

## **Calculo De La Instalación De Calefacción:**

### **Sistema Bitubular**

#### **• Introducción.**

Con esta aplicación se pretende instalar, en un recinto, un sistema de calefacción central por agua caliente.

La calefacción central por agua caliente consta esencialmente de una caldera y de una tubería que arranca en la misma, pasa por las distintas habitaciones que se quiere calentar y retorna a la caldera.

El agua caliente asciende desde la caldera hasta alcanzar el tubo de distribución, a partir de ese punto se pueden utilizar distintos sistemas de canalizaciones: monotubular, bitubular.

En nuestro caso pretendemos calentar mediante un sistema de calefacción bitubular una habitación perteneciente a un piso de un bloque de viviendas situado en Valladolid. Valladolid pertenece (norma NBE – CT – 79) a la zona climática Y por temperaturas mínimas de enero, y por grados–día–año a la D, lo que implica:

–Temperatura media mínima:  $-6^{\circ}\text{C}$ .

–Días grados acumulados: 1781.

–Vientos dominantes: NE.

La habitación ha sido descrita en el apartado de práctica de transmisión de calor por conducción y convección natural (aislante térmico), por lo que en esta parte del trabajo nos limitaremos a utilizar los datos ya calculados previamente.

La instalación que vamos a realizar consta, fundamentalmente de estas características:

–Tuberías de cobre.

–Temperatura interior:  $20^{\circ}\text{C}$ .

–Temperatura mínima del local colindante no calefactado:  $4^{\circ}\text{C}$ .

–Temperatura exterior mínima:  $-6^{\circ}\text{C}$ .

–Temperatura de ida:  $90^{\circ}\text{C}$ .

–Temperatura de vuelta:  $70^{\circ}\text{C}$ .

–Régimen de intermitencia de 8 a 9 horas de parada.

#### **• Cálculo De Las Pérdidas De Calor**

#### **• Cálculo De Las Pérdidas De Calor Por Transmisión**

Las pérdidas de calor por transmisión de calor vienen determinadas por la fórmula siguiente:

$$QT = S \cdot K \cdot T$$

Donde:

**QT** = Cantidad de calor (Kcal/h).

**S** = Superficie (m<sup>2</sup>).

**U** = Coeficiente de transmisión de calor (Kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)) del cerramiento.

**T** = Diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior.

**Fachada exterior:**

T<sup>a</sup> interior = 20 °C

T<sup>a</sup> exterior = -6 °C

Ver anexo, tabla 1.

T = 26 °C

S = 6,68 m<sup>2</sup>

U = 0,802 Kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)

**QT** = 6,68 m<sup>2</sup> · 0,802 Kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C) · 26 °C = **139,291 Kcal/h**

**Medianería:**

T<sup>a</sup> interior = 20 °C

T<sup>a</sup> exterior = 10 °C

T = 10 °C

S = 10,92 m<sup>2</sup>

U = 0,498 Kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)

**QT** = **54,3816 Kcal/h**

**Ventana:**

T<sup>a</sup> exterior = -6 °C

T<sup>a</sup> interior = 20 °C

T = 26 °C

$$S = 2,55 \text{ m}^2$$

$$U = 3,4 \text{ Kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$$

$$QT = 225,42 \text{ Kcal/h}$$

**Forjado:**

$$T^a \text{ exterior} = 6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T^a \text{ interior} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T = 14 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S = 15,96 \text{ m}^2$$

$$U = 0,0,475 \text{ Kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$$

$$QT = 106,134 \text{ Kcal/h}$$

**Frente del pilar:**

$$T^a \text{ exterior} = -6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T^a \text{ interior} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S = 0,65 \text{ m}^2$$

$$U = 0,462 \text{ Kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$$

$$QT = 7,808 \text{ Kcal/h}$$

**Alféizar:**

$$T^a \text{ exterior} = -6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T^a \text{ interior} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S = 0,33 \text{ m}^2$$

$$U = 2,354 \text{ Kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$$

$$QT = 20,197 \text{ Kcal/h}$$

**Frente del forjado.**

$$T^a \text{ exterior} = -6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T^a \text{ interior} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T = 26 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$S = 1,37 \text{ m}^2$$

$$U = 1,31 \text{ Kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C})$$

$$QT = 46,662 \text{ Kcal/h}$$

### **Cerramientos al interior de locales calefactados.**

$$T^a \text{ exterior} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T^a \text{ interior} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Al valer  $T = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  las pérdidas de calor a través de éstos cerramientos son nulas.

