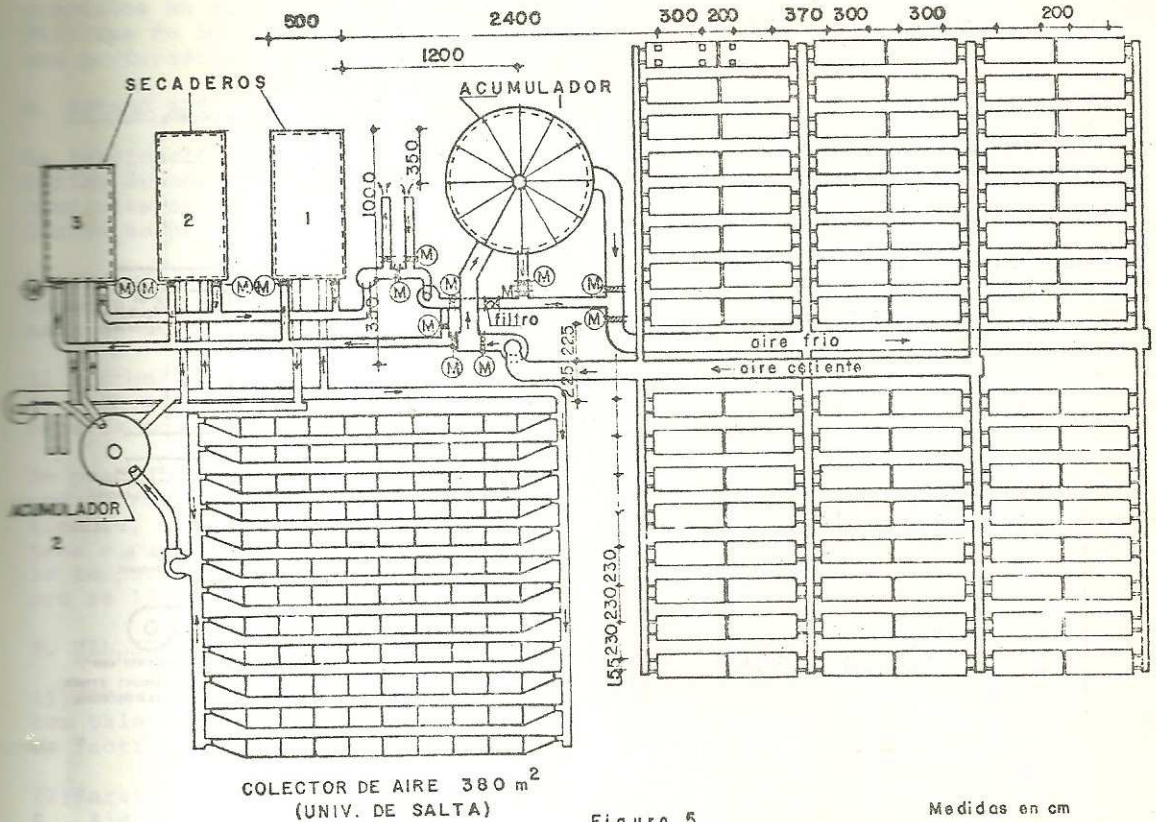


Figura 5

Medidas en cm

módulos los que están unidos de a pares en serie. Los pares se conectan en paralelo a 8 ductos unidos a un conducto central de 1 m de diámetro final que transporta el aire caliente. Otro conjunto similar de ductos trae el aire tibio de retorno. Los ductos tienen diámetro variable, asegurando la uniformidad en la velocidad del aire y mejorando la distribución uniforme sobre los colectores.

El ventilador impulsa 35000 m³/hora y está colocado a la salida de los colectores de modo de mantener a éstos en depresión.

En las estufas se elimina la humedad intercambiando aire con el exterior, lo que produce una pérdida de calor sensible. Con el fin de evitar este problema, se ha previsto colocar un intercambiador de calor en el circuito de retorno, aunque no será instalado en la primer etapa. Para permitir esta instalación, la presión se levanta en dos etapas, con ventila-

dores de 13000 m³/hora cada uno.

En el circuito de retorno también se ha instalado un filtro con el fin de evitar la entrada de polvo del secadero a los colectores.

Por último, en la Fig. 5 también se muestran las compuertas de manejo de los flujos de aire (letra M). De ellas, únicamente las que conectan directamente a las estufas son de control manual. El resto se maneja en forma automática. Esto permite que una estufa pueda ser conectada a uno u otro sistema para luego ser atendido en forma automática.

