

Uponor

APLICACIONES DE CALEFACCIÓN
Y CLIMATIZACIÓN

MANUAL TÉCNICO



**MANUAL TÉCNICO
DE APLICACIONES DE
CALEFACCIÓN Y CLIMATIZACIÓN
UPONOR**

Índice	5
Introducción	7
Manual Técnico Sistema Uponor de Calefacción por Suelo Radiante	9
1. Principios básicos	11
1.1. Principio de funcionamiento	11
1.2. Características	12
2. Sistema de Suelo Radiante Uponor	14
2.1. Sistema Uponor tradicional	14
2.2. Instalación. Sistema tradicional	17
2.3. Sistema Uponor con difusores	25
2.4. Sistema Uponor para renovación	28
3. Tuberías emisoras UPONOR wirsbo-evalPEX	32
3.1. Características. Estanqueidad al oxígeno	32
3.2. Instalación de circuitos emisores Uponor	34
4. Uponor Colectores	36
4.1. Características	36
4.2. Montaje	38
4.3. Cabezales electrotérmicos	40
5. Uponor Genius. Sistema inalámbrico de temperatura ambiente	41
5.1. Termostato transmisor	42
5.2. Módulo de control	42
5.3. Módulo de regulación	42
5.4. Programación	42
6. Uponor Comfort System. Regulación de temperatura ambiente	47
6.1. Termostato Uponor Comfort System	47
6.2. Caja de conexiones Uponor Comfort System	48
7. Grupos de impulsión Uponor	50
7.1. Grupo de impulsión Uponor	50
7.2. Grupo de impulsión Uponor con centralita de regulación	51
7.3. Selección del circulador	52
8. Cálculo y diseño	54
8.1. Cálculo de las cargas térmicas de los locales	54
8.2. Localización de colectores	60
8.3. Diseño de circuitos	60
8.4. Cálculo de la temperatura media superficial del pavimento	61
8.5. Cálculo de la temperatura del agua	63
8.6. Cálculo del caudal de agua	66
8.7. Cálculo de montantes y tuberías de distribución	67
8.8. Cálculo de pérdidas de carga	68
8.9. Selección de la bomba	69
8.10. Selección del grupo de impulsión	70
8.11. Selección del generador de calor	70

Manual Técnico Sistema Uponor de Refrigeración por Techo	71
Introducción	73
1. Principios básicos	73
1.1. Ventajas sobre los sistemas convencionales de aire acondicionado	73
1.2. Requerimientos para una climatización adecuada	75
1.3. Sistemas de aire acondicionado basados en paneles de tubos capilares	78
2. Características y áreas de aplicación de los paneles de tubos capilares	79
2.1. Características básicas y ventajas de la tecnología de tubos capilares	79
2.2. Función y áreas de aplicación de los sistemas de tubos capilares	80
3. Componentes del sistema	81
3.1. Polipropileno: Datos y características técnicas	81
3.2. Descripción del sistema	85
4. Sistemas Uponor de refrigeración por techo	86
4.1. Uponor refrigeración para enlucidos	86
4.2. Uponor refrigeración para placa de yeso seca	86
4.3. Uponor refrigeración para techos registrables	86
5. Transferencia de calor mediante agua	87
5.1. Principios básicos	87
5.2. Transferencias globales entre el local y el agua	87
6. Principios básicos	88
6.1. Clasificación y metodología del cálculo de cargas	88
6.2. Modo de refrigeración	89
7. Diseño del sistema de refrigeración por techo Uponor	91
7.1. Aplicación: Techos refrigerantes	91
8. Regulación y control	96
8.1. Regulación de temperatura ambiente. Uponor CoSy Radio	96
8.2. Regulación de temperatura de impulsión	98
8.3. Esquema de instalación	100
9. Montaje	101
9.1. Montaje para techo con enlucido de yeso. Edificación no residencial.	101
9.2. Montaje para techo con enlucido de yeso. Vivienda unifamiliar	102
9.3. Montaje para falsos techos	103
10. Ejemplo de cálculo	104
Anexos	107

Introducción

A lo largo de los años UPONOR ha acumulado una dilatada experiencia en todo el mundo en instalaciones. Los sistemas de suelo radiante, radiadores y refrigeración por techo Uponor se han desarrollado con éxito incluso en los casos de condiciones térmicas muy desfavorables como las que se dan en los países escandinavos, con climas árticos en gran parte de su superficie.

Este manual facilita la información básica necesaria para el diseño, cálculo e instalación de aplicaciones de climatización Uponor y está pensado para familiarizar a los profesionales del sector con las soluciones que la marca Uponor ofrece en este campo.

Lo expuesto en este manual está enfocado a instalaciones en viviendas, tanto unifamiliares como en altura; no obstante, las soluciones Uponor se aplican también a otros usos tales como la climatización de naves industriales, instalaciones deportivas, iglesias, invernaderos, superficies de cría en granjas porcinas, etc. Cada aplicación específica implica la variación de algunos criterios de diseño, cálculo e instalación.

UPONOR HISPANIA ofrece una serie de servicios de gran interés para los profesionales del sector:

- Realización de estudios técnicos.
- Asesoramiento técnico.
- Cursos de formación en diseño, cálculo e instalación.
- Asistencia en obra postventa.

Para mayor información visite nuestra página WEB:

<http://www.uponoriberia.com>

Contacte con el Servicio de Atención al Cliente:

902 100 240

si tiene alguna duda o consulta o si desea recibir de forma gratuita el CD-ROM UPONOR que contiene todo tipo de información de su interés así como programas de cálculo y de diseño de instalaciones por suelo radiante, radiadores o refrigeración por techo Uponor.



uponor

UPONOR

APLICACIONES DE CALEFACCIÓN
Y CLIMATIZACIÓN

MANUAL TÉCNICO
SISTEMA UPONOR DE
CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE



1. Principios básicos

1.1. Principio de funcionamiento

El principio básico del sistema consiste en la impulsión de agua a media temperatura (en torno a los 40°C) a través de circuitos de tuberías de polietileno reticulado por el método Engel con barrera antidifusión de oxígeno Uponor.

Según el sistema tradicional de calefacción por suelo radiante Uponor las tuberías se embeben en una capa de mortero de cemento. Éste, situado sobre las tuberías y bajo el pavimento, absorbe la energía térmica disipada por las tuberías y la cede al pavimento que, a su vez, emite esta energía al local mediante radiación y en menor grado convección natural.

Según el sistema de calefacción por suelo radiante con difusores Uponor las tuberías emisoras se insertan en unas placas de aluminio (difusores), siendo éstas las que ceden la energía precisa al pavimento del local a calefactar.

Desde los colectores de alimentación y retorno parten los circuitos emisores. Desde allí se equilibran hidráulicamente los circuitos y, a través de cabezales electrotérmicos, se regula el caudal impulsado en función de las necesidades térmicas de cada local.

La regulación de los sistemas de calefacción por suelo radiante UPONOR permite impulsar agua a la temperatura deseada (grupos de impulsión Uponor) y controlar de forma independiente la temperatura ambiente de cada uno de los locales calefactados (regulación Uponor Genius o regulación Uponor Comfort System).



1.2. Características

Perfil óptimo de temperaturas del cuerpo humano.

De entre todos los sistemas existentes de calefacción, el suelo radiante es el que mejor se ajusta al perfil óptimo de temperaturas del cuerpo humano. Este perfil es aquél según el cual la temperatura del aire a la altura de los pies es

ligeramente superior a la temperatura del aire a la altura de la cabeza. Esto se traduce en una percepción, por parte del usuario del sistema, de una mayor sensación de confort.

A continuación se muestra un esquema de la distribución vertical de temperaturas en función del sistema de calefacción:



Fig.1.1 - Calefacción ideal



Fig.1.2 - Suelo radiante Uponor



Fig.1.3 - Radiadores



Fig.1.4 - Convectores



Fig.1.5 - Calefacción por techo



Fig.1.6 - Calefacción por pared

Emisión térmica uniforme.

El emisor térmico es todo el suelo del área a calefactar. Esto da lugar a que la emisión térmica sea uniforme en toda la superficie. Este fenómeno se contrapone al de "zonas calientes" y "zonas frías" que se obtiene con otros sistemas de calefacción en los cuales existe un número limitado de emisores de calor.

Calefacción sin movimientos de aire.

La velocidad de migración de las capas de aire caliente hacia las zonas frías es proporcional a la diferencia de temperaturas del aire entre ambas zonas, caliente y fría. Como la temperatura de la superficie emisora (pavimento) de un sistema de calefacción por suelo radiante Uponor es baja (inferior a 30°C), esa diferencia de temperaturas del aire es muy reducida lo que origina que el movimiento de aire debido al sistema de calefacción sea imperceptible. Una ausencia de movimiento de aire produce menor movimiento de polvo y un entorno más higiénico y saludable.

Ahorro energético.

Para una misma sensación térmica percibida por el usuario, la temperatura ambiente de un local es inferior si dicho local se calefacta por suelo radiante a si se calefacta mediante otro sistema (radiadores, convectores de aire, etc.). La explicación de esto se debe a los perfiles térmicos expuestos en las figuras 1.1 a 1.6.

Al calefactar mediante otros sistemas la temperatura de las zonas elevadas del local es mayor (temperatura no sentida por el usuario), de lo que resulta que para la misma sensación térmica sentida la temperatura ambiente interior en un sistema de calefacción por suelo radiante es comparativamente menor.

Al ser menor la temperatura ambiente interior también son menores las pérdidas energéticas (pérdidas por cerramientos, por ventilación y por infiltración) ya que éstas son proporcionales a la diferencia de temperaturas entre el exterior del local y el interior.

Otro importante factor de ahorro energético lo constituyen la disminución de pérdidas de calor en sala de calderas y en las conducciones hasta colectores debido a la menor temperatura del agua de impulsión y retorno en comparación con otros sistemas de calefacción.

Compatible con casi cualquier fuente de energía.

La moderada temperatura de impulsión de agua que necesita el sistema hace que éste sea compatible con casi cualquier fuente energética (electricidad, combustibles derivados del petróleo, energía solar, carbón, gas natural, etc.). En particular, es el único sistema de calefacción que puede ser alimentado energéticamente por paneles solares térmicos.

Calefacción invisible.

Es un sistema de calefacción que ofrece una total libertad de decoración de interiores ya que los emisores de calor no son visibles. Se diría que es una "calefacción invisible".

El espacio habitable es mayor al no existir dentro de éste elementos calefactores visibles (por ejemplo radiadores) y desaparece el riesgo de golpes o quemaduras por contacto con ellos.

Compatible con cualquier tipo de suelos.

La calefacción por suelo radiante se instala con cualquier tipo de pavimento.



2. Sistema UPONOR de Suelo Radiante

Todos los componentes que constituyen cada uno de los sistemas UPONOR se han estudiado y desarrollado para trabajar en conjunto. Con objeto de asegurar la máxima calidad de la instalación, la compatibilidad entre los componentes y su idoneidad, se recomienda incluir en las instalaciones de calefacción por suelo radiante sólo elementos UPONOR.

UPONOR ha desarrollado las más avanzadas soluciones en sistemas de calefacción por suelo radiante. Las soluciones destinadas a uso residencial se pueden dividir en tres sistemas cuya diferencia radica en la estructura de la capa emisora, factor éste que viene determinado por las características particulares del edificio a calefactar.

Estos sistemas poseen tuberías UPONOR, colectores y sistemas de regulación e impulsión comunes a todos ellos.

- Sistema de calefacción por suelo radiante UPONOR tradicional.
- Sistema de calefacción por suelo radiante UPONOR con difusores.
- Sistema de calefacción por suelo radiante UPONOR para renovación.

2.1. Sistema UPONOR tradicional

Se utiliza como regla general como sistema de calefacción por suelo radiante UPONOR.

La capa de mortero de cemento por encima de tubos almacena la energía calorífica aportada por el caudal de agua caliente que circula a través de las tuberías UPONOR, y esta energía es cedida al pavimento. El pavimento emite la energía al

ambiente a calefactar por medio de radiación y de convección natural.

El espesor de la capa emisora, dependiendo del panel aislante y la tubería Uponor escogidos oscila entre los 8,6 y los 9,5 cm.

El resto de este manual profundizará en este sistema constructivo.

Componentes del sistema:

Componente	Nombre Uponor	Código	Ud.	Criterios
Film antihumedad	Uponor Film polietileno	350000007	m ²	Superficie de suelo base con riesgo de humedades.
Zócalo perimetral	Uponor Zócalo perimetral	350000002	m	Suma de todos los perímetros de los locales a calefactar.
Panel aislante	- Uponor Panel moldeado de grapas - Uponor Grapa especial panel moldeado	350000000	Ud.	Superficie calefactada dividido por 0,54 m ² . Superficie calefactada multiplicado por 10.
		350000004	Ud.	
	- Uponor Panel moldeado de tetones	302011	Ud.	Superficie calefactada dividido por 0,62 m ² .
	- Uponor Panel moldeado de tetones plastificado	302011F	Ud.	Superficie calefactada dividido por 0,62 m ² .
	- Uponor Lámina portatubos 11 mm - Uponor Lámina portatubos 33 mm	30201011 30201033	Ud. Ud.	Superficie calefactada dividido por 1,23 m ² .

Componente	Nombre Uponor	Código	Ud.	Criterios
Tubería emisora	- Uponor Wirsbo evalPEX 16x1,8	110301610	m	Superficie calefactada dividido entre el paso entre tubos (en m).
	- Uponor Wirsbo evalPEX 17x2,0	110301700	m	Superficie calefactada dividido entre el paso entre tubos (en m).
	- Uponor Wirsbo evalPEX 20x1,9	110302010	m	Superficie calefactada dividido entre el paso entre tubos (en m).
Aditivo para mortero	Uponor Aditivo para mortero	350000010	Kg	Superficie calefactada dividido entre 10 (espesor de mortero de 5 cm).
Curvutubo	- Uponor Curvutubo 16/17	20189026	Ud.	Doble del número de circuitos
	- Uponor Curvutubo 20	20189027	Ud.	Doble del número de circuitos
Colector distribuidor ida/retorno	Uponor Kit colector básico Q&E	801201	Ud.	Mínimo 1 por planta. Máximo 12 circuitos por colector
	Uponor Conjunto básico Q&E	801221	Ud.	Número de circuitos menos 2
Adaptador	- Uponor Adaptador tradicional 16x1,8	302027	Ud.	Doble del número de circuitos
	- Uponor Adaptador tradicional 17x2,0	302028	Ud.	Doble del número de circuitos
	- Uponor Adaptador tradicional 20x2,0	302029	Ud.	Doble del número de circuitos
Caja de colectores	- Uponor Caja metálica para colectores de 2 a 4 salidas	880000204	Ud.	Número de colectores de 2 a 4 salidas
	- Uponor Caja metálica para colectores de 5 a 7 salidas	880000507	Ud.	Número de colectores de 5 a 7 salidas
	- Uponor Caja metálica para colectores de 8 a 12 salidas	880000812	Ud.	Número de colectores de 8 a 12 salidas
Cabezal	Uponor Cabezal electotérmico Q&E 220 V	78594	Ud.	Número total de circuitos
Unidad de regulación	- Uponor Caja conexiones Co. Sy. 220V c/ control de bomba	3020104	Ud.	Mínimo 1 por cada caja de colectores Máximo 1 por cada 6 termostatos
	- Unidad base Uponor Genius 220V	302016	Ud.	1 por cada caja de colectores.
Termostato	- Termostato básico Uponor Comfort System 220V	3020109	Ud.	Número de zonas de regulación térmica independiente.
	- Termostato transmisor Uponor Genius	302017	Ud.	Número de zonas de regulación térmica independiente.
Grupo de impulsión	Uponor Grupo de impulsión - Grupo 22N	125012	Ud.	1 por instalación.
	Uponor Grupo de impulsión - Grupo 45N	125016	Ud.	1 por instalación.
	Uponor Grupo impulsión - Grupo 22N con centralita de regulación	125112	Ud.	1 por instalación.
	Uponor Grupo impulsión - Grupo 45N con centralita de regulación	125116	Ud.	1 por instalación.
Caldera	Caldera para suelo radiante		Ud.	1 por instalación. Potencia 11 KW.

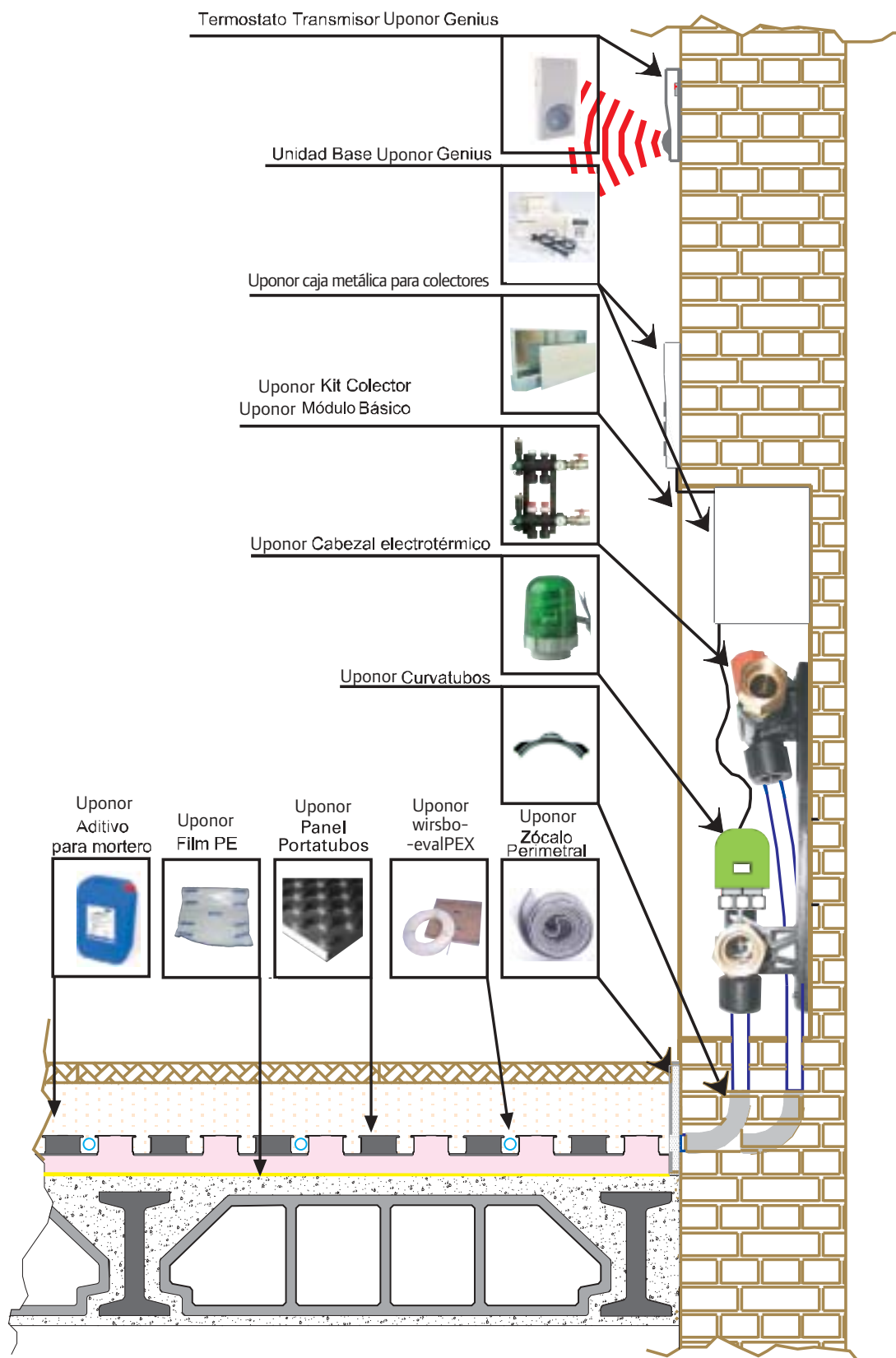


Fig.2.1 - Sistema UPONOR de calefacción por suelo radiante tradicional

2.2. Instalación. Sistema UPONOR tradicional.

Previo a la instalación del sistema de calefacción se recomienda la elaboración de un estudio técnico. Esto facilitará la instalación y la selección correcta de los materiales adaptados a los requerimientos específicos.

