

## SECADOR SOLAR DE FRUTAS DE 500m<sup>2</sup> PARA PROYECTO E.M.E.T.A.

Jorge A. Follari - Eduardo J. Garis - Luis Moledda

TECNO SOLAR S.R.L.

Raul B. Diaz 2938 - 5700 San Luis

### INTRODUCCION.

En el marco del proyecto E.M.E.T.A., financiado por el BID y el Estado Nacional, se licitó la construcción de un Secador Solar de Frutas y Hortalizas de tamaño industrial pequeño, con destino a la Escuela Agraria de Real del Padre en San Rafael, Mendoza, y otro a la Escuela Gral. San Martín de San Luis. El presente informe se refiere al primero ya que el segundo se encuentra en etapa constructiva. Ambas licitaciones las obtuvo Tecno Solar SRL.

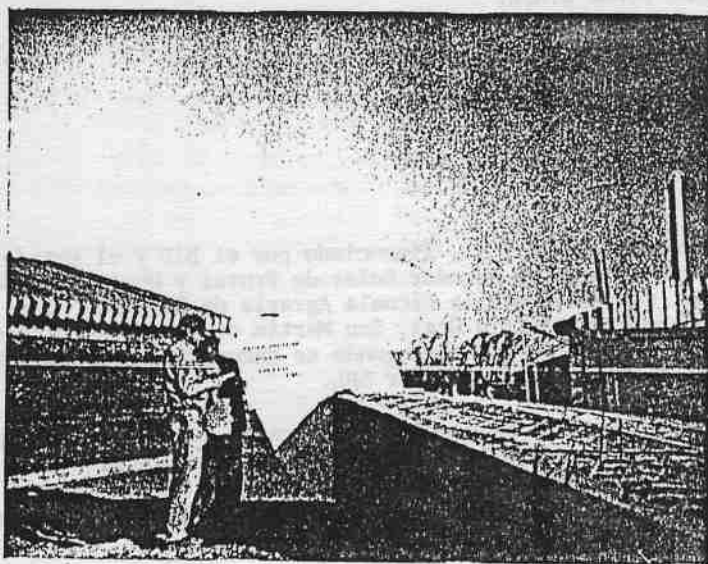
El objetivo del Proyecto es el de enseñar a travez de una muy intensa práctica el manejo de este tipo de secadores y todos los aspectos vinculados al mismo, ya sea de cultivo, industriales o técnicos. El tamaño es el necesario para que la producción tenga valor comercial y coloca así a la escuela y a sus alumnos en la situación de actuar en el mercado y realizar así un aprendizaje empresarial complementario del técnico.

En este emprendimiento hemos maximizado el tamaño de este tipo de secador solar de colector-túnel, a fin de establecer módulos adaptados a la zona que es de alta producción de fruta para secado y otros fines. Esto nos muestra las posibilidades y limitaciones del sistema.

