

## **Informe Final OT N° 2006-025-1**

**“Certificación de prueba controlada para economizador  
de combustible NEOPLUS 18FA”**

PARA: Sr. Jaime Baytelman  
E-mail: jaimebaytelman@gmail.com

DE: Oscar Farías Fuentes  
Jefe de Proyecto  
Instituto de Investigaciones Tecnológicas  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de Concepción  
Edmundo Larenas 270 Interior – Casilla 2567  
Concepción

Concepción, 01 de febrero de 2006.

## **INFORME FINAL**

### **“Certificación de prueba controlada para economizador de combustible NEOPLUS 18FA”**

#### **RESUMEN**

Se realizaron mediciones en una caldera de calefacción equipada con un quemador a gas de potencia nominal 150 kW a fin de comparar el rendimiento térmico de la caldera bajo diferentes niveles de exceso de aire, en operación normal e introduciendo un economizador NEOPLUS de la serie 18FA. Los resultados reflejan un aumento de rendimiento del orden del 8% y también en la temperatura de los productos de combustión del orden de 23°C.

#### **1. Introducción**

El presente informe tiene como objetivo mostrar resultados concernientes al efecto que produce el uso de dispositivos de ahorro de combustible NEOPLUS sobre el rendimiento obtenido en una caldera de calefacción, bajo diferentes condiciones de regulación del quemador.

Para el estudio se utilizó una caldera de calefacción disponible en el Laboratorio de Termofluidos marca IVAR, modelo SUPERAC WS/AR-150, de 150 kW de potencia nominal. La caldera se encontraba equipada con un quemador marca Riello, modelo GS20, que opera con gas de cañería. Para esta experiencia el combustible utilizado fue gas natural diluido, cuyo poder calorífico inferior se estima en 4450 kcal/Nm<sup>3</sup>.



Figura1: Caldera de calefacción, Laboratorio de Termofluidos

Las mediciones se realizaron con un moderno instrumental (termocluplas, medidores de flujo y analizador de gases Testo 350XL) conectados a una tarjeta de adquisición de datos Omega, modelo OMBDAQ-55. En la tabla 1 se describen las características técnicas de los sistemas de medición empleados.

Tabla 1: Sensores implementados en la caldera

| Variable                                             | Sensor                                  | Incertidumbre |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|
| Temperaturas agua                                    | Termocuplas tipo T                      | 1°C           |
| Flujo de agua                                        | Flujómetro electromagnético, Promag 10P | 1%            |
| Flujo de combustible                                 | Flujómetro térmico, T-MassAT70          | 2%            |
| Temperatura de combustible                           | RTD, Pt100                              | 0,2 °C        |
| Presión de Combustible                               | Piezoeléctrico Cerebar S, PMC71         | 0,1%          |
| Presión cámara combustión y aire de entrada quemador | Diferencial de presión Cole-Palmer      | 0,5%          |
| Gases de combustión                                  | Testo 350XL                             | 1 a 3%        |

## 2. Metodología de ensayo

Los ensayos se realizaron los días 10 y 24 de enero (con y sin economizador, respectivamente). Para cada ensayo se modificó la posición del regulador de aire, de modo de tener resultados a diferentes niveles de exceso de aire. Para cada condición se estableció un tiempo mínimo de estabilización de resultados de aproximadamente 15 minutos.

El registro de datos con la tarjeta de adquisición se realizó cada un segundo para las variables relevantes.

Por otra parte, se trató de mantener constante el flujo de gas para operar a potencia equivalente en ambos ensayos.

El economizador se instaló en la tubería de suministro de gas al quemador, a una distancia aproximada de 10cm del cabezal de combustión.

El cálculo de rendimiento ( $\eta$ ) se determinó por el método directo, según la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{\dot{m}_{agua} \cdot c_p \cdot \Delta T_{agua}}{\dot{V}_{gas} \cdot PCI}$$

Donde:

$\dot{m}_{agua}$  : Flujo másico de agua (kg/s)

$c_p$  : Capacidad calorífica del agua (kJ/kgK)

$\Delta T_{agua}$  : Diferencia de temperatura del agua entre la entrada y salida de la caldera.

