

**HIPOTESIS DE CALCULO:**

1. Intercambiador de calor tubular de tubos lisos (sin aletas)
2. Flujo de gases de combustión de biomasa dentro de tubos
3. Flujo cruzado de aire externo a tubos
4. Distribución de tubos alineados
5. Calor a intercambiar con el aire: 52.500 kcal/h
6. Temperatura de entrada de gases al Calentador de aire °C : 400
7. Temperatura de salida de gases del Calentador de aire °C : 200
8. Temperatura de entrada de aire al Calentador de aire °C : 20
9. Temperatura de salida del aire del Calentador de aire °C : 70
10. Tubo o caño elegido: diámetro externo m : 0,0603 Espesor mm: 2,0

**DESARROLLO DEL CÁLCULO:**

Calor ingresado al Calentador de aire en los gases	105000 kcal/h	
Calor intercambiado al aire	52500,0 kcal/h	
Temperatura gases entrada al CA	400 °C	
Temperatura gases salida del CA	200 °C	
Temperatura aire de entrada al CA	20 °C	
Caudal de gases ingresado	781 m <sup>3</sup> N/h	
Caudal de aire ingresado	3365 m <sup>3</sup> N/h	
Calor especifico medio gases	0,336 kcal/m <sup>3</sup>	(Entre 400 y 200 °C - Dato de tablas)
Calor especifico medio aire	0,312 kcal/m <sup>3</sup>	(entre 20 y 70 °C - Dato de tablas)
Temperatura aire salida	70,0 °C	
Temperatura media logaritmica	247,5 °C	
Coeficiente medio de transmision de calor global	13,99 kcal/m <sup>2</sup> h°C	
Calor transferido al aire	52500 kcal/h	
Superficie de intercambio de calor necesaria	15,2 m <sup>2</sup>	
Diametro interno tubos	0,0563 m	
Velocidad lado gases Estimada	3 m/s	(Valor cercano aproximado elegido)

Velocidad lado aire Estimada	7 m/s	(Valor cercano aproximado elegido)	
<b>Seccion de pasaje de gases (dentro de caños)</b>	0,0723 m <sup>2</sup>		
Seccion unitaria interna del caño	0,0025 m <sup>2</sup>	<b>Zona interior de caños pasando gases</b>	
Cantidad de caños calculada	29,1 caños		
Cantidad de caños elegida	32 caños		
Superficie unitaria interna del caño elegido	0,177 m <sup>2</sup> /m		
Longitud de caños	86 m		
Longitud unitaria del caño	2,68 m		
Velocidad lado gases corregida	2,7 m/s		
<b>Seccion de pasaje de aire (fuera de caños)</b>			
Ancho de pasaje de aire	0,3703 m	<b>Zona exterior de caños con aire en flujo cruzado (2 pasos)</b>	
Diametro externo del caño	0,0603 m	Ancho: 4 caños de 60,3 x 2 mm de espesor con paso 90 mm	
Paso longitudinal entre caños	0,09 m	(Adoptado)	
Paso transversal entre caños	0,09 m	(Adoptado)	
Cantidad de caños en el ancho de pasaje	4 uni	(Adoptado)	
Espacio entre caño externo y pared cierre de pasaje	0,02 m	(Adoptado)	
Cantidad de pasajes de aire	2	(Adoptado)	
Seccion de pasaje de aire fuera de caños	0,1731 m <sup>2</sup>		
Velocidad corregida de aire	5,4 m/s		
Profundidad de pasaje de aire	0,730 m		
Cantidad de caños en la profundidad	8,0 caños		
Coeficiente medio de transmision de calor lado gases	23,0 kcal/m <sup>2</sup> h°C	Valor calculado para gases a 3 m/s	
Coeficiente medio de transmision de calor lado aire	58,0 kcal/m <sup>2</sup> h°C	Valor calculado para aire a 7 m/s	
Factor de ensuciamiento adoptado	0,0040 m <sup>2</sup> h°C/Kcal	(Adoptado)	
Coeficiente medio de transmision de calor lado gases	21,14 kcal/m <sup>2</sup> h°C	Estimado como $23 \cdot (2,7/3)^{0,8}$ : .....	21,14
Coeficiente de transmision de calor lado aire	49,51 kcal/m <sup>2</sup> h°C	Estimado como $58 \cdot (5,4/7)^{0,61}$ : .....	49,51
Coeficiente medio de transmision de calor global	13,99 kcal/m <sup>2</sup> h°C	Estimado como $1 / (1/21,14 + 1/49,51 + 0,004)$	

## ESQUEMA DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR

### **vista en planta**

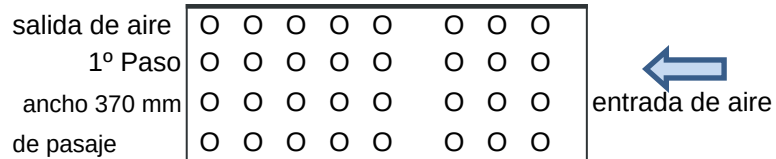
**UN cuerpo de 32 caños de 2,7 m entre placas extremas**

con un paso de gases dentro de los caños y

dos pasos de aire de 1,35 m entre placas cada uno, (paso superior e inferior),

en flujo cruzado fuera de los caños

### **Distribución de caños vista en planta**



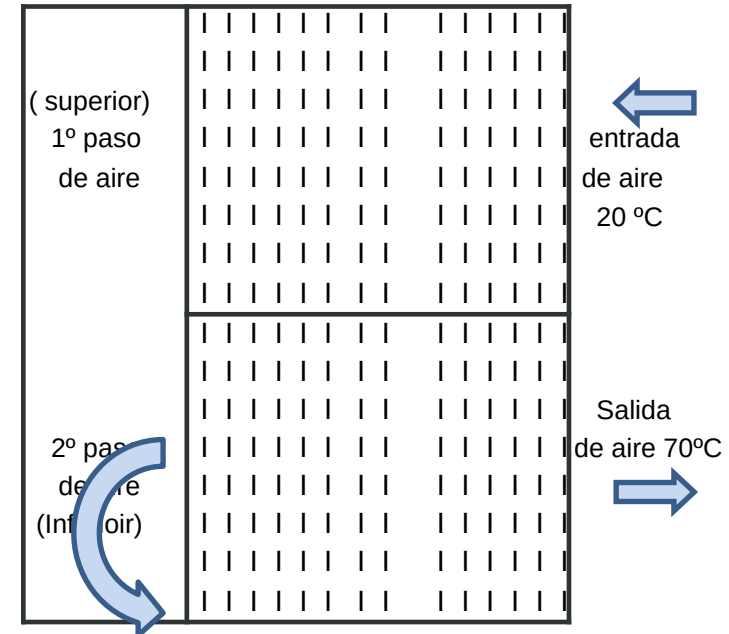
8 caños de 60,3 mm con paso longitudinal 90 mm  
profundidad 730 mm

4 caños de 60,3 mm con paso transversal 90 mm  
ancho 370 mm

### **Vista en elevación**



**salida de gases 200°C**



**entrada de gases 400°C**

### **vista en planta**