Dicho estudio debería contar con un balance de cargas térmicas de la vivienda a calefactar, un informe de caudales y pérdidas de carga de la instalación, un esquema de principio de ésta y planos donde se localicen los colectores y los circuitos emisores con sus longitudes y separación entre tubos correspondiente.

Un buen diseño previo y una instalación acorde a los puntos que a continuación se señalan asegurarán un resultado final óptimo.

Este apartado se centra en los pasos de instalación de una calefacción por suelo radiante Uponor - sistema tradicional. Los artículos Uponor constitutivos del sistema serán gran parte de ellos, estudiados con más rigor en los capítulos 4 a 8.

Cajas de colectores

Los colectores distribuidores de suelo radiante se colocan en las correspondientes cajas o armarios, las cuáles se empotran en pared.

Para posibilitar la purga de aire de los circuitos emisores, los colectores han de situarse siempre en un plano más elevado que cualesquiera circuitos a los que den servicio.

La localización debe ser lo más centrada posible dentro del área a calefactar. De este modo se minimizará la longitud de tubería desde el colector hasta el local a calefactar y, con ello, se facilitará la instalación y el equilibrado hidráulico.

Las cajas, dentro de las cuales se colocan los colectores, se empotrarán en un tabique o muro accesible. Para no distorsionar la estética de la vivienda es común empotrarlas en zonas ocultas a la vista del usuario tales como fondos de armarios o aseos.

Es necesario que el tabique o muro donde se empote la caja tenga un espesor suficiente (15 cm).

Zócalo perimetral

Es una banda de espuma de polietileno cuya misión principal es absorber las dilataciones producidas por el mortero de cemento colocado sobre los tubos emisores debido a su calentamiento/enfriamiento. Así mismo, produce un beneficioso efecto de aislamiento lateral del sistema.

Se fija a la base de las paredes de todas las áreas a calefactar, desde el suelo base hasta la cota superior del pavimento. La lámina adherida a la espuma de polietileno debe quedar en la cara opuesta a la del contacto Zócalo perimetral -

pared. Esta lámina apoyará sobre los paneles aislantes para evitar la inserción de mortero de cemento entre Zócalo perimetral y panel aislante. En instalaciones de mayor superficie calefactable (polideportivos, iglesias, etc.) el zócalo perimetral no es suficiente para absorber las fuerzas de dilatación producidas en la estructura del suelo. En estos casos se proyectan juntas de dilatación en el diseño original del suelo (5 mm por cada 10 m). Aquí se debe evitar que las tuberías pasen a través de las juntas de dilatación; en aquellos lugares donde esto no se pueda evitar, la tubería debe revestirse 0,5 m a cada lado de la junta (ver DIN 4109 pág. 4).



Fig.2.2 - Colocación del zócalo perimetral

Film de polietileno Uponor

Es una lámina continua de polietileno. Se coloca sobre el forjado/solera de los locales a calefactar.



Fig.2.3 - Film de polietileno Uponor

Es una barrera antihumedad entre el suelo base y la superficie emisora de suelo radiante colocada encima, de modo que evita el ascenso por capilaridad de humedades.



Fig.2.4 - Colocación del film de PE

Se puede evitar la colocación de este film cuando:

- No exista riesgo de humedades en el forjado/solera.
- El sistema de sujeción de la tubería sea tal que establezca una barrera antihumedad continua. Este es el caso de utilizar Láminas portatubos Uponor (ver figura 2.5).

Hay que hacer notar que los paneles aislantes de poliestireno expandido, plastificados o no, no aseguran una total estanqueidad a la humedad. Las

zonas de unión entre paneles son zonas de riesgo de ascenso de humedades. Debido a esto, la colocación de paneles aislantes no implica una barrera antihumedad, por lo que el film de polietileno resulta necesario bajo los mismos condicionantes arriba expuestos.

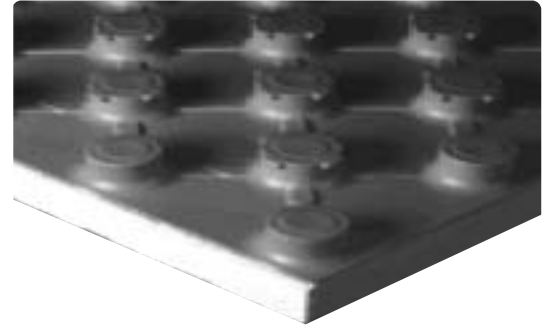


Fig.2.5 - Lámina portatubos Uponor

Panel aislante

El aislamiento térmico del sistema es imprescindible en cualquier instalación de calefacción por suelo radiante:

- Se minimizan las pérdidas caloríficas inferiores, lo que implica una drástica reducción del consumo energético
- Se posibilita el control de las temperaturas ambiente de cada uno de los locales.

Si el suelo del local a calefactar ya está aislado (por ejemplo con la solución constructiva de bovedillas de poliestireno expandido incluyendo protección contra puentes térmicos con un coeficiente de transmisión térmica igual o inferior a $1,25 \text{ W/m}^2\text{°C}$), entonces no sería necesario colocar paneles aislantes.

En caso de suelos no aislados la solución es colocar paneles moldeados de poliestireno expandido como aislamiento térmico. Todos los modelos de paneles moldeados Uponor también tienen la misión de sujetar las tuberías emisoras, guiándolas y facilitando el trazado de los circuitos con la separación entre tubos proyectada.

Los paneles han de colocarse sobre todo el área a calefactar a modo de superficie continua.

Los modelos de paneles moldeados Uponor de poliestireno expandido tienen una densidad nominal de 20 Kg/m^3 , lo que implica una resistencia máxima a compresión de 10 toneladas/m². Su clasificación frente al fuego es M1 según UNE 23.727.

Panel moldeado de grapas

Dimensión 0,9 x 0,6 x 0,025 m. Permite pasos entre tubos c/c múltiplos de 10 y 15 cm. La unión entre paneles se realiza mediante la superposición de estos mediante las colas de milano macho-hembra habilitadas al efecto. Este método de unión evita que los paneles se separen unos de otros creando así puentes térmicos. La fijación de las tuberías UPONOR wirsbo-evalPEX al panel se realiza debido a la presión que ejerce cada tetón contra las tuberías y, en las curvas de las tuberías, mediante grapas especiales para panel moldeado. Ver

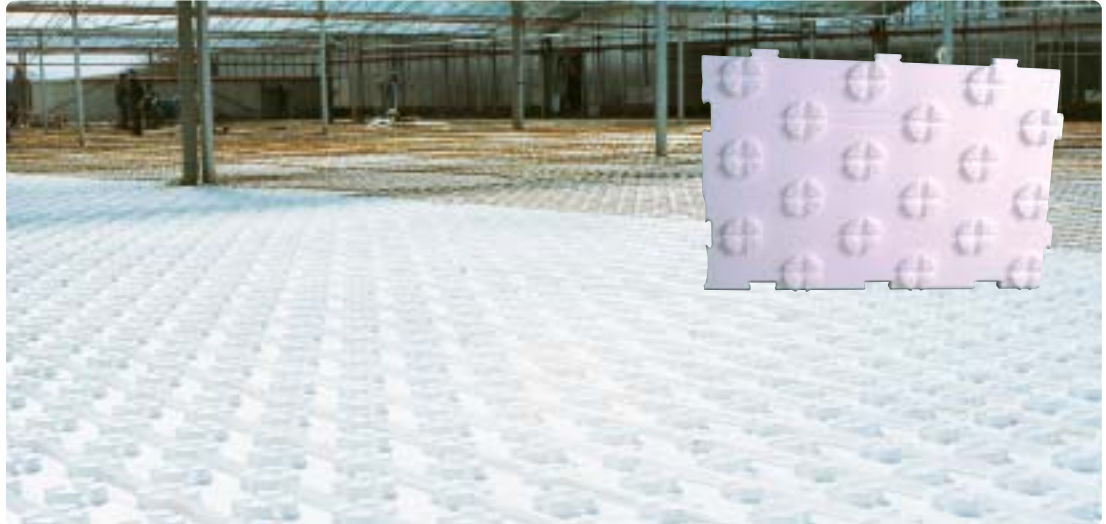


figura 2.6.

Fig.2.6 - Panel moldeado de grapas

Panel moldeado de tetones

Dimensiones 0,96 x 0,65 x 0,020 m. Permite pasos entre tubos c/c múltiplos de 8 cm. Los paneles se unen a solape por sus extremos. Las tuberías se fijan al panel gracias a la presión ejercida por los tetones. Ver Figura 2.7.

Panel moldeado de tetones plastificado

Igual que el modelo anterior con el añadido de un film adherido a la cara superior del panel que otorga a éste una elevada indeformabilidad.

Panel portatubos Uponor

Dimensión 1450 x 850 mm. (1,23 m²). Permite pasos entre tubos c/c múltiplos de 5 cm. Los paneles se unen a solapa por sus extremos. Poseen el aislamiento de poliestireno de densidad 30 Kg/m³; de 11 mm. ó 33 mm. de espesor, incorporando a la lámina de sujeción de tuberías. proporcionan un excelente agarre de tuberías y una gran indeformabilidad.



Fig.2.7 - Panel moldeado de tetones

Circuitos

Su colocación debe realizarse de acuerdo al estudio técnico previo. Las directrices básicas son las siguientes:

- La distancia entre tubos y el tipo de tubería UPONOR wirsbo-evalPEX deben mantenerse constantes en toda la instalación.
- Los circuitos nunca se deben cruzar. Para ello es necesario haber hecho previamente un plano de localización de circuitos.
- Los puntos en los que es evidente el riesgo de perforación de tuberías emisoras (por ejemplo los desagües y los anclajes al suelo de aparatos en cuartos húmedos) deben haber sido señalados con anterioridad. Al colocar los circuitos deben bordearse las zonas adyacentes a esos puntos de riesgo.

Si por cualquier causa un circuito emisor de suelo radiante es agujereado, deberá sustituirse íntegramente; no se permiten empalmes entre tramos de un circuito bajo suelo.

- En el trazado de las curvas debe prestarse atención a no "pinzar" la tubería, pues se reduciría su sección.
- Todo el proceso de montaje de los circuitos se realiza en frío. No calentar la tubería pues se destruiría la capa de etilvinil-alcohol que protege a las tuberías de la difusión de oxígeno.
- La configuración de los circuitos debe ser tal que las tuberías de ida y retorno se coloquen una al lado de la otra en todos los tramos del circuito ya que de esta manera se homogeneizará la temperatura superficial del pavimento. Para ello se recomienda el trazado en doble serpentin o en espiral. En general se debe prestar atención a dirigir el caudal de impulsión hacia paredes externas o hacia otras áreas potencialmente frías.
- Se debe empezar el trazado de circuitos por la planta más elevada, continuando después hacia las plantas inmediatamente más bajas. Esto evita el pisado continuo de las superficies ya terminadas y el riesgo inherente a este hecho de posible pinzado de tuberías y/o levantamiento de éstas de su superficie de agarre.

Para más información sobre circuitos Uponor acudir al capítulo 3.

La configuración en doble serpentin consiste en que las tuberías de impulsión y retorno se disponen en paralelo. Esta configuración proporciona una temperatura media uniforme. Permite saltos térmicos mayores (10 °C) sin afectar

a la uniformidad de la temperatura del suelo.

La configuración en espiral es básicamente una variante de la configuración en doble serpentin. Tiene como ventaja curvas menos pronunciadas, lo que facilita la instalación sobre todo cuando las tuberías emisoras son de mayor diámetro exterior.

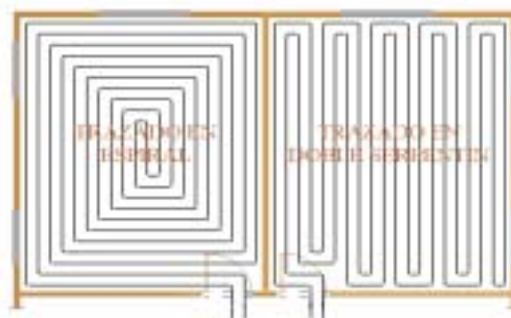


Fig.2.8 - Trazado de circuitos en espiral y en doble serpentin

Colector

Se debe proceder al montaje de los colectores Uponor Q&E dentro de la Caja metálica para colectores que ha sido empotrada en pared (ver capítulo 4).

Posteriormente se debe proceder al conexionado de las tuberías emisoras UPONOR wirsbo-evalPEX al colector.

La conexión se realiza mediante los adaptadores apropiados Uponor para el diámetro de tubería. Se recomienda utilizar curvatubos para facilitar el acceso de las tuberías al colector.

Llenado de la instalación y prueba de estanqueidad

El proceso de llenado de agua se realiza a través de las llaves de llenado/vaciado que incorporan los colectores. Se realiza circuito a circuito, abriendo únicamente la llave manual de uno de los circuitos y cerrando las demás llaves así como las llaves de corte del colector. Siguiendo esta rutina en cada uno de los circuitos se asegura la ausencia de bolsas de aire en la instalación durante su puesta en marcha. La prueba de estanqueidad que especifica el RITE en su ITE 06.4.1 se realiza con la presión de prueba especificada en la norma (1,5 veces la presión de trabajo con un mínimo de 6 bar). No se aconseja el uso de sistemas de llenado automático de la instalación con conexión directa a la red de suministro de agua ya que ello implica entrada continua de oxígeno disuelto en el agua cuyos efectos son los ya comentados de excesiva oxigenación del agua de la instalación y la consiguiente reducción de la vida de ésta.



Fig. 2.9 - Vertido del mortero de cemento

Mortero de cemento

Una vez colocados los circuitos se vierte el mortero de cemento sobre toda la superficie calefactable. El espesor recomendable es de 5 cm medidos a partir de la generatriz superior de la tubería. Espesores mayores aumentan la inercia térmica del sistema mientras que espesores menores reducen la capacidad de la loseta de mortero de cemento de resistencia ante esfuerzos cortantes.

Al agua de amasado de la mezcla de mortero de cemento (cemento, arena y agua) ha de añadirse Aditivo para mortero Uponor. Este líquido consigue un perfecto contacto entre el mortero y las tuberías emisoras una vez la loseta de mortero de cemento ha secado, evitando con ello inclusiones de aire que aumentarían la resistencia térmica del sistema y dificultarían la transmisión de calor.

La proporción adecuada de la mezcla es la siguiente:

- 50 Kg. de cemento (PZ 350F - DIN 1164).
- 220 Kg. de arena.
- 16 litros de agua de amasado (aprox.).
- 0,3 Kg. de aditivo.

El mortero de cemento debe verterse en sentido longitudinal al trazado de las tuberías.

Debe realizarse el vertido sobre una misma planta de modo continuado, consiguiendo así un fraguado simultáneo de todo el mortero de una misma planta.

Debe iniciarse el vertido sobre una planta inmediatamente después de haber concluido la colocación de circuitos, el llenado y la prueba de estanqueidad. Así se evita la deformación de la

capa portante de tuberías debido a su continuo pisado y/o trasiego de maquinaria. En este sentido se debe iniciar el vertido de mortero sobre la planta más elevada (planta en la que primero debe concluir la colocación de circuitos) para, posteriormente, ir a la plantas inmediatamente inferiores.

Debe asegurarse un completo secado de la loseta de mortero de cemento antes de la colocación del pavimento.

Montantes y tuberías de distribución.

Es la red que, partiendo de sala de calderas, alimenta a los colectores distribuidores de suelo radiante. Se instala mediante tuberías UPONOR wirsbo-evalPEX.

Los accesorios precisos para realizar la instalación de montantes y tuberías de distribución UPONOR wirsbo-evalPEX son codos, tes y racores de conexión a colectores (en 1"), a caldera y al grupo de impulsión. Este tipo de accesorios corresponde a los sistemas UPONOR Quick and Easy para accesorios de dimensiones hasta 63 inclusive y UPONOR grandes dimensiones bronce para accesorios de dimensiones desde 75 hasta 110, ambos inclusive.

La distribución se realiza, en el caso de viviendas unifamiliares, mediante una única columna montante ascendente/descendente con derivaciones en T a los colectores distribuidores de suelo radiante.

En el caso de torre de viviendas en altura o edificio de uso público de gran superficie calefactable puede optarse por una o varias columnas montantes ascendentes/descendentes a cada planta conectadas todas ellas a un colector general situado en sala de calderas.

En ambos sistemas de distribución se recomienda la colocación de llaves de equilibrado antes del acceso a colector cuando el número de colectores sea mayor de uno en el conjunto global de la instalación.



Montantes y tuberías de distribución.

Siempre que el agua de salida del generador de calor (caldera en el caso más habitual) tenga una temperatura superior a la de cálculo de la instalación de suelo radiante debe instalarse, a la salida del generador un grupo de impulsión. Éste proporciona el caudal de agua preciso a la temperatura precisa para el correcto funcionamiento de la instalación mediante la mezcla de agua del generador de calor y agua de retorno de suelo radiante en una válvula de 3 vías.

Debe comprobarse, una vez instalado el grupo, que la temperatura de impulsión se corresponde al valor calculado en el estudio técnico previo.

Debe seleccionarse la bomba adecuada a los resultados de caudal y pérdida de carga que refleja el estudio técnico. De acuerdo a esto ha de comprobarse que el retorno es 10°C inferior a la de impulsión.

Puede optarse por dos tipos de grupos de impulsión Uponor:

- Grupo de impulsión Uponor, en el cual la temperatura de impulsión se prefija en el mismo grupo.
- Grupo de impulsión Uponor con centralita de regulación; la temperatura de impulsión es determinada por un sistema de compensación de temperatura exterior compuesto de centralita de regulación, sondas de impulsión, exterior y de ambiente, y motor térmico que actúa sobre la válvula de 2 vías.

Para más información sobre Grupos de impulsión ver capítulo 7.

Así mismo debe seleccionarse un generador de calor de acuerdo a la potencia útil calculada en el estudio técnico. Dicho generador puede ser una caldera (alimentada con cualquier tipo de combustible fósil o con alimentación eléctrica), bomba de calor con salida de agua en el secundario, sistema generador por captación solar, etc.

Es posible la combinación de un sistema de calefacción por suelo radiante con uno de calefacción por radiadores utilizando un mismo generador de calor. Para ello, a la salida del generador de calor (impulsión y retorno) debe procederse a realizar una derivación en T. Desde dicha T un ramal alimentará a la instalación de radiadores mientras que otro ramal se conectará al grupo de impulsión de suelo radiante. De esta forma tendremos dos ramales alimentados con bombas diferentes y con temperaturas de

impulsión diferentes y acordes en todo momento a las respectivas necesidades térmicas.

Regulación de temperatura ambiente.

La instalación del sistema de regulación de temperatura ambiente tiene por misión la consecución de las temperaturas interiores de confort requeridas por el usuario en cada uno de los espacios habitados.

La instalación comienza por la selección del voltaje (220 V o 24 V) de alimentación de termostatos y cabezales electrotérmicos.

Posteriormente se roscan los cabezales electrotérmicos (tantos como circuitos posea la instalación y del voltaje seleccionado) sobre los actuadores de las llaves manuales de los colectores de retorno.

A continuación se instalan los termostatos (uno por cada zona cuya temperatura se desee controlar de forma independiente) en los recintos cuya temperatura se desee controlar, a una altura de 1,5 m y alejados de puertas, escaleras y elementos generadores de calor o frío. Los termostatos deben escogerse del mismo voltaje que los cabezales electrotérmicos.

Dependiendo del tipo de regulación escogida se instalará dentro de cada caja de colectores:

- Módulo de regulación (sistema Uponor Genius) con alimentación a 220 V y salida al voltaje seleccionado.
- Caja de conexiones Uponor Comfort System con alimentación a 220 V y salida al voltaje seleccionado.

Si se ha escogido el sistema Uponor Genius se instalará fuera de la caja de colectores (1 por colector) un Módulo de control Uponor Genius empotrado en pared.

Se procederá a la conexión eléctrica:

- Entre cabezales y Módulo de regulación (sistema Uponor Genius) o Caja de conexiones (sistema Uponor Comfort System).
- Entre termostatos y Caja de conexiones (Uponor Comfort System).
- Entre el Módulo de regulación y la bomba (Uponor Genius) o entre la Caja de conexiones con control a bomba y la bomba (Uponor Comfort System).