$$QT\text{--Total} = QT_i = 599,894 \text{ Kcal/h}$$

### **• Cálculo De Pérdidas De Calor Por Infiltración De Aire**

Estas pérdidas se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$QI = V \cdot Ce \cdot Pe \cdot \cdot T$$

Siendo:

$$V = \text{Volumen (m}^3\text{)} = 41,496 \text{ m}^3$$

$$Ce = \text{Calor específico del aire: } 0,24 \text{ Kcal}/(\text{Kg}\cdot^{\circ}\text{C})$$

$$Pe = \text{Peso específico del aire seco: } 1,24 \text{ Kg/m}^3 \text{ a } 10 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ y } 1,205 \text{ a } 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

= Numero de renovaciones/hora; en nuestro caso **1**.

$T$  = Diferencia entre la temperatura interior y la exterior.

$$T^a \text{ exterior} = -6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T^a \text{ interior} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T = 26 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$QI = 41,496 \cdot 0,24 \cdot 1,205 \cdot 1 \cdot 26 = 323,669 \text{ Kcal/h}$$

$$QI = 323,669 \text{ kcal/h}$$

### **• Cálculo De Los Suplementos**

Por orientación al norte..... 0,05

Por intermitencia..... 0,10

Total factor ..... **F = 0,15**

• **Cálculo De Las Pérdidas De Calor Totales**

$$Q_{\text{Total}} = (Q_T + Q_I) \cdot (1 + F)$$

$$Q_{\text{Total}} = (599,894 + 323,669) \cdot (1 + 0,15)$$

$$Q_{\text{Total}} = 1062,097 \text{ Kcal/h}$$

• **Emisión Calorífica De Los Elementos De Calor:**

El dimensionado del emisor se hace normalmente para  $T=60^\circ\text{C}$  cuyas condiciones de trabajo son:

$T_e$  = Temperatura de entrada al radiador =  $90^\circ\text{C}$

$T_s$  = Temperatura de salida del radiador =  $70^\circ\text{C}$

$T_m$  = Temperatura media  $(90 + 70)/2 = 80^\circ\text{C}$

$T_a$  = Temperatura ambiente =  $20^\circ\text{C}$

• **Cálculo Del Salto Térmico T**

La diferencia entre las temperaturas de entrada y salida para una determinada temperatura ambiente es un valor determinante para el cálculo del salto térmico de un emisor. Debe tenerse en cuenta que:

1º) Cuando  $T_{\text{salida}}/T_{\text{entrada}} \geq 0,7$  el salto térmico puede determinarse mediante

la media aritmética:

$$T = T_m - T_a = (T_e - T_s)/2 - T_a$$

2º) Cuando  $T_{\text{salida}}/T_{\text{entrada}} < 0,7$  el salto térmico puede determinarse mediante

la media logarítmica:

$$T = (T_e - T_s) / \ln (T_e - T_s)$$

Para valorar el salto térmico de un emisor en las condiciones de trabajo:

$T_s = 70^\circ\text{C}$

$T_e = 90^\circ\text{C}$

$T_m = 80^\circ\text{C}$

$T_a = 20^\circ\text{C}$

$$T_s / T_e = (T_s - T_a) / (T_e - T_a) = 0,714 > 0,7$$

$$T = T_m - T_a = 80 - 20 = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\mathbf{T = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}}$$

Se procederá a la colocación de un elemento radiador de aluminio DUBAL, modelo 70. (Véase tabla de características técnicas).

