

## INTERRELACIONES ERGONOMICAS DE UN HORNO SOLAR CON CPL

Arturo F. Buigues Nollens y Esteban O. Rojos

Area de Energías Alternativas - Inst. de Mecánica Aplicada – Depto. de Electromecánica - Fac .de Ing. - U. N. S. J  
Av. Lib. Gral San Martín 1109 – O – (5400) - San Juan - Fax: 054- 0264-4210277 - Email: abuigues@unsj.edu.ar

### RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo demostrar la vinculación existente entre la ergonomía con la economía y la energía necesaria para los labores del cocinero de zonas con bajos recursos, que opera el horno solar con concentrador parabólico lineal (CPL).

La metodología utilizada considera el relevamiento bibliográfico, el estudio de la cantidad de energía necesaria para la cocción de alimentos, relación entre las variables geométricas del concentrador parabólico lineal a través del programa en ambiente MATLAB, el mejoramiento de la colección de energía y la mejora de la transferencia de la misma a los alimentos. Además de la economía, la utilización de técnicas de la ergonomía preventiva para el estudio de la comodidad y seguridad en el trabajo.

Las conclusiones de este trabajo permiten mejorar la fiabilidad aún costo reducido de un sistema ergonómico bajo una perspectiva global en lo que hace al diseño y concepción.

**Palabras claves:** interrelaciones - ergonomía - horno solar - c p l

### INTRODUCCIÓN

La ergonomía comprende a esta ciencia como un campo de estudio interdisciplinar donde se debaten problemas relativos a que proyectar y como articular la secuencia de posibles interacciones del usuario con el producto, con los servicios o incluso con otros usuarios, (Mondelo P. et al, 2003).

Los concentradores parabólicos de dos dimensiones, se hacen de diferentes medidas y se realizan teniendo en cuenta solo la cantidad de energía que se debe coleccionar. Los hornos solares son utilizados teniendo en cuenta solo la energía y las formas de evitar las pérdidas de calor. Al hacer un sistema compuesto por un horno solar y un concentrador parabólico de dos dimensiones teniendo en cuenta solamente estos parámetros dará como resultado un sistema de gran tamaño costoso y difícil de operar, que trae aparejado conflictos o problemas como por ejemplo la imposibilidad de aplicación por la falta de recursos de sus usuarios y los problemas de seguridad a quien lo utiliza. Por lo tanto para lograr un sistema con dimensiones mínimas técnicamente posibles se debe diseñar teniendo en cuenta la ergonomía preventiva para evitar costosas correcciones por análisis de errores y rediseños. El desarrollo de este trabajo bajo la visión de la ergonomía moderna asegura no solo el funcionamiento técnico sino también la comodidad y seguridad en los trabajos del operario con un bajo costo.

Bajo estas condiciones se discute si es posible evaluar sin considerar las interrelaciones o compatibilidad entre condiciones, (primero) las condiciones de ergonomía, seguridad, calidad de materiales y mantenimiento, en forma independiente del rendimiento térmico (segundo) tal como lo sugiere la normativa Red Iberoamericana de Cocción Solar de Alimentos (RICSA) (De Castell y Otros, 1998).

### ANTECEDENTES

La ergonomía es un campo de investigación y práctica que tiene que ser visto en interdependencia directa respecto a los proyectos de concepción de puestos de trabajo y a los atributos funcionales de los productos o servicios.

El funcionamiento de un horno solar con un concentrador parabólico de dos dimensiones, no se ha encontrado información hasta el momento. La información disponible respecto de los colectores concentradores parabólicos de dos dimensiones es abundante, de la cual se rescata la que es necesaria para el trabajo presente. Los concentradores más utilizados funcionan bajo el principio de reflexión con concentraciones medias que oscilan entre 10 y 100, en el absorbedor de los mismos se obtienen temperaturas que alcanzan los 300 °C, los sistemas de seguimiento no son complicados y se pueden calentar fluidos en forma continua, (Chassériaux J. 1990)

Respecto de las cocinas solares tipo caja cuya característica principal es coleccionar energía radiante la que se transforma en calor y como consecuencia del buen aislamiento que poseen, éste no se pierde lo cual permite que se alcancen en el interior temperaturas máximas que oscilan alrededor de los 140 °C. El bajo gradiente térmico entre los alimentos y el aire del horno solar hace que la cocción sea lenta, una de las principales limitaciones de este sistema. También se debe considerar que la transmisión de calor por convección dentro del horno solar no es buena agravando el problema

### DESARROLLO

El tamaño del horno solar tipo caja debe ser lo suficientemente grande como para captar la energía, por sí solo, que necesita para cocer los alimentos. El mismo oscila cerca de 1 m<sup>2</sup>. Los concentradores se hacen de diferentes tamaños, en los cálculos teóricos para un sistema como el propuesto se establece un tamaño de 1.8 m<sup>2</sup>, independientemente de la energía que aporte el horno solar, (Buigues Nollens A. y Rojos E., 1995).

Ambos sistemas por sus características de funcionamiento se pueden complementar para mejorar la rapidez y la calidad en la cocción de alimentos. El sistema colector concentrador parabólico de dos dimensiones puede suministrar flujo continuo de fluido a elevada temperatura la cual puede oscilar alrededor de los 300 °C dependiendo de la concentración del colector concentrador, el cual puede ser aprovechado en el horno solar tipo caja. Las ventajas principales que se obtiene con la unión de los dos elementos es que aumenta la cantidad de energía disponible dentro de la caja horno y además aumenta el gradiente térmico entre los alimentos y el fluido intercambiador de calor.

