

TP07

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN Sistemas centralizados de calefacción

Autor: Dr. Ing. Arq. Jorge D. Czajkowski - Profesor Titular

INTRODUCCIÓN

El sistema de calefacción centralizada, sea por agua caliente o vapor, es indicado para edificios habitados durante el día o la mayor parte del día. Es decir, para instalaciones de *funcionamiento continuo*. Por ejemplo: edificios de departamentos, hospitales, oficinas de trabajo permanente.

Se pueden mencionar las siguientes *ventajas*:

- 1) Proporciona un caldeo suave, agradable y uniforme.
- 2) Es mínimo el enrarecimiento del aire debido a la tostación del polvo depositado sobre los calefactores, dado que la temperatura de éstos es menor de 90 °C.
- 3) Funciona sin producir ruido alguno.
- 4) Se puede lograr una buena regulación central, variando la temperatura del agua, pudiéndose acomodar perfectamente a las variaciones de la temperatura exterior.
- 5) Duración considerable de las instalaciones. Por tratarse siempre de la misma agua que circula en los sistemas de calefacción, el contenido de sales y aire son mínimos, reduciéndose así casi totalmente el riesgo de la corrosión del material y la formación de depósitos incrustantes.
- 6) Menor pérdida de calor por las cañerías, por ser las temperaturas de trabajo relativamente bajas.

Entre las *desventajas* se pueden mencionar:

- 1) El peligro de la congelación del agua que llena las cañerías, radiadores, etc., en el caso de temperaturas exteriores muy bajas. Para evitar este fenómeno, que puede ocasionar la rotura de radiadores y cañerías, deben agregarse al agua productos que rebajen la temperatura de congelación del agua, o vaciarse la instalación cuando no se utiliza.
- 2) Lentitud de puesta en régimen, lo que obliga a poner en funcionamiento la instalación con cierta anticipación en los casos de instalaciones por gravedad. Este defecto se atenúa notablemente utilizando bombas circuladoras.
- 3) Sobrecalentamiento por el calor remanente en los radiadores al cesar la producción de calor, a causa del elevado calor específico del agua. Ello puede ser molesto, por ejemplo, en los locales expuestos a la radiación solar o en aquellos en que se reúnan muchas personas.
- 4) Como la instalación está llena de agua, si se producen pérdidas se originan perjuicios en el edificio.

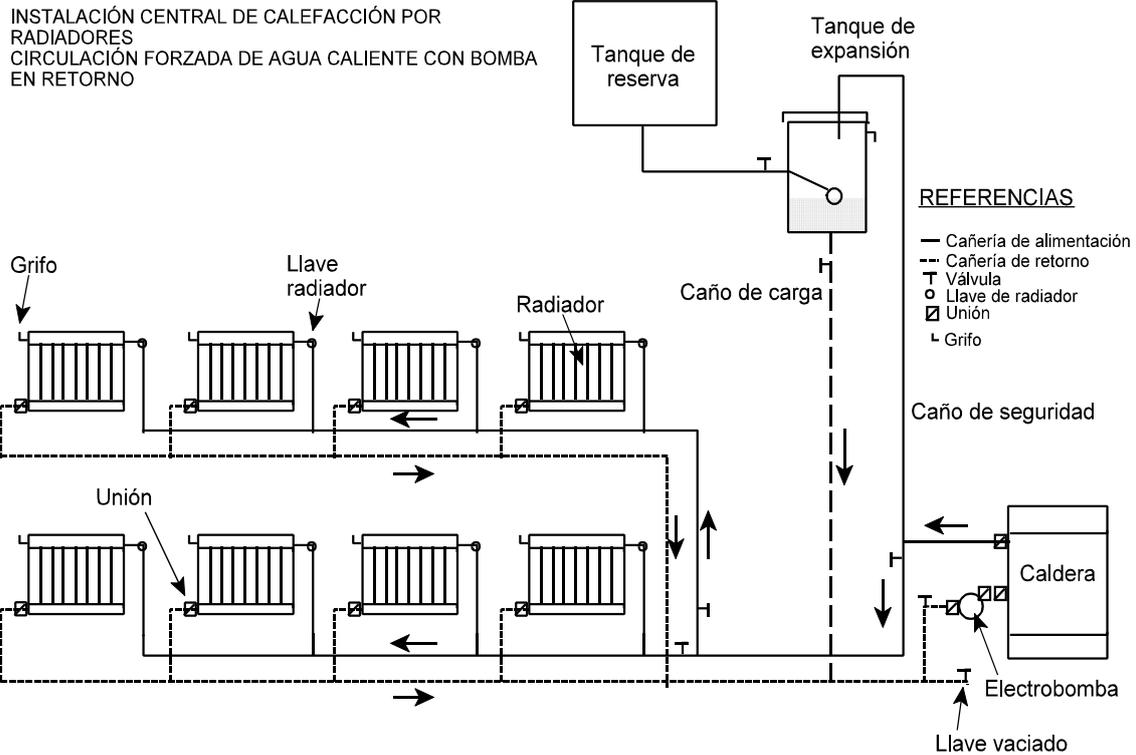


Figura 2: Esquema de una instalación central de calefacción con sus elementos terminales. Como ejemplo los radiadores pueden ser reemplazados por otros tipos de terminales (toalleros, zócalos radiantes, convectores, etc).

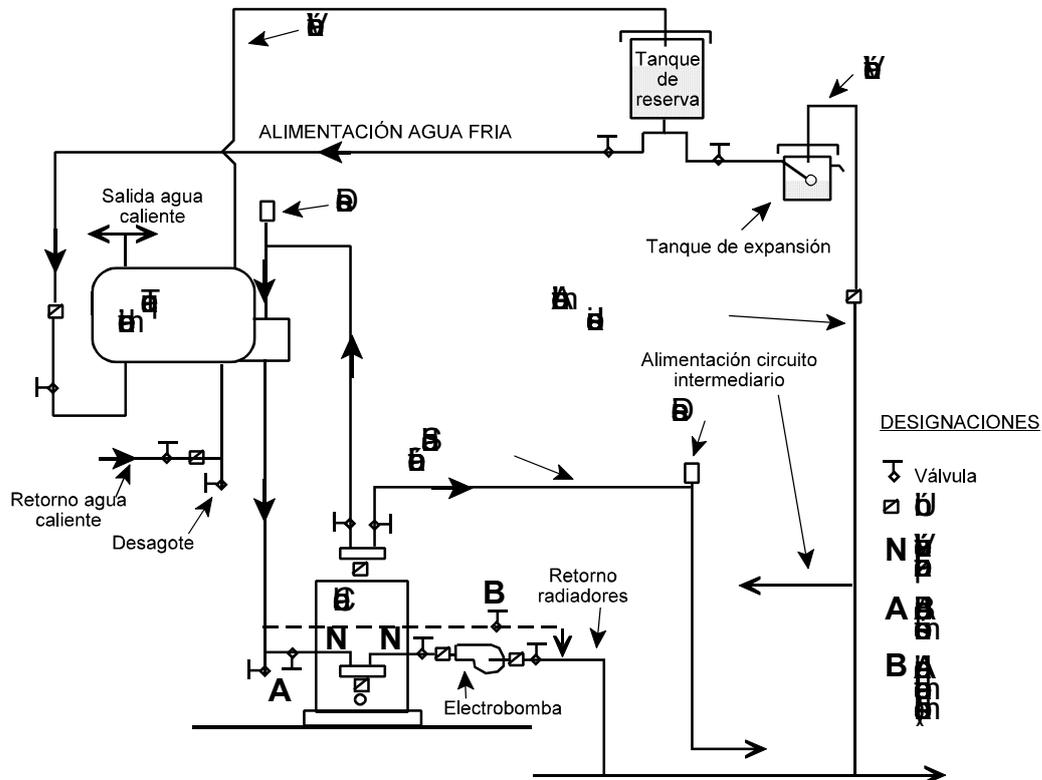


Figura 3: Esquema de una instalación para calefacción y agua caliente sanitaria con salidas a terminales zonales.

En las figuras 1 y 2 se muestran dos esquemas que corresponden al conexionado y componentes que intervienen en un sistema centralizado con terminales zonales. En el primer caso aparecen los cuatro elementos principales: a. caldera, b. unidades terminales, c. tanque de reserva, d. tanque de expansión, e.

tanque intermediario (para producción de agua caliente).

En el caso de calefacción centralizada trataremos con mayor profundidad las calderas junto a los cuartos que las contendrán, los diferentes sistemas de distribución de calor, los diversos tipos de unidades terminales y su adecuación al clima que estamos tratando (templado) junto a ventajas y desventajas comparativas. Finalmente veremos los procedimientos de cálculo y dimensionamiento del sistema y sus partes.

2. LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DEL CALOR RESPECTO DEL CONFORT

El comportamiento de un sistema de distribución del calor respecto del confort higrotérmico responde a varios factores entre los que se destacan: la temperatura ambiente y la curva de distribución del calor, la temperatura media de radiación en el local, la velocidad del aire y la humedad relativa. Una óptima combinación de estos factores supone que el 95% de los individuos se encuentre en confort higrotérmico.

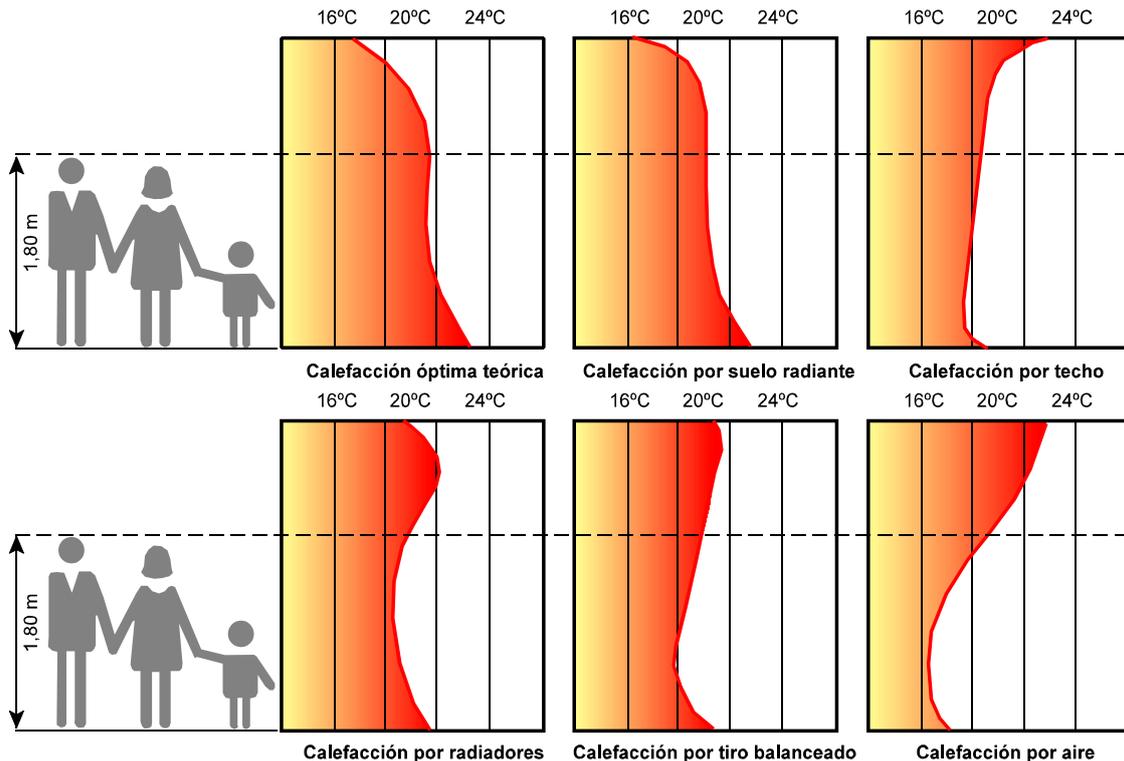


Figura 4: Distribución del calor para diferentes sistemas de calefacción.

Respecto de la temperatura ambiente ya hemos tratado que normativamente con 18°C y un abrigo ligero nos encontraremos en confort o 20°C con ropa liviana. Pero hemos dicho poco sobre la distribución del calor ya que podremos tener a 1,5 m los 18°C pero quizás nuestros pies deban soportar 15°C o menos y nuestras cabezas 23°C. De esta manera es importante conocer como responden los diversos sistemas a la homogénea distribución del calor en un ambiente o viceversa.

En primer término es indispensable saber que es radiación y convección respecto de los sistemas de calefacción ambiental:

2.1 Radiación:

Se debe a la propiedad que tienen los cuerpos y objetos de emitir y absorber calor. Un cuerpo a una temperatura T_c emite calor hacia otro a una temperatura T ($T_c > T$) utilizando como soporte las ondas electromagnéticas. Por lo tanto la radiación térmica se propaga a la velocidad de la luz y no necesita de un medio material para realizarlo. El flujo de calor emitido por radiación depende de las temperaturas absolutas del emisor, del receptor y no solamente de la diferencia de temperaturas entre emisor y receptor. En el caso de una terminal radiante como pisos, losas y techos radiantes, la emisión por radiación

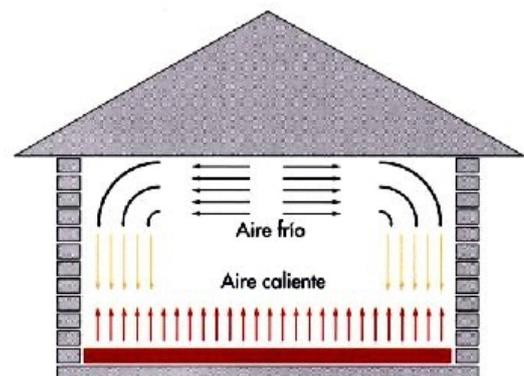
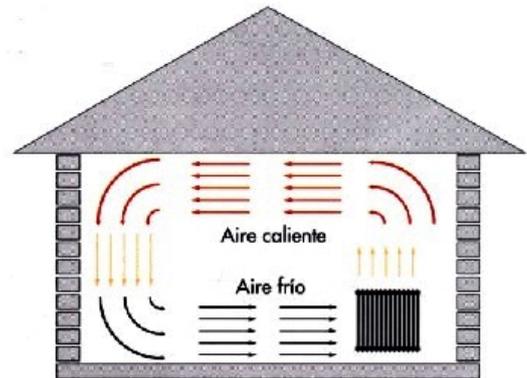


Figura 5: Sistema por radiación

representa aproximadamente el 60% de la emisión total. El 40% restante se emite por convección. Los radiadores y similares solo emiten un 10% a 30% de su potencia calorífica por radiación y el resto por convección. De allí su designación.

2.2. Convección:

Todo fluido al recibir un aporte de calor produce una corriente o movimiento de sus moléculas. El fluido caliente, debido a su menor peso (pierde densidad) asciende, mientras el fluido frío desciende. Se producen así corrientes convectivas. Estas generan a través del espacio un transporte de calor y masa. El flujo de calor emitido por convección dependerá de: La diferencia de temperatura entre la superficie emisora y el receptor; y el coeficiente de convección (que depende de las propiedades del fluido y de la naturaleza del movimiento de este alrededor de la superficie considerada).



Podemos deducir entonces que un sistema de calefacción ideal **Figura 6:** Sistema por *convección*. consistirá en tener a la altura de los pies unos 27°C (unos 10°C debajo de la temperatura corporal para favorecer el intercambio de calor por contacto, de lo contrario la molestia es notoria), en torno de 20°C hasta la altura de la cabeza y luego cerca de 17°C en la superficie del techo. De esta forma la cabeza muy sensible a la temperatura se encontrará en una zona del ambiente donde habrá convección y menor temperatura con una sensación de confort.

Con este enfoque un sistema de calefacción por aire (FAN COIL por conductos) no parece muy adecuado ya que tendremos temperaturas muy bajas en los pies y muy altas en la cabeza. Radiadores y convectores (tiro balanceado) resultan cercanos al ideal si se encuentran bien diseñados ya que de lo contrario puede comportarse como el anterior. El techo radiante es el menos indicado ya que crea el desconfortable efecto de cabeza caliente que puede llegar a provocar desvanecimientos en las personas y una desagradable sensación de pies fríos. Nos queda el piso o suelo radiante que teóricamente se acerca al ideal pero debe estar muy bien diseñado para mantener de manera homogénea una temperatura cercana a 27°C en el suelo con una adecuada distribución de las cañerías.

En cuanto a la calidad del aire interior los más desaconsejables son los convectores ya que si trabajan a altas temperaturas tienden a quemar el polvo en suspensión que provoca irritación en las fosas nasales junto a una sensación de sequedad. Debido a esto suele ubicarse un tazón con agua sobre los radiadores para que aporten humedad al ambiente pero no hay solución para el polvo carbonizado en terminales simples. Existen terminales Fan-coil de pared y techo (ver más adelante) que cuentan con filtros de diversos tipos para solucionar este inconveniente. Los más sofisticados que son frío-calor cuentan con filtros electrostáticos y necesitan además de una conexión eléctrica.