El número de elementos que se colocan, N:

$$N = \text{Pérdidas totales} / \text{Pérdidas por cuerpo} = 1062,097 / 170,9 = 6,21 \text{ } \mathbf{7 \text{ cuerpos}}$$

La superficie total de emisión puede ser calculada teniendo en cuenta que el calor es emitido en su mayor parte por convección:

$$Q = h \cdot \cdot S S = 6,997 \text{ m}^2$$

Donde:

$$Q = 1062,097 \text{ kcal/h}$$

$$h = 2,53 \text{ kcal/hm}^2\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (Coeficiente de película del aire).}$$

$$T = 60^{\circ}\text{C} \text{ (Salto térmico).}$$

$$S = \text{Superficie.}$$

El radiador estará situado en la zona con mayores pérdidas de calor, para asegurar un ambiente lo más homogéneo posible. El lugar óptimo es en la pared que da al exterior, bajo la ventana.

#### • **Cálculo De La Caldera.**

En la caldera tiene lugar el intercambio de calor entre el que emite el combustible quemado y el fluido calefactor que lo recibe.

La potencia de la caldera se determina por la siguiente fórmula:

$$\mathbf{P = (Q + QL) \cdot a}$$

Donde:

$$P = \text{Potencia de la caldera (Kcal/h).}$$

$$Q = \text{Potencia instalada en radiadores (Kcal/h).}$$

$$QL = \text{Pérdidas de calor por tuberías (Kcal/h).}$$

$$a = \text{Aumento por inercia (1,1 – 1,2).}$$

#### **Potencia instalada en radiadores:**

$Q = \text{número de cuerpos} \cdot \text{pérdidas por cuerpo.}$

$$Q = 7 \cdot 170,9 = 1196,3 \text{ Kcal/h}$$

### **Pérdidas de calor por tuberías:**

Se considera la instalación montada en tubo de cobre de diámetro nominal entre 12/14 mm, escogemos 13 mm (ver anexo tabla 7) cuya pérdida de calor es de 55 Kcal/(h·m). Considerando una longitud máxima de tubería de la caldera al elemento radiante de 10 m, las pérdidas caloríficas serán:

$$QL = 55 \text{ Kcal/(m·h)} \cdot 10 \text{ m} = 550 \text{ Kcal/h}$$

Con estos datos la potencia total será:

$$P = (1196,3 + 550) \cdot 1,15 = 1746,3 \text{ Kcal/h}$$

### **• Selección Del Quemador.**

Para el correcto acoplamiento de un quemador a un generador debe considerarse fundamentalmente la potencia y la características de la cámara de combustión de este. Elegimos para nuestra instalación un quemador de gas natural. El consumo de combustible viene determinado por la expresión:

$$C = P / (PCI \cdot \eta)$$

Siendo:

C = Consumo de combustible (m<sup>3</sup>/h)

P = Potencia del generador (Kcal/h).

PCI = Poder calorífico inferior del combustible (10000 Kcal/Nm<sup>3</sup>).

$\eta$  = Rendimiento del generador (0,75).

**Cantidad de combustible a quemar = 0,233 m<sup>3</sup>/h**

### **• Cálculo Del Deposito De Expansión:**

La misión del deposito de expansión es la de absorber el aumento del volumen de agua que se produce al calentar el contenido de la instalación.

Existen dos sistemas:

– Sistema de expansión abierto.

– Sistema de expansión cerrado.

Actualmente, las instalaciones de calefacción por agua caliente tienden a efectuarse a circuito cerrado, incorporando depósitos de expansión también cerrados.

En ellos, al elevarse la temperatura del agua y, por tanto, la presión, esta presiona la membrana y el nitrógeno de la cámara se comprime hasta quedar equilibradas las presiones.

• **Capacidad útil del depósito:**

La capacidad útil del depósito viene dada por la siguiente expresión:

$$V_u = V_i \cdot a\%$$

Donde:

$V_u$  = Volumen o capacidad útil.

$V_i$  = Volumen total de agua en la instalación:

Radiadores:  $0,43 \cdot 7 = 3,01$  l.

Caldera: 20 l (estimado).

Tuberías:  $100 \text{ dm} \cdot (0,13 \text{ dm} / 2) = 1,32$  l.