$\dot{V}_{gas}$  : Flujo volumétrico de gas (Nm<sup>3</sup>/s)

PCI: Poder calorífico del gas (=18620 kJ/Nm<sup>3</sup>)

El tratamiento de la información, para la obtención del rendimiento en cada nivel de exceso de aire, incluye la obtención de los promedios a partir de datos estabilizados de las variables.

### 3. Análisis de Resultados

La tabla 2 y 3 presentan los promedios de las variables medidas en los ensayos con y sin economizador de combustible y los resultados en términos de rendimiento y emisiones (CO y NOx).

Tabla2: Mediciones con economizador

| Flujo Gas         | Flujo agua | $\Delta T_{\text{agua}}$ | CO <sub>2</sub> | T <sub>humos</sub> | EA   | CO <sub>c</sub> | NO <sub>x,c</sub> | $\eta$ directo |
|-------------------|------------|--------------------------|-----------------|--------------------|------|-----------------|-------------------|----------------|
| m <sup>3</sup> /h | l/s        | °C                       | %               | °C                 | %    | ppm             | ppm               | %              |
| 27,4              | 2,19       | 12,2                     | 7,2             | 293,7              | 63,0 | 5               | 47                | 78,9           |
| 27,4              | 2,19       | 12,3                     | 7,8             | 282,3              | 50,5 | 2               | 51                | 79,5           |
| 27,4              | 2,19       | 13,4                     | 9,1             | 265,0              | 29,0 | 2               | 52                | 86,6           |
| 27,4              | 2,19       | 13,3                     | 9,7             | 262,3              | 21,0 | 16              | 50                | 86,0           |
| 27,4              | 2,19       | 13,6                     | 9,6             | 267,0              | 22,2 | 47              | 48                | 87,9           |
| 27,4              | 2,19       | 13,3                     | 9,8             | 266,8              | 19,4 | 277             | 45                | 86,0           |
| 27,4              | 2,19       | 13,5                     | 9,9             | 265,8              | 17,2 | 1104            | 45                | 87,3           |
| 27,4              | 2,19       | 13,0                     | 10,5            | 264,8              | 1,6  | 8859            | 40                | 84,1           |

Tabla3: Mediciones sin economizador

| Flujo Gas         | Flujo agua | $\Delta T_{\text{agua}}$ | CO <sub>2</sub> | T <sub>humos</sub> | EA   | CO <sub>c</sub> | NO <sub>x,c</sub> | $\eta$ directo |
|-------------------|------------|--------------------------|-----------------|--------------------|------|-----------------|-------------------|----------------|
| m <sup>3</sup> /h | l/s        | °C                       | %               | °C                 | %    | ppm             | ppm               | %              |
| 26,6              | 2,19       | 11,0                     | 6,0             | 270,7              | 95,0 | 319             | 44                | 73,4           |
| 26,6              | 2,19       | 10,5                     | 6,8             | 268,4              | 72,6 | 25              | 50                | 70,1           |
| 26,6              | 2,19       | 0,0                      | 7,7             | 258,2              | 52,4 | 9               | 55                | 0,0            |
| 26,6              | 2,19       | 11,3                     | 8,0             | 246,4              | 46,7 | 8               | 55                | 75,2           |
| 26,6              | 2,19       | 0,0                      | 8,6             | 243,1              | 36,5 | 7               | 53                | 0,0            |
| 26,6              | 2,19       | 11,6                     | 9,0             | 241,1              | 30,4 | 9               | 52                | 77,0           |
| 26,6              | 2,19       | 11,3                     | 9,3             | 239,5              | 26,2 | 39              | 48                | 75,1           |
| 26,6              | 2,19       | 11,8                     | 9,6             | 240,7              | 21,9 | 270             | 44                | 78,8           |
| 26,6              | 2,19       | 11,7                     | 10,1            | 242,2              | 14,2 | 1674            | 40                | 77,8           |

En la figura 2 se aprecia un mayor rendimiento al usar el economizador de combustible del orden de un 8% para un nivel óptimo de exceso de aire de 20% ( $\lambda=1.2$ ). Por otra parte, se tiene una mayor temperatura de salida de los productos de combustión en la chimenea que para el estudio asciende a 23°C aproximadamente en toda la gama de exceso de aire.