Los sistemas por aire que usualmente son usados en refrigeración pueden sufrir la contaminación de sus conductos y luego distribuir agentes biológicos nocivos para la salud (bacterias, hongos y esporas), a demás de tender a ser ruidosos si están mal diseñados. Vale mencionar que un convector forzado (fan-coil) bien balanceado genera entre 40 y 55 dB de ruido permanente por equipo. Si a esto se suma en una oficina el ruido de computadoras y sus periféricos que junto a una envolvente dura (vidrios, cielorraso, muros y pisos) pueden generar un ambiente ruidoso que produce agotamiento y stress en las personas.

Los suelos radiantes no calientan el aire ya que la radiación electromagnética lo atraviesa directamente. Son los muebles, el piso, el techo y las personas las que reciben el calor. Estos son los que al calentarse y presentarse diferentes temperaturas generan una leve convección. No es un sistema nuevo ya que era intensamente utilizado por los romanos en palacios, termas y villas.

De los sistemas mencionados los suelos radiantes con caños de polímeros plásticos son los que trabajan a menor temperatura, alrededor de 35°C, que redundan en una importante economía de energía y por ende una fuerte reducción en emisiones atmosféricas. Además al trabajar a baja temperatura logra que la eficiencia de todo el sistema sea cercano al 95% y aumente significativamente la vida útil de todos los componentes. Se diferencia de la losa radiante en lo constructivo ya que no es necesario hormigonar conjuntamente la estructura y la cañería de hierro minimizando problemas por fugas de agua, fisuras por dilataciones y la imposibilidad de recambio de caños obturados.

3. SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Los sistemas de calefacción por agua caliente se basan en la circulación de una cantidad constante de agua por medio de una red de cañerías. Este agua adquiere calor sensible por medio de calderas o cualquier elemento generador de calor y es distribuida hasta los elementos de cesión de calor o calefactores o unidades terminales que entregan este calor a las habitaciones de un edificio. El trasmisor de calor es el agua, o fluido termodinámico, del que se aprovecha su elevado calor específico ($C_e = 1 \text{ kcal/kg.}^\circ\text{C}$).

Llamamos *unidades terminales* o *calefactores* a los radiadores, convectores, caloventores, tubos de aletas, serpentinillas de calefacción, fan coils, inductores, etc.

3.1. Clasificación:

- | | |
|--|--|
| I) Según la forma en que se produce la circulación | a) Circulación natural o termosifón |
| | b) Circulación forzada |
| II) Según la presión de trabajo | a) Baja Presión |
| | b) Media o alta presión (vaso-expansión cerrado) |

3.2. Instalaciones de calefacción por circulación natural o termosifón:

En estas la circulación del agua se realiza mediante la diferencia de peso entre el agua caliente de ida y la más fría de retorno. Para el dimensionamiento se supone que las variaciones de temperatura en el agua se producen en la caldera y la unidad terminal despreciándose las pérdidas de calor en las cañerías de distribución. Esto genera una *presión eficaz* debido a las diferencias de peso en el agua mencionadas anteriormente.

$$H = h (\gamma_r - \gamma_a) [8]$$

Donde:

H = presión eficaz en mm de columna de agua o kg/m^2

γ_r = peso específico del agua de retorno a 70°C (kg/m^3)

γ_a = peso específico del agua de alimentación a 90°C (kg/m^3)

h = desnivel en metros (centro de caldera a centro de unidad terminal)

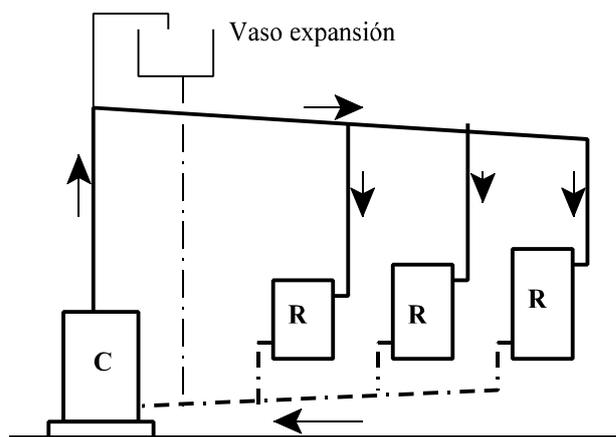


Figura 7: Circulación por termosifón.

La diferencia de presión efectiva entre caldera y unidades terminales es pequeña y para que el sistema funcione es importante que la instalación no sea muy extensa horizontalmente. Esto hace que su uso sea muy restringido a viviendas o edificios de escasas dimensiones. Además debemos recordar que siempre las unidades terminales deben encontrarse más altas que la caldera.

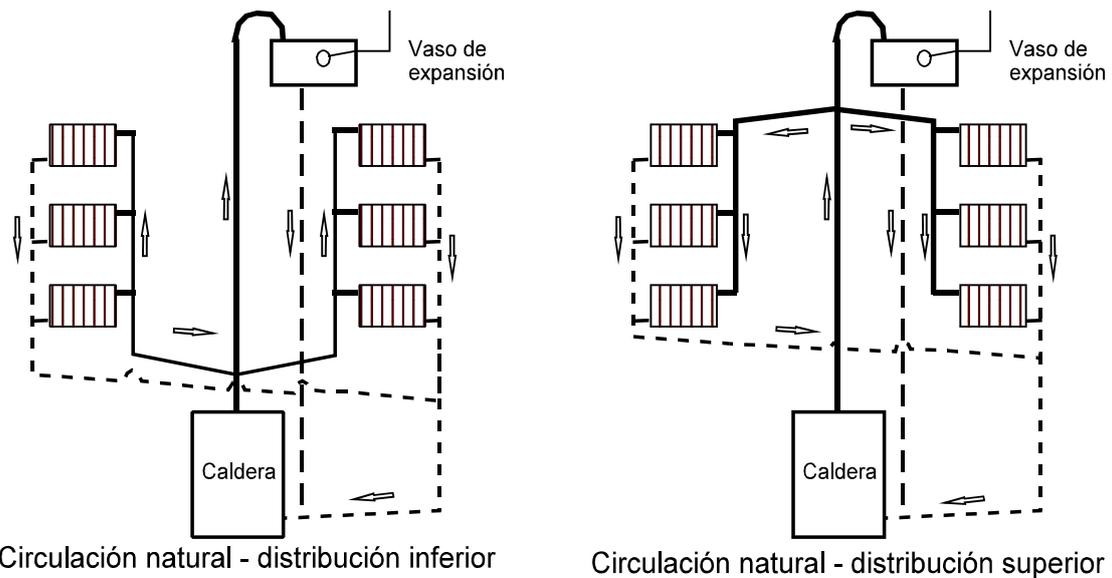


Figura 8: Sistemas de agua caliente para calefacción por circulación natural

3.3. Circulación forzada o por bomba:

Estas instalaciones requieren de bombas recirculadoras para su funcionamiento. Presentan una serie de ventajas respecto a las instalaciones por circulación natural, entre las que pueden mencionarse:

- 1- no existen dificultades en la circulación del agua;
- 2- las unidades terminales son de menores dimensiones y menor sección interior con la ventaja económica;
- 3- cañerías de menor diámetro;
- 4- las unidades terminales pueden ubicarse en cualquier sitio incluso por debajo del nivel de la caldera y
- 5- la instalación es más regulable y con mayor velocidad en el fluido y permite calentar los ambientes con mayor velocidad.

Entre las desventajas, podemos mencionar:

- 1- el consumo eléctrico de la bomba eleva el gasto de funcionamiento;
- 2- deben tomarse recaudos acústicos en la instalación y
- 3- el funcionamiento depende de que exista corriente eléctrica.

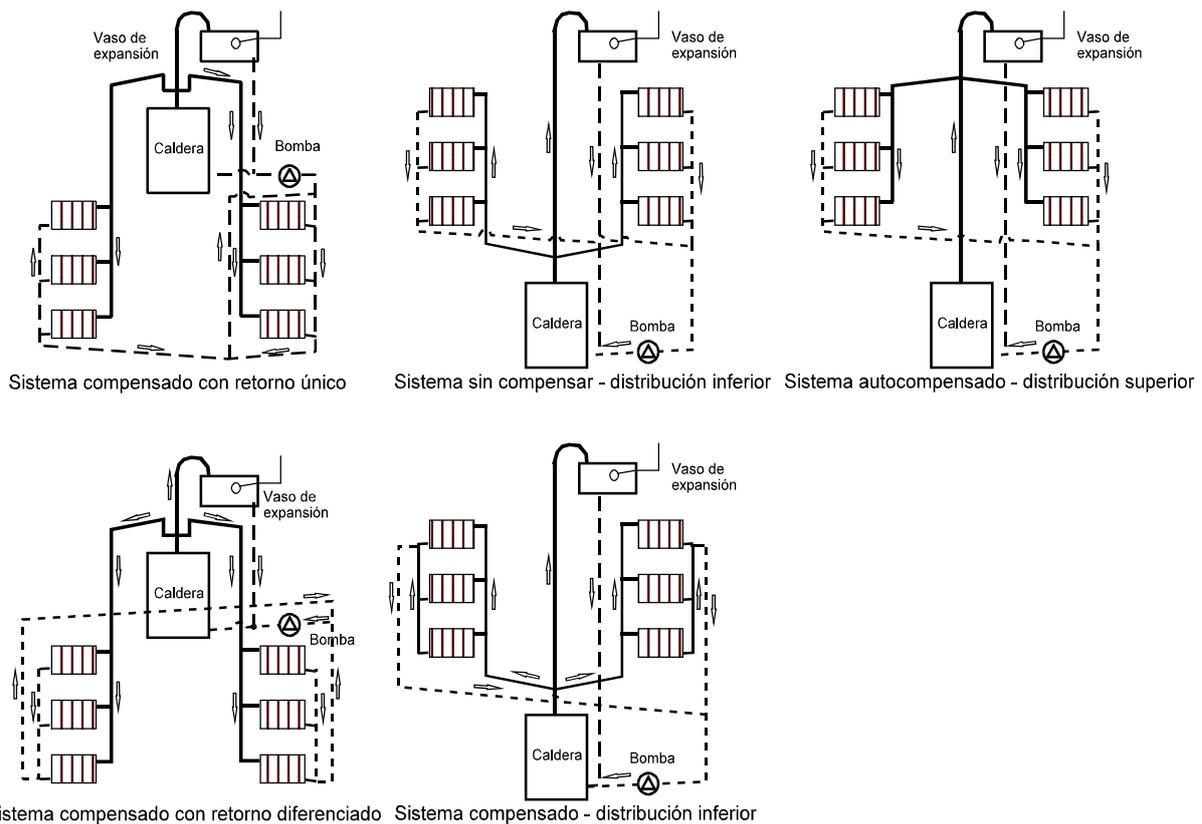


Figura 9: Sistemas de distribución de agua caliente para calefacción por circulación forzada (con bomba)

En la actualidad sean grandes instalaciones o pequeñas con calderas bajo mesada o mini-calderas murales casi sin excepción son por circulación forzada. Por otra parte son instalaciones limpias y de costo accesible, con eficiencia energética superior al 75% y hasta 95% en algunos casos. Las viejas cañerías de hierro han sido reemplazadas por nuevos polímeros plásticos como el PEX y el PECO que trataremos más adelante.

3.4. Distribución de cañerías:

Las cañerías pueden disponerse de varias maneras pero es usual que la vinculación entre unidades sea monotubular o bitubular. La monotubular cuenta con una sola cañería y los artefactos prácticamente se conectan en serie uno detrás de otro. Mientras que en la bitubular se usan dos cañerías, siendo una de alimentación y otra de retorno. Las más usuales son las bitubulares donde es usual indicar la cañería de alimentación con línea llena y la de retorno con línea de trazo discontinuo. Las formas usuales de distribución son por *distribución inferior* y por *distribución superior* (ver figura 2). En la *distribución inferior* la cañería de distribución se encuentra en la losa de los sótanos y de ella parten las diversas montantes. La alimentación del agua se produce de abajo hacia arriba y debe contarse con un vaso de expansión para la eliminación del aire. En la *distribución superior* la cañería montante va hasta la parte más alta del edificio y desde allí parten hacia abajo las otras montantes de distribución. El agua circula de arriba hacia abajo y luego una red de cañerías de retorno en la parte inferior llevan el agua a la caldera.

Sistema de retorno compensado: En este sistema el agua realiza un recorrido mucho más largo de manera que la longitud recorrida por el agua en todos los circuitos sea aproximadamente la misma. Esto tiene la ventaja de una mayor uniformidad de marcha, mejora la regulación del conjunto, se compensan mejor las presiones en cada circuito. Esto permite disminuir los saltos de presión y posibilita una circulación más pareja del agua. A la desventaja económica de usar + metros de cañería se le oponen todas las ventajas ya mencionadas. Entonces las instalaciones con *retorno compensado* son casi la mejor solución para un edificio de muchos pisos con distribución inferior. Para un tratamiento más exhaustivo de estos temas es necesario acudir a la bibliografía de referencia de la cátedra ya que por su extensión el tema excede lo que pueda tratarse en esta ficha resumen.

4. CALDERAS

Las calderas son elementos destinados a la generación de vapor o agua caliente a fin de que estos sean los encargados de transportar el calor de la unidad generadora a las unidades terminales mediante un sistema de distribución. Para calefacción en edificios se utilizan las calderas denominadas “de baja presión” y que según sus características las podemos clasificar en: convencionales e integrales.

Calderas convencionales: se obtienen en el mercado sin accesorios y llevan a una mayor cantidad de tareas en obra como: montaje, aislamiento térmico, controles, quemador específico según tipo de combustibles, etc.

Calderas integrales: constituyen un sistema compacto integrado por el conjunto caldera - quemador junto a todos sus controles. Es usual en el mercado las que queman gas.

Por su forma de funcionamiento también se las puede clasificar en:

- a. acuatubulares
- b. humotubulares
- c. celulares
- d. seccionales

Un simple “calefón instantáneo” es una caldera acuatubular. Esto ya que hay un quemador, una cámara de combustión, una salida de gases y una serpentina metálica por donde circula el agua para calentarse. En este caso la potencia es relativamente baja (12000 a 16000 kcal/h) y también el rendimiento.

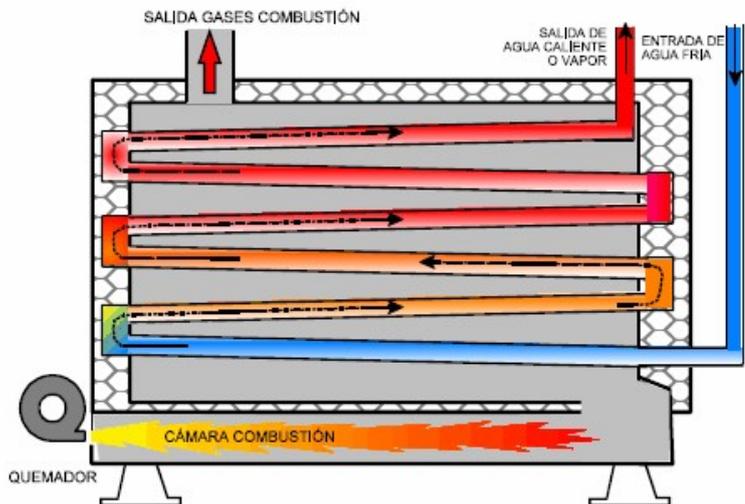


Figura 9: Esquema de caldera tipo acuatubular.

Las calderas que existen en el mercado en la actualidad para calefacción comienzan en esta potencia y llegan hasta el millón de kilocalorías hora para ser usadas en grandes edificios. En estos casos poseen un rendimiento muy alto (> 75%) junto a un eficiente control y seguridad.

A. Acuatubular: En estas calderas el agua circula por los tubos y el calor del quemador los rodea. El rendimiento es bueno ya que varía entre el 80 al 90% y son de bajo mantenimiento ya que el hollín vuelve a caer por gravedad a la base. Dado que el calor toma contacto con los caños la puesta en régimen es más rápida que en otros casos donde la masa de agua a calentar es mayor.