$V_i = V_{\text{agua radiadores}} + V_{\text{agua tuberías}} + V_{\text{agua caldera}}$

$$V_i = 3,01 + 1,32 + 20 = 24,33 \text{ l}$$

$a\%$  = Coeficiente de dilatación del agua (= 2,9%).

$$V_u = 0,706 \text{ l.}$$

• **Capacidad Total Del Deposito**

La capacidad total del depósito será función del coeficiente de utilización. Es necesario calcular dicho coeficiente que depende de la altura manométrica de la instalación y de la presión máxima de trabajo:

$$(P_f - P_i) / P_f =$$

$$V_v = V_u /$$

Siendo:

$P_f$  = Presión absoluta máxima de trabajo.

$$P_f = 4 \text{ Kg/cm}^2$$

$P_i$  = Presión absoluta, altura manométrica.

$$P_i = 3 \text{ Kg/cm}^2$$

= Coeficiente de utilización.

$$= 0,25$$

$V_u$  = Capacidad útil del depósito.

$V_v$  = Capacidad total del depósito.



$$V_v = 0,706/0,25 = 2,82 \text{ l.}$$

La capacidad total del depósito es:

$$V_v = 2'82 \text{ l.}$$

### • Cálculo Del Circulador.

La función de la bomba de circulación consiste en vencer las resistencias que presenta el circuito al tránsito del agua por su interior haciéndola más movable.

Si los diámetros de las tuberías son muy pequeños la red es económica, pero las velocidades de circulación serán elevadas, y como consecuencia las pérdidas de presión también lo serán; en estas condiciones el circulador debe tener unas características hidráulicas especiales.

Si por el contrario, los tubos son anchos, tendremos velocidades de circulación bajas, pocas pérdidas de presión, y por tanto un circulador menos exigente; el problema es que cuanto mayor sea el diámetro de los tubos tanto más se encarecerá la instalación.

En resumen, lo ideal es buscar un equilibrio óptimo entre estas características del sistema.

Emplearemos exclusivamente bombas centrífugas accionadas por motor eléctrico.

### • Calculo del caudal de agua

El caudal de agua circulante vendrá concretado por la ecuación:

$$C = P / (T \cdot Ce \cdot Pe)$$

Donde:

C = Caudal en (l/h).

P = Potencia de la caldera (1746,3 kcal/h).

T = Salto térmico de la instalación ( $T_{ida} - T_{retorno} = 90 - 70 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Ce = Calor específico (Kcal/(h·Kg·°C)) = 1 para el agua.

Pe = Peso específico (Kg/dm<sup>3</sup>) = 1 para el agua.

$$C = 87,32 \text{ l/h}$$

### • Cálculo De La Potencia De La Bomba:

La potencia de la bomba la determinamos con la formula:

$$N = \frac{87,315 \cdot 45,01 \cdot 20}{102 \cdot 3600 \cdot 0,4}$$

Siendo:

N = Potencia necesaria de la bomba (Kw).

C = Caudal de agua circulante (l/h).

H = Pérdida de carga en mm de la columna de agua.

= Presión de elevación en mm de la columna de agua.

= Rendimiento de la bomba. Rendimiento máximo de la bomba = 0,4.

$$N = \frac{87,315 \cdot 45,01 \cdot 20}{102 \cdot 3600 \cdot 0,4}$$

$$N = 0,535 \text{ Kw}$$

#### • Cálculo De Las Tuberías.

Por la red de tubos de una instalación de calefacción circula el fluido calefactor que es portador de la energía calorífica desde el generador hasta los emisores.

#### • Pérdidas De Presión Y De Carga

Cuando un fluido circula por el interior de un tubo recto de igual sección en toda su longitud, la presión de este fluido disminuye rectilíneamente a lo largo del tubo. Siendo L la longitud del tubo en metros y P1 y P2 las presiones inicial y final respectivamente:

$$\text{Caída de presión} = P1 - P2$$

$$\text{Pérdida de carga} = P = (P1 - P2)/L$$

$$D = \text{Diámetro de la tubería de la instalación} = 13 \text{ mm} = 0,013 \text{ m}$$

$$S = \text{Sección de la tubería} = \pi \cdot (0,013/2)^2 = 1,32 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$C = \text{Caudal que atraviesa el tubo} = 87,32 \text{ l/h} = 2,42 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Conociendo el caudal que atraviesa el tubo y la sección del mismo, podemos calcular la velocidad del agua:

$$V = \text{Velocidad del agua} = C / S = 0,1827 \text{ m/s}$$

La pérdida de carga se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$V^2 \cdot P_e \cdot L$$

$$P = \cdot$$

$$2 \cdot g \cdot D$$

Siendo:

$$P = \text{Pérdida de presión (Kg/m}^2\text{)}.$$

$V$  = Velocidad (m/s).