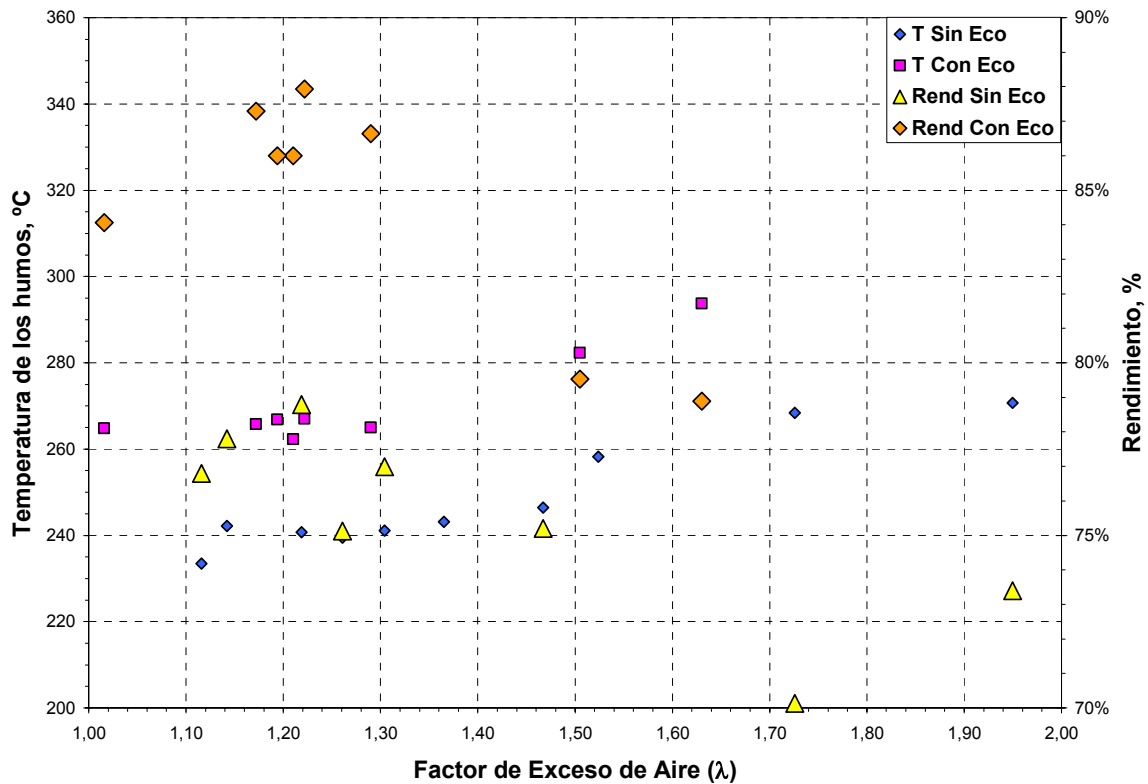


Figura 2: Temperatura en la chimenea y rendimiento de la caldera.

En la Figura 3 se muestra la comparación de emisiones gaseosas (CO y NOx) corregidas al 3% de oxígeno. Los resultados no presentan grandes diferencias en los niveles de emisiones obtenidas y sólo se observa un leve desplazamiento de las curvas hacia los niveles de exceso de aire más bajos.