Si ambos sistemas se unen en estas condiciones de tamaño, para lograr el nuevo sistema, resultará de dimensiones grandes, incómodo e inseguro de utilizarlo. Para lograr un nuevo sistema se lo debe plantear desde el punto de vista de la ergonomía preventiva, pero asegurando la cantidad de energía mínima necesaria para la cocción. Se debe tener en cuenta que para disminuir el tamaño del horno solar se hace considerando solamente el aspecto energético (captación y transmisión).

### RESULTADOS PRELIMINARES

El colector concentrador parabólico de dos dimensiones puede adquirir relaciones entre sus dimensiones (longitudinales, transversales y distancia focal) manteniendo el tamaño del área de captación, para darle formas.

A través del programa en ambiente MATLAB se ha determinado la relación entre las variables geométricas del concentrador parabólico lineal, el absorbedor y los valores de las dimensiones obtenidas que pueden ser adoptados para la construcción considerando la vinculación de la ergonomía, con la economía y la energía del mismo.

De las tablas obtenidas con diferentes datos de entrada se deduce que:

- La variación de la concentración máxima  $C_{\text{máx}}$  con los diferentes valores que toman los parámetros que están variando no es significativo.
- La longitud del arco de la parábola adoptada coincide con la longitud de la chapa de acero inoxidable que será utilizada para la construcción del mismo, como así también la reducción del área de captación, respecto de los dos metros cuadrados, disminuye un 20 %.
- La respuesta desarrollada permite captar la energía solar por un período de tiempo suficiente como para realizar una cocción sin requerir reorientación considerando el tiempo promedio para realizar la cocción de aproximadamente 2 horas y el sol gira respecto a la tierra a 15°/ hora.
- Para una mejor captación de la energía solar, el colector se lo ha estudiado inclinado respecto a la horizontal un ángulo igual a 58° el cual responde a una altura solar a mediodía del mes más frío de 32°. En esa situación adopta una altura del orden de los 85 cm. sobre el nivel de piso, la cual permite un buen trabajo ergonómico en relación a las mesadas de trabajo y a las necesidades higiénicas del cocinero solar.
- En su recorrido el fluido intercambiador de calor a través del absorbedor y cámara de cocción, podrá circular por sí misma con circulación natural. Las posiciones relativas entre el colector y el absorbedor son esenciales para decidir el funcionamiento ergo-energético de todo el conjunto en relación a la altura de trabajo.
- Cuando el concentrador se encuentra dispuesto paralelo al eje de la tierra, siguiendo el movimiento diurno del sol el absorbedor favorece a la circulación del fluido directamente hacia la cámara de cocción con un corto recorrido y sin pérdidas de carga, alcanzando la altura de trabajo adecuada.

### CONCLUSIONES PARCIALES

Cuando los sistemas se unen para lograr el propuesto no se debe dejar de lado el análisis ergonómico preventivo.

El estudio ergonómico oportuno de un sistema lleva a conseguir sistemas más económicos.

El estudio ergonómico del nuevo sistema presenta mejoras económicas al disminuir al máximo las dimensiones de los elementos intervinientes lo cual produce un ahorro de los mismos. Cuando el tipo de materiales seleccionados en la construcción son los adecuados, en general son de precios moderados.

El estudio ergonómico del sistema propuesto lleva a concebir un sistema seguro y fácil de operar.

La evaluación global considerando relaciones entre diferentes disciplinas permite brindar soluciones ergonómicas.

Un sistema ergonómico y económico facilita la aceptación del mismo por los usuarios y las instituciones subsidiarias o financieras respectivamente.

Se sugiere que dentro del procedimiento de evaluación la normativa de RICSA, contemple la inclusión de las interrelaciones y compatibilidad entre condiciones como evaluación global.

### REFERENCIAS

Buigues Nollens A.y Rojas E. (1995). Desarrollo y Construcción de Sistemas Alternativos de Cocción. Proceedings of the Second. World Conference on Solar Cookers, Use and Technology, pp.51-56. Heredia, Costa Rica Editor Shyam. S. Nandwany.

Castell M. E de et al. (1998).

Propuestas de procedimiento para la evaluación de las características físicas, ergométricas, de seguridad, de calidad de materiales y de mantenimiento de cocinas y hornos solares. Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV)– CRICYT y Otros - Energías Renovables y Medio Ambiente. ASADES, Tucumán, Argentina.

Chassériaux J. (1990) Conversion Térmica de la Radiación Solar - Librería Agropecuaria - 1ª. Ed. - Buenos Aires.

Mondelo P. et al.. (2003). Ergonomía 1, Alfaomega , pp. 13-27 Edicions UPC. Universidad Politécnica de Catalunya,

### ABSTRACT

The aim of this paper is to determine the way in which the ergonomic and economic responses are linked to the energy the cook needs in poor areas to operate the solar oven with linear parabolic concentrator (LPC).

The method used considers the bibliographic survey and the analytical study on concentration from various points of view: geometrical, operational temperature, construction, follow-up, optical assembly and maintenance. A MATLAB software has been developed which enables the calculation of dimensions with different data related to the objective. The conclusions of this paper contribute to the procedure proposal for the evaluation of solar cookers and ovens carried out by the Red Iberoamericana de Cocción Solar de Alimentos (RICSA) (Iberoamerican Network of Solar Cooking of Food) (INSCF).

**Key words:** ergonomics - solar over - lpc