= Coeficiente de rozamiento.

$P_e$  = Peso específico (Kg/m<sup>3</sup>) (para el agua = 1 Kg/m<sup>3</sup>).

$g$  = Aceleración de la gravedad ( 9,81 m/s<sup>2</sup> )

El coeficiente de rozamiento depende del estado de la tubería y de si el régimen es laminar o turbulento. La transición entre estos dos regímenes es brusca, y al estado en el que se produce se le llama crítico. Este estado se puede describir mediante una magnitud adimensional llamada n° de Reynolds ( $Re$ ):

$V \cdot D$

$Re =$

$V_c$

Donde:

– $V$  es la velocidad en m/s.

– $D$  es el diámetro interior en metros.

– $V_c$  es la viscosidad cinemática en m<sup>2</sup>/s.

Como no poseemos datos de viscosidad cinemática no podemos calcular  $Re$ ; luego buscaremos  $P$  en tablas y a partir de él calcularemos  $Re$  con la relación:

**64**

=

**$Re$**

Utilizando la tabla de pérdidas de presión y velocidad en tuberías, con un caudal  $C = 87,32$  l/h, un diámetro interior de  $D = 13$  mm = 0,013 m y con una velocidad del agua  $V = 0,1827$  m/s obtendremos:  **$P_1 = 4,25$**  mm.c.a./m.

De las fórmulas anteriores:

= **3,246**

**$Re = 19,72$**

#### • Calculo de la caída de presión en resistencias simples

Los diferentes dispositivos provocan pérdidas de presión que se pueden calcular con la fórmula:

•  $V^2$  •

$P =$

$$2 \cdot g$$

Donde:

= coeficiente de resistencia,

$V$  = velocidad

= peso específico

$g$  = aceleración de la gravedad

Cada dispositivo tiene asignada una resistencia (tablas):

### **Caldera:**

$$= 2,5$$

$$P2 = 4,253 \cdot 10^{-3} \text{ mm c.a.}$$

### **Radiadores:**

$$= 3$$

$$P3 = 5,104 \cdot 10^{-3} \text{ mm c.a.}$$

### **Codos a 90°:**

$$= 3$$

Relación de Radio/Diámetro = 1,5 ; si hay tres codos:

$$P4 = 3 \cdot 0,5 (0,1827^2/2 \cdot 9,8) = 2,552 \cdot 10^{-3} \text{ mm c.a.}$$

### **Válvula de retención:**

$$= 2$$

Si hay dos válvulas:

$$P5 = 2 \cdot 2 \cdot (0,1827^2/2 \cdot 9,8) = 6,805 \cdot 10^{-3} \text{ mm c.a.}$$

La perdida total de carga será:

$$PTotal = P1 \cdot 10 \text{ m} + P2 + P3 + P4 + P5$$

$$PTotal = 42,5187 \text{ mm c.a.}$$

### **• Cálculo De Dilatación En Tuberías.**

Calculamos por último la dilatación en tuberías. El aumento de longitud puede calcularse mediante:

$$L = L_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T)$$

Donde:

$L$  = Longitud dilatada (mm)

$L_0$  = Longitud inicial, 10 m.

$\alpha$  = coeficiente de dilatación, cobre a 80°C = 1,36 mm/m

$$T = T_{\text{fluido}} - T_{\text{ambiente}} = 80 - 20 = 60^\circ\text{C}$$

Con lo que obtendremos un  $L$  de **816** mm.

### • CÁLCULO DE LA CHIMENEA.

La chimenea tiene la misión de evacuar los gases de combustión procedentes del hogar. Al mismo tiempo, el tiro que produce facilita la entrada de aire necesario para la combustión en el hogar.