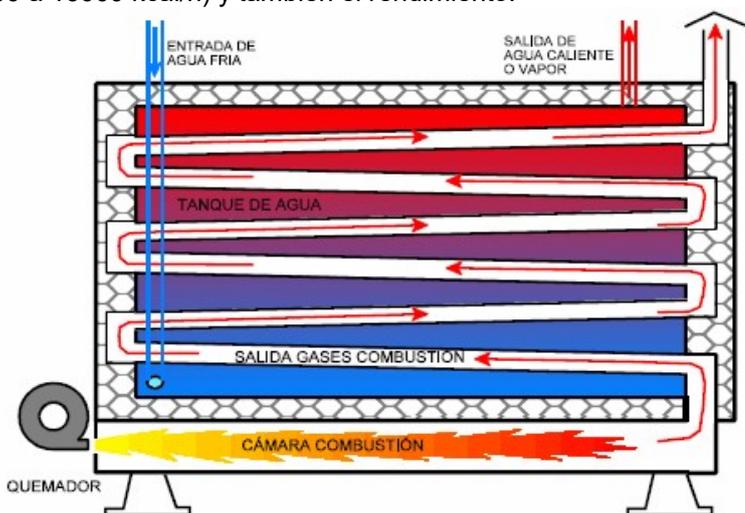


Figura 10: Esquema de caldera tipo humotubular

B. Humotubular: Las calderas humotubulares son las más usuales en calefacción y consisten en un tanque de agua cilíndrico en posición casi horizontal que es atravesado por una gran cantidad de caños. Por estos caños circulan los gases de combustión. Para una mayor eficiencia se busca retenerlos el mayor tiempo posible y para esto se los hace circular en un ida y vuelta de forma ligeramente ascendente. Se busca que los caños sean sin costura para aumentar la durabilidad y reducir las soldaduras que son fuentes de pérdida y deterioro. También se las llama de doble retorno o triple pasaje de llama por el circuito que siguen los gases de combustión. Es usual que no haya un contacto directo de la llama con el tanque y los tubos. Para esto hay una cámara de combustión

y son los gases calientes los que transfieren el calor al agua. Se las utiliza para producir agua caliente o vapor. Es usual encontrarlas en potencias que van de 130.000 a 480.000 kcal/h.

C. **Celular:** Las caldera celulares tienen como principal característica el estar compuestas por una cámara de combustión sumergida en agua y varias secciones de chapa de acero por las cuales circular a presión los gases de combustión. El principal problema dependiendo del combustible que quemamos es la dificultad para realizar la limpieza de las células. Es usual encontrarlas en potencias que van de 30000 a 100000 kcal/h.

D. **Seccional:** Las calderas seccionales se componen de módulos de hierro fundido a modo de radiadores. De esta forma puede armarse una caldera "a medida" en función de la potencia requerida. Como el hierro fundido tiene una durabilidad casi ilimitada pueden usarse con combustibles "sucios" como el carbón mineral, el fuel oil u otros similares. Se usan preferentemente para producir agua caliente.

Existen otros tipos de calderas como las humotubular presurizadas, las compactas automáticas integrales, las tipo cocina, las con cámara de combustión cónico radiante, las acuatubulares de tubos curvados entre muchas otras pero exceden esta ficha de trabajo práctico. Recurrir a la bibliografía de la cátedra.

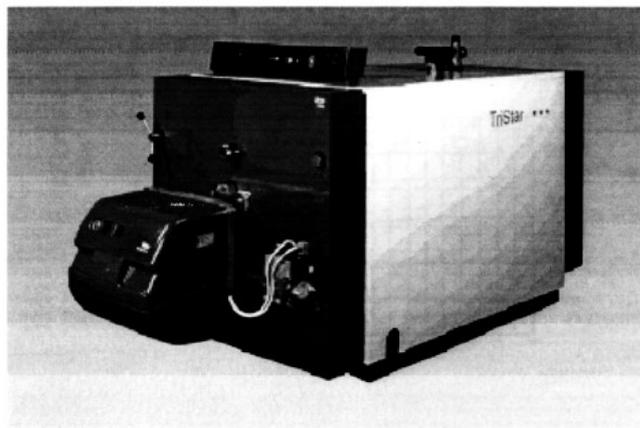
Combustible gas Grupos Térmicos de acero

TRISTAR

Grupo térmico de 175.000 a 410.000 kcal/h, formado por caldera de acero TriStar y quemador Tecno-G para instalaciones de calefacción por agua caliente hasta 5 bar y 100 °C.

Características principales

- Caldera TriStar, monobloc de acero, perfectamente calofigurada con aislante de fibra de vidrio de 70 mm.
- Hogar sobrepresionado con cámara de combustión y circuito de humos totalmente refrigerados.
- Grupo térmicos homologados con ★★★ según la Directiva de Rendimiento europea 92/42/CEE.
- Rendimientos útiles del orden de 94-95% en toda la gama.
- Nuevo turbuladores de acero inoxidable de alto rendimiento y duración.
- Caja de humos con salida horizontal y calofigurada con aislante y envolvente, provista de puerta seguridad antiexplosión.
- Puerta reversible, adaptable a apertura derecha o izquierda.
- Conexiones de ida y retorno por la parte superior.
- Envolvente bicolor de chapa de acero pintada al horno con carenado de la puerta.



- Equipadas con cuadro de control completo para quemadores de dos etapas.
 - Aislamiento de la puerta con material cerámico de baja densidad y baja inercia térmica.
- Forma de suministro**
- Cuerpo de caldera completamente montado, incluyendo turbuladores, conjunto puerta de

- seguridad antiexplosión, vaina y prensaestopas, volantes de cierre puerta, cepillo limpieza y manta aislante.
- Envolvente, incluyendo: tornillos de fijación de la misma, flejes de sujeción, manta aislante, visor minilla y cuadro de control.
- Quemador de gas TECNO-G
- Línea de gas (válvulas, regulador y filtro de gas)
- Circulador anticondensación.

Figura 12:

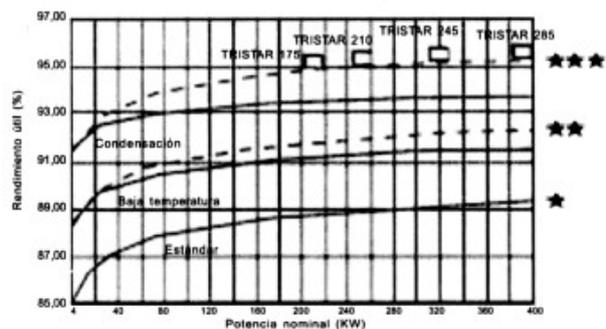
Modelo	Potencia útil kcal/h	Potencia útil kW	Sobrepresión cámara combustión mm.c.a.	Peso aprox kg.	Pérdida presión cir. agua dt= 15 ° C mm.c.a.	Cap. agua litros
TRISTAR 175	175.000	203	25	566	190	272
TRISTAR 210	210.000	244	28	645	250	297
TRISTAR 245	245.000	285	33	696	330	311
TRISTAR 285	285.000	331	35	835	260	453
TRISTAR 345	343.000	399	41	940	350	503
TRISTAR 410	410.000	477	44	1.180	270	689

Modelo	Quemador	Bomba anticondensación	Rendimiento útil %	Según Directiva
TRISTAR 175	TECNO 28-G	PC1035	94,7	★★★
TRISTAR 210	TECNO 28-G	PC1035	94,9	★★★
TRISTAR 245	TECNO 38-G	PC1045	95,1	★★★
TRISTAR 285	TECNO 38-G	PC1045	95,1	★★★
TRISTAR 345	TECNO 50-G	PC1055	95,4	★★★
TRISTAR 410	TECNO 70-G	PC1055	95,4	★★★ (1)

(1) La Directiva establece los rendimientos hasta 400 kW, por tanto esta caldera no entra dentro de la clasificación.

Figura 13:

Curvas de rendimientos (Directiva europea 92/42/CEE) Grupos térmicos TRISTAR



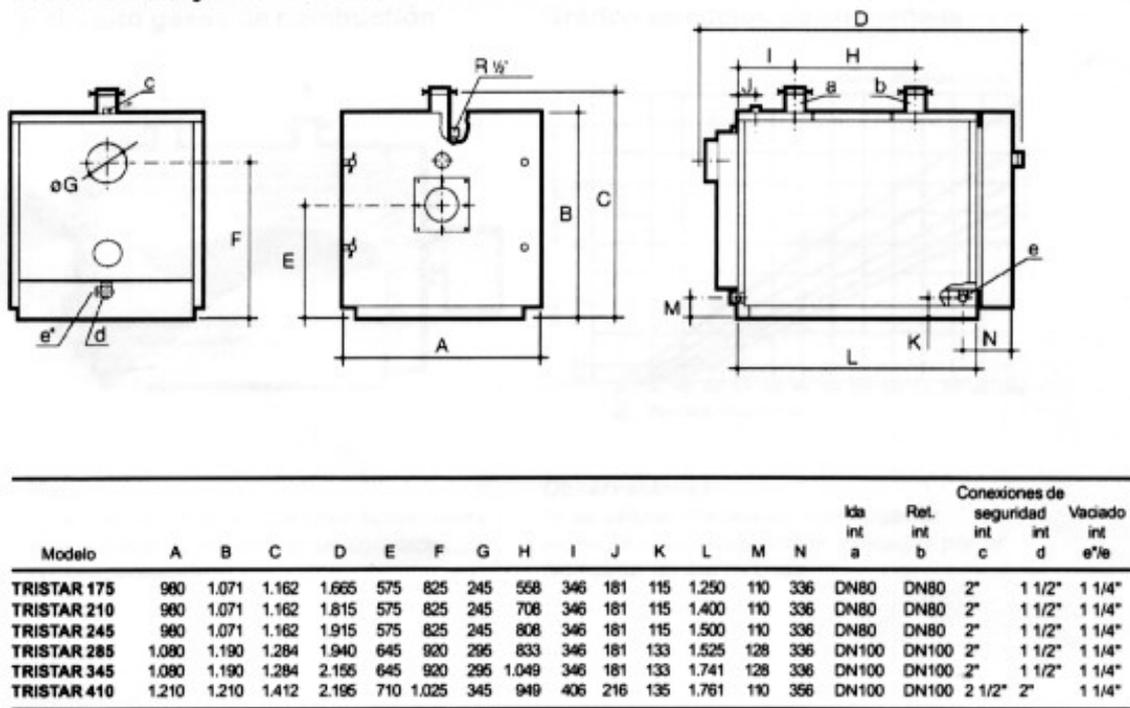


Figura 14:

Caldera de agua caliente a gas o gas - oil

FERRARA®

F-A

Caldera de última generación

Controles:

- ✓ Termostato de trabajo
- ✓ Termostato límite de seguridad.
- ✓ Hidrómetro.
- ✓ Termómetro.
- ✓ Presostato inversor de seguridad.
- ✓ Válvula de seguridad.

Características principales

El cuerpo y hogar se construyen en chapas de acero procedencia SIDERAR.

Los tubos de acero son procedencia SIDERCA sin costura de uso térmico.

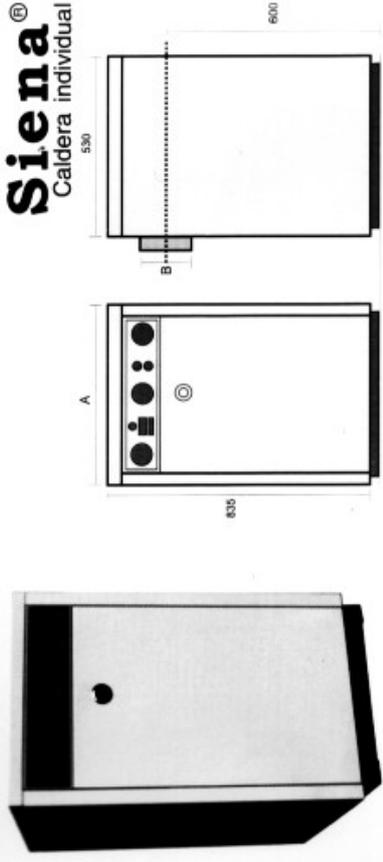
La caldera está equipada con un quemador fabricado especialmente para una combustión presurizada.

El cuerpo del quemador es del tipo monoblock construido en fundición de aluminio y la boca de fuego y el disco deflector de acero inoxidable.

Modelo	Potencia Kcal/hora	Dimensiones en mm.			Peso equipo standard Kg.
		Largo	Ancho	Ø Chimen.	
F-A 75	75.000	1150	800	200	224
F-A 100	100.000	1150	800	200	257
F-A 125	125.000	1600	800	200	302
F-A 150	150.000	1600	900	250	336
F-A 175	175.000	1600	900	250	362
F-A 200	200.000	1600	900	250	380
F-A 225	225.000	1700	900	250	410
F-A 250	250.000	1880	950	300	460
F-A 300	300.000	1980	1150	300	529
F-A 350	350.000	1980	1080	300	760
F-A 400	400.000	2180	1080	300	835
F-A 500	500.000	2180	1080	300	972
F-A 600	600.000	2430	1200	350	1080

Capacidades standard hasta 2.000.000 Kca/h.

Figura 15:



Siena®
Caldera individual

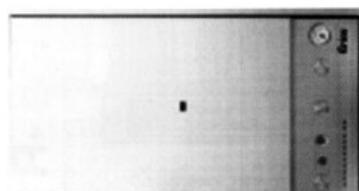
Características principales

- ✓ Cuerpo seccional de fundición gris. ✓ Encendido piezoeléctrico.
- ✓ Quemador de acero inoxidable. ✓ Grifo de llenado y vaciado.
- ✓ Equilibrada retención de gases de combustión. ✓ Termómetro.
- ✓ Rendimientos de hasta 92%. ✓ Hidrómetro.
- ✓ Válvula de seguridad por sobrepresión. ✓ Conexión para termostato de ambiente.

MODELO	DIMENSIONES DE GABINETE (En mm)			Contenido de Agua		Peso Aprox. Kg.
	S-20	S-30	S-40	S-50	S-60	
A	310	390	460	540	620	780
B	76	102	125	152	178	178

MODELO	Consumida	Potencia Kcal/h.	Entregada	Contenido de Agua	Peso Aprox. Kg.
S-20	9.100	8.300	8.300	4,2	59
S-30	18.100	16.500	16.500	6,0	70
S-40	27.200	24.700	24.700	7,8	95
S-50	36.300	33.000	33.000	9,6	113
S-60	45.300	41.200	41.200	11,4	125
S-70	54.400	49.500	49.500	13,2	140
S-80	63.400	57.700	57.700	15,0	152

Figura 17:



Erica

La caldera mural Erica en el modelo CA es ideal para el sistema de calefacción por radiadores, piso radiante, losa radiante o fan coils. Además reúne las bondades de tener en un solo equipo calefacción y agua caliente sanitaria.

Todos los modelos se fabrican en tiro natural, cámara estanca y balanceado forzado.

Tiro Natural CA - TN
Tiro Forzado CA - TF

Características principales

- ✓ Encendido electrónico. ✓ Estabilizador de presión de gas.
- ✓ Modulación continua de llama por medio de un control a microprocesador, tanto en calefacción como en agua caliente sanitaria. ✓ Regulación de la temperatura del agua caliente mediante termostato.
- ✓ Control de temperatura mediante sonda NTC. ✓ Bomba de circulación de tres velocidades.
- ✓ Termómetro electrónico. ✓ Dispositivo de seguridad de evacuación de los humos.
- ✓ By - pass automático.

Modelo	CA - TN	CA - TF
Capacidad térmica nominal	23.300	23.300
Potencia térmica mínima	9.000	9.000
Potencia térmica máxima	21.000	21.000
Rendimiento térmico útil nominal	90	90
Producción agua sanitaria (Δ120°C) lts./min	17,5	17,5
Capacidad vaso de expansión	8	8
Carga prev. vaso expansión	1	1
Presión máxima circuito sanitario	6	6
Presión máx. circuito calefacción	2,5	2,5
Tensión de alimentación	220 / 230	220 / 230
Potencia eléctrica nominal	120	150
Frecuencia	50	50
Salida / retorno calefacción	3/4	3/4
Entrada gas	1/2	1/2
Entrada / salida agua sanitaria	1/2	1/2
Dimensiones (L x P x H) mm	490 x 360 x 900	490 x 360 x 900

Figura 16:

5. SALAS DE CALDERAS A GAS

En este apartado se comentan las características exclusivas de las Salas con Calderas a Gas. Se trata sobre el emplazamiento de estas en el edificio, la manera de acceder, sus dimensiones mínimas respecto del tamaño de las calderas, las previsiones especiales que hay que tener en cuenta en caso de incendios, las características de los cerramientos y la ventilación.

5.1 EMPLAZAMIENTO: Es importante mencionar que en varias normas europeas se indica que NO pueden situarse aparatos a gas en plantas inferiores a primer sótano. Situación en la que coinciden las normas locales.