Si se ha optado por Uponor Genius como paso final de instalación habrá que conectar el Módulo de regulación al Módulo de control. Posteriormente realizar la programación de cada uno de los termostatos según instrucciones que se adjuntan con el equipo.

Para más información sobre regulación Uponor Genius y Uponor Comfort System consultar los capítulos 5 y 6.

Puesta en marcha de la instalación

Equilibrado de los circuitos

De acuerdo a los cálculos técnicos de caudal y pérdida de carga en cada circuito se realizará el equilibrado de todos los circuitos de la instalación. Para ello se entrará en el gráfico de equilibrado (anexos) con los valores de caudal y pérdida de carga de cada circuito y se girará manualmente el detentor de cada circuito hasta el correspondiente valor resultante de la gráfica.

- **Equilibrado de la válvula reguladora del grupo de impulsión (anexos)**
- **Puesta en marcha del generador de calor y de la bomba de impulsión**
- **Chequeo de la instalación**

Se realizarán una serie de comprobaciones para asegurar la puesta en marcha correcta de la instalación. Las más comunes son:

- Agua circulante sin bolsas de aire
Si uno de los circuitos retorna frío y en su área calefactada no se logra la temperatura ambiente deseada y además se escuchan ruidos de circulación de agua, es posible que este circuito tenga bolsas de aire que dificulten el paso de agua. Para solucionarlo, cerrar las llaves de todos los circuitos menos el circuito en cuestión y poner a funcionar la bomba a la máxima velocidad durante un periodo de 1 hora. De este modo facilitaremos el arrastre de las bolsas de aire y su expulsión a través de los purgadores automáticos.
- Salto térmico ida/retorno en el colector = 10°C, medido en los termómetros que incorporan los colectores de impulsión y de retorno.
Si el salto térmico es mayor significa que la velocidad de la bomba es insuficiente: aumentar la velocidad de la bomba (seleccionar una velocidad mayor o sustituir la bomba por otra de mayor potencia).
Si el salto térmico es menor significa que la velocidad de la bomba es excesiva: disminuir la velocidad de la bomba (seleccionar una velocidad menor o sustituir la bomba por otra de menor potencia o instalar una válvula extra en la tubería de retorno que aumente la pérdida de carga del sistema).
- Temperatura de retorno idéntica en todos los circuitos de un mismo colector
Si la temperatura de retorno de alguno de los circuitos es menor o mayor que el resto

significa que el equilibrado de ese circuito no es correcto. Reequilibrar los circuitos o en su defecto abrir una posición los detentores de los circuitos con una temperatura de retorno anómalamente baja y cerrar una posición los correspondientes a los circuitos con una temperatura de retorno excesiva. Repetir esta rutina hasta que la temperatura de retorno sea idéntica en todos los circuitos.

- Las válvulas de cierre de los circuitos actúan incorrectamente

Al dejar de enviar señal los termostatos, los cabezales electrotérmicos deben cerrar completamente. Si se comprueba que transcurridos 15 minutos sigue circulando agua por algún circuito significa que el cierre no es correcto.

Comprobar que cada cabezal se ha roscado completamente hasta el final de la carrera de cada actuador del colector de retorno.

Comprobar que ni la rosca macho ni la hembra poseen suciedad o incrustaciones.

Así mismo, al recibir señal los cabezales por parte de los termostatos los vástagos de los cabezales han de ascender. Si transcurridos 15 minutos de una continua emisión de los termostatos alguno de los vástagos no ha ascendido a la misma cota que los demás revise la conexión del termostato emisor y compruebe que éste está enviando corriente a los cabezales (en el caso de Termostatos transmisores Uponor Genius comprobar en el display que la recepción de la señal es correcta y que a los cabezales les llega corriente eléctrica).

- Temperatura de confort en todos los recintos
Transcurrido el periodo de calentamiento del suelo base todos los recintos alcanzarán la temperatura óptima de confort programada para cada uno de ellos. Si algún recinto no logra dicha temperatura de confort y los puntos anteriores han sido verificados revisar la posición del termostato. Comprobar que no se ha situado próximo a puertas, huecos de escalera u otras superficies potencialmente frías que distorsionen su medida; o por el contrario, comprobar que no se ha situado próximo a un emisor de calor.

2.3. Sistema Uponor con difusores.

Se aplica al caso particular de pavimentos contruidos con tarima de madera sobre rastreles. El hecho de existir huecos de aire entre la superficie superior del mortero de cemento y la tarima imposibilita utilizar el sistema tradicional Uponor de calefacción por suelo radiante.

El sistema se basa en el montaje de una superficie de aluminio (difusores) clavada sobre la superficie de rastreles y bajo la tarima. Los difusores transmiten homogéneamente a la tarima el calor aportado por los circuitos. Estos discurren insertados en los difusores.

El proceso de rastrelado debe realizarse en primer lugar, procurando una correcta fijación al forjado y una perfecta nivelación de su superficie superior. Se debe rastrelar con una distancia entre rastreles de 30 cm. La altura mínima de los rastreles ha de ser de 30 mm. Entre el extremo de cada fila de rastreles y una pared debe existir una distancia sin rastrelar mínima de 20 cm para permitir el curvado de las tuberías. Para evitar que la tarima esté en voladizo en los extremos próximos a las paredes se han de colocar dos filas de rastreles, una en cada pared perpendicular al sentido de rastrelado, adheridos a estas paredes a modo de rodapié sobre los que apoyará la tarima.

El aislamiento térmico del sistema se realiza colocando entre filas de rastreles mantas de fibra de vidrio o de poliuretano.

Con el suelo ya rastrelado y aislado debe procederse al clavado de los difusores de aluminio a los rastreles de modo que cada difusor (de dimensiones 1,15 x 0,185 m) esté clavado a dos rastreles distintos para asegurar un correcto apoyo. No prolongar las filas de difusores hasta el límite de las paredes perpendiculares a éstos para permitir el curvado de las tuberías.

Las tuberías a emplear según este sistema son UPONOR wirsbo-evalPEX 20x1,9. Los circuitos se colocan insertados en unas aberturas que poseen los difusores y que han sido estampadas a este efecto. Siempre que exista espacio suficiente para ello, trazar circuitos en doble serpentín; en caso de espacios calefactados muy reducidos donde el doble serpentín sea imposible, los circuitos se configurarán en simple serpentín.

Una vez se han colocado los circuitos se colocará la tarima clavada a los difusores y a los rastreles a través de su plano de contacto.

Evitar la colocación de madera con humedad fuera de normativa UNE.

Asegurar un total secado previo del forjado y, en caso de dudas al respecto colocar film antihumedad



Componentes del sistema:

Componente	Nombre Uponor	Código	Ud.	Criterios
Tubería emisora	Uponor Wirsbo-evalPEX 17x2,0	110301700	m	Superficie calefactada dividido entre el paso entre tubos (en m).
Difusor	Uponor difusor de aluminio	80113	Ud.	Superficie calefactada dividido entre 0,327 m
Curvatubo	Uponor curvatubo 17	20189026	Ud.	Doble del número de circuitos
Colector distribuidor ida /retorno	Uponor Kit colector básico Q & E	801201	Ud.	Mínimo 1 por planta. Máximo 12 circuitos por colector.
	Uponor Conjunto básico Q & E	801221	Ud.	Número de circuitos menos 2.
Adaptador	Uponor Adaptador tradicional	302028	Ud.	Doble del número de circuitos.
Caja de colectores	- Uponor Caja metálica para colectores de 2 a 4 salidas	880000204	Ud.	Número de colectores de 2 a 4 salidas.
	- Uponor Caja metálica para colectores de 5 a 7 salidas	880000507	Ud.	Número de colectores de 5 a 7 salidas.
	- Uponor Caja metálica para colectores de 8 a 12 salidas	880000812	Ud.	Número de colectores de 8 a 12 salidas.
Cabezal	Uponor Cabezal electrotérmico 220 V	78594	Ud.	Número total de circuitos.
Unidad de regulación	- Uponor Caja conexiones Co. Sy. 220V c/ control de bomba	3020104	Ud.	Mínimo 1 por cada caja de colectores. Máximo 1 por cada 6 termostatos.
	- Unidad base Uponor Genius 220V	302016	Ud.	1 por cada caja de colectores.
Termostato	- Termostato básico Uponor Comfort System 220V	3020109	Ud.	Número de zonas de regulación térmica independiente.
	- Termostato transmisor Uponor Genius	302017	Ud.	Número de zonas de regulación térmica independiente.
Grupo de impulsión	Uponor Grupo de impulsión - Grupo 22N	125012	Ud.	1 por instalación.
	Uponor Grupo de impulsión - Grupo 45N	125016	Ud.	1 por instalación.
	Uponor Grupo impulsión - Grupo 22N con centralita de regulación	125112	Ud.	1 por instalación.
	Uponor Grupo impulsión - Grupo 45N con centralita de regulación	125116	Ud.	1 por instalación.
Caldera	Caldera para suelo radiante		Ud.	1 por instalación. Potencia 11 KW.

Difusor de aluminio Uponor 280 mm para UPONOR wirsbo-evalPEX 17x2,0

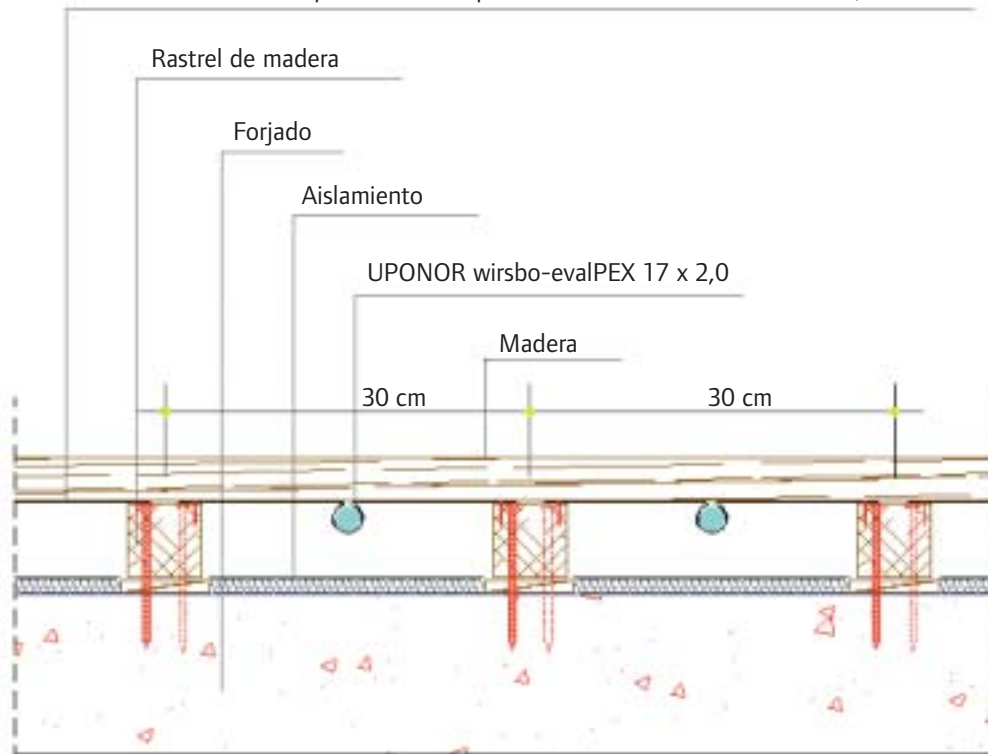


Fig. 2.10 - Esquema de la superficie emisora de un sistema UPONOR de suelo radiante con difusores



Fig. 2.11 - Rastreles, aislamiento y difusores.



Fig. 2.12 - Trazado de circuitos.



Fig. 2.13 - Vista de la capa emisora.

2.4. Sistema Uponor para renovación.

Se aplica en aquellos casos en los cuales existe una limitación fuerte de la altura de suelo disponible o cuando la estructura del edificio no permite una sobrecarga de peso sobre los forjados del edificio. Estas limitaciones, que pueden hacer inviable la instalación de un sistema de calefacción por suelo radiante tradicional, las solventan los sistemas Uponor para renovación cuyas dos características fundamentales son su reducida altura de suelo necesaria y su reducido peso.

Los casos en los que pueden existir este tipo de limitaciones son:

- Renovación del sistema de calefacción. Cuando se acomete una rehabilitación de una vivienda y se plantea la posibilidad de colocar calefacción por suelo radiante en el espacio rehabilitado surge la limitación de altura de suelo disponible (reducción de la altura habitable).

- Viviendas en altura. En estos casos pueden darse limitaciones de altura de suelo disponibles y limitaciones de peso (ocurre cuando se ha proyectado la estructura del edificio sin haber previsto la instalación de calefacción por suelo radiante).

Hay dos tipos de sistemas Uponor para renovación: con difusores y con canaletas:



Fig. 2.14 - Sistema para renovación con difusores.



Fig. 2.15 - Sistema UPONOR para renovación con canaletas.

Sistema Uponor para renovación con difusores

El espesor de la capa emisora es tan solo de 1,5 cm. Sobre el suelo base se colocan Paneles de renovación de poliestireno expandido de densidad 40 Kg/m³, dimensión 925 x 925 x 25 mm y separación entre tubos c/c múltiplos de 18,5 cm.

Sobre los Paneles de renovación se colocan los Difusores de aluminio 17 gracias a los rebajes que poseen las planchas.

Por último se trazan los circuitos UPONOR wirsbo-evalPEX 17x2,0 con una distancia entre tubos c/c 18,5 cm. Se recomienda circuitos de longitud inferior a 60 m para no provocar pérdidas de carga excesivas.

Finalizado el montaje de la capa emisora se

coloca el pavimento, utilizando como sistema de fijación a la capa emisora el sistema habitual para el pavimento escogido.

Sistema Uponor para renovación con canaletas

El espesor de la capa emisora es 4,5 cm, si el suelo ya contaba previamente con aislamiento; en caso contrario se debe añadir el espesor del panel liso de poliestireno expandido a colocar bajo las canaletas.

Este sistema se construye con una capa de mortero de cemento por lo que, como paso previo, debe colocarse en los perímetros de todas las áreas a calefactar Zócalo perimetral para que absorba las dilataciones inherentes al mortero de cemento al calentarse.

Sobre el suelo base (o sobre el panel liso en caso de ser éste preciso) se colocan filas de Canaletas de sujeción de 0,5 m de longitud, con una separación entre filas de aproximadamente 1 m. Las Canaletas 12 se enganchan en sus testas para formar filas continuas de sujeción de tuberías.

Los circuitos UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8 y 20x1,9 se trazan, fijados a las canaletas, en espiral o doble serpentín. Se recomienda circuitos de longitud inferior a 60 m para no provocar pérdidas de carga excesivas.

Por último, se vierte una capa de mortero de

cemento de 3 cm sobre la generatriz superior de las tuberías emisoras. A la mezcla de mortero se le debe añadir Aditivo para mortero.

Tras el completo secado del mortero se coloca el pavimento.

En ambos sistemas se ha de colocar Film de polietileno Uponor como barrera antihumedad en aquellas superficies con riesgo potencial de humedades.

Componentes de ambos sistemas:

Sistema para renovación con difusores

Componente	Nombre Uponor	Código	Ud.	Criterios
Film antihumedad	Uponor Film polietileno	350000007	m ²	Superficie de suelo base con riesgo de humedades
Panel aislante	Uponor Panel de Renovación	3020136	Ud.	Superficie calefactada dividido por 0,85 m ²
Difusor	Uponor Difusor de aluminio 17	80113	Ud.	Superficie calefactada dividido por 0,327 m ²

Sistema para renovación con canaletas

Componente	Nombre Uponor	Código	Ud.	Criterios
Film antihumedad	Uponor Film polietileno	350000007	m ²	Superficie de suelo base con riesgo de humedades.
Zócalo perimetral	Uponor Zócalo perimetral	350000002	m	Suma de todos los perímetros de los locales a calefactar.
Canaleta	Uponor Canaleta de sujeción	410080126	Ud.	Doble de la superficie calefactada
Aditivo para mortero	Uponor Aditivo para mortero	350000010	Kg	Superficie a calefactar dividido entre 16,6 (suponiendo espesor de mortero de 3 cm).

Componentes para ambos sistemas para renovación

Componente	Nombre Uponor	Código	Ud.	Criterios
Tubería emisora	UPONOR wirsbo-evalPEX 17x2,0	110301700	m	Superficie calefactada dividido entre el paso entre tubos (0,125 m).
Colector distribuidor ida/retorno	Uponor Kit colector básico Q & E	801201	Ud.	Mínimo 1 por planta. Máximo 12 circuitos por colector.
	Uponor Conjunto básico Q & E	801221	Ud.	Número de circuitos menos 2.

Componente	Nombre Uponor	Código	Ud.	Criterios	
Adaptador	Adaptador Uponor Q&E 17x2,0	302028	Ud.	Doble del número de circuitos.	
Caja de colectores	Opciones	- Uponor Caja metálica para colectores de 2 a 4 salidas	880000204	Ud.	Número de colectores de 2 a 4 salidas.
		- Uponor Caja metálica para colectores de 5 a 7 salidas	880000507	Ud.	Número de colectores de 5 a 7 salidas.
		- Uponor Caja metálica para colectores de 8 a 12 salidas	880000812	Ud.	Número de colectores de 8 a 12 salidas.
Cabezal	Uponor Cabezal electrotérmico Q&E 220 V	78594	Ud.	Número total de circuitos.	
Unidad de regulación	Opciones	- Caja conexiones Uponor Co. Sy. 220V c/ control de bomba	3020106	Ud.	Mínimo 1 por cada caja de colectores. Máximo 1 por cada 6 termostatos.
		- Unidad base Uponor Genius 220V	302016	Ud.	1 por cada caja de colectores.
Termostato	Opciones	- Termostato básico Uponor Comfort System 220V	3020109	Ud.	Número de zonas de regulación térmica independiente.
		- Termostato transmisor Uponor Genius	302017	Ud.	Número de zonas de regulación térmica independiente.
Grupo de impulsión	Opciones	Uponor Grupo de impulsión - Grupo 25N	125012	Ud.	1 por instalación.
		Uponor Grupo de impulsión - Grupo 45N	125016	Ud.	1 por instalación.
		Uponor Grupo impulsión - Grupo 22N con centralita de regulación	125112	Ud.	1 por instalación.
		Grupo impulsión Uponor - Grupo 45N con centralita de regulación	125116	Ud.	1 por instalación.
Caldera	Caldera para suelo radiante		Ud.	1 por instalación. Potencia 11 KW.s	

Sistema UPONOR para renovación con difusores



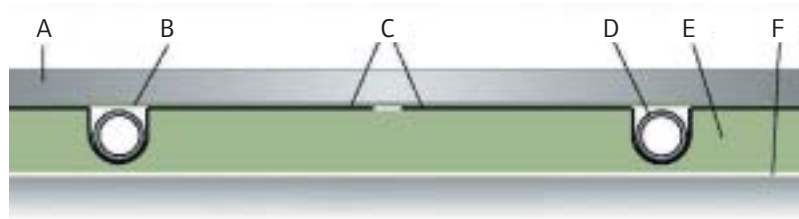
Fig.2.16 - Plancha guía 12



Fig.2.17 - Difusores



Fig.2.18 - UPONOR wirsbo-evalPEX



- A - Pavimento
- B - Uponor Film de polietileno (opcional)
- C - Uponor Difusor 17
- D - Uponor wirsbo-evalPEX 17x2,0 (c/c 18,5 cm)
- E - Uponor Plancha guía
- F - Forjado o suelo antiguo

Fig.2.19 - Sección constructiva

Sistema UPONOR para renovación con canaletas



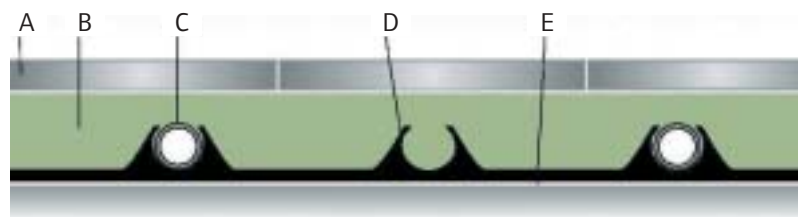
Fig.2.20 - Zócalo perimetral



Fig.2.21 - Canaletas



Fig.2.22 - Uponor Wirsbo-evalPEX



- A - Pavimento
- B - Mortero de cemento (3 cm sobre tubos)
- C - UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8; 17x2,0 ó 20x1,9
- D - Uponor Canaleta
- E - Uponor Film de polietileno (opcional)

3. Tuberías emisoras UPONOR wirsbo-evalPEX

Especialmente diseñadas para los sistemas de calefacción por suelo radiante Uponor.