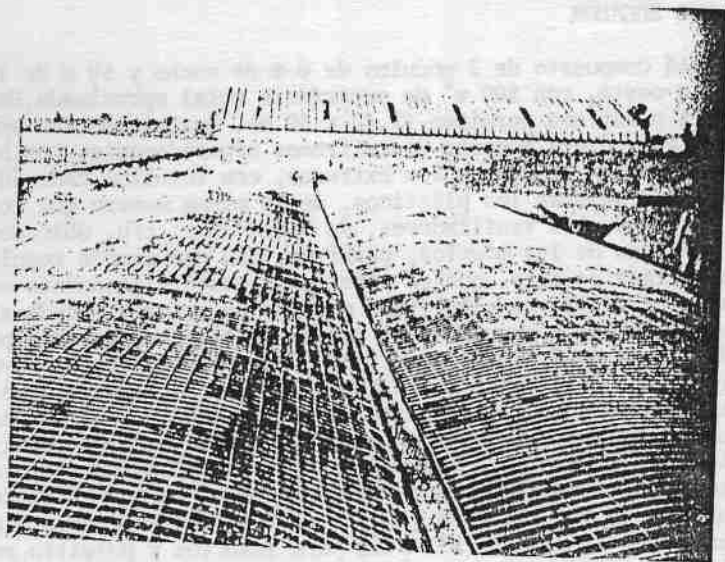
### DESCRIPCION DEL SECADOR

El colector está compuesto de 2 módulos de 6 m de ancho y 50 m de largo cada uno orientados este-oeste, con 500 m<sup>2</sup> de superficie total aproximada. Es la máxima dimensión que los plásticos permiten (7,40 x 50 m). Los mismos van apoyados sobre malla sima, cuya estructura soporte discutiremos separadamente. Los bordes son de cemento, terminados como embudo en los extremos, con tornillos cada 50 cm para soportar las tablas que sujetan los plásticos, de la misma manera que los colectores construídos en Cachi. Los ventiladores, de 300 m<sup>3</sup>/min. c/u, ubicados en los dos extremos de cada uno de los módulos, permiten, con una simple regulación de la banderola de entrada de aire, que el plástico trabaje ligeramente subcionado, de modo que cualquier rotura no signifique pérdida de calor y pueda ser reparado provisoriamente con cinta engomada. El caudal de los ventiladores provee 600 m<sup>3</sup>/mi en el túnel de secado de 1,50 x 1,60 m (ancho por altura). Esto provee una velocidad media algo mayor de 4 m/seg en el túnel. En la práctica esto se reduce. Las condiciones realizadas dan un caudal en vacío de 3 m/seg, y con los dos filtros colocados y la banderola de regulación abierta totalmente medimos aprox. 2 m/seg. Debemos recordar que la velocidad aconsejada para el secado de fruta en el túnel es de 1,5 - 2 m/seg. Los ventiladores están montados sobre una estructura de hierro, fijada con cemento en los extremos y que en la entrada se acopla a un filtro de aire con dos mallas de inoxidable N12 y 50 para insectos y polvillo respectivamente. La segunda de estas mallas provoca caída de presión apreciable y aporta poco beneficio, por lo que es preferible trabajar sin ella, salvo en los días de mucho polvillo en el aire, no comunes en esa zona bajo riego. Se puede ver en la fotografía

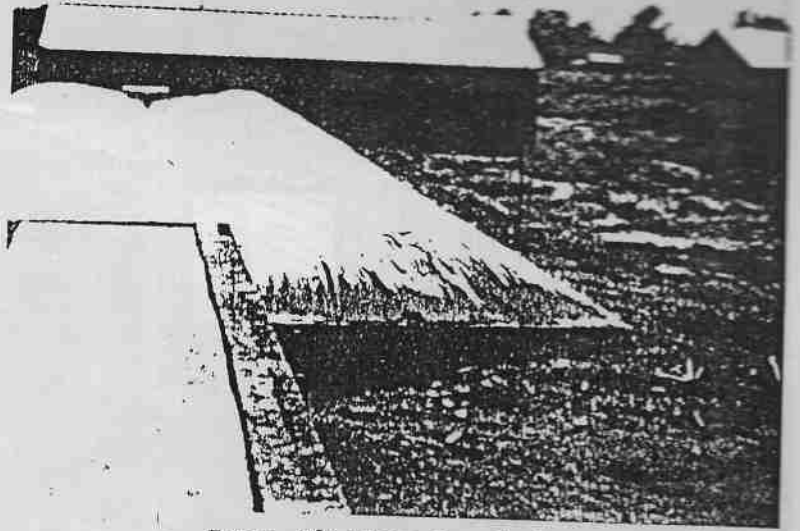
Nº1 el perfil del filtro. En la fotog, Nº2 se ve una toma de los colectores antes de colocar el plástico y en la n°3 después de colocado, desde arriba del túnel.



Fotog, Nº1 Vista del ingreso del aire a travez del filtro.



Fotog, Nº2 Vista de colectores sin plástico.



Fotog, N°3 Vista de colectores con plástico.

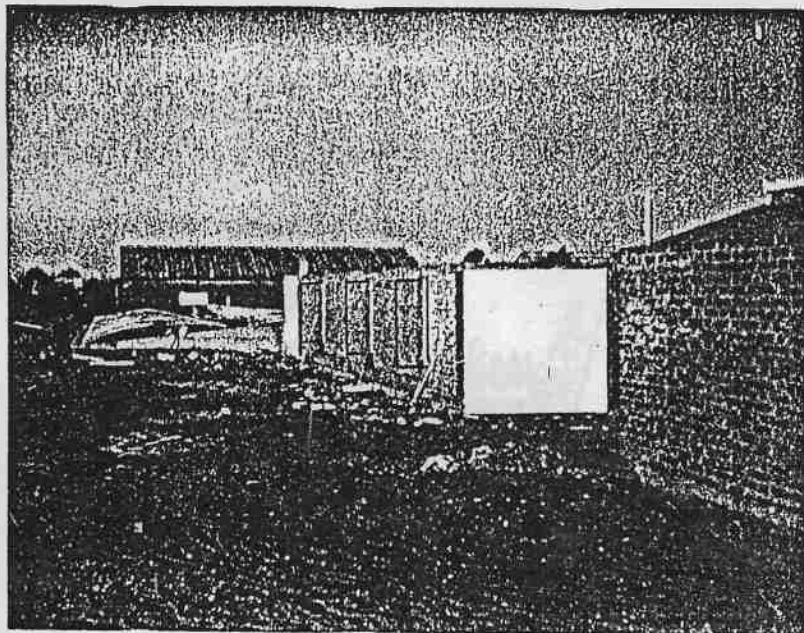
En el cordón entre ambos módulos de colectores se hicieron 2 desagües de 110 mm que sacan el agua de lluvia hacia un costado por debajo de un módulo colector. Una fuerte lluvia mostro que eran insuficientes, y se construyeron tres más ubicados en los extremos y centro,