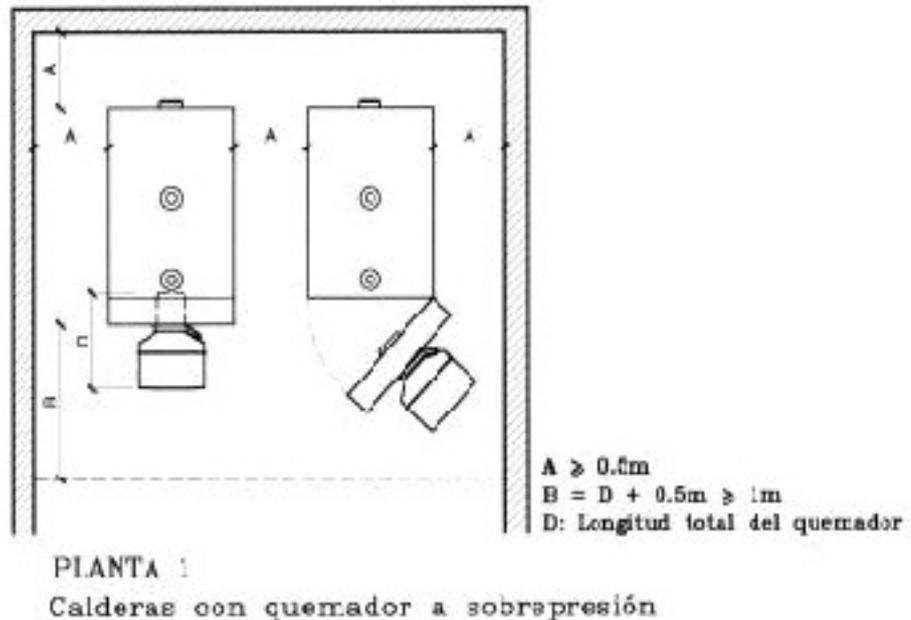


Figura 18: Distancias entre calderas y cerramientos.

Se define como **Semisótano o Primer Sótano** a la primera planta por debajo del suelo que se encuentre en un nivel inferior en más de 60 cm con relación al suelo exterior (calle o patio de ventilación) en todas las paredes que conforman el citado local; es decir no podrán instalarse aparatos a gas en locales cuyo techo esté a más de 60 cm por debajo del suelo exterior.

Por otro lado es necesario recordar que se prohíbe la utilización de uniones mecánicas en semisótanos, o primeros sótanos; la aplicación estricta de este requisito imposibilitaría la instalación de aparatos a gas en estos niveles. Por último recordar que para **gases mas densos que el aire**, la parte superior de la entrada de aire estará a menos de 30 cm del suelo y que el conducto de entrada de aire no puede ser descendente, esto imposibilita situar calderas para gases mas densos que el aire en niveles inferiores a planta baja. Por tanto, se tiene:

- a) Para gases **menos densos** que el aire, las salas de calderas no se situarán por debajo del semisótano o primer sótano.
- a) Para gases **mas densos** que el aire no podrán situarse por debajo de Planta Baja.

En general los emplazamientos más adecuados son en edificios separados o bien en plantas superiores, en concreto para gases mas ligeros que el aire preferiblemente en las cubiertas de los edificios.

5.2. ACCESOS: Las dimensiones mínimas de la puerta de acceso son de 0,80 m de ancho y 2,00 m de altura. En el exterior de la puerta y en lugar bien visible se colocará la siguiente inscripción: **CALDERAS A GAS PROHIBIDA LA ENTRADA A TODA PERSONA AJENA AL SERVICIO.**

5.3. DIMENSIONES: Las distancias mínimas entre las calderas y las paredes serán las indicadas en las figuras 11 a 13. En muchos casos las calderas para gas pueden ser idénticas que para gasoil (calderas a sobre-presión), por lo que no hay motivo para que las distancias a los cerramientos sean inferiores. Las calderas atmosféricas requieren menos espacio para su mantenimiento, por lo que para ellas cabe la posibilidad de reducir las separaciones.

Con calderas murales y/o modulares, cuando estén homologadas como conjunto, pueden reducirse las distancias entre ellas, pudiendo instalarse incluso sin separación lateral a indicación del fabricante. Las alturas

a respetar serán las indicadas en la figura:

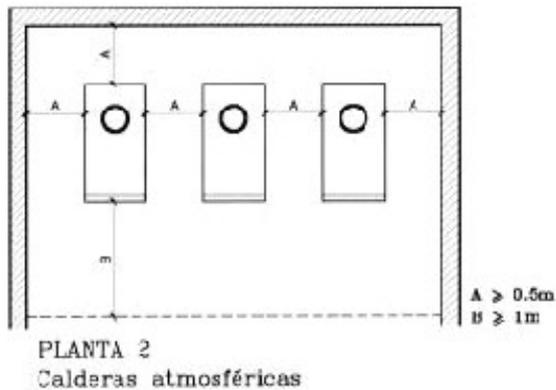


Figura 19: Distancias entre calderas atmosféricas y el cerramiento

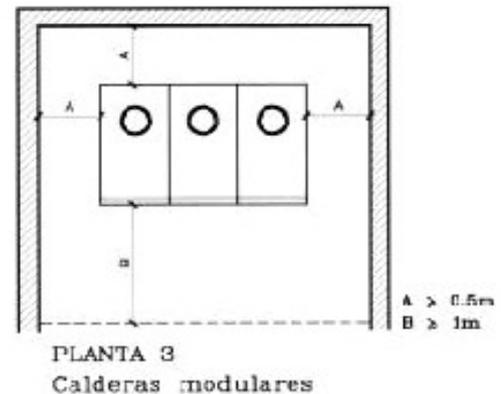


Figura 20: Distancias entre calderas modulares y el cerramiento

5.4. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Las normas clasifican el Riesgo en dos categorías: hasta 600kW *Riesgo Bajo* y para potencias superiores *Riesgo Medio*. Para Salas con Calderas hasta 600 kW no se exige vestíbulo.

No se instalarán extintores automáticos, ya que en caso de incendio es preferible que se mantenga la llama a que se provoque un escape de gas sin quemar.

5.4.1. Características de los cerramientos (superficie no resistente): Las Salas de Calderas a Gas, con el fin de evitar que se resienta la estructura del edificio en caso de explosión, deberán disponer de una superficie de baja resistencia mecánica, denominada SUPERFICIE NO RESISTENTE (SNR), esta superficie debe dar directamente al exterior o a un patio descubierto de dimensiones superiores a 2 x 2 m que no tenga ascensores o escaleras.

Las dimensiones de la SUPERFICIE NO RESISTENTE serán:

$$\text{POTENCIA ÚTIL} \leq 600 \text{ kW} \quad \text{SNR} \geq 1 \text{ m}^2$$

$$\text{POTENCIA ÚTIL} \geq 600 \text{ kW} \quad \text{SNR en m}^2, \text{ igual o mayor que el centésimo del volumen de la Sala en m}^3, \text{ con un mínimo de } 1 \text{ m}^2. \text{SNR (m}^2) \geq V \text{ (m}^3) / 100 \geq 1 \text{ m}^2$$

Si no se puede comunicar directamente con el exterior o patio descubierto, se podrá realizar un conducto, de las mismas dimensiones que la superficie no resistente, cuya relación entre lado mayor y lado menor sea inferior a 3. Este conducto será ascendente y sin aberturas en todo su recorrido y su desembocadura estará libre de obstáculos, las paredes del conducto tendrán, al menos, la misma resistencia al fuego que las paredes de la sala. La SNR puede hacerse coincidir con la puerta de acceso exterior y con las ventilaciones directas.

5.5. VENTILACIÓN

La ventilación de las Salas de Calderas de Gas se divide en dos partes:

5.5.1. Entrada de aire de combustión y ventilación inferior

Los orificios para entrada de aire tendrán su parte superior, como máximo, a 50 cm del suelo y distarán, por lo menos, 50 cm de cualquier abertura distinta practicada en la Sala de Calderas. La separación de 50 cm a cualquier otra abertura de la sala de calderas parece que debe entenderse como separación a cualquier abertura de OTRO local distinto de la sala, ya que, por ejemplo, una abertura de ventilación realizada en la propia puerta de acceso desde el exterior cumple perfectamente su misión. Puede admitirse que las rejillas de ventilación estén situadas sobre puertas exteriores. Los orificios deben protegerse para evitar la entrada de cuerpos extraños, es aconsejable situarlos en dos lados opuestos. Las entradas de aire pueden ser *por orificios*

(Natural Directa), *por conductos* (Natural Indirecta) o *por medios mecánicos* (Forzada).

Por orificios: Si se realiza por orificios en contacto directo con el exterior: *Superficie de Ventilación (cm²)* $\geq 5 \times$ *Potencia Nominal (KW)*. [*SV (cm²)* $\geq 5 \times$ *PN (KW)*] Las secciones libres indicadas anteriormente, están calculadas para orificios circulares; si son rectangulares, la sección libre se incrementará en un 5%; la relación entre lado mayor y lado menor no superará 1,5.

Por conductos: La sección del conducto será 1,5 veces mayor que en el caso de ventilación directa (7,5 cm²/kW); la longitud horizontal será inferior a 10 m.

Por medios mecánicos (forzada): El caudal de aire a introducir en la sala de calderas será, como mínimo:

$$Q \text{ (m}^3 \text{ / h)} \geq 2 \times \text{PN} + 10 \times \text{A} .$$

Siendo **A** la superficie de la sala de calderas en m² . El ventilador estará enclavado con los quemadores, debiéndose cortar el suministro de gas en caso de fallo del ventilador. Para asegurarse del correcto funcionamiento del sistema de ventilación forzada deben instalarse en los conductos de aire equipos que detecten el flujo de aire (interruptores de flujo de aire y/o presostato diferencial). Deberían instalarse interruptores de flujo de rearme manual.

Por ello cuando la ventilación forzada debe asociarse a una electroválvula de corte de gas en el exterior de la sala, para poder cumplir el requisito de corte de gas en caso de fallo del sistema de ventilación; dicha electroválvula estará comandada por la señal del sistema de detección de flujo (interruptor y/o presostato). Se respetarán las siguientes ordenes de operación:

ENCENDIDO:

- Arranque del ventilador.
- Temporización hasta lograr **5** renovaciones del volumen de la sala.
- Apertura de la electroválvula exterior de gas.
- El ventilador permanecerá en funcionamiento durante todo el horario de servicio.

APAGADO:

- Parada de las calderas.
- Cierre de la electroválvula exterior de gas.
- Temporización ajustada a evacuar el calor de la sala.
- Parada del ventilador.

5.5.2. Ventilación superior

Tiene como misión evacuar el aire viciado, la parte inferior de los orificios se situará a menos de 30 cm del techo. Esta evacuación NO podrá realizarse por medios mecánicos.

Por orificios (natural directa): *SV* $\geq 10 \times \text{A}$ Con un mínimo de 250 cm². Si los orificios no son circulares, se aumentarán en un 5%.

Por conducto (natural indirecta): *SV* $\geq 0,5 \times \text{SCH}$ Con un mínimo de 250 cm². (SCH: Sección Conductos de Humos en cm²). Cuando el conducto de ventilación discurra por la misma vaina que contiene al conducto de humos, se deberá instalar un dispositivo que limite el caudal a $Q = 10 \times \text{A}$ (m³/h).

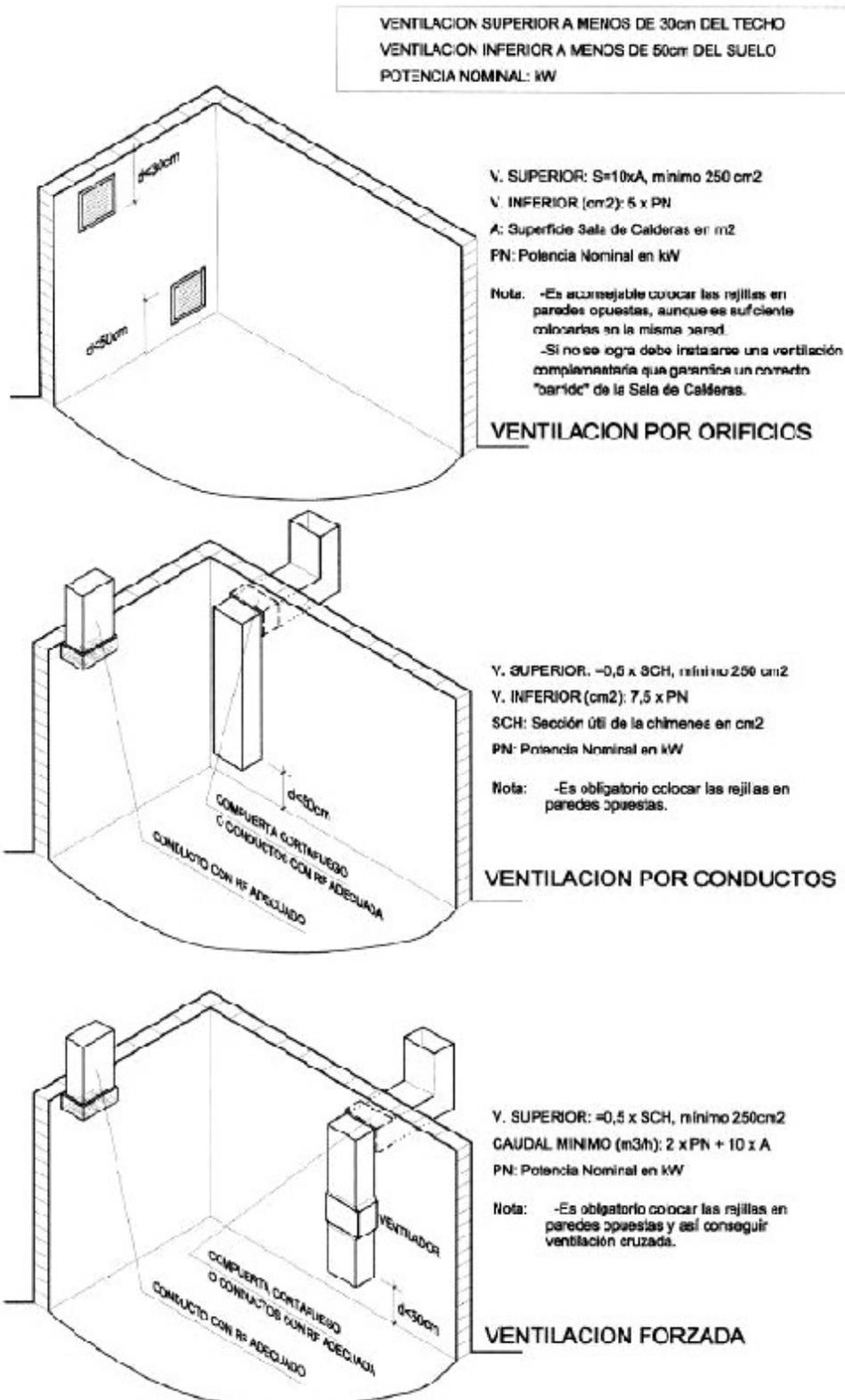


Figura 21: Ventilación de salas de calderas.

6. UNIDADES TERMINALES

La disponibilidad de tecnologías es amplia (ver tabla 1) y con ciertas restricciones por uso y función pueden implementarse en cada caso.

La zona bioambiental IIIb (IRAM 11603) denominada templada cálida húmeda posee un clima muy variable. Días fríos que cambian a templados y el sistema de calefacción centralizada debe ser capaz de entrar rápidamente en régimen y poseer baja inercia térmica para que también pierda energía. En función de lo expuesto podemos decir que:

Tabla 1: Tipos de unidades terminales.

Sistema calefacción centralizada con terminales tipo:	Inercia térmica	Recomendable en zona IIIb
Losa radiante	muy alta	NO
Piso radiante	mediana	Con restricciones
Radiadores fundición	mediana a alta	Con restricciones
Termozócalos	mediana	Con restricciones
Radiadores aluminio extruído	medianamente baja	SI
Convectores	medianamente baja	SI
Caloventores	baja	SI (apto uso industrial)
Fan Coil	baja	SI

Del análisis de la tabla surge que los más recomendables son las terminales tipo radiadores de aluminio y tipo Fan Coil, y con algunas restricciones y cuidado en el diseño pueden utilizarse en esta zona bioambiental el piso radiante, los radiadores de fundición y los termozócalos .

6.1. Radiador de aleación de aluminio (Marca: La Marina, modelo: Cálido): Los radiadores de aleación de aluminio inyectado CALIDO, con salida frontal, poseen baja inercia térmica permitiendo una rápida puesta en régimen de la instalación. Están pintados con pinturas epoxidicas en polvo, polimerizados en horno a 200°C. Superan una doble prueba de control hidroneumático a 9 bar, primero como elemento individual, y luego como radiador armado. El embalaje se realiza con un film de polietileno removible, para la protección en obra, y una caja de cartón para el transporte.