Son tuberías de polietileno reticulado por el método Engel con barrera antidifusión de oxígeno. Se emplean tanto como tuberías emisoras (UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8, 17x2 ó 20x1,9) como en montantes y tuberías de distribución (UPONOR wirsbo-evalPEX 25x2,3 hasta UPONOR wirsbo-evalPEX 110 x10).



Fig.3.1 - UPONOR wirsbo-evalPEX. Estanca al oxígeno

3.1. Características. Estanqueidad al oxígeno

En las tuberías plásticas convencionales empleadas para la conducción de agua caliente en circuitos cerrados las moléculas de oxígeno del aire penetran a través de la pared de la tubería cuando, al aumentar la temperatura, el espacio intermolecular de la tubería tiende a ser mayor que la molécula de oxígeno.

Este fenómeno origina una permanente oxigenación del agua y la consiguiente oxidación continuada de las partes metálicas de la instalación que reduce su vida útil. Esta reducción de la vida útil es debida tanto a la pérdida de material de los metales de la instalación como al taponamiento de conductos originado por la deposición de óxidos.

La barrera antidifusión de oxígeno presente en las tuberías UPONOR wirsbo-evalPEX evita dichos problemas ya que reduce drásticamente el aporte extra de oxígeno al caudal de agua. Esta barrera consiste en una delgada película de etilvinil-alcohol aplicada a la tubería base de Pex durante el proceso de fabricación.

Otra característica de las tuberías UPONOR wirsbo-evalPEX es el reticulado de su cadena polimérica conforme al proceso Engel. El reticulado se define como un proceso que cambia la estructura de las cadenas de polímeros de manera que éstas se conectan unas con otras formando una red tridimensional mediante enlaces químicos. Este proceso confiere a la tubería una alta resistencia térmica en condiciones de presión elevada.

En consecuencia, estas tuberías aúnan las excepcionales características de las tuberías de polietileno reticulado UPONOR Pex y propiedades particulares para la distribución de agua caliente en circuitos cerrados que le confiere la barrera antidifusión de oxígeno.

Las tuberías UPONOR wirsbo-evalPEX se fabrican de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 15875 y cumplen con las exigencias de barrera antidifusión de oxígeno que establece la norma EN 1264-4.

Las especiales características de las tuberías UPONOR wirsbo-evalPEX ofrecen las siguientes ventajas:

- Estanqueidad al oxígeno. Incremento de la vida de la instalación.
- Alta resistencia a la erosión. Permite velocidades de impulsión muy elevadas.
- No se oxidan ni se deterioran por contacto con morteros, hormigones, aditivos para morteros, yeso ni con cualquier otro elemento constructivo.
- Las fuerzas de expansión son muy bajas. No existe riesgo de fisuras en la losa de mortero de cemento.
- Bajo coeficiente de fricción. Baja caída de presión.
- Peso muy reducido: 1 Rollo de 200 m. de UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8 pesa 17,6 Kg.
- Flexibilidad y suministro en rollo: Facilidad de instalación y transporte.
- Instalación sin herramientas específicas: No se requiere inversión específica en herramientas especiales.
- Marcaje del rollo metro a metro. La información marcada es la siguiente:
 - Nombre del producto.
 - Dimensión.
 - Designación del material especificando el tipo de reticulado.
 - Norma conforme a la cual se fabrica: UNE-EN ISO 15875
 - Lote máquina y fecha de producción.

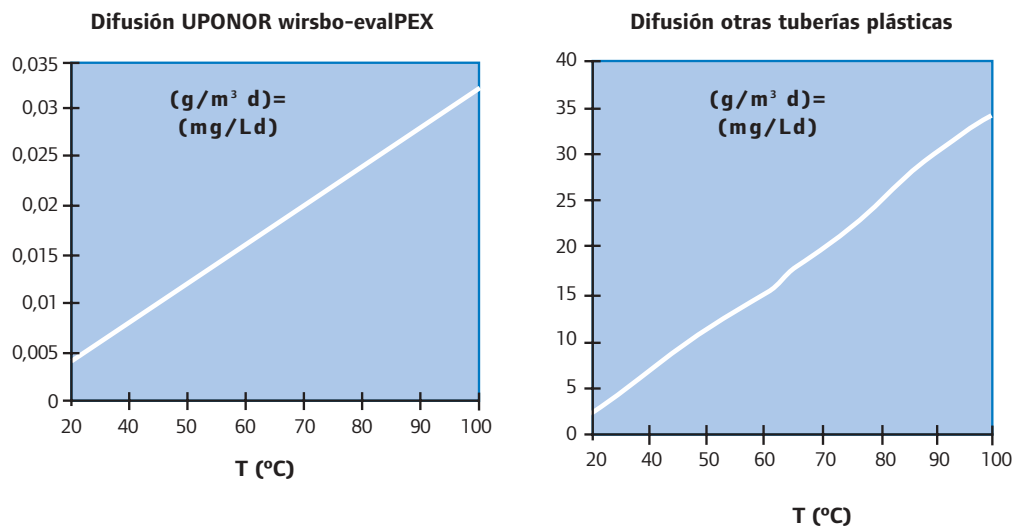


Fig.3.2 - Difusión de oxígeno a través de tuberías plásticas

3.2. Instalación de circuitos emisores Uponor

Dimensión de la tubería y separación entre tubos

Según el sistema tradicional los circuitos emisores se instalan con tubería UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8, 17x2 ó 20x1,9. Si se instala según el sistema con difusores las tuberías emisoras a utilizar son UPONOR wirsbo-evalPEX 17x2,0. Los sistemas para renovación emplean UPONOR wirsbo-evalPEX 17x2,0.

La separación entre tuberías de los circuitos emisores es de 15, 16, 20 o 24 cm (habitualmente 20 cm) en el caso del sistema tradicional. El sistema con difusores impone una distancia entre tuberías de 30 cm. Los sistemas para renovación determinan una separación de tuberías de 30 cm. En todos los sistemas Uponor para calefacción por suelo radiante el tipo de tubería emisora y la separación entre tubos son factores de diseño que permanecen constantes a lo largo de toda la instalación.

Diseño e instalación de circuitos

El diseño aconsejado de los circuitos es, o bien el doble serpentín o el espiral. Según estas configuraciones las tuberías de ida y de retorno siempre son contiguas, estando además siempre la tubería más caliente próxima a la más fría. Estos diseños aseguran una homogeneización de la emisión térmica.

El doble serpentín es recomendable especialmente en locales cuya planta posea una forma geométrica compleja.

La configuración en espiral se recomienda allí donde la planta a calefactar posea una forma geométrica sencilla; tiene como ventaja curvas menos pronunciadas lo cual facilita la instalación.

La instalación de los circuitos se puede realizar desenrollando manualmente los rollos o de una forma mucho más rápida utilizando un desbobinador.



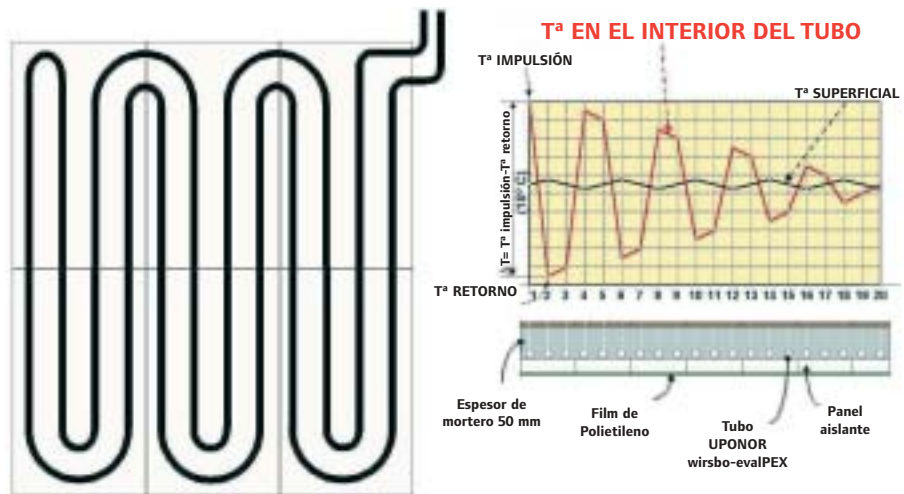


Fig.3.3 - Configuración en doble serpentin

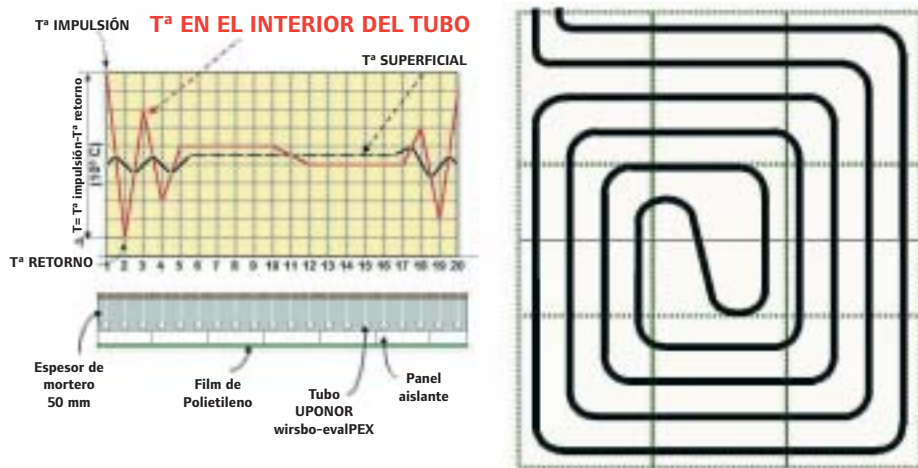


Fig.3.4 - Configuración en espiral

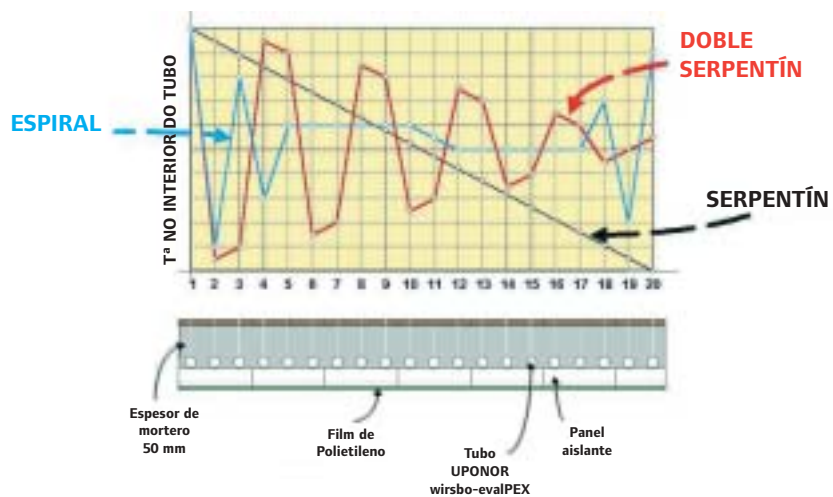


Fig.3.5 - Comparativa entre espiral, doble serpentin y simple serpentin

4. Uponor Colectores Quick & Easy

Los colectores distribuidores para suelo radiante UPONOR Quick & Easy están fabricados en polisulfona, un material plástico que a su bajo peso añade una alta resistencia mecánica incluso a altas temperaturas. El montaje de cada colector se realiza mediante el acoplamiento de un Kit colector básico (de 2 salidas) a los Conjuntos básicos (1 salida) necesarios para completar el número deseado de salidas del colector. Por ejemplo, si se necesita un colector ida/retorno de 7 salidas, se necesitaría un Kit colector básico más 5 Conjuntos básicos.

4.1. Características

Estabilidad química

Debido a la naturaleza plástica del material con el que están fabricados, polisulfona, los colectores están libres tanto de oxidaciones como de corrosiones. Las características de la polisulfona permite temperaturas puntuales de hasta 95°C y una presión de trabajo de 6 bar. El cloro es un elemento de presencia habitual en el agua portadora de las instalaciones de calefacción.

Cada Kit colector básico se suministra junto con todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento: 2 válvulas de paso M1", 2 termómetros, 2 purgadores automáticos, 1 llave de llenado, 1 llave de vaciado, 2 módulos básicos UPONOR Quick & Easy, 2 tapones, 2 soportes y 4 adaptadores UPONOR Quick & Easy $\varnothing 16$ o tradicionales ($\varnothing 16$, $\varnothing 17$ ó $\varnothing 20$).

Muchos termoplásticos son susceptibles de corrosión frente a altas concentraciones de cloro en agua en condiciones de largos periodos de exposición; este efecto se agrava al elevarse la temperatura del agua. Ensayos realizados en probetas de polisulfona con agua a 60°C y un contenido en cloro constante de 2 p.p.m. revelaron una pérdida de material del 0% para un periodo extrapolado de ensayo de 20 años.



Fig.4.1 - Kit colector básico



Fig.4.2 - Conjunto básico



Fig.4.3 - Detentor

Colectores modulares.

El diseño modular de los colectores implica una drástica reducción de los costes de almacenamiento. Ya no es necesario almacenar colectores de todas las salidas posibles sino que ahora el almacenamiento se reduce a Kit colectores básicos más Conjuntos básicos.

Así mismo, esta característica facilita añadir o eliminar salidas de colector una vez éste se ha instalado. Para añadir una salida a un colector ya instalado únicamente habría que acoplar al colector ya existente un Conjunto básico.

El cuerpo de los módulos posee un espacio habilitado para identificar el circuito acoplado a la salida correspondiente.

Bajo peso.

Su bajo peso, supone una gran ventaja con respecto a los colectores metálicos tradicionales: mayor comodidad de manipulación.

Equilibrado.

Los colectores de impulsión llevan acoplados detentores, uno por circuito, con el fin de realizar el equilibrado hidráulico de la instalación durante su puesta en marcha.

Los detentores permiten la selección de 13 posiciones (desde 0 hasta 12). Para seleccionar una posición de detentor se debe girar la rueda hasta la marca amarilla. El valor de la posición lo determina el caudal y la pérdida de carga del circuito de acuerdo al gráfico de la figura 4.4.

Entrar a la gráfica con el caudal y la pérdida de carga de cada circuito para obtener el número correspondiente al equilibrado. Después girar la rueda del detentor hasta que la marca amarilla coincida con el número seleccionado.

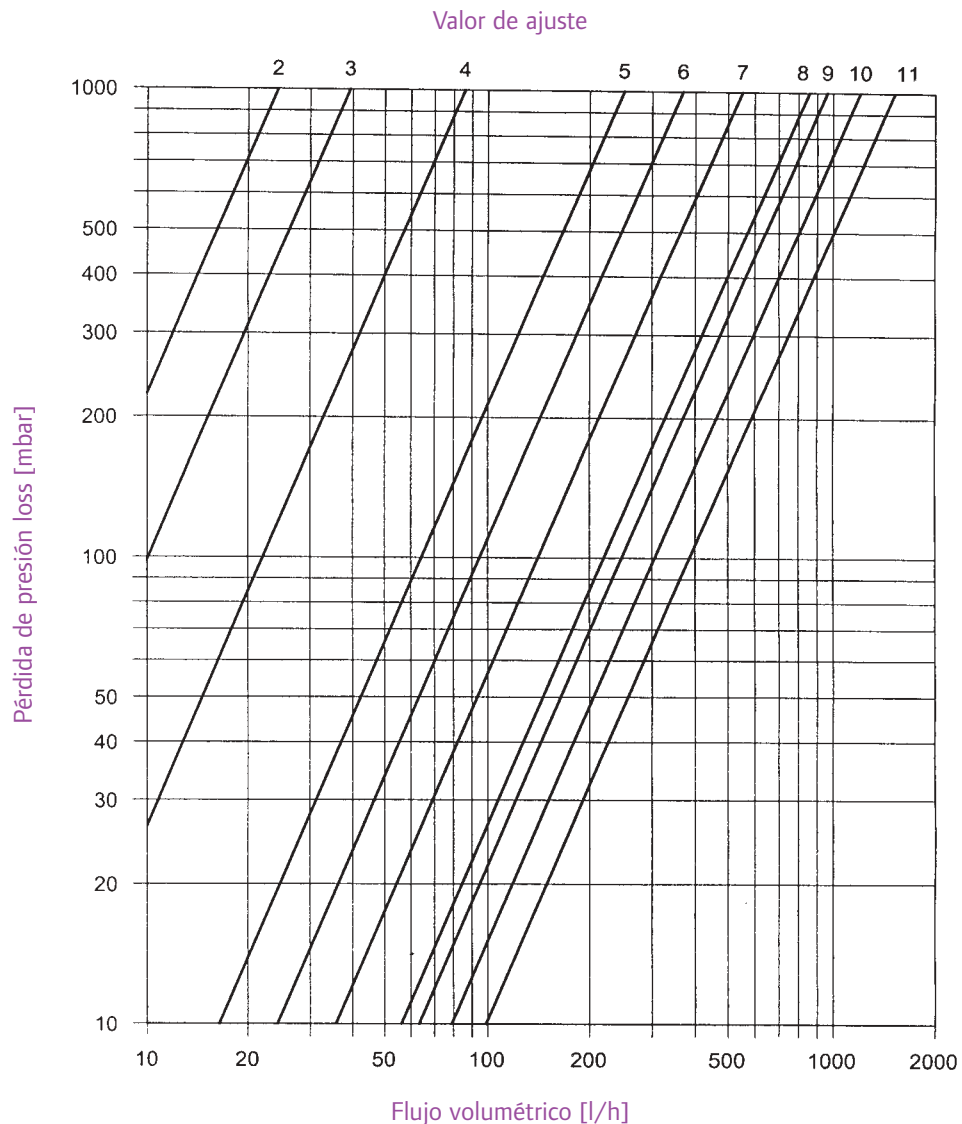


Fig.4.4 - Gráfico de equilibrado hidráulico - Colector UPONOR Quick & Easy

4.2. Montaje

Montaje de los colectores

El proceso de montaje del colector es sumamente simple y consiste en ir acoplando módulos hasta formar el número de salidas que se desee.

No utilizar herramientas metálicas ni tampoco ningún elemento sellador de uniones como teflón o similar.

La unión entre módulos tiene un tope. No forzar el giro de entre módulos más allá de ese tope.

El colector de impulsión se sitúa en la parte superior y contiene los detentores.

El colector de retorno se sitúa en la parte inferior y contiene las llaves de corte manuales.

Es muy importante comprobar que los purgadores automáticos queden situados a una cota superior que cualquier otra de la línea de agua. De otro modo se dificultaría la purga de aire de la instalación.



Fig.4.5 - Kit colector básico desmontado



Fig.4.6 - Montaje de un colector de retorno

Cajas de colectores

Los colectores UPONOR Quick & Easy se colocan en los correspondientes armarios o cajas metálicas para colectores. Los colectores se fijan a bastidores de polisulfona y estos, a su vez, se fijan a los bastidores metálicos de la caja de colectores.

Estas cajas se empotran en pared, siendo preciso un espesor de pared mínimo de 15 cm. Su función dentro de la instalación es soportar los colectores y ocultarlos de forma que queden registrables en un entorno visual favorable. Las dimensiones de las cajas metálicas para colectores varían con el número de salidas de estos:

Nº de salidas de colector	Dimensión de la caja
2 a 4 salidas	550 x 500
5 a 7 salidas	550 x 700
8 a 12 salidas	550 x 1.000



Fig.4.7 - Caja metálica para colectores

Conexión al colector

El acceso de las tuberías de ida y de retorno de un circuito al colector se facilita si se realiza esta acometida mediante curvatubos.

La conexión al colector UPONOR Quick & Easy se realiza mediante adaptadores tradicionales disponibles para UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8, 17x2 y 20x1,9, o mediante adaptadores Uponor Quick and Easy si se conecta UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8.

En el caso de utilizar adaptadores tradicionales no se precisa de ninguna herramienta ni de accesorios adicionales para realizar la conexión.