6. CONTROLES

Una vez que una estufa se conecta normalmente, un conjunto de controles de tipo electromecánico se hace cargo del funcionamiento automático atendiendo las siguientes estrategias posibles:

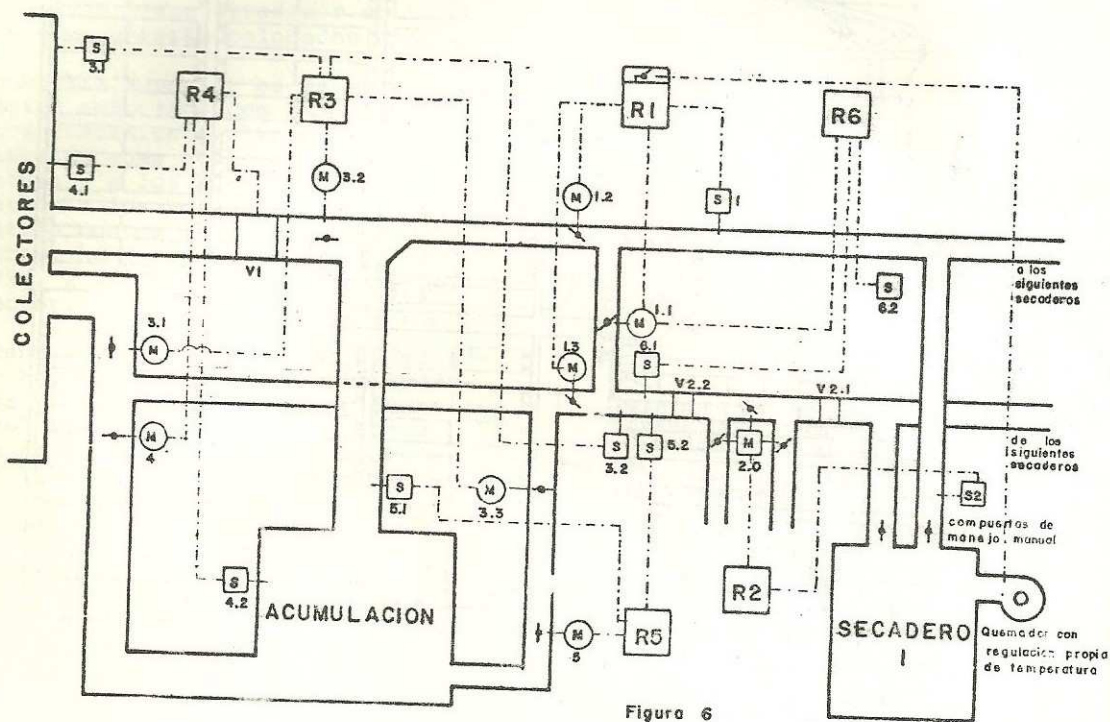


Figura 6

a) El colector abastece al acumulador y a la estufa simultáneamente, en el caso de que la temperatura de salida sea suficientemente alta y la estufa requiera calor.

b) El colector sólo carga al acumulador, cuando la temperatura de salida sea suficiente para cargar al acumulador y la estufa no necesite energía.

c) El colector sólo opera con la estufa, cuando ésta necesite temperatura y el acumulador esté ya cargado.

d) El acumulador entrega energía a la estufa, caso nocturno o día nublado con suficiente carga en él.

e) El sistema queda desconectado y el quemador le provee toda la energía necesaria a la estufa (acumulador descargado y sin radiación suficiente).

f) El sistema entrega parte de la energía y el resto proviene del quemador,

en caso de no ser suficiente la que puede dar aquél.

En la Fig. 6 se detalla el conjunto de control M, sensores S y reguladores R. Los motores son eléctricos de tipo push-pull y están alimentados por los reguladores R que se encuentran en un tablero central. Nueve sensores, siete de ellos de temperatura, uno de radiación y otro de humedad envían las señales que determinan la acción de los reguladores.

7. MEDICIONES PREVISTAS

Con respecto a las mediciones programadas, se relevarán datos de temperatura de entrada y salida del campo de colectores, temperaturas a lo largo del acumulador para obtener la distribución de la carga energética, caídas de presión en el sistema, velocidades de aire en el mismo, temperaturas y humedades a la entrada y a la salida de cada estufa, etc. Se contará con una estación meteorológica portátil y

automática que registrará datos de radiación, temperatura y humedad ambientales. Todos estos datos serán leídos y guardados en cinta por un Datalogger Phillips de 50 canales acoplados a una perforadora de cinta Facit.

8. ESTADO ACTUAL DE LA CONSTRUCCION

La fabricación de los colectores, cámaras de conexión, ventiladores y controles está terminada y su instalación se ha completado en un 70%.

Las estufas están construídas e instaladas. El acumulador se ha terminado en un 80%.

El sistema de medición ha sido comprado y se instalará una vez que se termine la construcción.

Se prevee que los primeros ensayos se podrán realizar durante el mes de setiembre, con el fin de poner el sistema a punto para ser utilizado en la temporada que comienza en noviembre de 1981.

9. BIBLIOGRAFIA

- (1) Saravia, L.; La estufa de tabaco con calentamiento solar. Preestudio de factibilidad. (1976).
- (2) Saravia, L., Fabris, A., Guerrero, S., Alanís, E.; Secado de tabaco con energía solar. Presentado en la 3a. RTES. Mendoza. (1977).
- (3) Saravia, L., Alanís, E., Frigerio, E., Fabris, A.; Secado solar de tabaco: resultados experimentales. Presentado en la 4a. RTES. La Plata. (1978).
- (4) Saravia, L., Frigerio, E., Pérez, J., De Paul, I., Gay, M.; Proyecto y ensayo de componentes de un secadero solar de tabaco Virginia. Presentado en la 5a. RTES. Córdoba. (1979).
- (5) Frigerio, E., Saravia, L., De Paul, I., Echazú, R.; Construcción y ensayo de un secadero solar de tabaco. Presentado en la 6a. RTES. Catamarca. (1980).