El túnel de secado, de 15 m de largo, está construído en ladrillón, con techo de cemento y revoque interior. Tiene una puerta de ingreso de la fruta en el extremo de salida del aire y otra puerta lateral al comienzo del túnel por donde sale la fruta seca, que es aislada. Hay tres ventanas laterales más o menos equidistantes, de inspección y control. El piso es de cemento alisado y permite el movimiento fácil de las zorras o carros, que se desplazan dentro del túnel entre dos guías que impiden que se crucen o trabe su circulación. La fotog. n°4 muestra una vista del túnel. Posterior a esa fotog. se construyó una vereda que vincula ambas puertas y el azufradero contiguo que permite la fácil circulación de las zorras cargadas hacia el depósito,

Un párrafo aparte merece el piso del colector. Se realizó con una capa de piedra bola sobre el piso, pintada in situ. En este tipo de colector es más recomendable colocar una plancha de unos 2 o 3 cm de telgopor sobre el piso y luego las piedras arriba. Esto inhibe la germinación de cualquier semilla, aísla en alguna medida el secador de la humedad propia del terreno y no aporta polvillo. En el presente secador se hace necesario repasar su preparación previo a la temporada de uso y secarlo ,

Los ventiladores se accionan de a pares de cada extremo desde caja de control. Se proveyó de 2 pares de termómetros y las correspondientes tablas para control de temperatura de bulbo seco y húmedo y humedad relativa.

Se proveyeron 14 zorras para 600 Kg c/u, con las 4 ruedas giratorias que le permiten salir del túnel lateralmente. Se acoplan entre sí y son de fácil desplazamiento cargadas y acopladas. Las bandejas o paseras (se proveyeron 400) fueron de ma-



Fotog. N°4 Vista del túnel de secado.

lla plástica, aptas para verdura de verdeo pero débiles para durasnos o damascos. Fueron reforzadas con tablas por debajo para adaptarlas al uso predominante en la zona. Su dimensión es de 70 x 100 cm y van apareadas en la zorra, quedando en éstas un ancho de 1,40 m por un largo en la dirección de circulación de 1 m. La oferta original ofreció dos tipos de paseras: con malla plástica y con tablas y respetó en su diseño la mínima barrera a la circulación del aire como siempre se hace. La altura de las paseras (7 cm) permite apilar 17 pares de paseras por zorra. Dos guías en los costados y unidas arriba hacen un "paquete" que mantiene las paseras en su lugar cuando las zorras se desplazan.

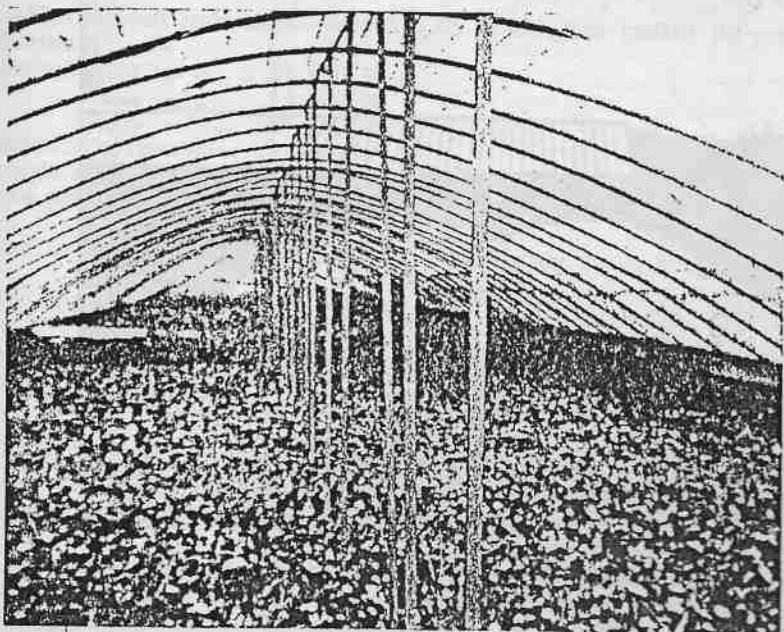
#### ESTRUCTURA SOPORTE DE LOS PLASTICOS

