

# PLANCHA A GAS EFICIENTE

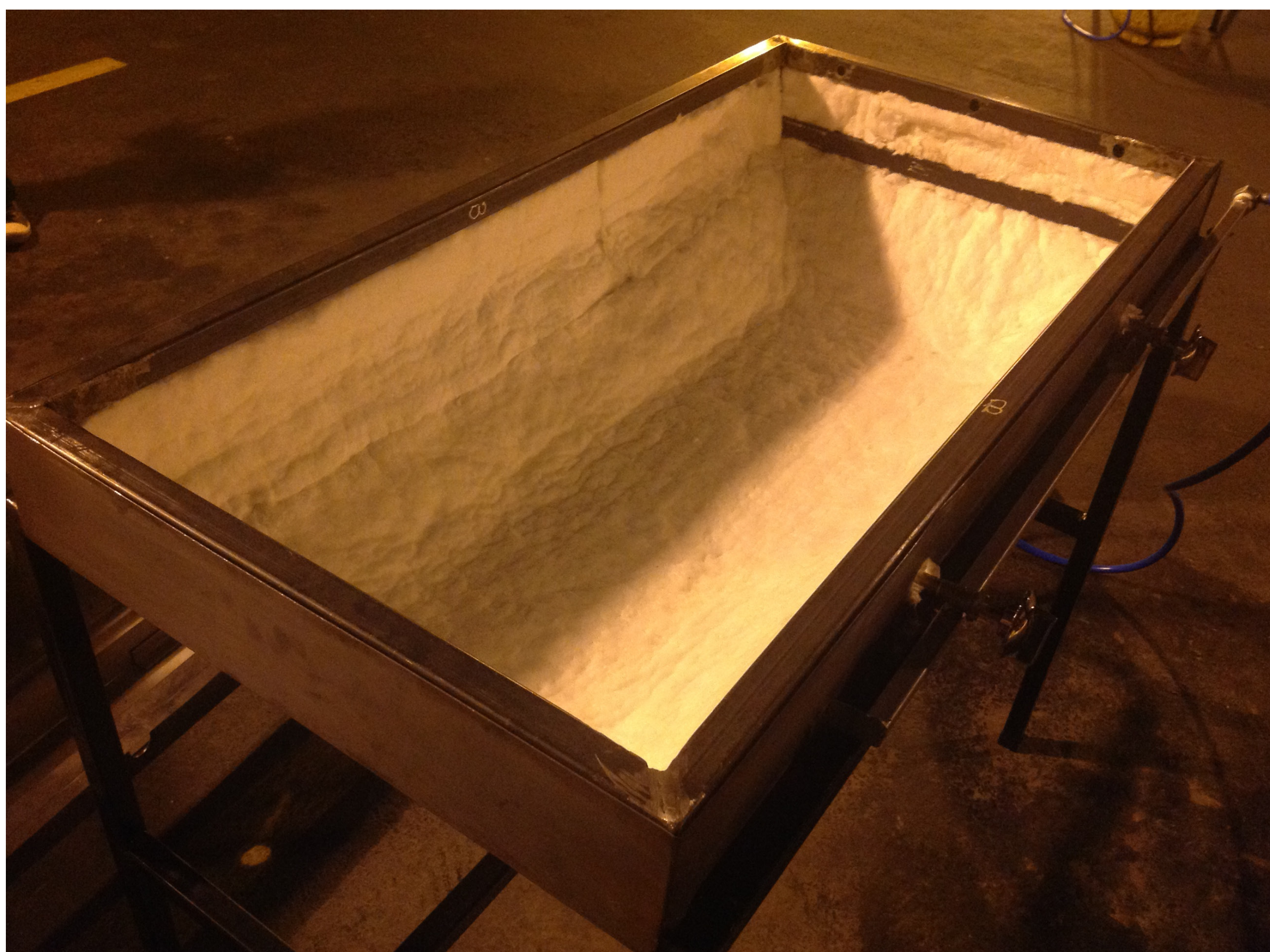
M. CHÁVEZ, M. MEDINA, G. PÉREZ, A. BLANCO, C. GALDÁMEZ

Departamento de Ciencias Energéticas y Fluídicas  
Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”



## Objetivo general

Rediseñar la plancha convencional a gas, evaluando el resultado de manera experimental mediante la construcción y puesta a prueba de un prototipo en comparación con una plancha convencional, definiendo los ahorros energéticos (consumo de gas).



## Motivación

Las tortillerías y pupuserías son comercios muy abundantes en El Salvador, y el equipo fundamental en este tipo de negocios son las planchas a gas propano. Los diseños convencionales de dichas planchas se han desarrollado empíricamente, por lo que la aplicación de ingeniería en el desarrollo de una plancha a gas puede traer beneficios que disminuyan el consumo de gas y por tanto los costos del mismo, además de brindar mejoras de comodidad en su uso.