Número de elementos	1	2	3	4	5	6	7	8
Kcal / hora	249	498	747	996	1245	1494	1743	1992

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

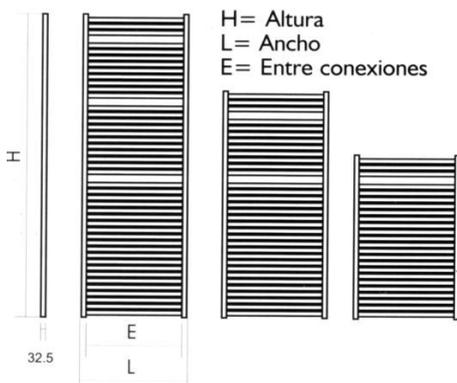
peso del elemento	1,5 Kg.
contenido de agua	0,4 litros
presión de prueba	9 bar
presión de trabajo	6 bar
entre centros de conexiones	581,5 mm
altura total	80 mm
ancho elemento	98 mm
profundidad elemento	0,62 m ²



Radiador de aluminio (Marca: TSA, modelo: Plus)

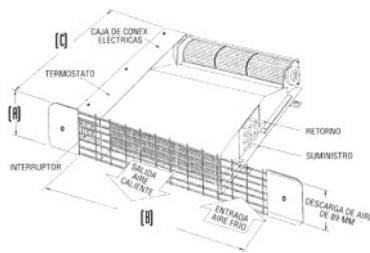
Modelo	Prof. mm A	Altura mm B	E/conex mm C	Ancho mm D	Peso aprox. Kg	Cant. Agua Lts	Rendim Kcal/h
350	95	430	350	80	1,11	0,46	160
500	95	577	500	80	1,56	0,58	216
600	95	677	600	80	1,78	0,66	254
700	95	777	700	80	2,06	0,75	293
800	95	877	800	80	2,26	0,85	333

Radiador Toallero (Marca: La Marina, modelo: Caribe-B):



Modelo	Ancho total	Entre conexiones	Rendimiento Kcal/h. Emisión Δt=60°C	Contenido de Agua Lts.
B-760	532	500	477	5.2
	632	600	553	5.9
	732	700	855	7.1
B-1190	532	500	723	7.9
	632	600	850	9.1
	732	700	1360	10.8
B-1800	532	500	1074	12.0
	632	600	1273	13.8
	732	700	2071	16.4

Su conexión a la calefacción central o individual, tanto en obras nuevas como en remodelaciones, es sumamente sencilla por medio de sus dos conexiones de 1/2"; sustituye al radiador convencional.



MINIBOARD

Capacidad de calefacción (Kcal/h*) para los diferentes modelos MINIBOARD:

Temperatura del agua [°C]	Caudal de agua en l/h								
	225			450			675		
	Mod.42	Mod.84	Mod.120	Mod.42	Mod.84	Mod.120	Mod.42	Mod.84	Mod.120
60	653	1396	2465	665	1429	2499	678	1460	2558
71	885	1764	2893	905	1803	2731	925	1842	2797
82	1078	2132	2920	1103	2100	2962	1126	2228	3036

(*) Cálculos basados en temperatura del aire de entrada de 18 °C, ventilador a alta velocidad e incluyendo el factor de calefacción.

Las conexiones de suministro y retorno son de 1/2".

Dimensiones para disposición horizontal (en mm.):

Modelo	Altura (H)	Ancho (L)	Prof. (C)	Cajón
Modelo H 42	98	480	330	98 x 550 x 340
Modelo H 84	98	650	330	98 x 730 x 340
Modelo H 120	98	780	330	98 x 850 x 330

Dimensiones para disposición vertical (en mm.):

Modelo	Altura	Ancho	Prof.
Modelo H 42	280	370	370
Modelo H 84	280	540	370
Modelo H 120	280	540	370

Figura 26: Zócalo radiante marca Baseboard modelo Miniboard. Potencias 653 a 3036 Kcal/hora.

DESCRIPCION

Sistema frío-calor por agua para oficinas, locales comerciales, hoteles y viviendas. Terminales fan-coils de instalación en techo, de elegante diseño y excelentes prestaciones, que garantizan un alto grado de confort en invierno y verano, con gran ahorro de energía y el más reducido nivel sonoro.



Nota: las dimensiones de la tabla corresponden a los modelos con gabinete para colocación exterior. Para los modelos NIS (sin gabinete) se conservan las mismas potencias de calefacción y enfriamiento.

CARACTERISTICAS GENERALES

- Modelos con gabinete para instalación exterior y sin gabinete para embutir.
- Reducidas dimensiones.
- Sistema automático de control individual.
- Fácil instalación.
- Sin límites en la distancia de la instalación.
- Sin ruido.
- Economiza energía.
- Gran variedad de accesorios para automatización.

Características técnicas

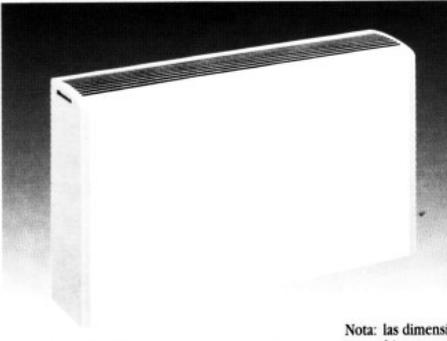
MODELO	POTENCIA DE ENFRIAMIENTO (Wg./hora)	POTENCIA DE CALEFACCION (Kcal./hora)	ALTURA (mm)	PROFUNDI. (mm)	ANCHO (mm)
FC/NS2	1674	2155	228	560	778
FC/NS3	2444	3072	228	560	965
FC/NS4	3278	4200	228	560	1195
FC/NS6	4165	5300	228	560	1195
FC/NS8	5314	6772	253	560	1405
FC/NS10	6622	8502	253	560	1405
FC/NS12	9220	11462	253	560	1615
FC/NS14	10780	13424	253	560	1615

Peisa se reserva el derecho de realizar las modificaciones necesarias para el mejoramiento del producto sin previo aviso.

Figura 25: FAN-COIL de techo marca PEISA serie FC de 2155 a 13424 Kcal/h.

DESCRIPCION

Sistema frío-calor por agua para oficina, locales comerciales, hoteles y viviendas. Terminales fan-coils de instalación en pared, de elegante diseño y excelentes prestaciones, que garantizan un alto grado de confort en invierno y verano, con gran ahorro de energía y el más silencioso funcionamiento.



CARACTERISTICAS GENERALES

- Modelos con gabinete para instalación exterior y sin gabinete para embutir.
- Reducidas dimensiones.
- Sistema automático de control individual.
- Fácil instalación.
- Sin límites en la distancia de la instalación.
- Sin ruido.
- Economiza energía.
- Gran variedad de accesorios para automatización.

Características técnicas					
MODELO	POTENCIA DE ENFRIAMIENTO (Fig./hora)	POTENCIA DE CALEFACCION (Kcal./hora)	ALTURA (mm)	PROFUNDI. (mm)	ANCHO (mm)
FC/NL.2	1674	2155	560	228	778
FC/NL.3	2444	3072	560	228	985
FC/NL.4	3278	4200	560	228	1195
FC/NL.6	4166	5300	560	228	1195
FC/NL.8	5314	6772	560	253	1405
FC/NL.10	6622	8502	560	253	1405
FC/NL.12	9220	11482	560	253	1615
FC/NL.14	10780	13424	560	253	1615

Peisa se reserva el derecho de realizar las modificaciones necesarias para el mejoramiento del producto sin previo aviso.

Nota: las dimensiones de la tabla corresponden a los modelos con gabinete para colocación exterior. Para los modelos NIS (sin gabinete) se conservan las mismas potencias de calefacción y enfriamiento.

Figura 27: FAN-COIL de pared compacto, marca PEISA serie FC para potencias de calefacción de 2155 a 13424 Kcal/h.

6.2. PISOS RADIANTES

La calefacción por paneles radiantes prácticamente había dejado de usarse por los excesivos costos de construcción y mantenimiento. En la última década nuevos materiales plásticos como el PER y el PECO han permitido superar los defectos de las instalaciones de paneles del pasado, en cuanto a duración y funcionamiento. La mayoría de las instalaciones utilizan agua caliente a baja temperatura (35°C a 50°C) como fluido transportador del calor. Con trabajo a baja temperatura se busca no originar elevadas temperaturas superficiales en los paneles que provoquen disconfort en las personas ni dilataciones en la estructura que puedan generar agrietamientos.

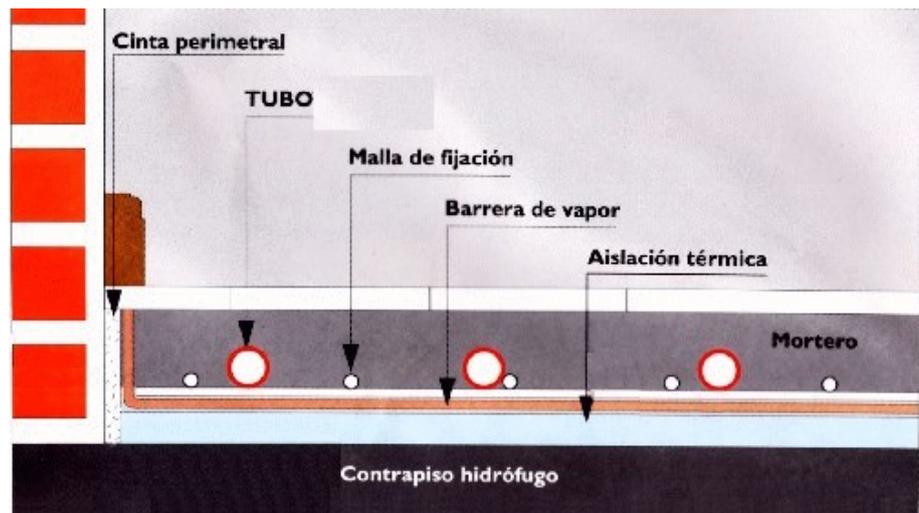
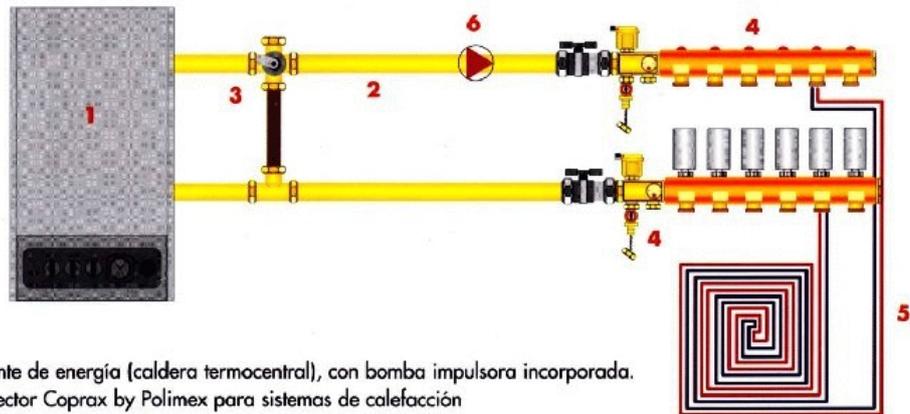


Figura 28: Esquema de instalación de tubos plásticos en el contrapiso.

La característica constructiva de los edificios, entonces, debe ser tal que permita absorber las dilataciones y tensiones debidas al calentamiento y, a la vez, transmitir el flujo de calor de los caños a la superficie emisora del panel en forma correcta y uniforme.

Mientras en las losas radiantes los caños deben estar solidariamente insertados en el edificio, para transmitir el calor a toda la masa constructiva (gran inercia térmica) los suelos radiantes se insertan en delgados contrapisos asentados en aislantes térmicos que reducen significativamente la inercia térmica del sistema.

Con la ubicación del aislante se orienta hacia donde deseamos enviar el calor. Por otra parte los materiales deben tener una buena conductividad térmica para facilitar la entrega del calor.



- 1 - Fuente de energía (caldera termocentral), con bomba impulsora incorporada.
- 2 - Colector Coprax by Polimex para sistemas de calefacción combinados -pisos y radiadores-.
- 3 - Válvula mezcladora de 3 vías.
- 4 - Colectores de distribución para suelo radiante.
- 5 - Tubos de polietileno reticulado para paneles radiantes.
- 6 - Malla de acero para sujeción del tubo.

Con el sistema de calefacción por caños de polietileno se evitan los defectos típicos de las losas y techos radiantes como: peligro de corrosión e incrustaciones (depósito de residuos calcáreos), elevada inercia y discomfort térmico.

Figura 29: Diagrama general de la instalación de un piso radiante.

El peligro de corrosión del tubo, en instalaciones de hierro o cobre, se manifiesta en muchos casos del lado externo de la cañería, a causa de una mezcla imperfecta, (conteniendo por ejemplo yeso, sales con cloro sulfatos, productos anticongelantes, etc.). En muchísimos casos este estado de corrosión se debe, seguramente a una corrosión interna causada por el insuficiente o errado tratamiento del agua del sistema. En todos los casos la corrosión provoca un grave efecto que llega a provocar la anulación del sistema.

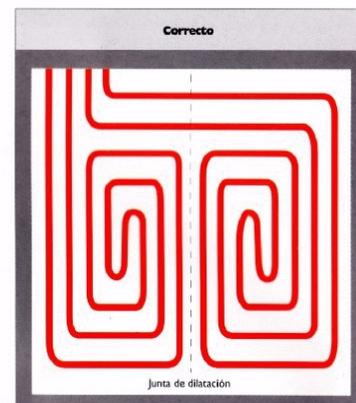
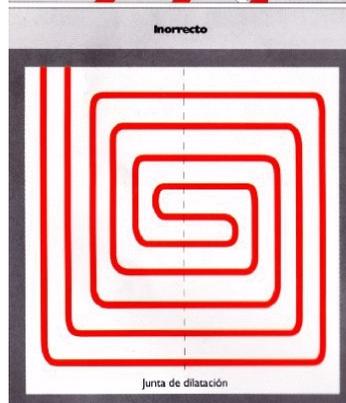
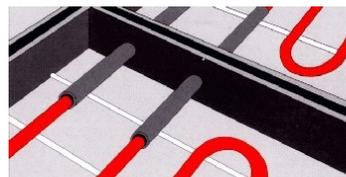


Figura 30:

6.2.1. Característica de las cañerías: Los polímeros más utilizados en nuestro país son el polietileno reticulado (PER o Pex) y el polietileno copolimero octeno PECO. El PER es la transformación del polietileno de alta densidad por medio de la modificación de la estructura molecular que vista en un microscopio se ve un entrelazado o reticulado entre las moléculas de carbono. Así se logra un aumento de la resistencia mecánica del plástico, con lo cual es posible reducir los espesores de las paredes y obtener mayores presiones, confiriéndole mayor resistencia a las altas temperaturas y a la degradación o envejecimiento. Mientras el PECO es un polietileno de media densidad sin reticular que brinda a la temperatura de trabajo una excelente resistencia mecánica por la modificación de su estructura molecular de 8 átomos de carbono. Su principal ventaja es que admite la termofusión a diferencia del PER que requiere de bridas metálicas como unión.

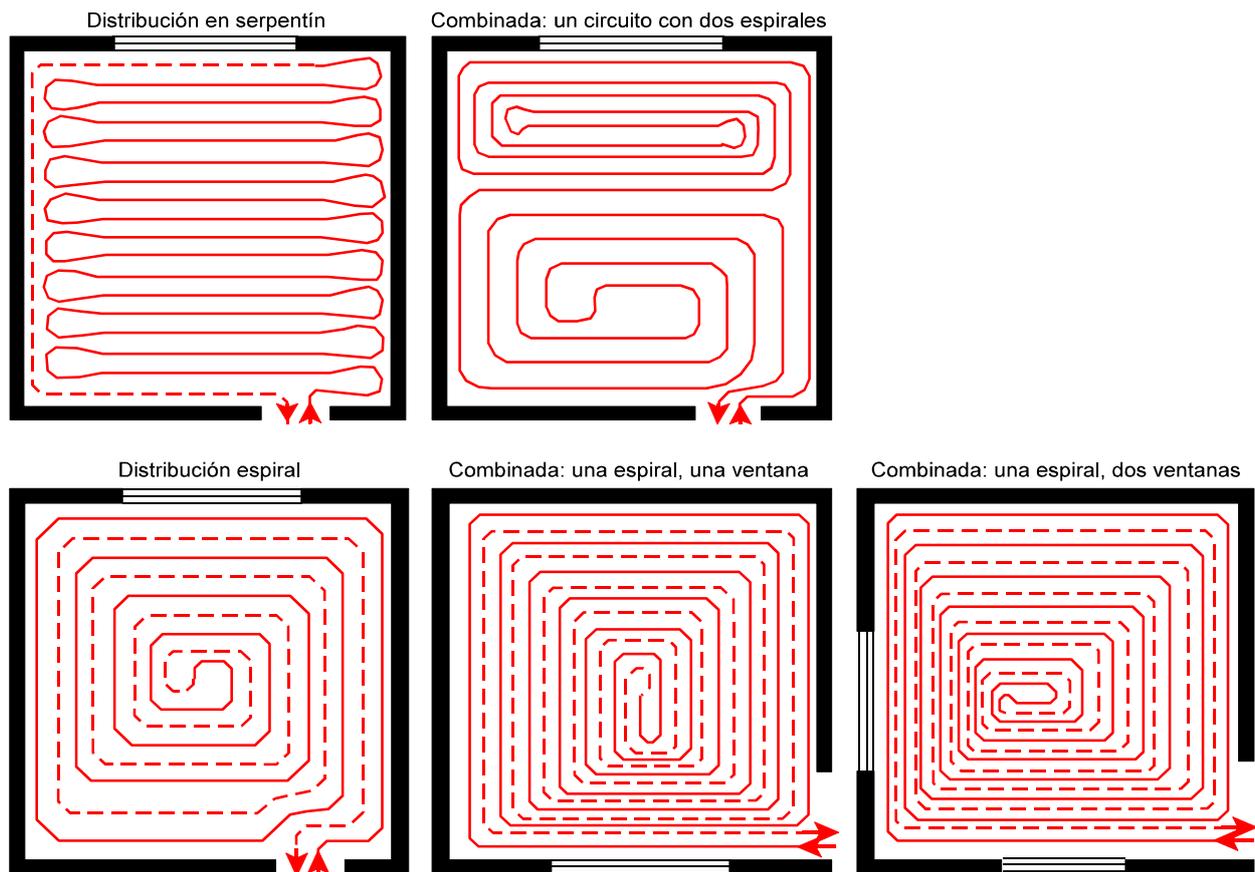


Figura 31: Distribución de los caños: en serpentin, combinada un circuito con dos espirales, en espiral, combinados en una espiral con mayor densidad en una y dos ventanas.