El tiro de la chimenea se origina por la diferencia de pesos específicos del aire exterior frío y de los gases de la combustión, y es tanto más intenso cuanto más alta sea la chimenea aunque depende de la resistencia que ofrecen los conductos de humos de la caldera y de las características constructivas de la propia chimenea.

El tiro se calcula con la siguiente fórmula:

$$T = H (Y_a - Y_g)$$

Donde:

$T$  = Tiro de la chimenea en mm c.a.

$H$  = Altura vertical en m.

$Y_a$  = Peso específico del aire exterior (Kg/m<sup>3</sup>).

$Y_g$  = Peso específico gases de combustión (Kg/m<sup>3</sup>).

También podemos utilizar las tablas, ya que el tiro no lo podemos calcular así por falta de datos, considerando que para una temperatura media de los humos de 250°C entonces  $T = 0,51$  mm c.a./m. Colocando una chimenea de 10 m de longitud,

$$T = 10 \cdot 0,51 = \mathbf{5,1} \text{ mm c.a.}$$

### • Calculo de la sección:

Utilizamos la expresión:

$$S = k \frac{P}{\sqrt{h}}$$

Siendo:

S = Sección (cm<sup>2</sup>).

P = Potencia de la caldera (1746,3 Kcal/h).

k = Coeficiente = 0,014 para calderas presurizadas.

h = Altura en m, se calcula mediante la expresión:

$$h = H - (n \cdot 0,5 + L + p)$$

Donde:

H = Altura real de la chimenea = 10m.

n = Número de codos = 2.

h = Altura reducida.

L = Longitud horizontal = 0,2 m.

p = Resistencia de la caldera de 2 mm hasta 160000 Kcal/h.

Con estos datos hallamos:

$$h = 10 - (2 \cdot 0,5 + 0,2 + 0,002) = 8,798 \text{ m}$$

$$h = 8,798 \text{ m.}$$

Una vez hallado h, S nos da:

$$S = 8.242 \text{ cm}^2$$

El lado de la chimenea cuadrada será (S), l = 2,871 cm.

El diámetro de la sección equivalente es:

$$2 \cdot a \cdot b = 2 \cdot 2,871 \cdot 2,871$$

$$D = = = 2,871 \text{ cm}$$

$$a + b = 2,871 + 2,871$$

Siendo a, b los lados de la sección rectangular o cuadrada. En nuestro caso a = b = 2,871 cm.

$$D = 2,871 \text{ cm.}$$

#### • Cálculo Del Conducto Horizontal:

Toda chimenea debe tener un conducto horizontal que une la caldera con la chimenea propiamente dicha. La sección se determina con la siguiente relación:

$$E = S \left( 0,6 \frac{L}{H} + 1 \right)$$

Donde:

E = Sección en cm<sup>2</sup> del canal horizontal.

S = Sección vertical en cm<sup>2</sup>.

L = Longitud horizontal en m.

H = Altura de la chimenea en m.

$$E = 8,341 \text{ cm}^2$$

El diámetro de la sección circular equivalente es: **l = 2,888 cm**

$$2 \cdot 2,888 \cdot 2,888$$

$$D = 2,888 \text{ cm}$$

$$2,888 + 2,888$$

$$D = 2,888 \text{ cm}$$

#### • Calculo Del Consumo Anual De Combustible.

Para desarrollar el calculo del consumo por temporada de calefacción, o anual de combustible, deberán aplicarse factores de corrección que hagan del valor resultante el más cercano a la realidad, en cuanto al consumo de energía, el cual viene determinado por la siguiente formula:

$$Z \cdot (T_a - T_{em}) \cdot a \cdot b \cdot c \cdot Q$$

$$Co = 24 \cdot$$

$$(T_a - T_{emin}) \cdot PCI \cdot$$

Siendo:

Co = Consumo anual de combustible (Kg ó m<sup>3</sup>).

Z = Número de días de calefacción. 160 días

T<sub>a</sub> = Temperatura ambiente. 20°C

T<sub>em</sub> = Temperatura exterior media durante el período de calefacción. 6°C

T<sub>emin</sub> = Temperatura exterior mínima. -6°C

PCI = Poder calorífico inferior del combustible.