Actualmente, el subsidio del gas se focaliza al sector residencial y comercios de subsistencia. Las residencias reciben un monto de \$9.10 al mes, mientras que los comercios ubicados en las residencias de los propietarios reciben el equivalente a dos tambos mensuales, lo cual solo es una parte de su consumo mensual.

## Resultado

Se comprobó experimental y comparativamente, que la plancha diseñada consume 32% menos gas propano que la plancha convencional a igualdad de condiciones y Beneficia a los usuarios directos en el uso, ya que la temperatura de la carcasa disminuye en un 51 %.

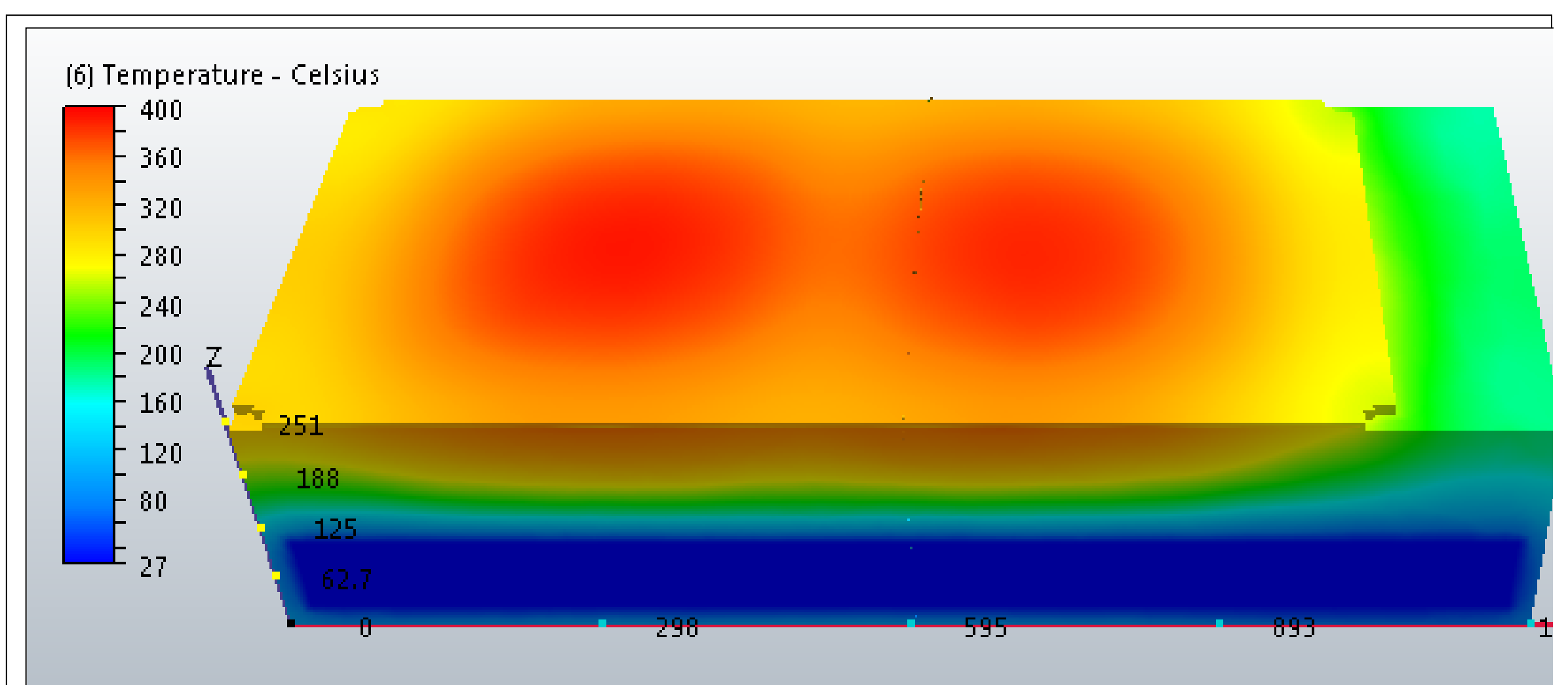


Figura 1. Distribución de temperaturas de la línea base

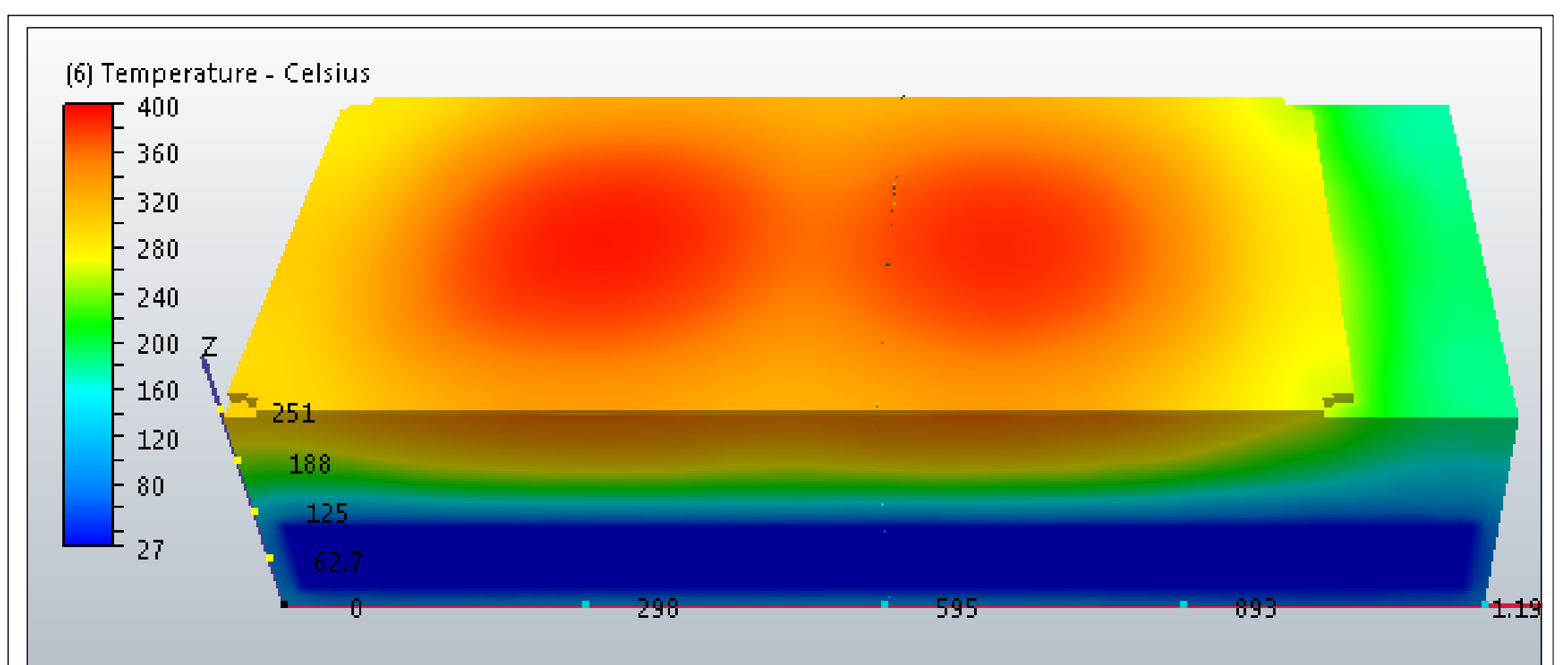


Figura 2. Distribución de temperaturas de la línea base

**Tabla 1.** Temperaturas Promedio de Carcasas – Plancha Prototipo vs Plancha Convencional.

Carcasa	Temperatura Promedio [°C]	Variación
Prototipo	83	-36.4%
Normal	131	-36.4%

# PLANCHA A GAS EFICIENTE

M. CHÁVEZ, M. MEDINA, G. PÉREZ, A. BLANCO, C. GALDÁMEZ

Departamento de Ciencias Energéticas y Fluídicas  
Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”



## Metodología

Para la elaboración del modelo eficiente se utilizó el programa Autodesk Simulation CFD 2013, en el cual se simuló térmicamente los modelos geométricos elaborados en el programa Autodesk Inventor 2013, posteriormente, se construyó y probó el modelo eficiente.

Como primer paso para la generación del modelo eficiente, se simuló térmicamente una plancha de modelo convencional, sobre la cual se evaluaron las modificaciones para determinar si son convenientes para incluirse en el diseño eficiente.