En ambos casos se convierten en un material apto para la conducción de líquidos fríos o calientes, con un $\Delta t = -14^{\circ}\text{C}$ a $+110^{\circ}\text{C}$. La buena flexibilidad permite su uso en la confección de serpentinas para el suelo radiante, sin uniones dado que el material se fabrica en tramos rectos de 5,80 m y en rollos de 50, 120, y 200 m. La superficie interna de la cañería extremadamente lisa opone escasa resistencia a la circulación del líquido lo que permite una impulsión por bomba de menor caída de presión o con igual bomba, circuitos de mayor extensión.

Es importante tener en cuenta la dilatación y la ejecución de juntas cuando los contrapisos superen los 40 m² o los 8 m de lado. Para esto debe tenderse la red de caños a fin de evitar este inconveniente mediante la realización de juntas de polietileno expandido u otro material que cumpla la misma función.

Existen diferentes tipos de distribución de los tubos según la forma de colocación:

En serpentin: El tubo empieza en un extremo para terminar en el lado opuesto. Es una de las formas más sencillas de colocación, aunque su defecto es que no tiene un reparto parejo de las temperaturas, ya que a medida que se avanza con la serpentina va disminuyendo la temperatura. (Figura 23A)

En espiral: Es el método más recomendable, ya que es el que mejor iguala la temperatura en todo punto del ambiente. Se comienza a colocar desde el extremo de afuera hacia adentro, dejando un espacio

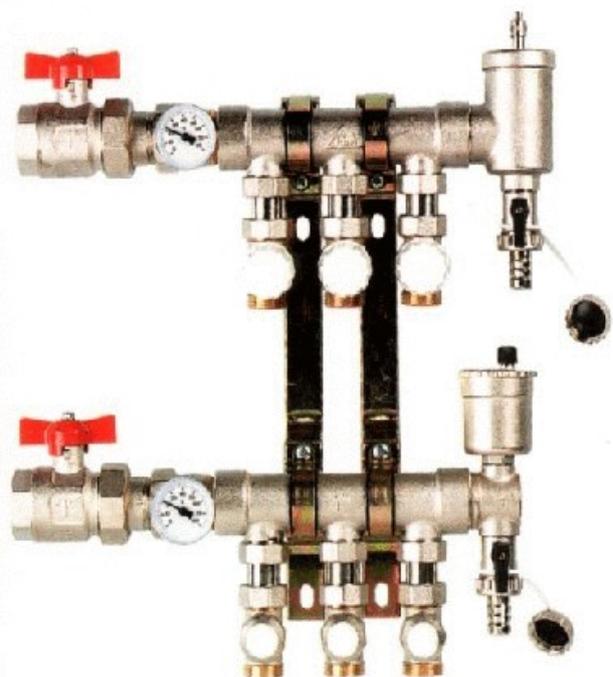


Figura 32: Equipo colector para 3 circuitos prearmado con entradas y retornos, purgadores de aire, grifos, válvulas, termómetros y llaves detentoras.

doble para retomar por él al punto de partida. (Figura 23B)

Combinada: Combina distintas separaciones de la serpentina, con mayor densidad de tubos en lo que se denomina zonas marginales. Estas zonas son las que tienen mayor pérdida de calor, normalmente la cercanía de las ventanas, paredes con orientación sur, etc. Puede hacerse de dos maneras: Con dos circuitos independientes dentro de la misma habitación o reforzando la densidad de la serpentina a medida que el circuito se acerca a las ventanas o puertas balcón para volver a la separación de cálculo luego de dos o tres espiras de tubo (Figuras 23C, D y E)

6.2.2. Cálculo de la serpentina: El uso de las tablas de emisión ofrece una forma rápida de diseñar y dimensionar los circuitos según las necesidades térmicas de cada ambiente. Las tablas siguientes permiten determinar la separación de las serpentinasy la temperatura del piso en función de los datos obtenidos por el balance térmico al principio del TP. A esto debemos sumar el tipo de piso que se prevea usar, la temperatura de salida de la caldera y la temperatura interior de diseño.

Las tablas están realizadas para una temperatura ambiente de **18°C**.

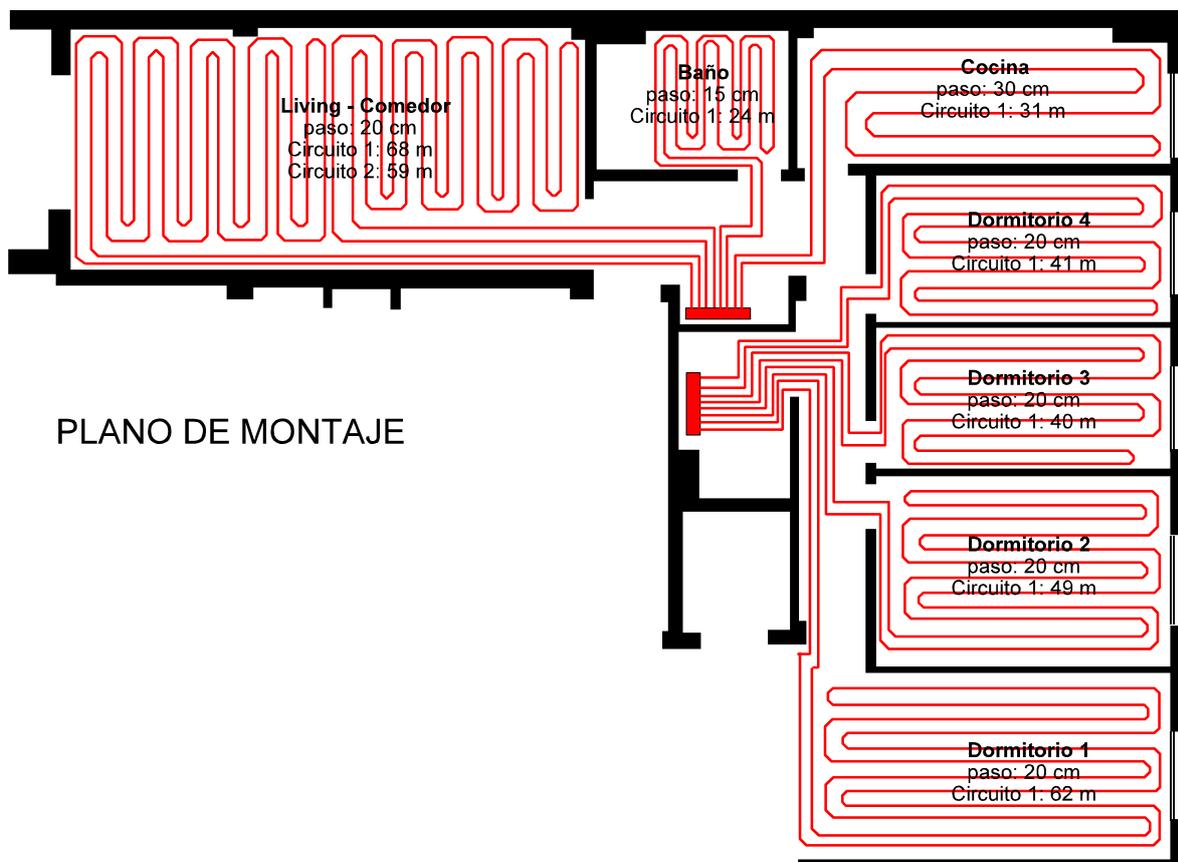


Figura 33: Forma de confeccionar un plano de un sistema de calefacción por piso radiante.

EJEMPLO: para realizar la calefacción de un ambiente de 3 x 4 m con tubo PECO de 20 x 2 mm y piso cerámico.

Superficie del ambiente: 3 x 4 m = 12 m²

Carga térmica del local: 1000 Kcal/h.

Potencia por unidad de superficie = 1000 Kcal/h / 12 m² = 83 Kcal/h m²

Temperatura a la salida de la caldera: 40°C

Con estos datos accedemos a la tabla correspondiente a tubo PECO de 20 x 2 con piso cerámico o mármol donde vemos que las serpentinasy deben tener una separación de 20 cm entre tubos y que el piso tendrá una temperatura superficial de 27°C.

Ambientes o locales de trabajo con alta permanencia de pie	27 °C
Locales para vivienda u oficina	29 °C
Pasillos o vestíbulos	30 °C
Baños	33 °C
Zonas marginales	35 °C

Tabla 3: Valores máximos de temperatura del piso por tipos de local

Temp de circulación del agua	Tubo PECO de 20 x 2 mm con temperatura interior 18°C											
	Alfombra (espesor: 10 mm)			Piso vinílico (espesor: 5 mm)			Piso cerámico o mármol			Piso parquet (espesor: mm)		
	Potencia Kcal/hm ²	Separación cm	Temp sup piso °C	Potencia Kcal/hm ²	Separación cm	Temp sup piso °C	Potencia Kcal/hm ²	Separación cm	Temp sup piso °C	Potencia Kcal/hm ²	Separación cm	Temp sup piso °C
35°C	46	10	230	81	10	266	88	10	271	69	10	253
	40	15	225	71	15	255	77	15	262	62	15	246
	39	20	224	61	20	247	67	20	254	55	20	239
	33	30	216	49	30	234	52	30	240	43	30	228
40°C	58	10	245	105	10	285	114	10	295	89	10	274
	53	15	238	92	15	275	99	15	283	81	15	264
	50	20	235	80	20	267	86	20	270	70	20	255
	43	30	228	64	30	247	65	30	250	56	30	240
45°C	75	10	260	129	10	310	138	10	320	119	10	293
	67	15	251	112	15	294	121	15	302	96	15	281
	60	20	246	101	20	283	107	20	290	85	20	270
	52	30	237	77	30	261	80	30	265	70	30	255
50°C	86	10	270	152	10	332	163	10	343	131	10	312
	77	15	264	133	15	313	143	15	323	117	15	298
	72	20	259	119	20	300	126	20	308	103	20	285
	62	30	246	90	30	273	96	30	280	83	30	268

Tabla 4: Dimensionamiento de piso radiante con tubos PECO.

ACLARACIÓN: Este procedimiento simplificado es válido solamente para tramos de cañería Polietileno Copolímero Octeno que no superen los **120 m de longitud por circuito**. Con esto se garantiza un salto térmico de 8°C.

Debido a que los caños de Polietileno Reticulado (PER o PEX) tienen menor diámetro, menor espesor y características térmicas levemente diferentes deberemos usar otro procedimiento sugerido por el fabricante. Para utilizar el ábaco de la Figura 26, trace una línea recta, desde la cantidad de kcal/m² requerida, hasta cortar la línea que indica la separación entre tubos. Trazando una perpendicular se puede calcular, también, la temperatura de entrada de agua a los circuitos. El salto térmico de 8° C está calculado para un circuito de 120 mts lineales de longitud máximo.

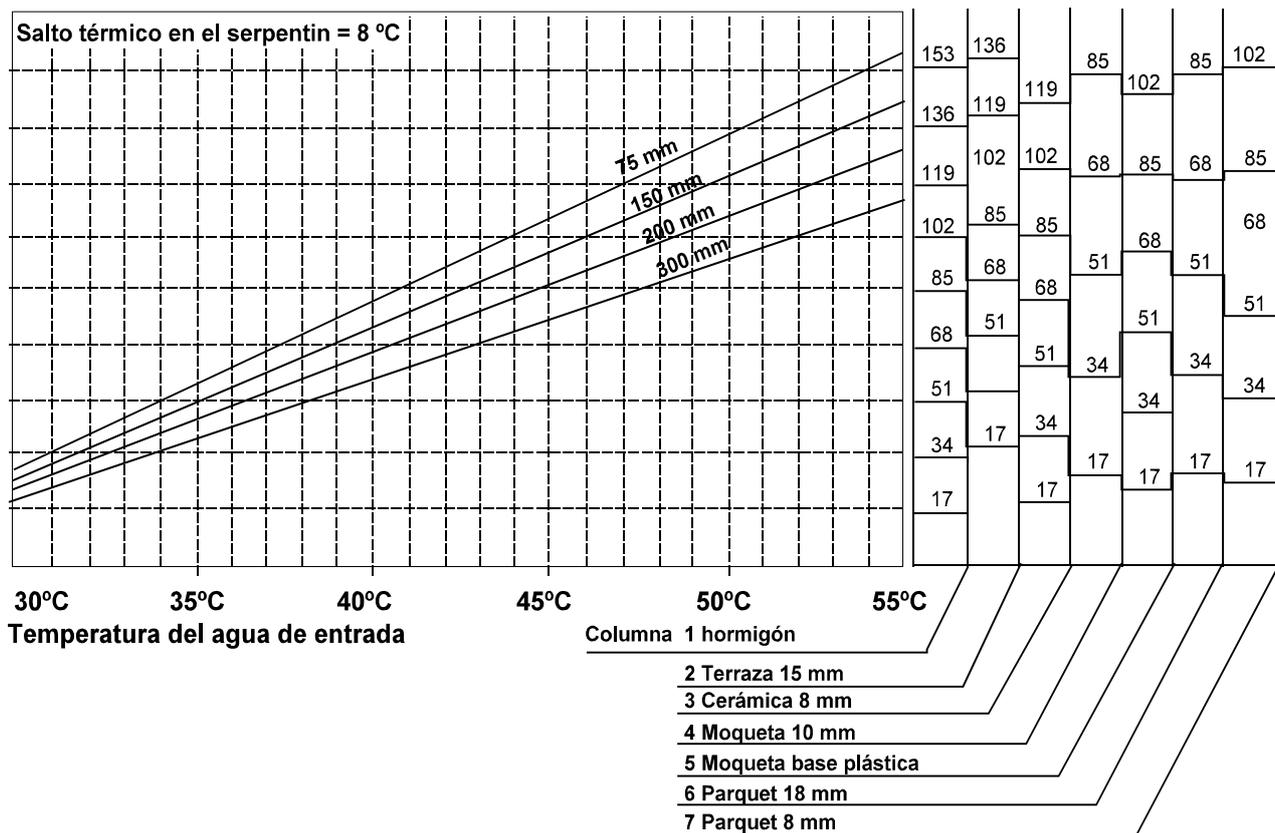


Figura 34: Ábaco para el cálculo de pisos radiantes con tubos PEX 18 x 12 mm.

Nota: La recta superior corresponde a una separación de 75 mm entre tubos y las otras a 150, 200 y 300 mm.

Regla práctica: 1) los revestimientos pueden agruparse en dos tipos: buenos transmisores (cerámica, terrazo, porcelanatos, graníticos, hormigón) y malos transmisores (alfombras, parquet, madera en general). Para un cálculo rápido, se puede considerar una separación de 30 cm. en recubrimientos buenos transmisores y 20 cm. en los malos transmisores, para obtener una transmisión calorífica similar, con la misma temperatura de entrada de agua. 2) Un circuito de 120 m lineales con una separación de 30 cm entre tubos cubre 36 m², mientras que con una separación de 20 cm se cubren 24 m².

7. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN CENTRALIZADA

7.1. La Caldera:

En primer lugar se debe calcular y seleccionar la caldera adecuada para cubrir la demanda de energía en calefacción a partir de la carga térmica calculada en el balance térmico de invierno

Para esto deberemos saber que $Q_{cal} = Q_T + 30 \%$; (Quadri, 1993)

donde: Q_{cal} es la cantidad de calor que deberá suministrar la caldera (Kcal/hora)

Q_T es la cantidad de calor del balance térmico (Kcal/hora)

Con la siguiente expresión calcular la sección del conducto de evacuación de gases de las calderas. (Quadri, 1993)

$$S = \frac{\alpha \times Q_{cal}}{\sqrt{h}} \quad [cm^2] \quad [7]$$

Donde:

S = sección en cm²

Q_{cal} = cantidad de calor de la caldera en Kcal/m²

h = altura de la chimenea en metros

α = coeficiente según el combustible utilizado: gas 0,018; petróleo 0,025; combustibles sólidos 0,033

A la sección obtenida se le agrega un 10% por cuestiones de seguridad.