Este punto merece una mención especial. Para los 6 m de ancho del colector, la malla sima no es autoportante. Inicialmente se previó un soporte central. Al hacerlo se vio que era insuficiente y se colocaron dos soportes intermedios a cada lado. Si bien la estructura sostuvo bien al plástico, tenía poca curvatura (ver foto N°2). Esto hizo que se acumulara agua en un borde interno en una fuerte lluvia, deformara la malla y permitiera la acumulación de agua que terminó hundiendo parte de la estructura. Se decidió hacer la estructura soporte de la malla sima con caño industrial con un soporte al medio, como se aprecia en Fotog. N°5. Se ve otra perspectiva desde arriba en el extremo, luego de colocar el plástico en Fotog. N°6 y una vista general en Fotog. N°7. Se aprecia claramente la mayor altura que da la pendiente necesaria para que el agua no pueda acumularse en ningún caso. También se aumentaron los desagües como ya se aclaró. En estas condiciones no aparecieron mas problemas. Para otro colector de este tipo conviene un ancho de 5,20 m dadas las medidas de los elementos a usar.

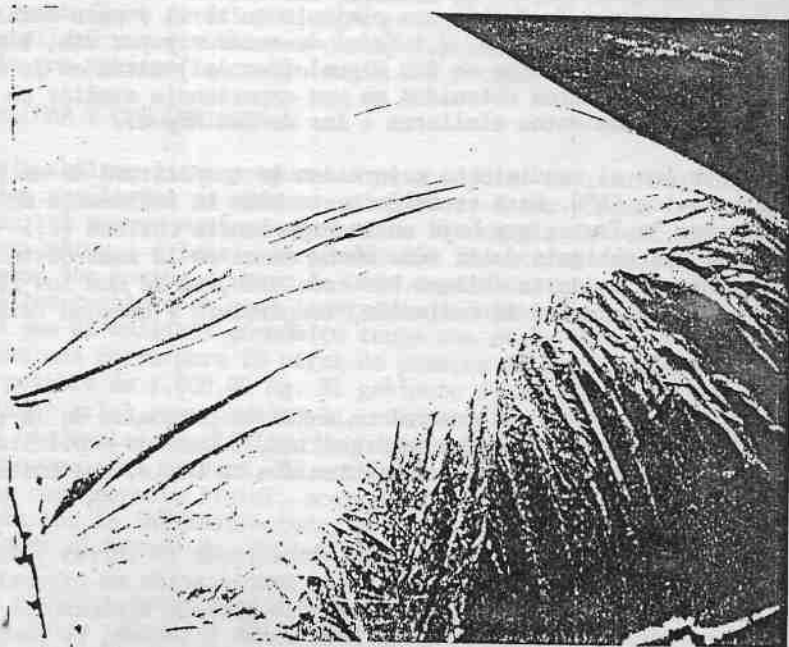
#### RENDIMIENTO DEL PROCESO DE SECADO

La experiencia que se realizó con damasco cortado en mitades, permite ver que una

carga de entre 1500 y 2.000 Kg puede secarse entre 1 y 2 días. Ocurrió que al finalizar el segundo día, una lluvia que totalizó en algunas horas más de 120 mm, produjo el problema narrado en la estructura y cuando estuvo reparado ya la escuela decidió no usarlo hasta la próxima temporada, próxima a iniciar.