**Tabla 1.** Condiciones de frontera para la elaboración de la línea base.

Temperatura ambiente	27 °C
Coefficiente de convección natural exterior	12 W/m <sup>2</sup> _K
Presión atmosférica	101.325 kPa
Generación de calor	8160.0 W
Flujo de aire	0.0108 kg/s
Temperatura promedio de la plancha	337.5 °C

## Modificaciones Evaluadas.

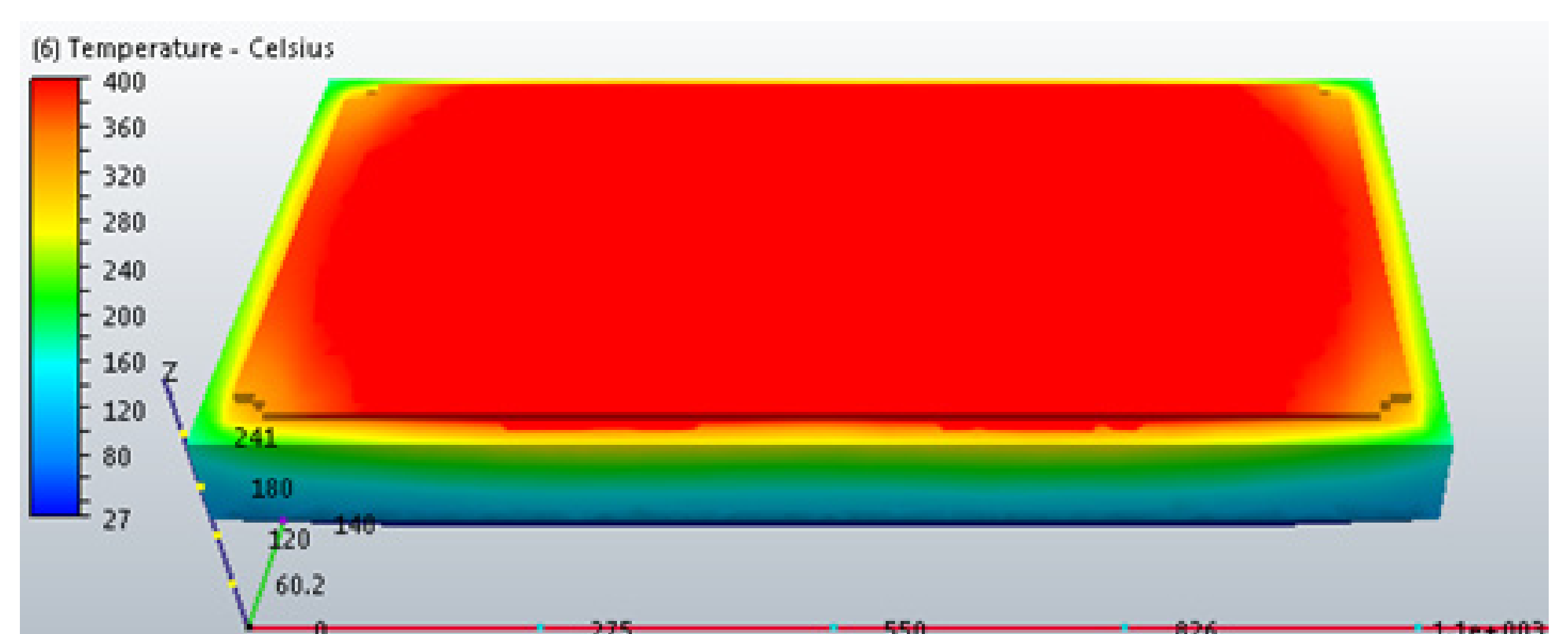
Con la línea base definida y validada se procedió a realizar modificaciones que serían evaluadas mediante nuevas simulaciones a fin de determinar las que se traducirían en ahorro del consumo de gas propano. A continuación se presentan las simulaciones de las modificaciones evaluadas, que consisten en cambio de geometría, reubicación de quemadores y utilización de aislamiento en la carcasa.

- Reducción de la distancia entre quemadores y plancha.
- Modificación de la geometría de la carcasa.
- Utilización de aislamiento.
- Reducción de la cámara de combustión.
- Implementación de parrilla en el inferior de la plancha.

**Figura 1. Modelo – Paquete de mejoras.**



**Figura 2. Resultados – Paquete de mejoras.**



# PLANCHA A GAS EFICIENTE

M. CHÁVEZ, M. MEDINA, G. PÉREZ, A. BLANCO, C. GALDÁMEZ

Departamento de Ciencias Energéticas y Fluídicas  
Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”



La simulación del paquete de mejoras dio como resultado una temperatura promedio de la plancha de 452.7 °C que representa un incremento de 35.02% respecto a la línea base, y una temperatura promedio de carcasa de 130.8 °C que representa una disminución de 34.04% de la temperatura respecto de la línea base, según tabla 1.