En el caso de adaptadores UPONOR Quick & Easy se utiliza un expandidor manual Q&E y un anillo Q&E para realizar la unión entre la tubería y el adaptador siguiendo el método de unión UPONOR Quick&Easy.

La unión, en cualquier caso, se finaliza con el roscado del tapón plástico con rosca hembra sobre el cuerpo del módulo con rosca macho. Esta operación proporciona la estanqueidad precisa a la unión. Esta unión se puede realizar manualmente o con ayuda de la Llave para colector Uponor. Nunca utilizar herramientas metálicas.



Fig.4.8 - Llave para colector



Fig.4.9 - Conexión al colector

Llenado de la instalación

Cada Kit colector básico posee una válvula de llenado. El modo correcto de llenado de agua de la instalación es realizarlo circuito a circuito con el fin de evitar la excesiva entrada de aire en los circuitos.

En este sentido, para realizar el llenado del primer

circuito se cierran las llaves de corte del colector y todas las llaves manuales menos una. Se conecta la llave de llenado a la red de toma de agua y una vez llenado el circuito se cierra esta llave manual. Este proceso se repite con cada uno de los circuitos de la instalación.

4.3. Cabezales electrotérmicos

El colector de retorno lleva acopladas llaves de corte manuales individuales en cada circuito. Se aconseja realizar un control automático del caudal entrante a cada circuito. Para ello se necesita colocar Cabezales electrotérmicos para colectores Uponor Quick&Easy. Estos se roscan sobre cada salida del colector de retorno en el mismo lugar donde antes se encontraban las llaves de corte manuales.

De este modo se realiza un control del caudal entrante a cada circuito en función de la señal del correspondiente termostato.

La colocación de cabezales electrotérmicos en cada salida del colector permite regular independientemente el aporte térmico a cada local calefactado.

La alimentación de tensión pueden ser a 24 V o a 220 V en función de la señal enviada por el termostato correspondiente.

Los cabezales electrotérmicos forman parte de todos los sistemas Uponor de regulación individual de temperatura. Cada cabezal debe roscarse totalmente para asegurar un cierre correcto del paso de agua en el caso de ausencia de señal eléctrica procedente del termostato. Comprobar la limpieza de la rosca de la salida del colector antes de roscar sobre ella el cabezal.

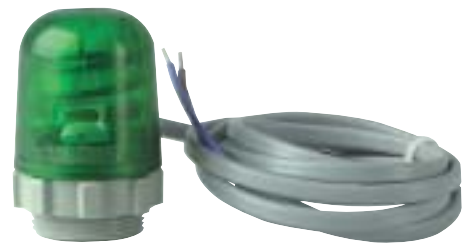


Fig.4.10 - Cabezal electrotérmico Uponor

5. Uponor Genius. Sistema inalámbrico de temperatura ambiente

Uponor Genius es un sistema de regulación térmica individual por radio-control para instalaciones de calefacción por suelo radiante. Su misión es lograr una temperatura óptima en cada habitación o estancia calefactada, independiente de la temperatura de otras habitaciones o estancias de un modo que resulte fácil, rápido y cómodo de instalar.

Puede utilizarse en viviendas, edificios de oficinas, edificios públicos e industrias. La instalación de este sistema evita las conexiones eléctricas desde los termostatos: termostatos sin cables.

El sistema se compone de Termostatos transmisores, Unidad base (Módulo de regulación y Módulo de control) y, eventualmente, Antena.

Uponor Genius permite controlar desde el Módulo de control la temperatura real y la de consigna, periodos de reducción nocturna, periodos de ausencia del usuario, alcance de la señal de los termostatos, etc.

Los Termostatos transmisores envían señales de radio a un elemento receptor (Módulo de control).

El Módulo de control es el interface entre el sistema y el usuario y puede recibir señales de hasta 12 Termostatos transmisores.

En el Módulo de regulación se analizan las señales recibidas y en función de ellas se controlan los cabezales electotérmicos y la bomba circuladora. El Módulo de regulación se conecta a 220V y controla hasta 12 cabezales electotérmicos.



Fig.5.1 - Esquema de regulación Uponor Genius



Fig.5.2 - Uponor Genius. Unidad base (Módulo de regulación y Módulo de control) y Termostato transmisor.

5.1. Termostato transmisor

El Termostato transmisor envía señales de radio por lo que no precisa de ninguna conexión eléctrica.

La frecuencia de emisión de las señales de radio evita las interferencias con otros aparatos electrodomésticos o con redes próximas de suministro eléctrico.

Registra la temperatura más cercana a la sentida por el usuario. Para ello es muy importante la forma y color del mando giratorio hemiesférico bajo el cual se sitúa el sensor de temperatura. El especial color gris del mando asegura que el

termostato siente como un humano: la temperatura analizada es una combinación de la temperatura emitida por radiación y por convección.

En el lado izquierdo hay un interruptor de tres posiciones; con él se puede seleccionar el tipo de control: día, noche o tiempo. La posición día equivale a la temperatura normal deseada, la posición noche reduce ésta en 4°C y en la posición tiempo la temperatura ambiente seguirá el programa de la Unidad base.

5.2. Módulo de control

Desde aquí el usuario puede controlar el menú de opciones. El display muestra la fuerza de la señal de radio recibida y la temperatura en las habitaciones individuales. Si se produce un fallo de transmisión desde el Termostato transmisor se activará una alarma.

Se compone de receptor de radio, alarma, teclado y display.

Se debe colocar a la vista y accesible para facilitar su programación y no dificultar la recepción de las señales de radio (no colocarlo dentro de un armario metálico)

Junto con el Módulo de control se suministra una caja soporte para hacer posible la colocación del Módulo en la pared sin cables a la vista.

5.3. Módulo de regulación

Controla hasta 12 termoactuadores, ya sean cabezales electrotérmicos o válvulas motorizadas. De la misma manera, se conectarán por cable el Módulo de Control y la bomba de circulación.

La electrónica del Módulo de regulación está basada en dos microprocesadores; ellos examinan las señales recibidas, controlan el display, reciben

señales de reloj interno, graban y guardan las opciones individuales seleccionadas y controlan las salidas a los termoactuadores y a la bomba de circulación.

Puede tener salidas a 24 V o a 220 V, las cuales controlan los termoactuadores.

5.4. Programación

Símbolos del display



Ajustes de Reloj



Movimiento Arriba / Borrar



Puesta a 0 de Alarma y tecla "SHIFT"



Movimiento Izquierda / Selección Alarma



Tecla de confirmación de selección



Movimiento Derecha



Reducción temperatura



Movimiento Abajo /Selección de Idioma



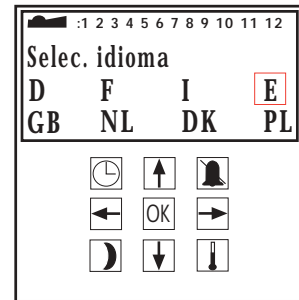
Ajuste de la temperatura

- Conectar el Módulo de control al Módulo de regulación

- Conectar el Módulo de regulación a la red eléctrica

- Selección del idioma

Utilice las cuatro flechas para seleccionar el idioma y confirme presionando la tecla OK.



- Ajuste del reloj

Cuando se pulsa la tecla "Ajustes de reloj", el texto "Ajuste del reloj" aparecerá en el display.

Use las flechas para fijar la hora, los minutos y el día de la semana. Utilice las flechas verticales para fijar la hora. Las flechas horizontales se utilizan para desplazarse a una nueva posición. Presione la tecla OK para confirmar su selección.



- Selección de canal

Durante la instalación, conecte el Termostato transmisor al Módulo de regulación mediante el cable que se suministra. La imagen del primer canal que todavía no ha sido programado comenzará a emitir destellos. En el display podrá leerse "Instalación. Seleccione canal". Utilizando las flechas horizontales seleccione el canal para el que el termostato ha sido programado. Recuerde introducir la designación de la habitación correcta y el número del canal en la etiqueta del termostato.

Termine la programación presionando la tecla OK. La instalación de este termostato ya se ha completado. Desconecte el cable de instalación del termostato y repita el proceso con los otros termostatos.

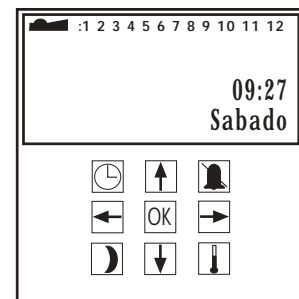


- Funcionamiento normal

Sin conexión de ningún termostato a la Unidad base.

En la parte superior del display se muestran los iconos (1-12) de los canales que ya han sido programados. Además, la hora y el día de la semana también aparecen en el display.

Cuando un termostato transmite una señal de radio al Módulo de control el icono correspondiente a ese canal emitirá dos destellos.



- Ajuste de la temperatura

Cuando se pulsa la tecla "Ajuste de la temperatura", la flecha horizontal puede emplearse para chequear el estado de todos los termostatos que se han instalado. Aparecerá la información del estado actual de cada termostato, es decir, la temperatura programada, la temperatura actual y la indicación de la intensidad de la señal que se recibe.

La escala de recepción de la señal está entre 0 y 4:

0 = sin recepción.

1 = escasa recepción.

2 = recepción aceptable.

3 = buena señal.

4 = excelente intensidad de la señal.

Si se pulsa la tecla "Ajuste de la temperatura" de nuevo, los límites de temperatura de cada uno de canales pueden ser reprogramados.

Los límites máximos y mínimos de temperatura pueden ser seleccionados mediante las flechas verticales. El límite máximo no puede ser seleccionado a menos que se aumente el límite mínimo. Cuando haya fijado el programa, confírmelo pulsando la tecla OK.

- Reducción de temperatura

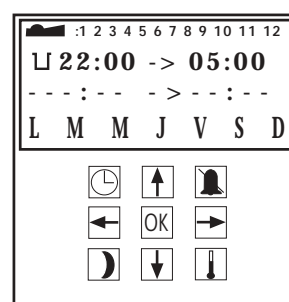
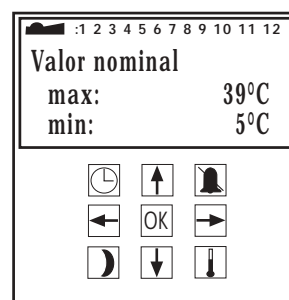
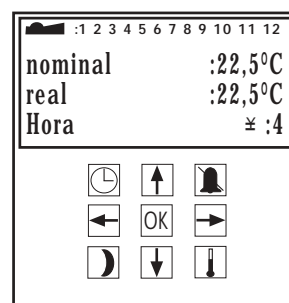
Presionando la tecla "Reducción temperatura" aparecerá "Seleccione grupo de reducción".

Wirsbo Genius tiene 3 grupos de reducción de temperatura A, B y C. Bajo cada grupo de reducción, hay dos intervalos de reducción. Los intervalos de reducción pueden situarse en los canales y en los días de la semana de forma independiente. Use las flechas horizontales para seleccionar la reducción de grupo requerida, y confirme con la tecla OK.

En nuevas instalaciones, el grupo A se selecciona por defecto con una temperatura de reducción entre 22.00 y 05.00 horas en todos los días de la semana. Para realizar modificaciones, debe seleccionar una reducción de grupo diferente.

Programe el grupo de reducción de la siguiente manera:

Use las flechas horizontales para mover el cursor entre varias posiciones, y use las flechas de desplazamiento vertical para seleccionar los canales y los días de la semana ON/OFF. Flecha hacia arriba = ON. Flecha hacia abajo = OFF.



Una vez que el canal o el día de la semana ha sido seleccionado, aparecerá permanentemente en la parte superior del display.

Cuando el cursor está situado bajo el símbolo cuadrado a la izquierda, debe ser habilitado (ON) o deshabilitado (OFF).

En el símbolo del reloj, la flecha vertical se emplea para modificar el tiempo de funcionamiento. La hora de comienzo está vinculada a la elección del día de la semana.

Si un canal se ha conectado a varios grupos de reducción de temperatura que están activados de forma simultánea, el grupo con mayor intervalo de reducción será el que funcione.

Una vez han sido confirmados todos los intervalos, el texto "Seleccione valor de reducción" se mostrará en el display. La reducción de temperatura puede ser programada mediante las flechas verticales. Cualquier valor entre 1°C y 9°C puede ser seleccionado. Luego confirme la selección pulsando la tecla OK, y el display volverá a la posición normal.

- Alarma / Borrar la programación

La tecla de programación de la alarma permite seleccionar otras funciones distintas a las de acceso inmediato. Si se presiona una vez el display muestra "SHIFT", si se presiona otra vez, la función "SHIFT" se cancela.

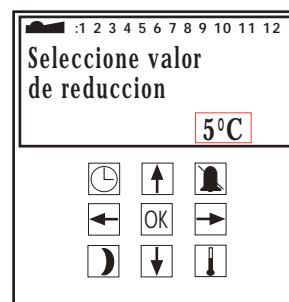
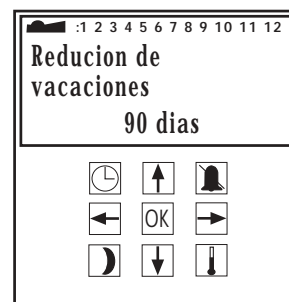
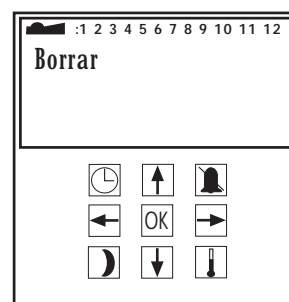
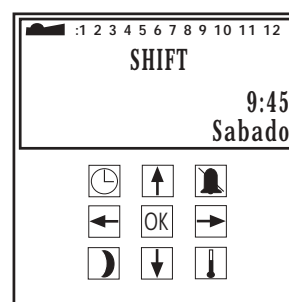
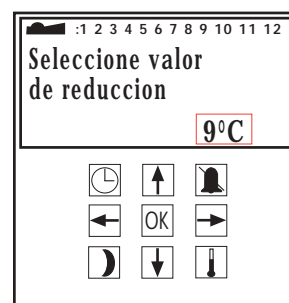
La programación de un canal puede borrarse pulsando la tecla SHIFT y la fecha vertical hacia arriba. El texto "Borrar" se muestra en el display. Use las teclas de desplazamiento horizontal para seleccionar el canal que quiere borrar. Cuando el canal se ha marcado mantenga presionada la tecla OK durante 3 segundos, hasta que la información del canal seleccionado haya sido borrada.

- Reducción temporal de temperatura

Si se pulsa la tecla SHIFT y después se pulsa la tecla "Reducción temperatura", la temperatura de todos los canales puede reducirse durante 1 a 90 días, por ejemplo durante largos fines de semana o vacaciones. Las flechas verticales se usan para seleccionar el número de días durante las cuales la reducción estará activa.

Los intervalos de reducción se aplican desde las 0.00 h. para el número de días arriba seleccionados. El periodo desde la hora de programación hasta el final de un día en concreto no se incluye en el número de días.

La reducción programada se confirma presionando la tecla OK. El valor de reducción de la temperatura se selecciona por medio de las flechas verticales.



La temperatura se puede reducir entre 1°C y 9°C. Presione la tecla OK para concluir y el display volverá a su posición normal.

Si la reducción temporal de temperatura está activa y desea interrumpirla presione la tecla SHIFT y la tecla "Reducción temperatura".

Las teclas de flecha vertical se pueden utilizar para seleccionar "SI o NO" de forma que se finalice la reducción temporal de temperatura antes de la fecha programada. Los días que quedan para que acabe la reducción temporal de temperatura se muestran en el display. Finalice la operación presionando la tecla OK.

- Alarma

Si el módulo de control no recibe señal de radio desde el termostato durante 90 minutos, salta la alarma. La razón puede ser bien que la batería del termostato se haya terminado y haya que reemplazarla o que el termostato se esté fuera de la onda de transmisión o que haya habido un fallo del sistema.

En caso de que suene la alarma, el icono relevante del canal y el icono de alarma emiten flashes intermitentes.

Mientras la unidad de control no reciba señal del termostato este canal se mantendrá cerrado y también la válvula de la sección correspondiente.

Si la alarma es audible o inaudible es algo que se puede seleccionar presionando la tecla "SHIFT", y después la flecha hacia la izquierda. La flecha del display muestra la opción seleccionada. Use el OK para confirmar.



6. Uponor Comfort System. Regulación de temperatura ambiente

Al igual que el sistema visto en el capítulo anterior, se trata de un sistema de regulación individual de temperaturas interiores.

Es un sistema electrónico por cable específicamente diseñado para controlar temperaturas ambiente en edificios donde se hayan instalado sistemas Uponor de calefacción por suelo radiante, es decir; controlar temperaturas ambiente a través de controlar el caudal de agua caliente impulsada a cada una de las habitaciones.

Uponor Comfort System consiste en una Caja de conexiones electrónica y hasta seis termostatos conectados a ella por cable. Existe la posibilidad de incorporar a la caja de conexiones un módulo digital de dos canales para realizar una programación semanal de temperaturas. Así mismo el sistema posee termostatos especiales preparados para conectar sondas de suelo con el fin de limitar la temperatura del pavimento. También existe la posibilidad de utilizar una Caja de conexiones con control a bomba.

La Caja de conexiones recibe la señal eléctrica procedente de cada termostato, la analiza y envía una señal eléctrica al cabezal electrotérmico correspondiente para que éste, mediante una regulación del caudal entrante al circuito, contrarreste la demanda generada.



Fig.6.1 - Uponor Comfort System

6.1. Termostato Uponor Comfort System

Es un termostato digital para la regulación de temperaturas en recintos cerrados.

En todos los modelos la temperatura deseada se selecciona girando el selector.

Existe un sistema de bloqueo de temperaturas máxima y mínima al que se accede extrayendo la tapa del selector.

En uno de los laterales del termostato es posible seleccionar posición día o posición noche. La reducción nocturna puede ser programada conectando al termostato un programador exterior.

Hay diversos modelos de termostatos (24 V y 220 V) en función del uso requerido por el sistema de calefacción por suelo radiante Uponor:

- Termostato Básico 24 V
- Termostato Básico 220 V
- Termostato 24 V con función de reducción nocturna y sensor de suelo
- Termostato 24 V para recintos públicos.

El Termostato Uponor Comfort System con sensor de suelo permite la conexión de modo que se limite en todo momento el mínimo y el máximo de la temperatura del pavimento a un valor prefijado por el usuario. Cuando se haya conectado el sensor, el termostato funcionará como esclavo y el

sensor como maestro, es decir, cuando el sensor de suelo demande calor los ajustes del termostato no tendrán efecto.

El Termostato Uponor Comfort System para recintos públicos posee una carcasa exterior que evita su manipulación; es especialmente recomendable su utilización en edificios públicos.



Fig.6.2 - Termostato Uponor Comfort System

6.2. Caja de conexiones Uponor Comfort System

Consiste en una caja electrónica de conexiones con alimentación a 220 V y salidas a 24 V ó 220 V dependiendo de los modelos.

Conexiona todos los Termostatos Uponor Comfort System hasta un número máximo de seis y todos los cabezales electrotérmicos hasta un número máximo de doce.

Existe la posibilidad de que desde la Caja de conexiones se controle el circulador del sistema de modo que, cuando ninguno de los termostatos demande energía, el circulador pare. Sólo se volvería a poner en marcha cuando alguno de los termostatos conectados demande energía.