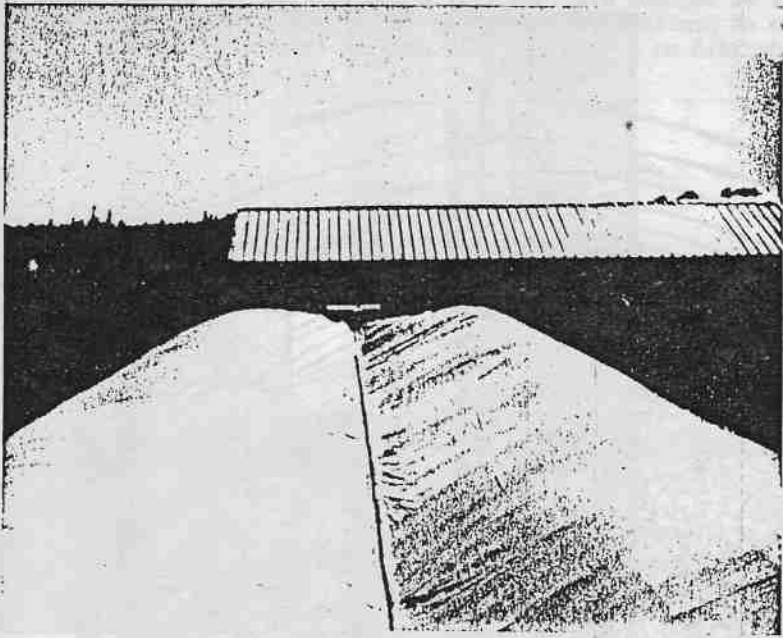


Fotog, N°5 Vista de la estructura soporte de la malla sima desde abajo.



Fotog, N°6. Vista del extremo del colector con plástico.





Fotog. N°7 Vista general de los colectores con la estruct. final.

De la experiencia realizada se ve que el rendimiento es de acuerdo a lo esperado unos 1600 Kg de damasco (peso en fresco) cada 2 días, con máximo de 30% por encima de ese valor. Es esperable para durasnos un 50% más, o sea unos 1200 Kg diarios y para uva sultanina unos 70 Kg por día. Esto es lo obtenido experimentalmente en Las Catitas, unos 150 Km más al norte en 1982 con un secador similar. Los datos obtenidos del secador de Cachi para pimienta en abril y para durasnos en enero y febrero en Salta hablan de 2 - 2,5 Kg/m<sup>2</sup> de secador y por día, similares a los de Mendoza. En cambio los datos de San Miguel (Bs. As.) están en la mitad de esos valores. A su vez los datos obtenidos en una experiencia similar en Valparaíso (2), dan cuenta de rendimientos similares a los de San Miguel.

También se ve que el rendimiento mejora con la temperatura de entrada al túnel, que no supera los 55°C. Pero es evidente también la influencia de la velocidad del aire sobre la fruta, muy baja en la experiencia chilena (0,5 -1 m/seg) y la humedad relativa ambiente de la zona mucho menor en la zona oeste de nuestro país que en Bs. As. o la costa chilena. Por todo ello, se ve que los resultados resultan comparables si lo son la radiación, temperatura y humedad relativa del aire.

#### ANALISIS ECONOMICO

Interesa entonces, como tema central un análisis económico de la rentabilidad real de este tipo de secador de fruta en Argentina, Y hacemos explícita la referencia ya que, comparado con los resultados obtenidos en Chile, sus costos, inversiones, etc., son diferentes en varios aspectos.

a) El precio de este secador funcionando, incluyendo 14 zorras y 400 paseras es hoy de \$25.000 (o U\$S 25.000 ), b) El tiempo de amortización en Argentina no puede superar los 5 años dados que los intereses en ese período alcanzan al capital. c) Que usándolo desde el 15 nov. al 15 abril y de lunes a sábado, se pueden obtener 800 Kg de damascos secos semanales durante 9 semanas, 1.200 Kg de durasnos secos semanales durante 6 semanas y 700 Kg de uva semanales durante 5 semanas más. La producción

obtenible de verdura seca en el invierno no puede considerarse, pues no existe la práctica en la zona y en todo caso deberá comenzar, Teniendo como precio internacional y a granel, en promedio entre las tres frutas de \$1,00, analizaremos la rentabilidad.. Acotemos que hoy el precio interno en Argentina supera largamente al internacional.

La electricidad industrial cuesta 0,05 \$/KWH. Los costos de producción son los siguientes:

Materia Prima. . . . .	\$3.600,00
	\$3.600,00
	\$1.200,00
Electric. e insumos . . .	\$ 300,00
Mano de obra . . . . .	\$4.000,00
Costo prod. temporada	\$12.700,00

Costo de mantenimiento . . \$400,00 (reposición de un juego de plásticos, paseras, etc..)

Costo operativo total . . \$13,100,00

Costo de amortización de la inversión \$5.000,00

Costo total anual \$18,100,00

Ingresos anuales vendiendo al exterior \$17.900,00

Aunque vendiendo en el mercado interno la rentabilidad es interesante, la venta al exterior dejaría un pequeño déficit del 1%.