**Tabla 1. Resultados – Paquete de Mejoras.**

Temperatura promedio	Incremento respecto a la línea base
Plancha de hierro 452.7 °C	35.02 %
Carcasa de hierro 130.8 °C	-34.04 %

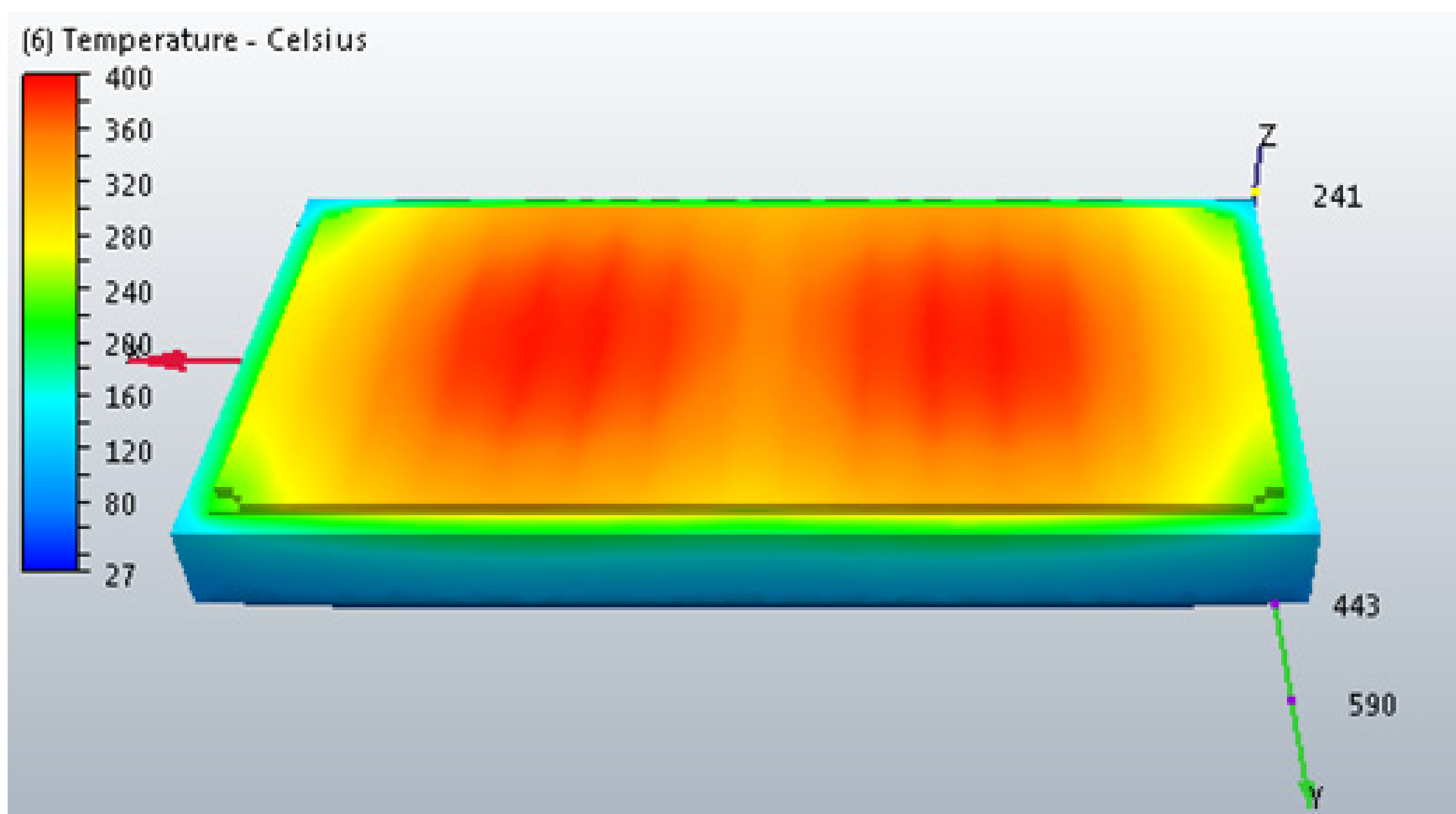
Los resultados muestran una reducción del 31.67% en la generación de calor necesaria para que el modelo modificado llegue a la misma temperatura promedio que la línea base, lo que resulta proporcional a la reducción del consumo de gas. Además, la disminución en la temperatura promedio de la carcasa es del 50.89%. En la Figura se presenta la distribución de temperaturas con la generación de calor calibrada

Los resultados muestran una mejora importante en las temperaturas promedio del modelo, para estimar el porcentaje de ahorro de gas asociado a estas modificaciones se realizó una simulación con la generación de calor reducida, de manera que la temperatura promedio de la plancha sea similar a la obtenida en la línea base. En la Tabla 2 se muestra la generación de calor necesaria para que la plancha alcance la temperatura promedio inicial.