Se puede incorporar programador exterior para la programación semanal de los termostatos : Módulo digital de dos canales



Fig.6.3 - Caja de conexiones Uponor Comfort System

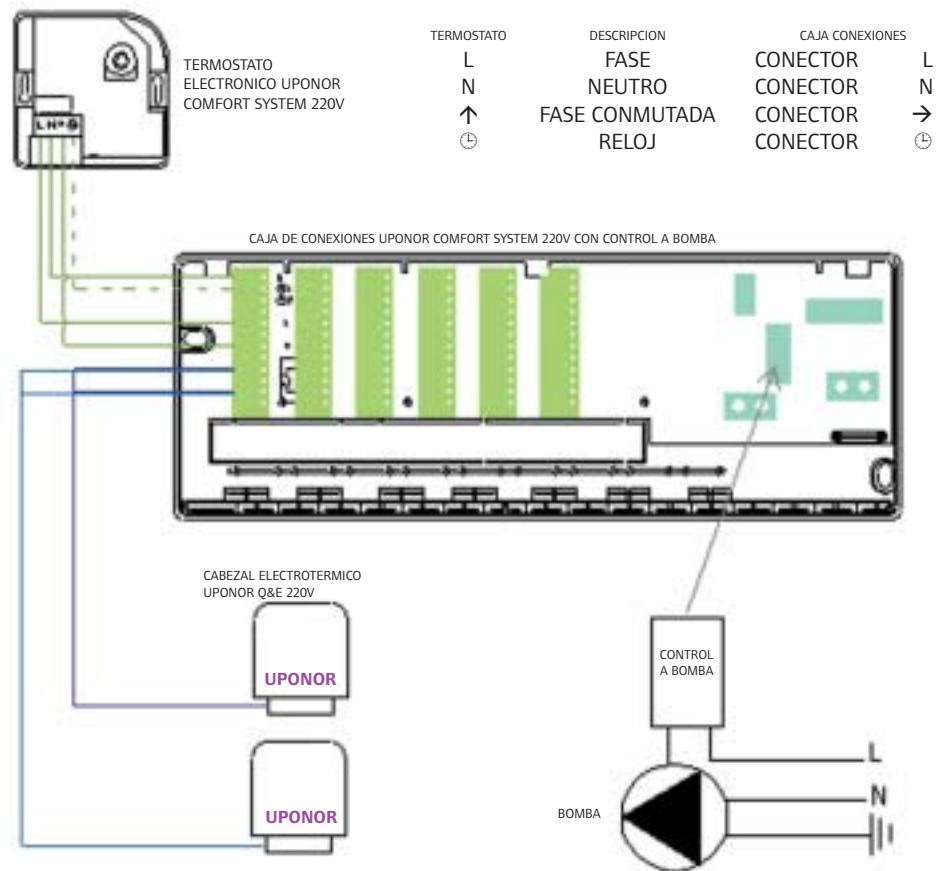


Fig.7.4 - Ejemplo de esquema de conexiones Uponor Comfort System 220 V

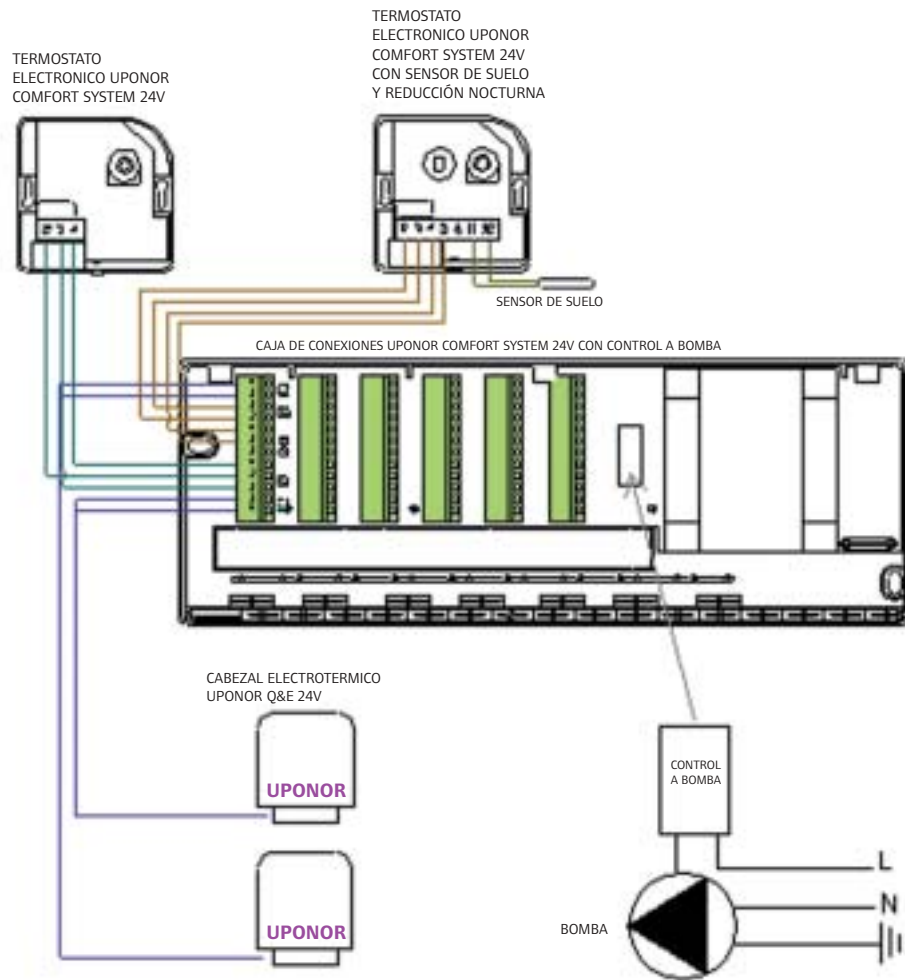


Fig.6.5 - Ejemplo de esquema de conexiones Uponor Comfort System 24 V

7. Uponor Grupos de impulsión

En función del tipo de control de la temperatura de impulsión hay dos tipos de grupos, cada uno de los cuáles lleva incorporado un circulador UPS 15-60 ó UPS 25-80:

- Grupo de impulsión Uponor
- Grupo de impulsión Uponor con centralita de regulación



Fig. 7.1 - Uponor Grupo de impulsión

En ambos casos se trata de kits premontados preparados para la conexión directa a la salida de la caldera. Están provistos de una válvula de dos vías cuya misión es mezclar el agua proveniente de la caldera con el agua de retorno para obtener la temperatura óptima del agua de impulsión para el funcionamiento del suelo radiante.



Fig. 7.2 - Uponor Grupo de impulsión con centralita de regulación

7.1. Uponor Grupo de impulsión

La válvula de dos vías es comandada por un cabezal regulable manualmente donde se puede fijar la temperatura de impulsión entre 25 y 65°C.

El grupo lleva incorporado un circuito by-pass interno con válvula reguladora para asegurar un suministro constante de agua en el secundario.

Datos técnicos (ver esquema Fig. 7.3 y 7.4):

- 1 - Válvula termostática de impulsión primario.
- 2 - Válvula de retorno primario
- 3 - Válvula de equilibrado
- 4 - Tuerca de ajuste
- 5 - Bomba circuladora
- 6 - Conexión a impulsión (secundario)

- 7 - Conexión al retorno (secundario)
- 8 - By-pass
- 9 - Válvula de purgado
- 10 - Servomotor
- 11 - Sonda exterior
- 12 - Sonda de impulsión

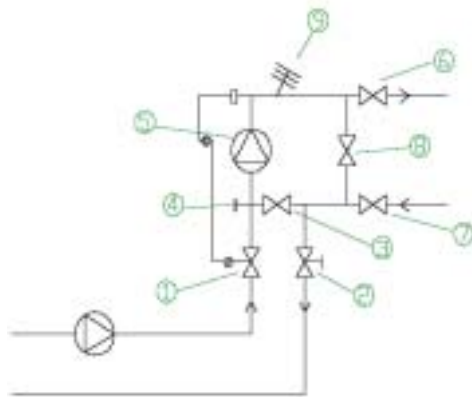


Fig. 7.3 - Esquema de principio. Grupo de impulsión Uponor

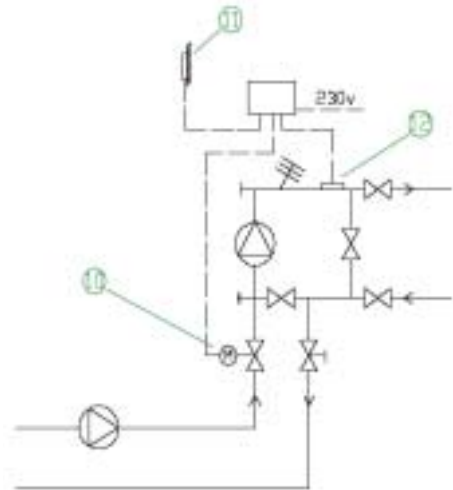


Fig. 7.4 - Esquema de principio. Grupo de impulsión Uponor con centralita de regulación

7.2. Uponor Grupo de impulsión con centralita de regulación

Este grupo incluye un sistema de compensación de temperatura exterior compuesto por centralita de regulación, sonda exterior, sonda interior y sonda de impulsión.

La válvula de tres vías es actuada por un motor térmico que, a su vez, es comandado por una centralita de regulación. La centralita, además, controla el circulador de modo que se automatice su funcionamiento y paradas y se proteja contra bloqueo y congelación del agua.

La centralita de regulación proporciona una elevada seguridad en el control de la calefacción y un uso óptimo de los recursos energéticos. Se anticipa a los cambios térmicos exteriores ofreciendo un control magnífico de la temperatura de impulsión para lograr una temperatura interior constante de confort en todo momento.

Permite seleccionar temperaturas más bajas y consumo reducido de energía durante las horas de sueño y ausencia.

Los principales ajustes programables durante la puesta en marcha de la centralita de regulación son:

- Ajuste de la temperatura ambiente deseada.
- Ajuste de la pendiente de la curva de calefacción.
- Límite para el corte de calefacción en función de la temperatura exterior.

- Límites de temperatura de impulsión máxima y mínima.

- Temperatura reducida en función de la temperatura exterior.
- Modo de control manual, automático, de confort constante, de temperatura reducida constantemente o de reserva.

7.3. Selección del circulador

Los grupos de presión Uponor permiten escoger dos circuladores dependiendo de las necesidades de la instalación: 22N ó 45N.

Para la selección del circulador adecuado es necesario calcular previamente la pérdida de carga y caudal de impulsión del sistema. Esos dos valores

nos darán el punto característico de funcionamiento de la instalación. Con ese punto se debe ir a las curvas características del circulador y seleccionar aquel circulador y aquella velocidad cuya curva característica quede sobre el punto característico.

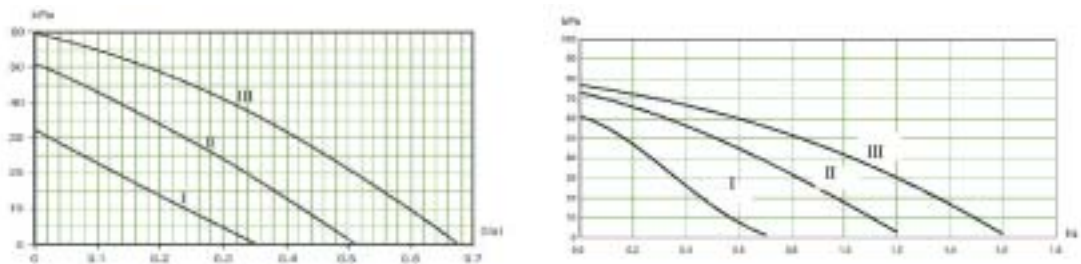


Fig. 7.5 - Curvas características de los circuladores 22N y 45N.

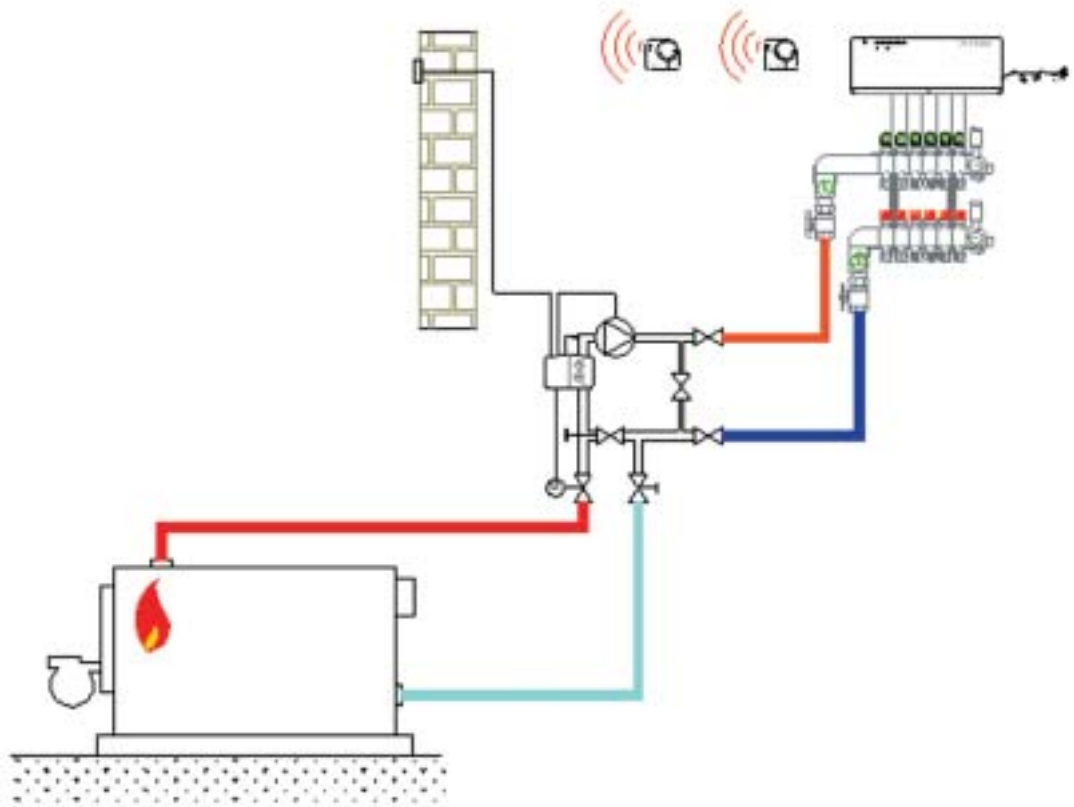


Fig. 7.6 - Esquema de principio. Regulación de temperatura de impulsión con grupo de presión Uponor con centralita de regulación

8. Cálculo y diseño

El cálculo de una instalación de calefacción por suelo radiante se puede sistematizar en una serie

de pasos que se describen a continuación:

8.1. Cálculo de las cargas térmicas de los locales

El conocimiento de las cargas térmicas de cada uno de los locales a calefactar es un paso previo para el dimensionamiento de la instalación. Los procesos de cálculo siguen lo especificado en la NBE-CT-79

La carga térmica de un local indica las pérdidas energéticas (expresadas en W) que deben ser compensadas por el sistema de calefacción para lograr las condiciones interiores de confort deseadas.

La expresión de cálculo de la carga térmica de un local sigue la siguiente expresión:

$$Q = Q_t + Q_v + Q_i$$

- Q = Carga térmica de calefacción [W]
- Q_t = Carga térmica de transmisión de calor [W]
- Q_v = Carga térmica de ventilación [W]
- Q_i = Ganancia interna de calor [W]

Carga térmica de transmisión de calor

Expresa el concepto de pérdidas de calor a través de los cerramientos del local debido a la desigualdad térmica entre el interior y el exterior.

$$Q_t = Q_{to} \cdot (1 + Z_{is} + Z_o)$$

- Q_{to} = Pérdidas por transmisión sin suplementos [W]
- Z_{is} = Suplemento por interrupción de servicio [%]
- Z_o = Suplemento por orientación [%]

-Pérdidas por transmisión sin suplementos

Q_{to} depende de las temperaturas interior y exterior, de la conductividad térmica de los cerramientos del local y de la magnitud de las superficies de transmisión de calor según la expresión:

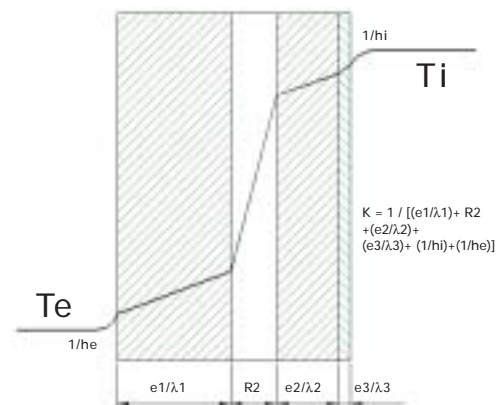
$$Q_{to} = \Sigma [K \cdot A \cdot (T_i - T_e)]$$

- K = Coeficiente de transmisión térmica del cerramiento [W/m²°C]
- A = Superficie de transmisión de calor del cerramiento [m²]
- T_i = Temperatura interior de diseño del local [°C] (Ver Anexos)
- T_e = Temperatura de cálculo exterior [°C] (Ver Anexos)

En el caso de cerramientos compuestos de varias capas con materiales diferentes, el coeficiente de transmisión térmica del cerramiento se calcula como sigue:

$$K = 1 / [\Sigma(e/\lambda) + (1/h_i) + (1/h_e)]$$

- e = Espesor de la capa [m]
- λ = Conductividad térmica del material de la capa [W/m°C] (Ver Anexos)
- h_i = Coeficiente superficial de transmisión de calor interior [W/m²°C] (Ver Anexos)
- h_e = Coeficiente superficial de transmisión de calor exterior [W/m²°C] (Ver Anexos)



-Suplemento por interrupción de servicio

Tiene en consideración el incremento extra de aporte energético a un local para conseguir las condiciones de confort de diseño tras una interrupción del servicio de calefacción.

Su magnitud Z_{is} depende de la clase de servicio (horas al día de interrupción del servicio de calefacción). Ver Anexos.

-Suplemento por orientación

Tiene en consideración el incremento extra de aporte energético a un local debido a la orientación de sus paredes exteriores.

Ver Anexos.

Carga térmica de transmisión de calor

La ventilación es la renovación del aire interior del local con objeto de mantener unas condiciones sanitarias adecuadas dentro del local. Puede ser espontánea (infiltraciones a través de rendijas de puertas y ventanas) o forzada. La carga térmica de ventilación es, pues, la pérdida energética derivada de acondicionar térmicamente el aire entrante de acuerdo a la temperatura interior de diseño del local.

$$Q_v = n \cdot V_a \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_i - T_e) \cdot 1,163 \text{ [W]}$$

n = nº de renovaciones de aire por hora [h⁻¹] (Ver Anexos)

V_a = Volumen del local [m³]

$\rho \cdot C_p$ = 0,299 Kcal/ m³°C (Densidad x Calor específico a presión constante del aire; es una constante).

T_i = Temperatura interior de diseño del local [°C] (Ver Anexos)

T_e = Temperatura de cálculo exterior [°C] (Ver Anexos)

Ganancia interna de calor

Los locales a calefactar suelen contar con ganancias internas gratuitas de calor. Será un sumando negativo debido su carácter de ganancia energética. Han de incluirse cualesquiera aportaciones de una magnitud representativa para el cálculo de la carga térmica del local. Ver Anexos. La ganancia calorífica derivada de la radiación solar incidente no se considera pues este factor será inexistente en la consideración de las condiciones exteriores para cálculo en calefacción.

Ejemplo práctico de aplicación

Sea una vivienda situada en Gijón (Asturias). Se trata de una 1ª planta de 147,4 m² calefactables

situada sobre sótano no calefactable. La planta 2ª está calefactada. Altura entre forjados 2,8 m.