Con esta información y las dimensiones de las calderas y anexos se puede diseñar el cuarto de máquinas, junto al resto de los componentes y las ventilaciones.

7.2. Cálculo de cañerías de calefacción

7.2.1. Agua caliente, circulación natural

En este caso no existe bomba circuladora que produzca el movimiento, sino que éste es originado por la diferencia de peso entre el agua más fría, con respecto a la más caliente. Este procedimiento de cálculo se muestra a modo indicativo pero utilizarlo excede las dimensiones de nuestro edificio, por lo tanto se usará la circulación forzada.

En este caso, la presión eficaz H que crea el movimiento en mmca está dado por la fórmula ya vista, en función de la diferencia de nivel entre centro de radiador y caldera en m, y la diferencia de pesos específicos entre el agua de retorno a 70°C y de alimentación a 90°C.

$$H = h(\gamma_r - \gamma_a) \quad [3]$$

Esta diferencia de pesos específicos pueden tomarse, en general, como valor constante igual a 12,5 kg/m³. Si el agua se enfría más, por supuesto que la diferencia de pesos específicos se hace mayor, por ello estas instalaciones tienen la *propiedad de autorregulación*, dado que en caso de dimensionar las cañerías muy chicas, la circulación del agua se hace más lenta, enfriándose más y aumentando de esta forma automáticamente la presión eficaz que tiende a restablecer el movimiento.

Por lo expuesto, puede emplearse para el cálculo de cañerías procedimientos aproximados, que consisten en el empleo de un gráfico, que establece el diámetro en función del gradiente R , calculado con la fórmula:

$$R = \frac{H}{2 \times \sum l} \text{ (mmca/m)}$$

y el caudal circulatorio $C = \frac{Q}{20}$ (l/h).

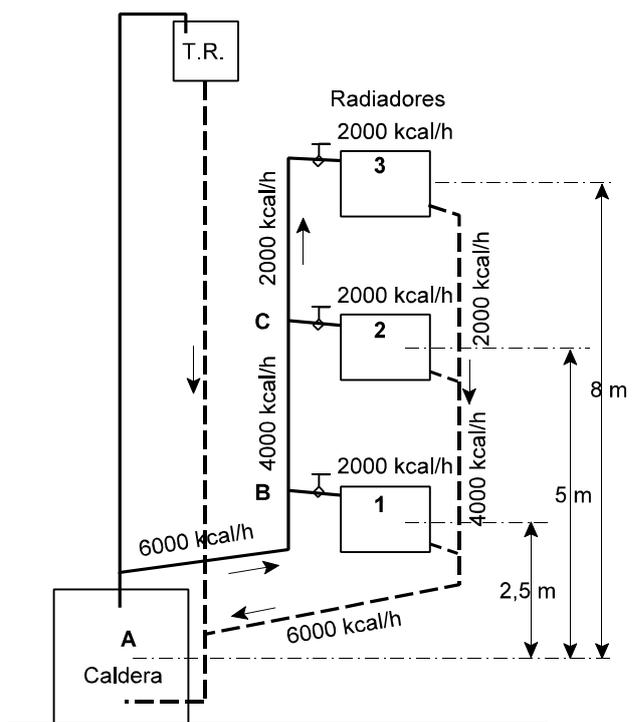


Figura 36: Ejemplo de cálculo de cañerías por circulación natural.

7.2.1.a. Ejemplo de cálculo:

Calcular la red de cañerías de una instalación dada (Figura 34). El diseño comienza por el circuito cerrado del radiador más *desfavorable*, que es el *más bajo y alejado con respecto a la caldera*.

En este caso, el radiador 1 que se encuentra a la altura h : 2,5 metros. Así, calculados R (mmca /m) y C (l/h) se dimensionan los tramos.

Luego se continúan con los tramos de los radiadores siguientes, según se detalla en la planilla indicada en la tabla 5 y en la Figura 36.

El valor de l , es la sumatoria de la longitud de los tramos de alimentación y retorno desde la caldera al radiador considerado. Como seguridad en los cálculos, el diseño en el gráfico se efectúa siempre en exceso.

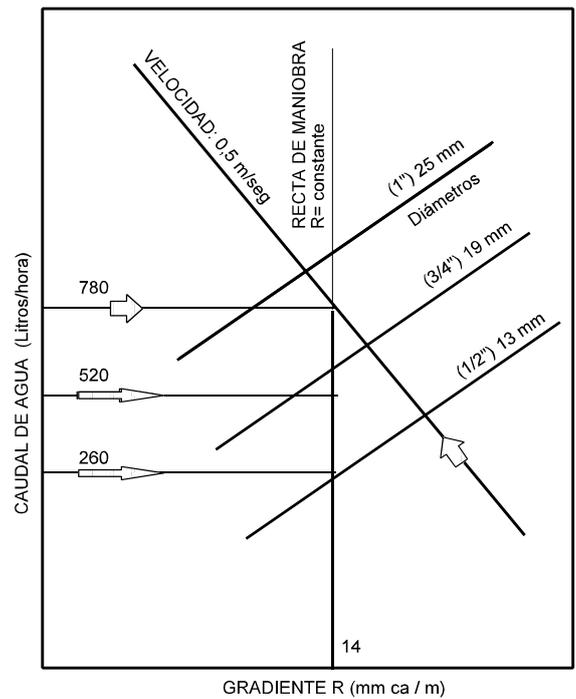


Figura 37: Detalle de cálculo cañerías calefacción circulación forzada.

Tabla 5: Planilla resumen cálculo cañerías circulación natural.

Radiador	h: m	H: mmca H= 12,5 h	l: m	R mmca/m	Tramos	Kcal/h	C: l/h	Diámetros mm (")
1	2,5	31,25	18	0,87	AB y EA	6000	300	32 (1 1/4)
			18	0,87	B1 y 1E	2000	100	19 (3/4)
2	5	62,5	23	1,36	BC y DE	4000	200	25 (1)
			23	1,36	C2 y D2	2000	100	19 (3/4)
3	8	100	29	1,72	C3 y 3D	2000	100	19 (3/4)

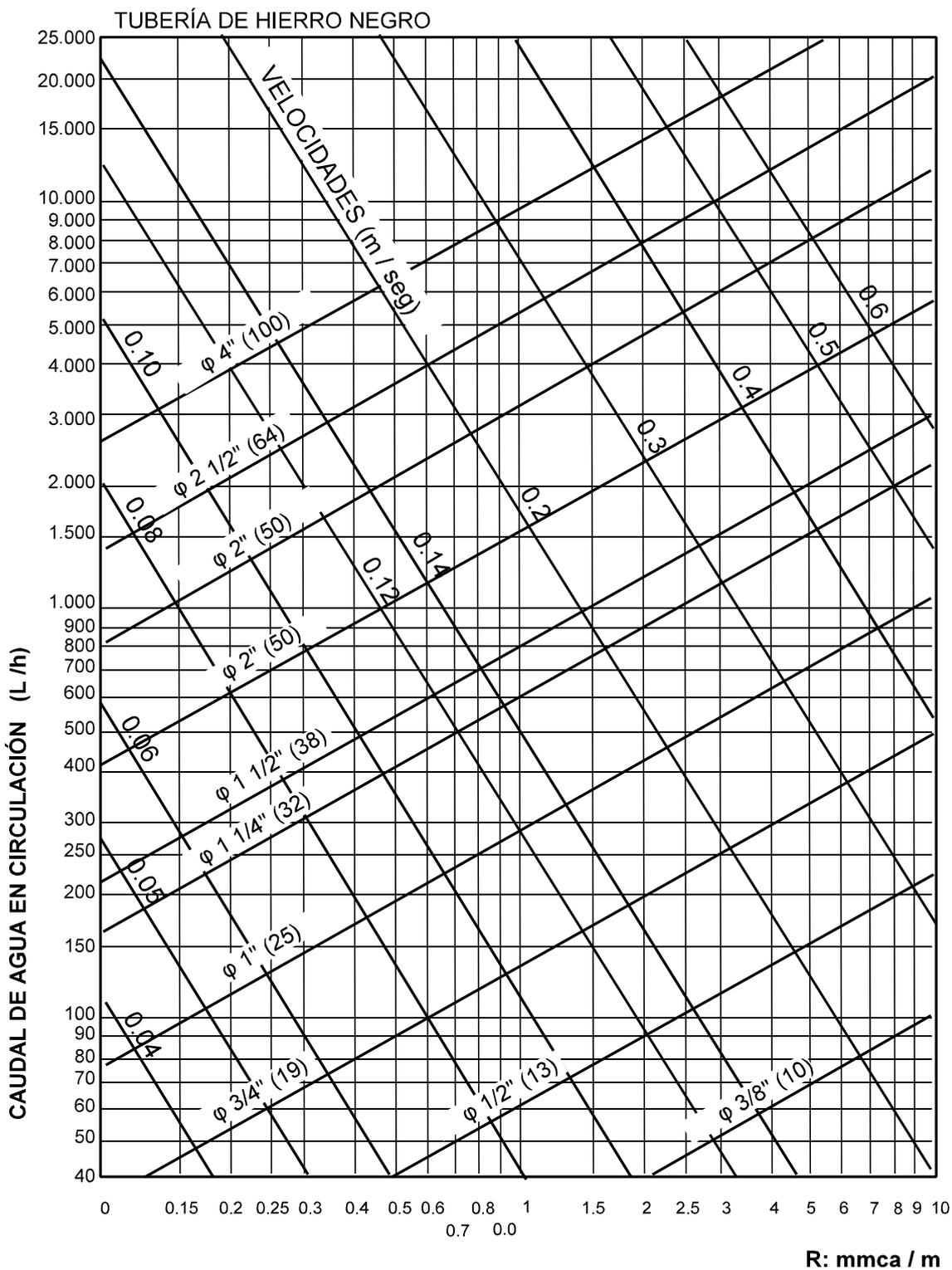


Figura 38: Diámetro de la cañería en función del gradiente R y el caudal de agua a circular para circulación natural.

7.2.2. Agua caliente con circulación forzada

Tal cual se indicó precedentemente, al efectuar el análisis del escurrimiento del agua por las cañerías, el diámetro de los tramos que comprende la instalación, se establece mediante un gráfico que permite su determinación, sobre la base del caudal de agua circulante en litros/hora y la pérdida de carga o gradiente R en mmca/m, que se supone constante.

El caudal surge de la fórmula: $C = \frac{Q}{10}$ [1]

Donde:

C = caudal transportado en l/h.

Q = cantidad de calor transportado por tramo (kcal/h).

10 = factor que surge de considerar un salto térmico en el radiador de 10° C (temperatura de entrada al radiador: 90°C; temperatura de salida del radiador: 80°C).

El gradiente R, o pérdida de carga por metro, se supone constante y se lo determina sobre la base de una *velocidad máxima* del agua en la red; esta velocidad máxima a la salida de la bomba circuladora se fija para estas instalaciones en 0,4 a 0,8 m/seg, con el fin de lograr una circulación lo suficientemente rápida pero que no origine ruidos ni erosión en la red, sin causar, además, pérdidas de cargas excesivas que nos obligarían a sobredimensionarla, incrementando significativamente la presión de trabajo del sistema.

Por tal motivo, entonces, con el caudal máximo de la red, que es el caudal de la bomba y su velocidad de salida, se calculan los distintos diámetros de las cañerías (Ver Figura 33).

Para la determinación de la contrapresión de la bomba se emplea la fórmula práctica, deducida anteriormente:

Donde:

H = presión de la bomba en mm de c.a. (o m de c.a.).

R = gradiente (mmca/m).

Σ 1 = longitud del circuito cerrado más largo o sea la sumatoria de los tramos de cañerías de alimentación y retorno de la caldera al radiador más alejado.

$$H = 2 \times R \times \sum 1 \quad [2]$$

7.2.2.a. Ejemplo de cálculo:

Supóngase calcular las cañerías de un sistema de agua caliente de circulación forzada indicada en la Figura 39. Se ha efectuado el balance térmico, y determinado el rendimiento de cada radiador en 2.600 kcal/h.

Se establece la cantidad de kcal que transportará cada tramo de cañerías, efectuándose el dimensionamiento sobre la base del gráfico de cálculo (Ver Figura 38).

Se adopta una velocidad de circulación media de: V = 0,5 m/seg, entonces el gradiente "R" será = 14 mmca/m.

Se adopta del gráfico el φ mayor.

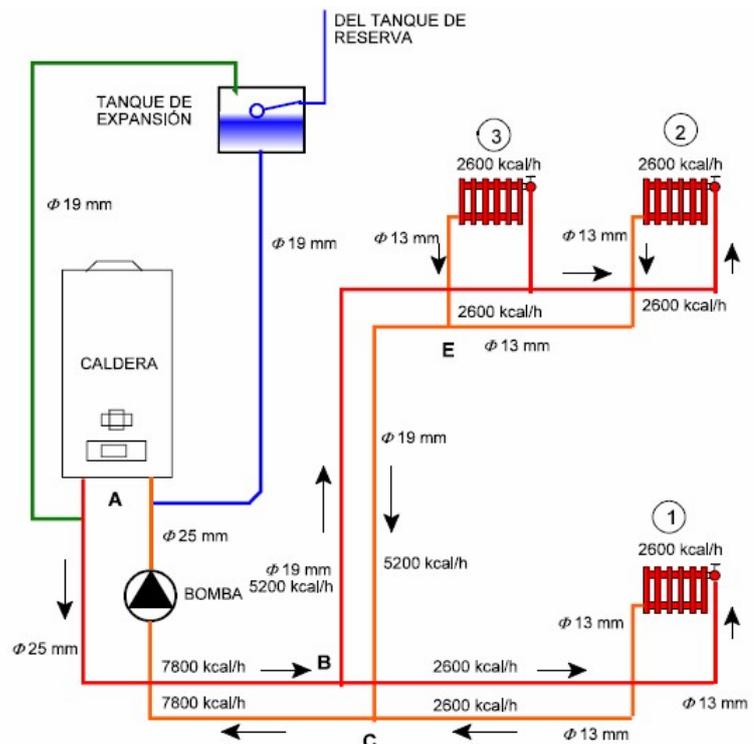


Figura 41: Ejemplo de cálculo de diámetro de cañerías por circulación forzada.

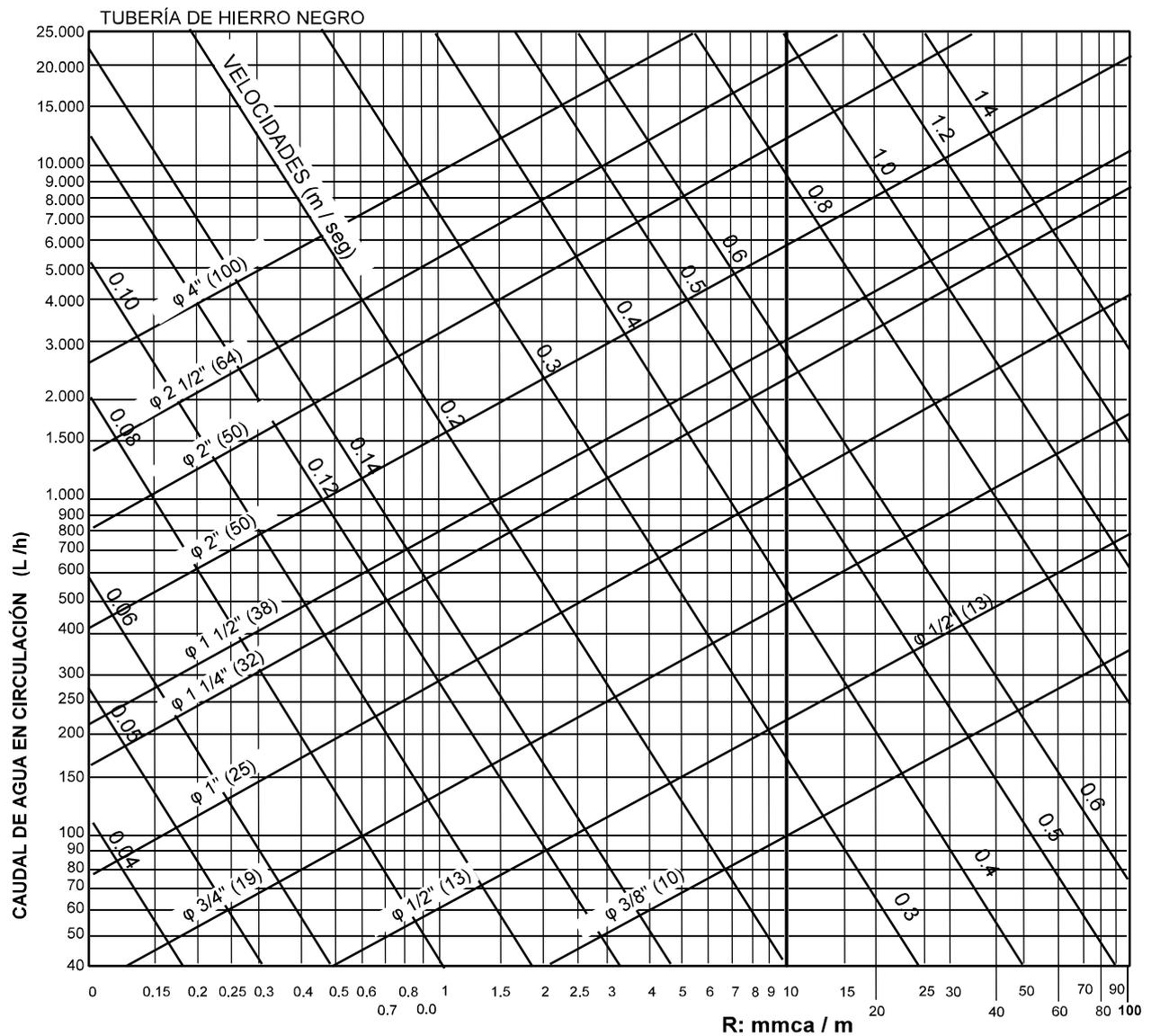


Figura 40: Nomograma de cálculo de cañerías por circulación forzada

a) Dimensionamiento de cañerías:

TRAMO	Potencia de la unidad terminal [Kcal/h]	Consumo de agua caliente en [litros/hora]	Diámetro del tramo de cañería [metros]
Tramo AB y CA	7800	780	0,025
Tramo BD y CE	5200	520	0,019
Tramo D2 y 2E	2600	260	0,013
Tramo D1 y 1C	2600	260	0,013
Tramo D3 y 3E	2600	260	0,013

b) Cálculo de la bomba circuladora

$$C = \frac{Q \text{ (kcal / h)}}{10} \quad \text{Caudal} = \frac{7.800}{10} = 780 \text{ l / hora}$$

c) Contrapresión de la bomba

Se calcula la longitud considerando la distancia del radiador más desfavorable, o sea, el más alejado en este

caso son los tramos de cañerías que alimentan y retornan del radiador N° 2. Dicha longitud es de 20 metros (tramos AB-BD-D2-2E-CE y CA).