**Tabla 2. Resultados – Paquete de Mejoras, Porcentaje de Ahorro de Gas.**

	Línea base	Paquete de mejoras	Disminución respecto a línea base
Generación de calor	8,160	5,576	31.67%
Plancha de hierro	335.3 °C	334.8 °C	0.16%
Carcasa de hierro	198.3 °C	97.4 °C	50.89%

**Figura 1. Resultados – Paquete de mejoras, calibración de la generación de calor.**



# PLANCHA A GAS EFICIENTE

M. CHÁVEZ, M. MEDINA, G. PÉREZ, A. BLANCO, C. GALDÁMEZ

Departamento de Ciencias Energéticas y Fluídicas  
Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”



## Análisis de Irreversibilidades.

Para identificar las principales deficiencias de la línea base y compararla con la que posee el modelo eficiente generado, se realizó un análisis de irreversibilidades; que consiste en realizar un balance energético que muestre el calor que pasa a través de los elementos de las planchas según las simulaciones. En este caso el calor generado se transmite a través de la plancha, la carcasa y el flujo de gases que salen de la cámara de combustión a alta temperatura.

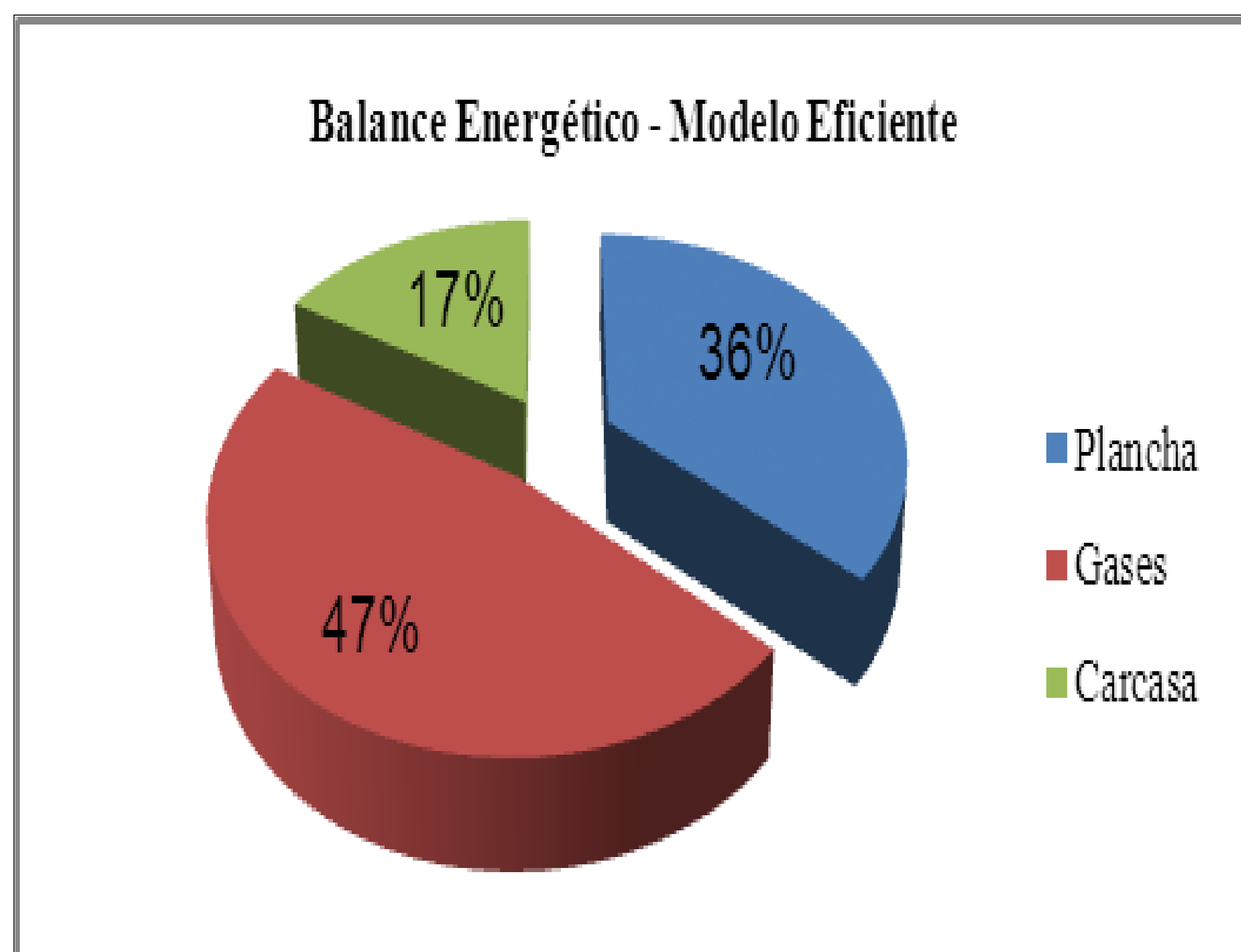
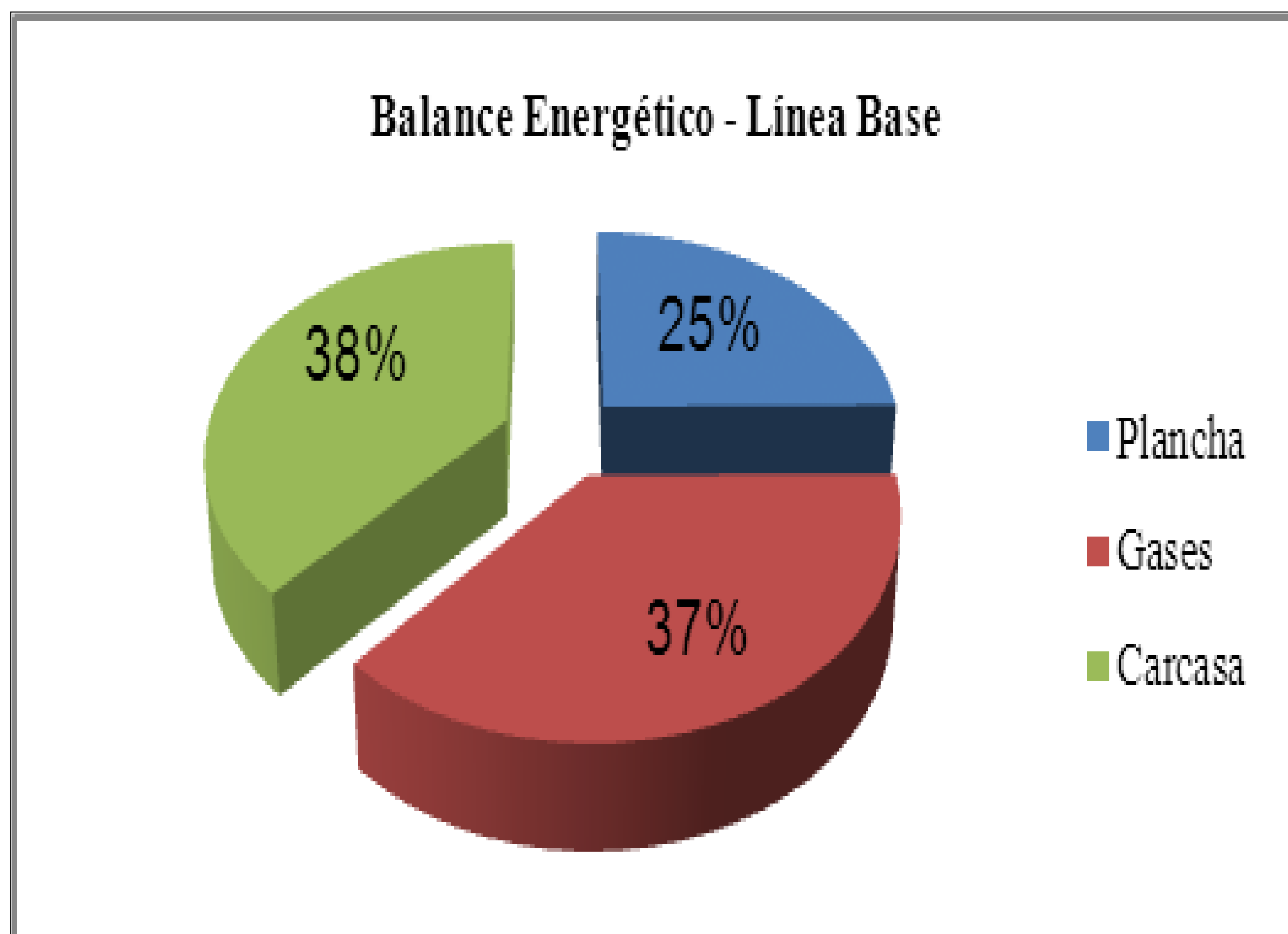


Figura 1. Prototipo



Figura 2. Prototipo construido.



## Diseño y Construcción del Prototipo.

El prototipo está conformado por las modificaciones reunidas en el paquete de mejoras y se muestra en Figura 1.

Como se observa en la Figura 1 el prototipo se diseñó con un elemento que protege de la convección, si bien esta pieza no fue simulada, se comprobará su efecto en el modelo experimentalmente. Además es importante mencionar que el sistema de gas propano utilizado en el prototipo corresponde al sistema convencional utilizado en las planchas comerciales con dimensiones de 1 m de largo por 0.5 m de ancho en el área de cocción.

El prototipo fue construido con las especificaciones del diseño del mismo y se presenta en la Figura 2.