Analizando el trabajo de Valparaíso se ve que haciendo un secado mixto, con aporte de energía solar y convencional, en el mejor de los casos y considerando también 5 años para amortizar el capital, tampoco da ganancia el secador, con un resultado prácticamente neutro.

Comparando con el secado al sol directo, éste tiene un costo similar en insumos, materia prima y mano de obra. Una pérdida estimada de un 20% es normal en este caso, lo que da un costo final de \$15.000,00, contra \$18,100,00 del secador solar. La diferencia en la calidad permite obtener un mejor precio en más que un 20% en el mercado interno lo que muestra la conveniencia del secador solar.

#### ALTERNATIVAS A EVALUAR Y CONCLUSIONES

El referido trabajo chileno tiene propuestas para mejorar la rentabilidad, que aunque en Chile los resultados no sean muy alagüeños, éstos pueden ser mejores en Argentina. Esto es así porque aquí es más barata la energía convencional (la tercera parte para gas natural o leña), la producción industrial metalúrgica también es más barata aunque los costos de mano de obra argentinos triplican a los chilenos'. La propuesta de ellos consiste en usar invernaderos instalados como colectores de aire, lo que hace que el análisis económico tenga una etapa invernal aquí ausente. La propuesta prevee una zorra para 20 pares de paseras de aprox. 1,6 m<sup>2</sup> c/u con una carga máxima posible de 1.000,00 Kg. El gabinete de secado es metálico y aislado, con un ventilador axial, que permite la recirculación del aire dado su tamaño compacto mediante banderolas regulables. Un intercambiador permite introducirle calor de fuente convencional externa. De esta manera se trabaja a la temperatura máxima que soporta cada especie frutal, acortando los períodos de secado. De esta manera se aprovecha más la infraestructura, permite también adaptarse a producciones variadas variando el número de módulos .

En Argentina este gabinete puede costar unos \$4,000,00. El sobrecosto de energía para la producción antes calculada de 18.000 Kg por temporada , es de \$720,00, con una participación solar del 45%-(El rendimiento solar se mejora con la recirculación).

Concretamente, para el secador que nos ocupa, pueden adicionarse radiadores a la salida del aire de los colectores y entregarle calor de un calentador simple (agua a 90°C) externo que funcione a leña, gas natural o kerosene. Esta adaptación permitiría obtener más del doble de fruta seca, achicando relativamente la amortización. Este sistema de provisión de calor convencional, complementario del solar, podría costar unos \$1.000,00. Así podría obtenerse en la temporada unos 40.500 kg de fruta seca con un costo de mat. prima, insumos, elect. y mano de obra d \$28.518,00. Si agregamos como antes \$400,00 de mantenimiento y \$ 5.200,00 de amortización que incluye el calentador y el radiador y además el costo de la energía convencional de \$1.400,00, nos da un costo anual total de \$35.468,00.-

Teniendo en cuenta que para la venta al exterior no se paga impuesto, dejaría un beneficio de \$5.032,00 o sea el 12,5% del valor de venta. Se ve claro que el máximo alcanzable si la inversión fuera cero, sería un 30%. O sea que en el actual esquema de costos y precio internacional, es prácticamente muy difícil llegar a una ganancia del 20% con la exportación. Por ello creemos que el secador realizado, con el adicional para su funcionamiento mixto, constituye una alternativa conveniente, y más aún después de los 5 años de amortización, en que la utilidad alcanza el 25% del valor de venta en exportación.-

#### REFERENCIAS

- 1-Luis Saravia, R. Echazu, F. Guerrero y C.Gramajo - INENCO Salta y M. Garcia y Aldo Fabris CNIE San Miguel, "Secado de pimientos; ensayos preliminares, construcción y ensayo de una planta piloto".
- 2-Adolfo Arata Andreani -Univ. Federico Santa María - Valparaíso - Chile-1991- "Uso de invernaderos como fuente colectora de energía solar para el deshidratado de productos hortofrutícolas".
- 3-Jorge A. Follari - Tecno Solar - San Luis - "Convenio Tecno Solar INTAE sobre transferencia de tecnología de secaderos de fruta" Evaluación de resultados y perspectivas' 1984 Reunión ASADES La Pampa.-
- 4- A. Fabris , M. Garcia, A. Roberti, S Chiabrera "Ensayo de un secadero solar para frutas y hortalizas" CNNIE -San Miguel - Argentina.