Contrapresión de la bomba = 14 mm/m x 2 x 20 = 560 mmca de c.a. O sea, H= 0,56 metros de columna de agua.

d) Conexión del tanque de expansión

Cantidad de calor de la caldera: $Q_c = Q_T + 30 \% = 7.800 + 30 \% = 10.000 \text{ kcal/h.}$

De acuerdo con las fórmulas vistas:

$$\text{Alimentación } d = 15 + 1,5\sqrt{\frac{Q_c}{1.000}} = 15 + 1,5\sqrt{\frac{10.000}{1.000}} \approx 19,7\text{mm}, \text{ se adopta } 19\text{mm.}$$

$$\text{Retorno } d = 15 + \sqrt{\frac{Q_c}{1.000}} = 15 + \sqrt{\frac{10.000}{1.000}} \approx 18,2\text{mm}, \text{ se adopta } 19\text{mm.}$$

8. CALEFACCIÓN POR AIRE

Los sistemas de calefacción por aire pueden ser independientes o formar parte de un equipo que provea refrigeración y calefacción alternadamente. En cuanto a la distribución puede ser por circulación natural o circulación forzada. Los sistemas por circulación natural han caído en desuso y solo restan los de circulación forzada.

De forma similar a la climatización por medios pasivos, ya vista, los sistemas por circulación natural funcionan aprovechando la diferencia de peso específico en el aire de inyección y el aire de retorno.

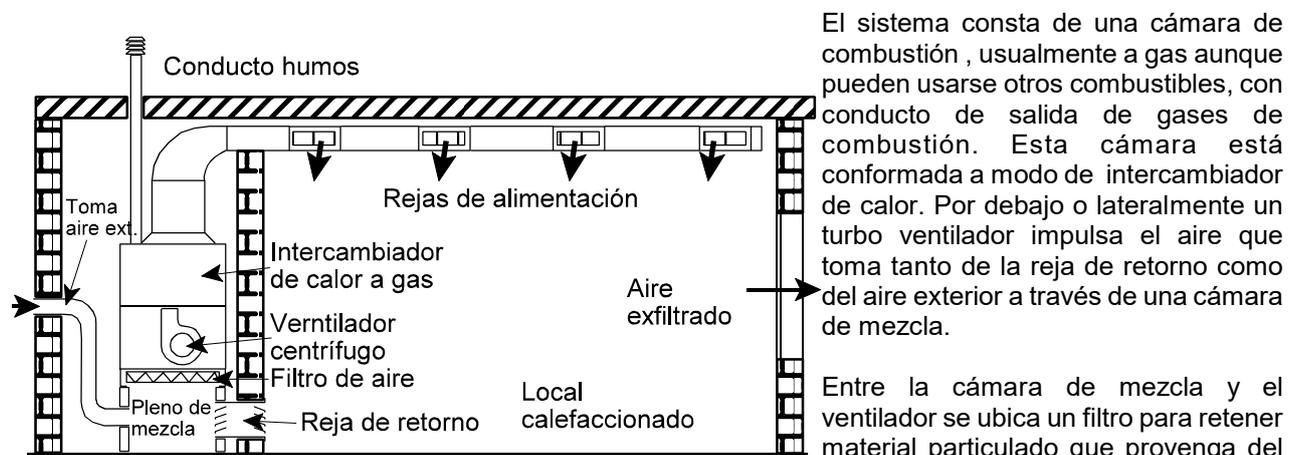


Figura 43: Sistema de calefacción por aire.

El aire forzado que atraviesa el intercambiador de calor es impulsado al local a calefaccionarse por conductos de chapa que es inyectado mediante rejillas de alimentación.

Como todo sistema posee ventajas y desventajas. Entre las ventajas podemos mencionar la buena distribución del calor que realiza, un eficaz control de humedad en caso de poseer el dispositivo humectador y la posibilidad de poder ser utilizado en verano como sistema de ventilación forzada.

Otra ventaja es que de dimensionarse el sistema de distribución y retorno previendo el uso de aire frío en verano puede luego agregarse un módulo de refrigeración. Para esto deberá agregarse una unidad de evaporación y una de condensación.

Entre las desventajas encontramos el espacio que ocupan los conductos, la planta térmica y el ruido generado en caso de no estar resuelto adecuadamente su insonorización.

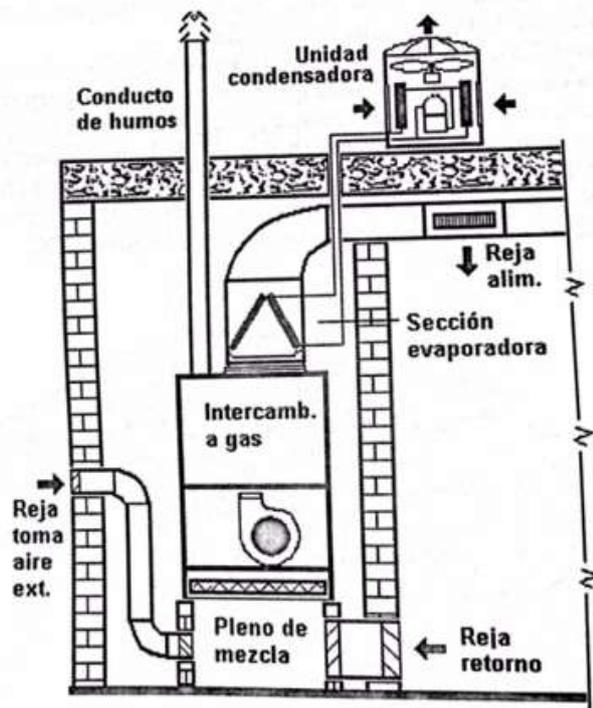


Figura 44: Sistema frío calor por aire.

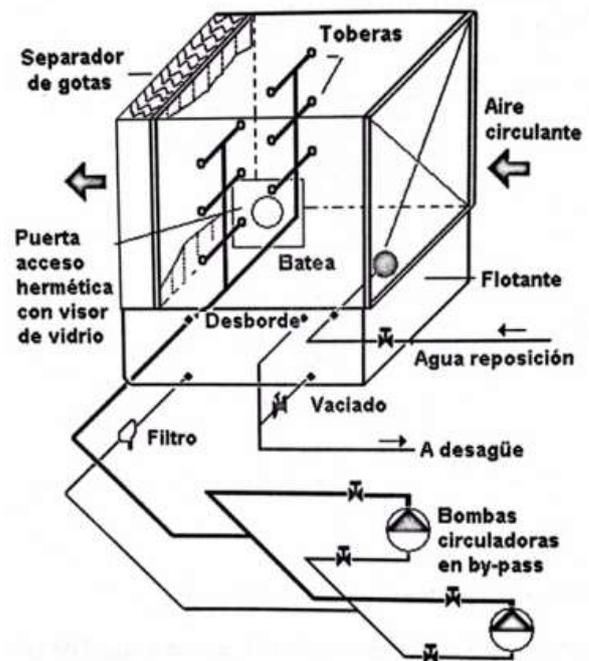


Figura 45: Esquema de dispositivo humidificador.

Los equipos compactos a gas son muy utilizados en la calefacción de edificios en climas templados a fríos ya que el sistema posee muy baja inercia térmica. Esto implica que en muy poco tiempo es posible tener climatizado el ambiente ahorrando energía en espacios de uso discontinuo. Un termostato hará funcionar quemador y ventilador cuando sea necesario en función de la temperatura prevista para el local.

Potencia kcal/h	Caudal aire m3/min	Conexión a gas mm	Alto mm	Ancho mm	Profundidad mm	Diámetro de chimenea mm
16000	23.5	13	1400	400	400	100
25000	30.0	13	1400	500	500	150
30000	40.0	13	1400	600	600	160
40000	60.0	13	1500	700	660	180
60000	80.0	19	1500	1100	700	200
80000	120.0	19	1600	1200	800	220

Tabla 7: Características generales de equipos calefacción por aire a gas.

Existen otros sistemas en el mercado como el "Calefactor de conducto" que usualmente se instalan suspendidos desde el techo, y los del tipo "Caloventilador a gas" que llevan como agregado un ventilador centrífugo o un ventilador axial constituyendo ambos sistemas compactos autocontenidos. Desde ya deberá preverse el conducto de gases de combustión reglamentario para cada uno, la alimentación de gas y la alimentación eléctrica para el funcionamiento de los ventiladores.

8.1. Humectación del aire:

Como se ha tratado en psicrometría si la humedad absoluta se mantiene constante y se eleva la temperatura del aire la humedad relativa va a comenzar a descender hasta generar un ambiente seco que por debajo de una HR = 30% generará disconfort.

Para esto deberá incorporarse agua al ambiente que se calcula con el diagrama psicrométrico mediante diversos dispositivos. Entre estos podemos citar: a. bandejas vaporizadoras, b. inyectores de vapor, c. pulverizadores de agua o lavadores, d. paneles humedecidos, e. atomizadores centrífugos, f. de tipo infrarrojo, g. de tipo ultrasónico; entre otros.

8.2. Dimensionamiento de un sistema por aire caliente:

El dimensionamiento consta de dos partes. La primera es conocer cuanto calor hay que introducir al local para compensar el que se pierde por conducción a través de la envolvente y por infiltración. Para esto debe realizarse un balance térmico de invierno. La segunda parte es compensar el % de aire frío exterior que entra de manera permanente al equipo con el fin de cumplir los requisitos de ventilación previstos para el local en relación al uso que se le vaya a dar y la cantidad de personas que contendrá.

El calor debido a la ventilación se determinará de la misma manera que se hace para verano estableciendo el caudal de aire necesario para el tipo de local mientras se cumpla con el requisito mínimo.

9. BIBLIOGRAFÍA:

Quadri, Nestor (2007) Instalaciones de aire acondicionado y calefacción. 8va edición. Edit. Alsina, Buenos Aires. ISBN 978-950-553-155-4
 Díaz, Victorio y Barreneche, Raúl. (2011) Acondicionamiento térmico de edificios. 2da edición. Edit Nobuko. Buenos Aires. ISBN 978-987-584-333-2

DESARROLLO DEL TRABAJO PRÁCTICO

Para la realización de TP proponemos el diseño y dimensionamiento de un sistema de calefacción centralizado. Para que pueda realizarse una práctica con la nueva tecnología de piso radiante el grupo tomará un departamento y propondrá una instalación con mini-caldera mural y determinará las cañerías de distribución con alguno de los esquemas planteados.

- 1) Debatir en el grupo con asistencia del ACD cual es el sistema más adecuado a las necesidades del edificio.
- 2) Decidida la ubicación del cuarto de caldera, el sistema de distribución del calor, las unidades terminales adecuadas a cada local y/o parte del edificio, proceder a: a. Calcular la caldera y el conducto de evacuación de gases de combustión y dibujarlos en planta y corte; b. Diseñar el cuarto de calderas y su acceso y ventilaciones.
- 3) Con los resultados del balance térmico y mediante el siguiente procedimiento determinar el tipo y potencia de las unidades terminales para cada local del departamento. Obtener un coeficiente expresado en Kcal/m² o Kcal/m³ para poder conocer la demanda en calefacción en cada ambiente.

$$Ql_i = \frac{Q \text{ en Kcal/h}}{\text{Superficie unidad habitacional o piso oficina en m}^2} = \frac{\quad}{\quad} = \boxed{\text{Kcal/h m}^2}$$

- a. A este valor general le afectaremos un coeficiente de exposición para corregir cierta dispersión relacionada con la ubicación del local dentro del edificio, respecto de su orientación y de cambios en la homogeneidad de la transmitancia térmica K de la envolvente. Para esto usaremos la demanda de energía en calefacción calculada en el TP anterior correspondiente a la unidad habitacional, piso de oficinas y planta baja comercial.

Tabla 2: Valores para el coeficiente de orientación “C_{orient}” para locales

Posición en edificio	Orientación local	relación vidriado/opaco	C _{orient}
Exterior	N - NE - NO	alta (1 a 0,6)	0,8
		media (0,6 a 0,4)	0,9
		baja (0,4 a 0,2)	1
	E - O	alta (1 a 0,6)	1,1
		media (0,6 a 0,4)	1
		baja (0,4 a 0,2)	0,9
	S - SE - SO	alta (1 a 0,6)	1,5
		media (0,6 a 0,4)	1,4
		baja (0,4 a 0,2)	1,3
Interior	-----	-----	0,6

Nº	Designación local SECTOR DE VIVIENDAS	Q _i [Kcal/h.m ²] (1)	Sup Local [m ²] (2)	C _{orie} (3)	Q _{Local} [Kcal/h] (4)= (1) x (2) x (3)
1	Estar				
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
NOTA: Verificar que la suma de las cargas térmicas parciales no supere en más de 10% o sea menor a Q					

- b. En el caso de la planta de oficinas al ser un espacio único de planta libre no necesitamos obtener la carga por m². Solamente con la carga térmica Q la dividiremos por la cantidad de elementos del sistema elegido y luego lo distribuiremos en la planta sobre el perímetro de fachada debajo de las áreas vidriadas.
- c. Obtenida la carga térmica de calefacción de cada local procederemos a seleccionar el tipo y cantidad de elementos (caso radiadores, zócalos radiantes, convectores, fan coil) o la separación en cm caso pisos radiantes.

Nº	Designación local SECTOR DE VIVIENDAS	Q_{Local} [Kcal/h] (3)	Tipo de elemento a utilizar en el local	Calor aportado por el elemento [Kcal/h] (4)	Cantidad de elementos (5)= (3) / (4) o separación en cm caso piso radiante.
1	Estar				
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					

Nota: el resultado del cociente (5) siempre se redondea hacia arriba.

Nº	Designación local PISO DE OFICINAS	Q_{Local} [Kcal/h] (3)	Tipo de elemento a utilizar en el local	Calor aportado por el elemento [Kcal/h] (4)	Cantidad de elementos (5)= (3) / (4)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Nota: el resultado del cociente (5) siempre se redondea hacia arriba.

- 1) Indicar en el plano en planta y corte los elementos terminales de calefacción para cada local con un rectángulo. A un lado indicar la potencia en Kcal/h y un número que lo identifique dentro de un círculo.
- 2) Trazar las cañerías con sus correspondientes válvulas para luego dimensionar las cañerías de distribución, caso oficinas y comercio. En planta de vivienda indicar en gráfico aparte el colector con todos sus componentes en función de los circuitos previstos (purgadores de aire, grifos de descarga, llaves detentoras, válvulas termostatzables, termómetros y llaves esféricas de corte).
- 3) dimensionar las cañerías de un ramal de alimentación a terminales individuales (radiadores, fan-coil o zócalos térmicos). El docente asignará el ramal a cada equipo. Posteriormente volcar la información (materiales y diámetros de cañerías) en la documentación gráfica en planta y corte. En el cálculo usaremos el procedimiento indicado para "circulación forzada".