# PLANCHA A GAS EFICIENTE

M. CHÁVEZ, M. MEDINA, G. PÉREZ, A. BLANCO, C. GALDÁMEZ

Departamento de Ciencias Energéticas y Fluídicas  
Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”



## Pruebas Experimentales

Las pruebas experimentales se realizaron en estado estable y en estado transitorio.

## Estado Estable.

Para obtener los datos necesarios que determinen el ahorro real en el consumo de gas propano del prototipo respecto a un modelo convencional de similares dimensiones, se estableció un procedimiento que se seguiría en la prueba.

## Procedimiento

Se ubicaron 8 termocuplas en la superficie de cada plancha, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1.  
Distribución de termocuplas en la plancha



Además se tomaron datos de la temperatura de la carcasa con el termómetro digital en el centro de sus caras. Se conectaron los tambos de gas propano al sistema de gas de cada una de las planchas.

Se encendieron simultáneamente las planchas, hasta llevarlas a una temperatura cercana a 270 °C. Los datos de temperatura se registraron a intervalos de 10 minutos hasta llegar a verificar la estabilidad, luego de conseguir estado estable las lecturas se hacían a intervalos de 20 minutos aproximadamente para asegurar que ambas operasen a temperaturas promedio cercanas.

Se registró el peso de los tambos al inicio de la etapa de estado estable y al final de la prueba. En la Tabla 1 se presenta el resultado de la prueba.

Tabla 1. **Resultados – Plancha Prototipo vs Plancha Convencional.**

Consumo prototipo [kg]	Consumo normal [kg]	Tiempo prototipo [min]	Tiempo normal [min]	Plancha Prototipo [kg/min]	Plancha Normal [kg/min]	% de ahorro
0.550	.82	49	49	0.011	0.017	<b>33</b>

# PLANCHA A GAS EFICIENTE

M. CHÁVEZ, M. MEDINA, G. PÉREZ, A. BLANCO, C. GALDÁMEZ

Departamento de Ciencias Energéticas y Fluídicas  
Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”



En la Tabla 1 y Tabla 2 se muestran las temperaturas promedio de las planchas y carcadas durante la prueba y el porcentaje de variación de la temperatura de la plancha prototipo respecto de la plancha convencional.

**Tabla 1. Temperaturas Promedio –Plancha Prototipo vs Plancha Convencional.**

Plancha	Temperatura promedio [°C]	Variación
Prototipo	279	1.8%
Normal	274	

**Tabla 2. Temperaturas Promedio de Carcadas –Plancha Prototipo vs Plancha Convencional.**

Carcada	Temperatura promedio [°C]	Variación
Prototipo	83	-36.4%
Normal	131	

## Conclusiones.

Mediante el análisis realizado se han encontrado una serie de mejoras que tienen aplicación en la plancha a gas convencional; con las cuales se ha obtenido un modelo eficiente que consume menos combustible para trabajar en iguales condiciones con la ventaja de poseer menores temperaturas promedio en la carcada, reduciendo la exposición de los usuarios al calor que emana de la misma.

Los resultados de las simulaciones dieron una estimación de los efectos que cada modificación tiene en el rendimiento de la plancha. En conjunto, las modificaciones que resultaron beneficiosas disminuyen la generación de calor necesaria para mantener una misma temperatura promedio en la plancha en un 31.67% respecto al modelo convencional, siendo la mejora más significativa la implementación de manta cerámica como aislante térmico en la carcada.

Del balance de energía obtenido a través de las simulaciones de la línea base y el modelo eficiente se concluye que la deficiencia que presenta un mayor potencial de mejora en las planchas a gas propano convencionales es la que se debe a las fugas de calor por la carcada, que se limita a la geometría y las propiedades térmicas de los materiales que la componen. El calentamiento de los gases que circulan dentro de la plancha forma parte del proceso de combustión y su temperatura sólo puede verse reducida mediante la mejora de la convección en el interior de la plancha, siendo su temperatura óptima mayor a la temperatura de la superficie interna de la plancha, esta limitante hace que esta pérdida de calor no pueda ser reducida en igual proporción que las fugas de calor por la carcada.

## Referencias

- INCROPERA, F. Y DEWITT, D. (1999). Fundamentos de transferencia de calor. México
- CENGEL, Y. Y GHAJAR, A. (2011). Transferencia de calor y masa. México
- BLANCO, A. y GALDÁMEZ, C. (2012). Diseño de plancha a gas eficiente. El Salvador.
- AUTODESK® Simulation CFD Help (2012). <http://www.vidri.com.sv/> (Consulta: 13/06/2013).
- <http://www.stoveteam.org/home>
- <http://shellfoundation.org/index.php?p=home>