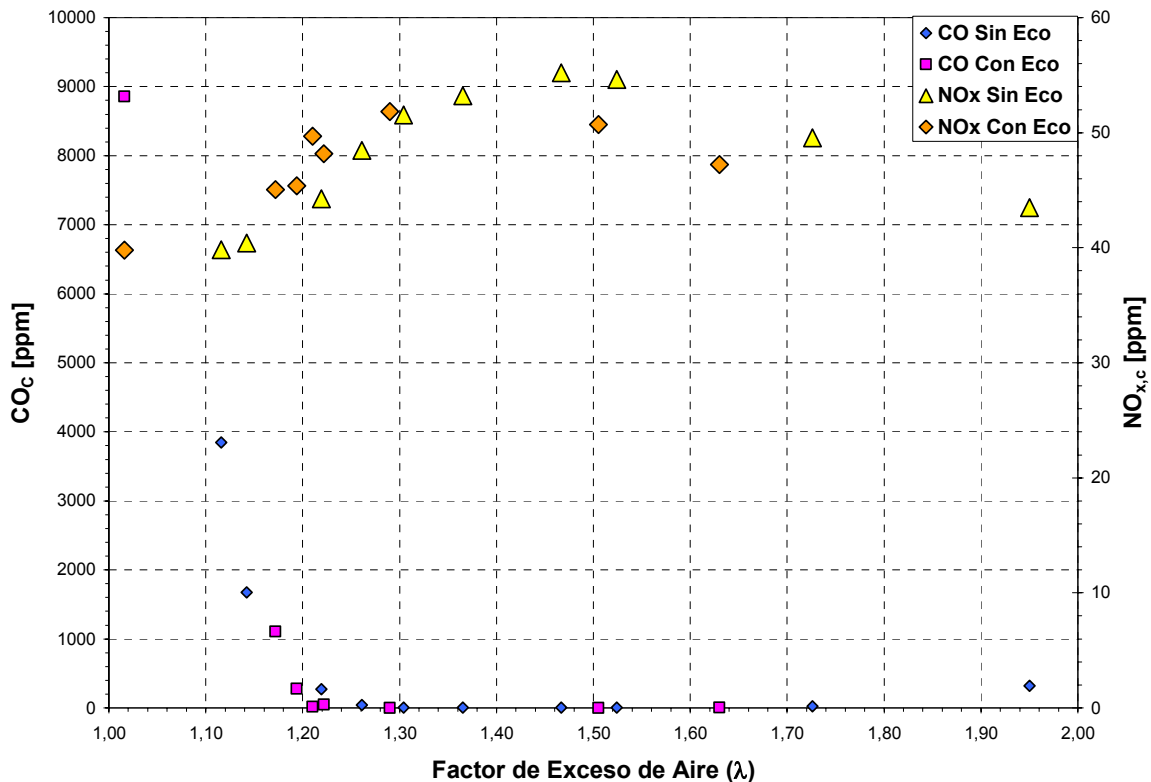


Figura 3: Emisiones de  $\text{CO}_c$  y  $\text{NO}_{x,c}$  en la chimenea

#### 4. Conclusiones y Recomendaciones

Los máximos niveles de aumento en el rendimiento con en el caso el uso del economizador NEOPLUS 18FA ascienden a un 8%. Adicionalmente, el aumento de temperatura de  $23^\circ\text{C}$  representa un calor sensible en los productos de combustión equivalentes a 1.5 kW. Considerando que el nivel de potencia utilizado en la caldera es de 150 kW, este aumento de temperatura es equivalente a un 1% del rendimiento.

Se sugiere realizar pruebas utilizando calorímetro de flujo continuo a fin de explicar las variaciones de rendimiento en términos del poder calorífico de combustibles gaseosos (gas de cañería y GLP). También se propone la realización de las pruebas en la caldera utilizando un quemador de petróleo.

Finalmente, desde el punto de vista académico, sería interesante analizar el efecto del economizador mediante características radiométricas de la llama ya que disponemos de la infraestructura necesaria.