PCI(gas natural) = 10000 kcal/Nm<sup>3</sup>

= Rendimiento total de la instalación. 0,75

a = Factor de reducción de la temperatura. a = 0,9 en viviendas con reducción nocturna.

b = Factor de reducción del servicio. b = 1 en viviendas con calefacción continua.

c = Factor de corrección de la exigencia calorífica.

c = pérdidas por transmisión/pérdidas totales =  $Q_t / Q$

$c = 599,894 / 1062,097 = 0,565$

$160 \cdot (20 - 6) \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,565 \cdot 1062,097$

$Co = 24 \cdot$

$(20 + 6) \cdot 10000 \cdot 0,75$

**Co = 148,895 m3 de gas natural.**

#### • Características Técnicas De La Instalación De Calefacción Con Sistema Bitubular

La instalación de calefacción con sistema bitubular para la habitación perteneciente a un piso de un bloque de viviendas situado en Valladolid descrita en el apartado de la práctica de transmisión de calor por conducción y convección natural (aislante térmico ) tiene las siguientes características técnicas:

–Temperatura interior: 20°C.

–Temperatura mínima del local colindante no calefactado: 4°C.

–Temperatura exterior mínima: –6°C.

–Temperatura del agua :

– ida: 90°C.

– vuelta: 70°C.

–Régimen de intermitencia de 8 a 9 horas de parada.

–Número de días de calefacción = 160 días.

–Rendimiento total de la instalación= 75%

#### Radiador:

Elemento radiador de aluminio DUBAL, modelo 70, de 7 cuerpos con pérdidas por cuerpo de 170,9 kcal/h

El radiador estará situado en la pared que da al exterior, bajo la ventana.



Potencia instalada en radiadores:

$$Q = 1196,3 \text{ Kcal/h}$$

**Caldera:**

Potencia caldera = 1746,3 Kcal/h

Volumen caldera: 20 litros.

Resistencia de la caldera de 2 mm hasta 160000 Kcal/h.

**Quemador:**

Elegimos para nuestra instalación un quemador de gas natural

PCI = Poder calorífico inferior del gas natural = 10000 kcal/Nm<sup>3</sup>

Cantidad de combustible a quemar = 0,233 m<sup>3</sup>/h.

**Deposito de expansión cerrado:**

La capacidad útil del depósito es:  $V_u = 0,706 \text{ l.}$

La capacidad total del deposito es:  $V_v = 2'82 \text{ l.}$

**Circulador:**

El caudal de agua circulante es  $C = 87,32 \text{ l/h}$

Emplearemos exclusivamente bombas centrífugas accionadas por motor eléctrico.

La potencia de la bomba es  $N = 0'535 \text{ Kw}$

Rendimiento máximo de la bomba = 0,4.

**Tuberías:**

Utilizamos tuberías de cobre, tres codos a 90° y dos válvulas de retención.

Diámetro de la tubería de la instalación = 13 mm

Sección de la tubería = 132,7 mm<sup>2</sup>

Caudal que atraviesa el tubo = 87,32 l/h

Velocidad del agua = 0,1827 m/s

La perdida total de carga será:

$$P_{\text{Total}} = 42,5187 \text{ mm c.a.}$$

## **Chimenea**

Temperatura media de los humos de 250°C.

Tiro de la chimenea. = 0,51 mm c.a./m.

Número de codos = 2.

### **– Conducto vertical:**

Altura real de la chimenea = 10m.

Altura reducida = 8,798 m.

Sección = 8.242 cm<sup>2</sup>

El lado de la chimenea cuadrada será l = 2,871 cm.

El diámetro de la sección equivalente es D = 2,871 cm.

### **–Conducto horizontal:**

Longitud horizontal = 0,2m.

Sección del canal horizontal = 8,341 cm<sup>2</sup>

El lado de la chimenea cuadrada será l = 2,888 cm.

El diámetro de la sección circular equivalente es: D = 2,888 cm

## **Consumo Anual De Combustible.**

Co = 148,895 m<sup>3</sup> de gas natural.

INSTALACIÓN BITUBULAR