Locales	Orientación	Suelo (m ²)	Techo (m ²)	Muros ext.(m ²)	Puertas ext.(m ²)	Ventanas (m ²)	Tabiques int. (m ²)
Dormitorio 1	NO	14,6	14,6	21,3	-	1,8	11,1
Cocina	N	16,2	16,2	32,2	-	1,8	15,9
Comedor	SO	20,3	20,3	25,2	-	3,6	25,2
Salón	S	27,0	27,0	18,8	-	3,6	40,9
Baño 1	S	8,1	8,1	5,6	-	1,2	27,8
Dormitorio 2	SE	17,4	17,4	24,4	-	3,6	24,1
Dormitorio 3	NE	17,1	17,1	23,0	-	3,6	23,8
Baño 2	N	8,4	8,4	5,6	-	1,2	29,1
Pasillo + Hall	N	18,3	18,3	6,2	2,8	-	67,9

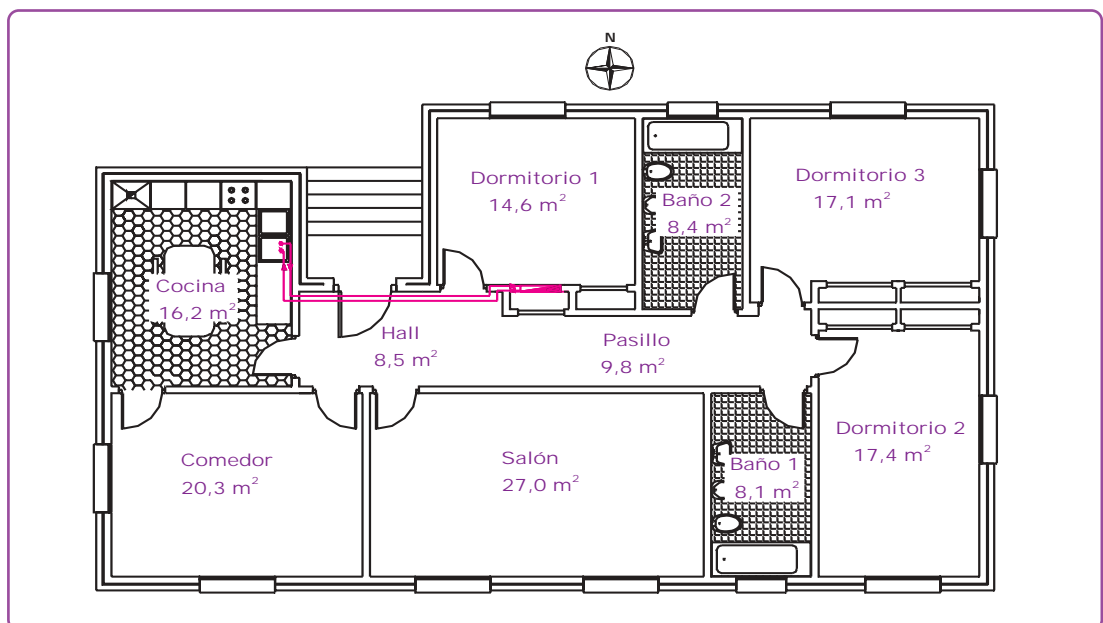


Fig. 8.1 - Planta de la vivienda de ejemplo

Los cerramientos que componen la vivienda son:

Tipo	Cerramiento	Espesor (m)	λ (W/m°C)	K (W/m ² °C)
Muros exteriores	Enlucido de cemento	0,020	1,40	
	Ladrillo hueco	0,200	0,49	
	Cámara de aire	0,050		4,17
	Ladrillo hueco	0,200	0,49	
	Enlucido de yeso	0,010	0,30	
Puertas exteriores	Madera opaca			3,50
Ventanas	Vidrio doble 6 mm. carpintería metálica			4,00
Suelo	Enlucido de cemento	0,020	1,40	
	Bovedilla cerámica	0,200		3,85
	Hormigón con áridos ligeros	0,050	0,33	
	Panel moldeado de tetones Uponor, de EPS, 20 Kg/m ³	0,025	0,031	
	Mortero de cemento	0,050	1,4	
	Parquet	0,015	0,21	
Techo	Enlucido de cemento	0,020	1,40	
	Bovedilla cerámica	0,200		3,85
	Hormigón con áridos ligeros	0,050	0,33	
	Panel moldeado de tetones Uponor, de EPS, 20 Kg/m ³	0,025	0,031	
	Mortero de cemento	0,050	1,4	
	Parquet	0,015	0,14	

Cálculo de coeficientes de transmisión de calor de acuerdo a la expresión:

$$K = 1 / [\sum(e/\lambda) + (1/h_i) + (1/h_e)]$$

$(1/h_i) + (1/h_e)$ obtiene el valor 0,17 m²°C/W que corresponde a la resistencia térmica superficial de un cerramiento vertical o con pendiente sobre la horizontal > 60° - Transmisión horizontal. Ver Anexos.

$(1/h_i)$ obtiene el valor 0,17 m²°C/W que corresponde a la resistencia térmica superficial de un cerramiento horizontal - Transmisión descendente. Ver Anexos.

$(1/h_i) + (1/h_e)$ obtiene el valor 0,18 m²°C/W que corresponde a la resistencia térmica superficial de un cerramiento horizontal o con pendiente sobre la horizontal < 60° de separación con otro local - Transmisión ascendente . Ver Anexos.

Cerramiento	Fórmula de cálculo	K (W/m ² °C)
Muros exteriores	$1/[(0,02/1,4)+(0,2/0,49)+(1/4,17)+(0,2/0,49)+(0,01/0,3)+0,17]$	0,785
Puertas exteriores	3,5	3,5
Ventanas	4	4,0
Suelo	$1/[(0,02/1,4)+(1/3,85)+(0,05/0,33)+(0,025/0,031)+(0,05/1,4)+(0,015/0,14)+0,17]$	0,647
Techo	$1/[(0,02/1,4)+(1/3,85)+(0,05/0,33)+(0,025/0,031)+(0,05/1,4)+(0,015/0,14)+0,18]$	0,643

De acuerdo a la ubicación de la vivienda (Gijón, Asturias), se obtiene: Text = 3°C (Ver Anexos).
 Temperatura interior de diseño de la vivienda: 20°C salvo en hall y pasillo 18°C.
 Temperatura locales no calefactados: 10°C

Factor de interrupción de servicio correspondiente a calefacción normal, tipo II, muros con cámara de aire (Ver Anexos).

•Carga térmica de transmisión de calor

Cerramiento	A (m ²)	K (W/m ² °C)	Ti-Te (°C)	Qto (W)	Zis	Zo	Qt (W)
-------------	---------------------	-------------------------	------------	---------	-----	----	--------

Dormitorio 1							
Muros exteriores	21,3	0,785	17	284,2			
Puertas exteriores	-	3,5	17	0			
Ventanas	1,8	4,0	17	122,4			
Suelo	14,6	0,647	10	94,5			
Techo	14,6	0,643	0	0			
				501,1	0,08	0,025	553,7

Cocina							
Muros exteriores	32,2	0,785	17	429,7			
Puertas exteriores	-	3,5	17	0			
Ventanas	1,8	4,0	17	122,4			
Suelo	16,2	0,647	10	104,8			
Techo	16,2	0,643	0	0			
				656,9	0,08	0,050	742,3

Comedor							
Muros exteriores	25,2	0,785	17	336,3			
Puertas exteriores	-	3,5	17	0			
Ventanas	3,6	4,0	17	244,8			
Suelo	20,3	0,647	10	131,3			
Techo	20,3	0,643	0	0			
				712,4	0,08	-0,025	751,6

Cerramiento	A (m ²)	K (W/m ² °C)	T _i -T _e (°C)	Q _{to} (W)	Z _{is}	Z _o	Q _t (W)
Salón							
Muros exteriores	18,8	0,785	17	250,9			
Puertas exteriores	-	3,5	17	0			
Ventanas	3,6	4,0	17	244,8			
Suelo	27,0	0,647	10	174,7			
Techo	27,0	0,643	0	0			
				670,4	0,08	-0,050	690,5
Baño 1							
Muros exteriores	5,6	0,785	17	74,7			
Puertas exteriores	-	3,5	17	0			
Ventanas	1,2	4,0	17	81,6			
Suelo	8,1	0,647	10	52,4			
Techo	8,1	0,643	0	0			
				208,7	0,08	-0,05	215,0
Dormitorio 2							
Muros exteriores	24,4	0,785	17	325,6			
Puertas exteriores	-	3,5	17	0			
Ventanas	3,6	4,0	17	244,8			
Suelo	17,4	0,647	10	112,6			
Techo	17,4	0,643	0	0			
				683,0	0,08	-0,025	720,6
Dormitorio 3							
Muros exteriores	23,0	0,785	17	306,9			
Puertas exteriores	-	3,5	17	0			
Ventanas	3,6	4,0	17	244,8			
Suelo	17,1	0,647	10	110,6			
Techo	17,1	0,643	0	0			
				662,3	0,08	0,025	731,8
Baño 2							
Muros exteriores	5,6	0,785	17	74,7			
Puertas exteriores	-	3,5	17	0			
Ventanas	1,2	4,0	17	81,6			
Suelo	8,4	0,647	10	54,3			
Techo	8,4	0,643	0	0			
				210,6	0,08	0,05	238,0
Pasillo y Hall							
Muros exteriores	6,2	0,785	15	73,0			
Puertas exteriores	2,8	3,5	15	147,0			
Ventanas	-	4,0	15	60,0			
Suelo	18,3	0,647	8	94,7			
Techo	18,3	0,643	0	0			
				374,7	0,08	0,05	423,4

•Carga térmica de ventilación.

Suponemos una ocupación de 2 personas por habitación, 1 en pasillo y hall y 3 en salón.
(Ver Anexos)

Locales	Superficie (m ²)	Vol. local Va (m ³)	Ventilación (m ³ /h)	Ventilación n (ren/h)	$Q_v [W] = n \cdot V_a \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_i - T_e) \cdot 1,163$
Dormitorio 1	14,6	40,9	25	0,6	145,1
Cocina	16,2	45,4	50	1,1	295,2
Comedor	20,3	56,8	60	1,1	369,4
Salón	27,0	75,6	38	0,5	223,5
Baño 1	8,1	22,7	65	2,9	389,2
Dormitorio 2	17,4	48,7	25	0,5	143,9
Dormitorio 3	17,1	47,9	25	0,5	141,6
Baño 2	8,4	23,5	65	2,8	389,0
Pasillo + Hall	18,3	51,2	14	0,3	80,1

•Ganancia interna de calor.

A efectos de este ejemplo no se considera por ser su magnitud muy poco significativa.

•Cargas térmicas resultantes de los locales.

Locales	Superficie (m ²)	Q _t (W)	Q _v [W]	Q [W]	Q[W/m ²]
Dormitorio 1	14,6	553,7	145,1	698,8	47,9
Cocina	16,2	742,3	295,2	1.073,5	64,0
Comedor	20,3	751,6	369,4	1.121,0	55,2
Salón	27,0	690,5	223,5	914,0	33,9
Baño 1	8,1	215,0	389,2	604,2	74,6
Dormitorio 2	17,4	720,6	143,9	864,5	49,7
Dormitorio 3	17,1	731,8	141,6	873,4	51,1
Baño 2	8,4	238,0	389,0	627,0	74,6
Pasillo + Hall	18,3	423,4	80,1	503,5	27,5

TOTAL CARGA TÉRMICA 7.243,9 W

8.2. Localización de colectores

Los colectores se sitúan en un lugar centrado respecto a la zona calefactable a la que dan servicio. Se ha de buscar, dentro de este área centrada, una ubicación que no distorsione el aspecto estético del espacio habitable; es usual localizar los colectores en tabiques de aseos, baños o en fondos de armarios empotrados.

En función del número circuitos se determina el número de colectores a ubicar en cada planta. Como mínimo se precisa un colector por planta calefactada. Cada colector tiene un máximo de 12 circuitos. En el caso de existir más circuitos emisores se necesita otro colector.

8.3. Diseño de circuitos

Se recomienda que cada local (dormitorio, cocina, etc.) sea calefactado por circuitos independientes. De este modo se posibilita la regulación de temperaturas de cada estancia de forma independiente.

Previo al diseño de circuitos han de medirse las áreas que van a calefactar cada uno de los circuitos. Posteriormente debe medirse la distancia existente entre el área a calefactar y el colector. El cálculo de la longitud L de cada circuito se determina:

$$L = A/e + 2 \cdot l$$

A = Área a calefactar cubierta por el circuito [m^2]

e = Distancia entre tubos [m]

l = Distancia entre el colector y el área a calefactar [m]

Por ejemplo, a un circuito que calefacte un área de $10 m^2$, con una distancia entre tubos c/c 20 cm (0,2 m) y distancia hasta el colector 6 m, le corresponderá una longitud teórica de: $L = (10/0,2) + (2 \times 6) = 62 m$.

La selección del tipo de tubería UPONOR wirsbo-evalPEX se realiza teniendo en cuenta que las pérdidas de carga y caudal total no determine la necesidad de bombas demasiado potentes. Es usual en suelos radiantes para vivienda utilizar UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8.

La longitud máxima de los circuitos emisores viene determinada por:

- La longitud máxima de los rollos de UPONOR wirsbo-evalPEX.
- La potencia de la bomba de la instalación (punto de funcionamiento de la instalación por debajo de alguna de las curvas características de la bomba).

- Circuitos de longitud muy reducida que puedan dificultar el equilibrado hidráulico de la instalación si en la misma están presentes circuitos de longitudes elevadas.

La distancia entre tubos ha de ser la misma en todos los circuitos de la instalación. Se recomienda una distancia entre tubos c/c 20 cm. Este valor será distinto si el panel aislante escogido sólo permite otras distancias entre tubos (por ejemplo c/c 16 cm).

8.4. Cálculo de la temperatura media superficial del pavimento

La temperatura media superficial del pavimento (T_{ms}) es función únicamente de la demanda térmica, que a efectos de simplificación de cálculos y en lo que sigue consideraremos igual a la carga térmica del local (Q) y de la temperatura interior de diseño del local (T_i) (Ver Anexos). Se calcula de acuerdo a la expresión:

$$Q[\text{W}/\text{m}^2] = \alpha \cdot (T_{ms} - T_i)$$

α = Coeficiente de transmisión de calor del suelo [$\text{W}/\text{m}^2\text{°C}$] (en el rango de temperaturas que nos

movemos su valor varía entre 10 y 12 $\text{W}/\text{m}^2\text{°C}$. Tiene dos componentes: coeficiente de transmisión por radiación y coeficiente de transmisión por convección).

Es conveniente, por motivos de confort del usuario de la instalación, que la temperatura media superficial del pavimento no supere los 30°C.

El siguiente gráfico muestra las temperaturas máximas superficiales del pavimento (T_s) en función de Q y de T_i , considerando c/c 20 cm y salto térmico de 10°C

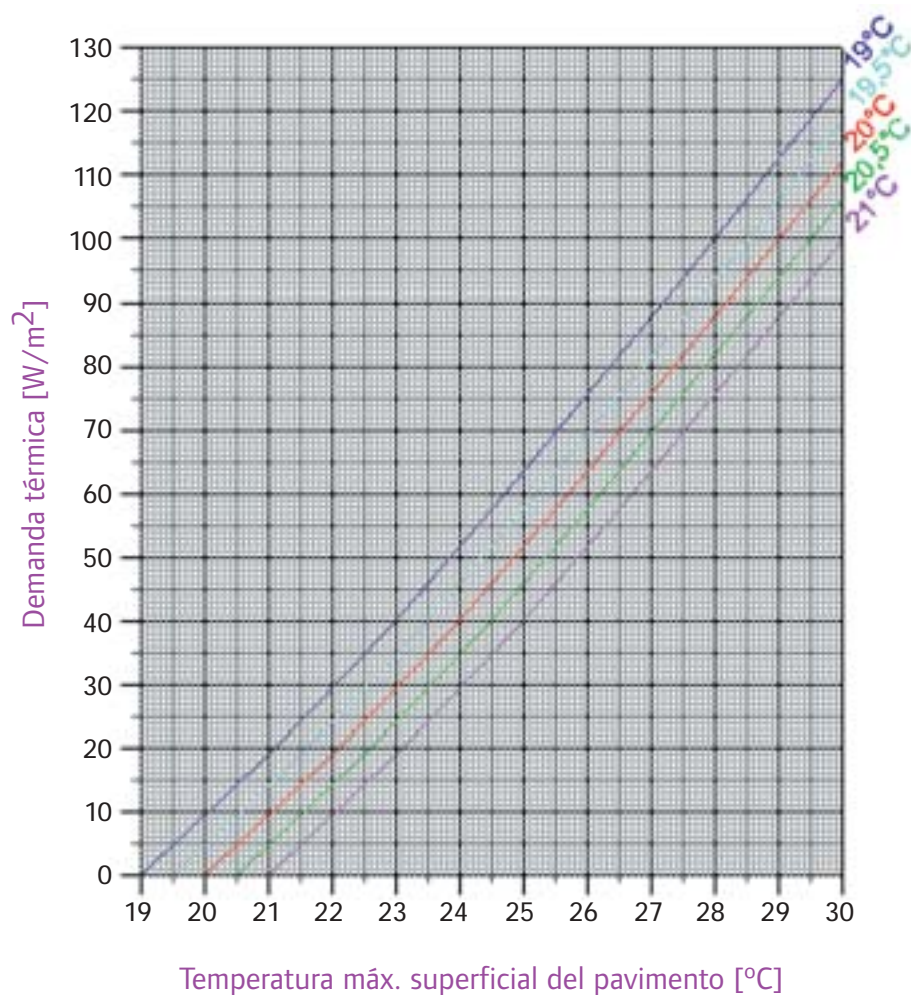


Fig. 8.2 - Temperatura interior de diseño del local (T_i) en función de la demanda térmica (Q) y de la temperatura máxima superficial del pavimento (T_s)

Ejemplo práctico de aplicación

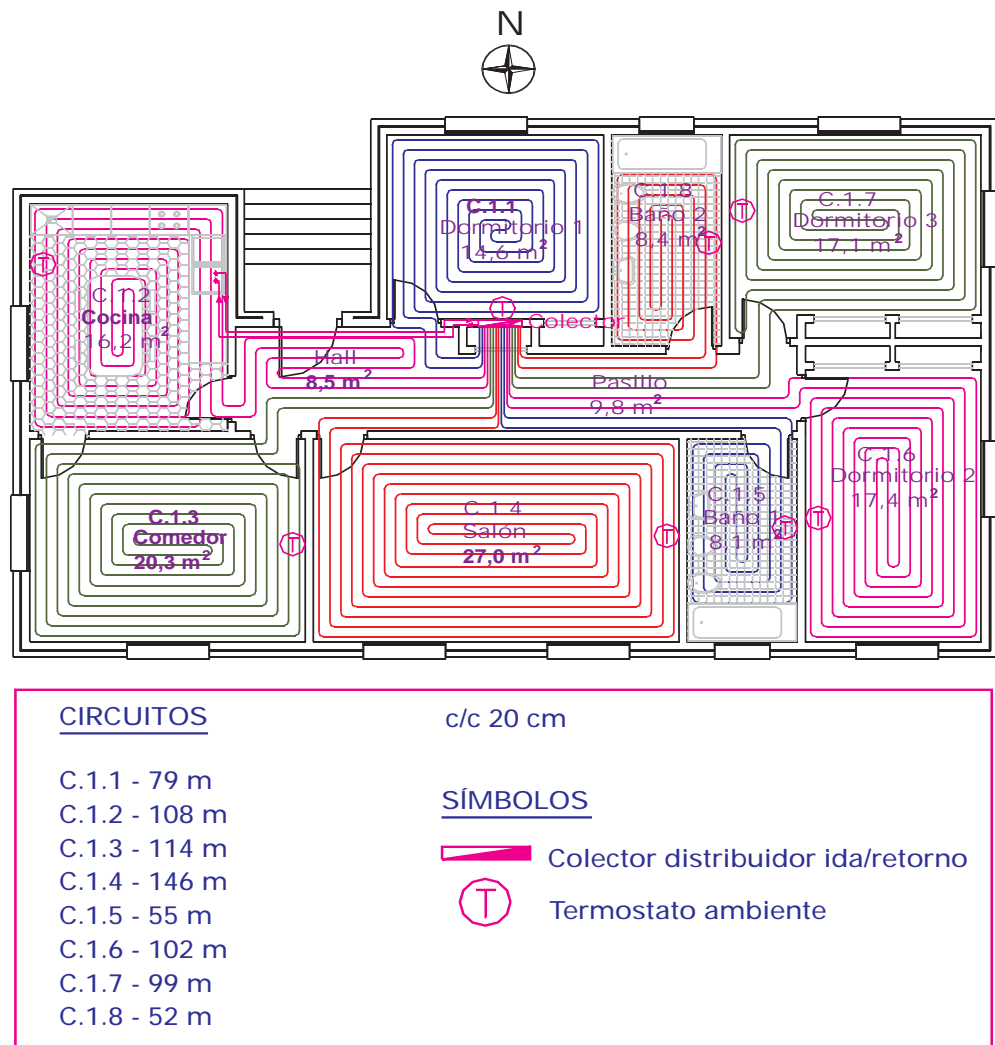


Fig. 8.3 - Localización de colector y diseño de circuitos

Se ha optado como tipo de tubería emisora por UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8. Esta elección variará si resulta de ello una potencia de bomba excesiva. Se calculan las temperaturas máximas superficiales de los pavimentos de los diferentes

locales a calefactar (T_s) conociendo sus cargas térmicas (Q) y sus temperaturas interiores de diseño (T_i) y entrando con estos valores en el gráfico de la figura 9.2:

Circuito	Q [W/m]	T_i [°C]	T_s [°C]
C.1.1	47,9	20	24,7
C.1.2	64,0	20	26,0
C.1.3	55,2	20	25,3
C.1.4	33,9	20	23,4
C.1.5	74,6	20	26,9
C.1.6	49,7	20	24,8
C.1.7	51,1	20	25,0
C.1.8	74,6	20	26,9

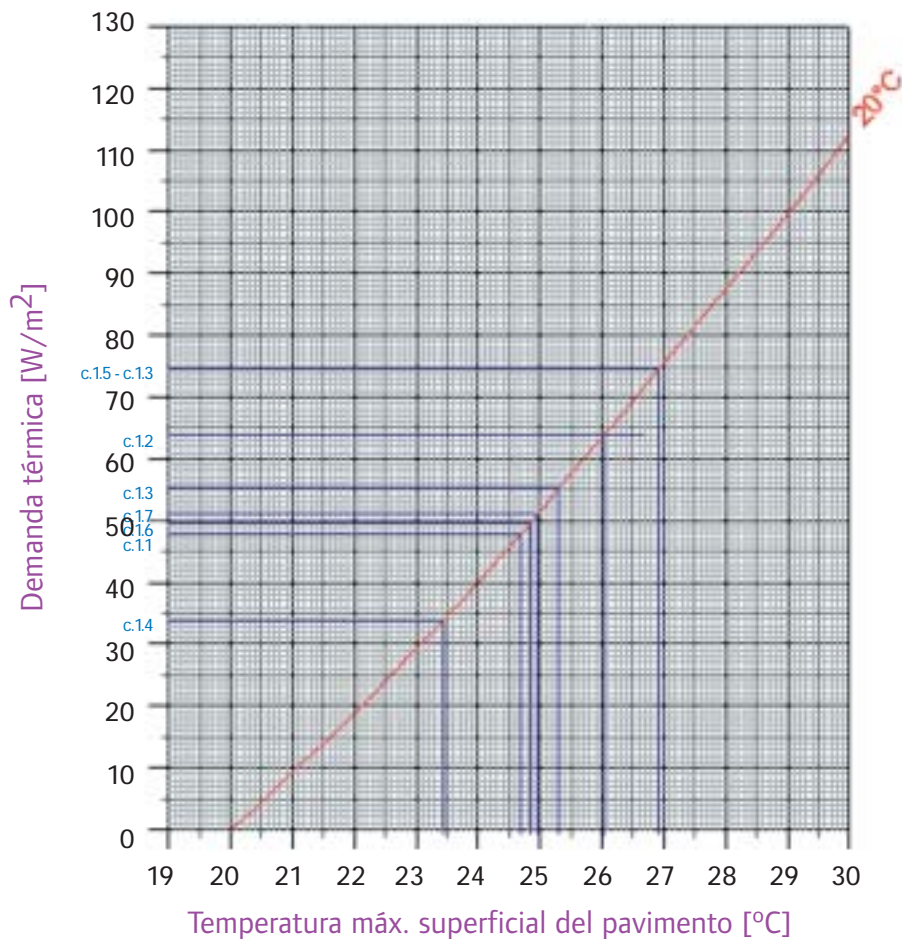


Fig. 8.4 - Cálculo de temperaturas máximas superficiales de los pavimentos

8.5. Cálculo de la temperatura del agua

El salto térmico entre el agua de impulsión y el de retorno se fija en 10°C.

La magnitud de la temperatura media del agua en las tuberías emisoras (T_{ma}) depende de la demanda térmica del local (Q), la temperatura interior de diseño (T_i) y del coeficiente de transmisión térmica (K_a) según la fórmula:

$$Q \text{ [W/m}^2\text{]} = K_a \cdot [T_{ma} - T_i]$$

El coeficiente de transmisión térmica de la capa sobre tubos [K_a] se calcula aplicando la fórmula:

$$K_a \text{ [W/m}^2\text{°C]} = 1 / [\Sigma(e/\lambda) + (1/\alpha)]$$

e = Espesor de la capa [m]

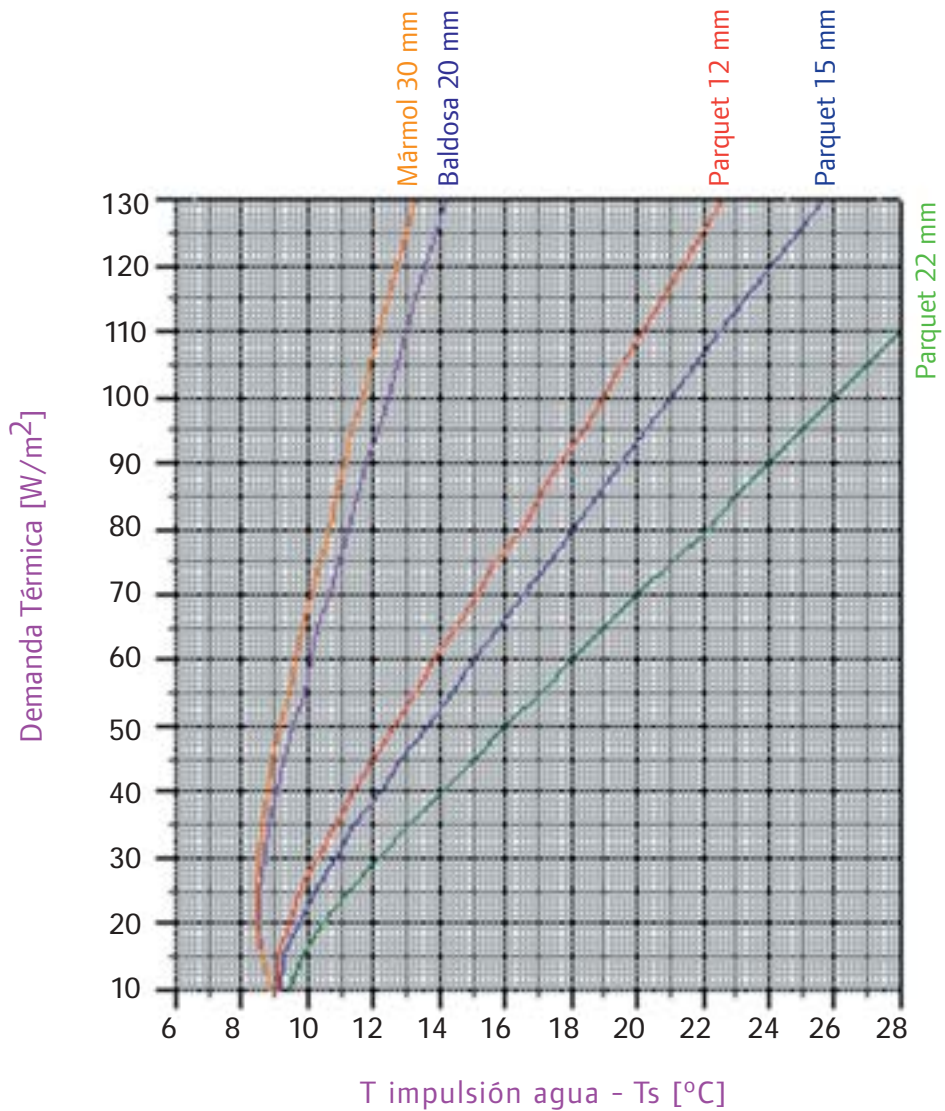
λ = Conductividad térmica del material de la capa [W/m°C] (Ver Anexos)

α = Coeficiente de transmisión de calor del suelo [W/ m²°C] (en el rango de temperaturas que nos movemos su valor varía entre 10 y 12 W/ m²°C. Tiene dos componentes: coeficiente de transmisión por radiación y coeficiente de transmisión por convección).

La figura 9.5 muestra el gráfico que relaciona la demanda térmica (Q), la resistencia térmica del pavimento (R) para obtener la temperatura de impulsión del agua en el circuito correspondiente (T_a) y la temperatura superficial máxima (T_s) (La temperatura de retorno será $T_a - 10^\circ\text{C}$)

Tras el cálculo de todas las T_a de todos los circuitos se seleccionará la mayor de ellas.

Pavimento	Espesor [m]	Resistencia térmica [m ² C/W]	Pavimento	Espesor [m]	Resistencia térmica [m ² C/W]
Parquet	0,012	0,09	Baldosa	0,020	0,02
Parquet	0,015	0,11	Mármol	0,030	0,01
Parquet	0,022	0,16	Terrazo	0,015	0,01
Tarima	0,020	0,21	Mosaico	0,025	0,06
Corcho	0,010	0,14	Linóleo	0,002	0,01



Distancia entre tubos: 200 mm
Salto térmico: 10°C

Fig. 8.5 - Cálculo de temperaturas de impulsión

Ejemplo práctico de aplicación

Circuito	Pavimento	Q [W/m ²]	T _i [°C]	R[m ² °C/W]	T _a [°C]
C.1.1	Parquet 12 mm	47,9	20	0,11	32,2
C.1.2	Baldosa 20 mm	64,0	20	0,02	30,5
C.1.3	Parquet 12 mm	55,2	20	0,11	34,0
C.1.4	Parquet 12 mm	33,9	20	0,11	28,8
C.1.5	Baldosa 20 mm	74,6	20	0,02	32,1
C.1.6	Parquet 12 mm	49,7	20	0,11	32,7
C.1.7	Parquet 12 mm	51,1	20	0,11	33,0
C.1.8	Baldosa 20 mm	74,6	20	0,02	32,1

Por lo tanto, la temperatura de impulsión del sistema en este ejemplo será de 34°C (la mayor T_a). El retorno será de 34°C - 10°C = 24°C.

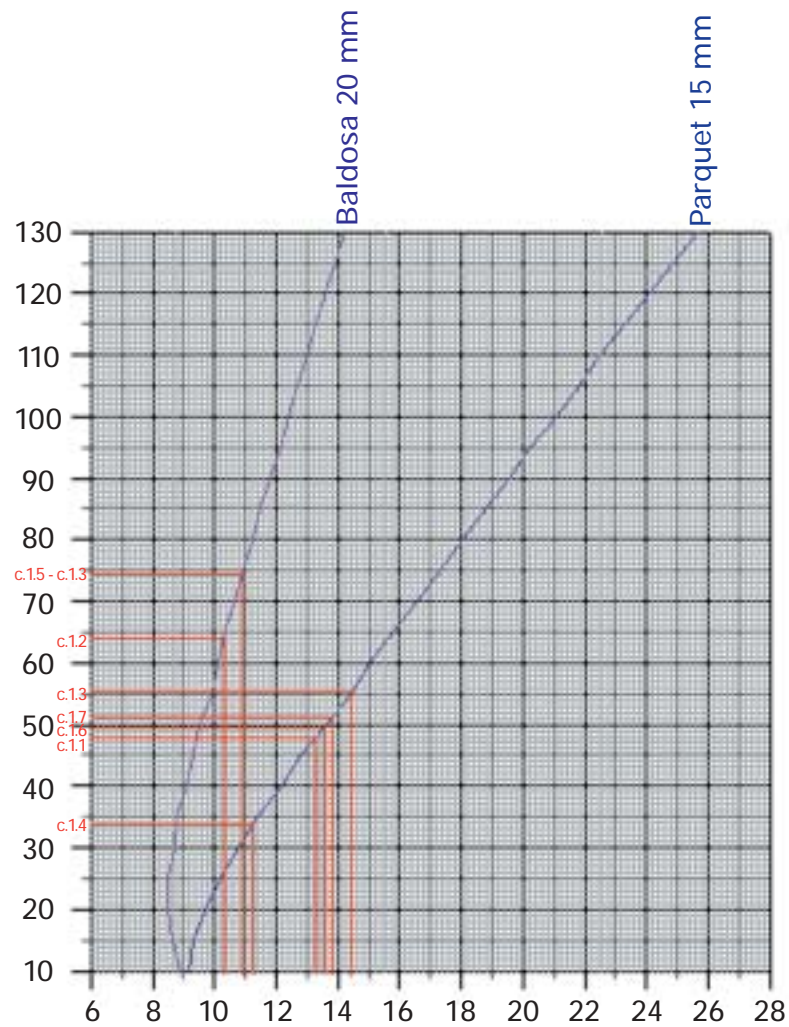


Fig. 8.6 - Cálculo de temperaturas de impulsión

8.6. Cálculo del caudal de agua

El caudal de agua a través de un circuito de calefacción por suelo radiante es función de la potencia térmica emitida, que suponemos de un valor idéntico a la carga térmica (Q), y del salto térmico entre la impulsión al circuito y el retorno desde éste.

Como se ha comentado con anterioridad, el salto térmico es una constante de valor 10°C, por lo que el caudal es únicamente función de la carga térmica según la expresión:

En Q ha de considerarse la potencia térmica emitida por cada circuito, incluyendo la emitida en los trayectos desde el local calefactado hasta el colector.

Los cabezales electrotérmicos, gracias a su ciclo de apertura y cierre, permitirán el paso del caudal calculado. De este modo se posibilita la regulación de cada local de forma independiente a todos los demás.

$$[Q] = m \cdot C_p \cdot (T_{imp} - T_{ret}) \text{ [Kcal/h]}$$

m = Caudal de agua [Kg/h]

C_p = Calor específico del agua [1 Kcal/Kg °C]

T_{imp} - T_{ret} = Salto térmico impulsión - retorno = 10°C

Ejemplo práctico de aplicación

Circuito	Q [W/m ²]	Área calefactada [m ²]	* Área real calefactada [m ²]	Q [W]	Caudal [l/s]
C.1.1	47,9	14,6	15,4	737,7	0,0176
C.1.2	64,0	16,2	21,1	1.350,4	0,0323
C.1.3	55,2	20,3	22,2	1.225,4	0,0293
C.1.4	33,9	27,0	28,5	966,2	0,0231
C.1.5	74,6	8,1	10,7	798,2	0,0191
C.1.6	49,7	17,4	20,0	994,0	0,0237
C.1.7	51,1	17,1	19,4	991,3	0,0237
C.1.8	74,6	8,4	10,1	735,5	0,0180

CAUDAL TOTAL DE IMPULSIÓN: 0,1868 l/s

* El área real calefactada considerada es el área del local que calefacta el circuito + el área de pasillo y hall calefactado en el tramo hasta el colector.

8.7. Cálculo de montantes y tuberías de distribución

Para el cálculo de la red de tuberías de conexión entre sala de calderas y colectores debe conocerse el caudal circulante por cada tramo. Una vez conocido este dato se entra en el gráfico de pérdidas de carga y se selecciona la dimensión de la tubería UPONOR wirsbo-evalPEX de acuerdo a un límite de pérdida de carga lineal que dependerá de la potencia de bomba disponible. Usualmente

este valor de pérdida de carga se fija en 0,2 KPa/m.

Los accesorios precisos son codos, derivaciones en T y racores con salida roscada. Su tipo será UPONOR Quick & Easy. Para dimensiones inferiores a 75 mm, o UPONOR grandes dimensiones bronce desde 75 hasta 110.

Ejemplo práctico de aplicación

Entrando en el gráfico de pérdidas de carga con 0,1868 l/s y UPONOR wirsbo-evalPEX 32x2,9 resultan unas pérdidas de carga en tubería de 0,057 KPa/m. Entrando con UPONOR wirsbo-evalPEX 25x2,3 resultan unas pérdidas de

carga superiores a 0,2 KPa/m. Manteniendo el criterio arriba planteado escogeremos UPONOR wirsbo-evalPEX 32x2,9 como tubería de distribución entre sala de calderas y colector.

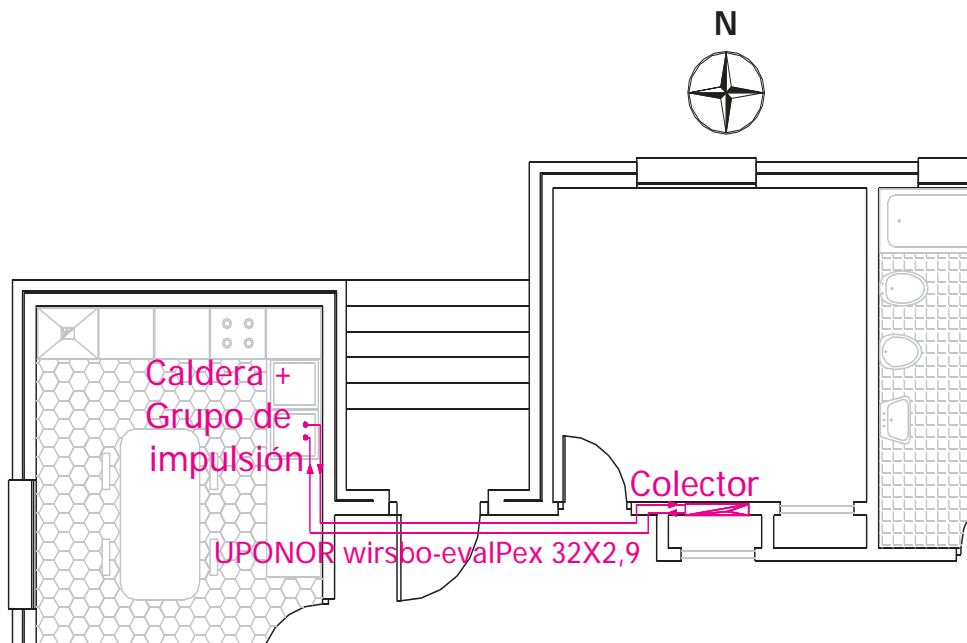


Fig. 8.7 - Trazado de la tubería de distribución entre sala de calderas y colector

8.8. Cálculo de pérdidas de carga

Trazando un esquema de la instalación, la pérdida de carga en ésta será la mayor de entre las pérdidas de carga de todos los trazados posibles que puede seguir el agua desde la impulsión del circulador hasta el retorno a éste.

Las pérdidas de carga en circuitos emisores y en montantes y tuberías de distribución se extraen de las gráficas de pérdidas de carga (ver anexos).

A las pérdidas de carga en las tuberías del trayecto más desfavorable se debe sumar las pérdidas singulares: colectores, codos, derivaciones en T, válvulas,... (Ver Anexos)

Ejemplo práctico de aplicación

Entrando en el gráfico de los anexos con UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8 se obtienen las pérdidas de carga en los diferentes circuitos.

Se halla la pérdida de carga originada en colector.

En el apartado anterior se calculó la pérdida de carga en tuberías de distribución.

Entrando en Anexos se hallan las pérdidas de carga singulares.

Circuito	Longitud [m]	Caudal [l/s]	Pérd. de carga [KPa/m]	Pérd. de carga [KPa]
C.1.1	79	0,0176	0,031	2,4
C.1.2	108	0,0323	0,096	10,4
C.1.3	114	0,0293	0,075	9,0
C.1.4	146	0,0231	0,053	7,7
C.1.5	55	0,0191	0,036	2,0
C.1.6	102	0,0237	0,056	5,7
C.1.7	99	0,0237	0,056	5,5
C.1.8	52	0,0180	0,032	1,7

Tramo	Criterio	Pérdida de carga [KPa]
Circuitos	Circuito C.1.2	10,4
Colector	8 circuitos Caudal: 0,1868 l/s	0,7
Tuberías de distribución	UPONOR wirsbo-evalPEX 32x2,9 Longitud: 2x7 m	0,8
Accesorios	10 Codos ø32	1,000 *
	4 Manguitos de unión ø32	0,016 *
	6 Llaves de corte ø32	1,731 *

* (1 m de tubería equivalente: 0,057 KPa)

TOTAL PÉRDIDA DE CARGA: 14,647 KPa

8.9. Selección de la bomba

La bomba se selecciona entrando en el gráfico de curvas características y seleccionando la velocidad que quede por encima del punto característico de funcionamiento de la instalación que viene determinado por el caudal y la pérdida de carga.

Ejemplo práctico de aplicación

En la figura siguiente se aprecia que debe seleccionarse la segunda velocidad de la bomba UPS 25-60.

La capacidad de la bomba, haciendo circular 0,1868 l/s con la segunda velocidad, es de 29 KPa, superior a lo requerido por el sistema (14,647 KPa). Esto implica que la caída de temperatura será menor que los 10°C prefijados. En este caso, debe instalarse una válvula extra en el retorno que origine una pérdida de carga de $29 - 14,647 = 14,353$ KPa a 0,1868 l/s.

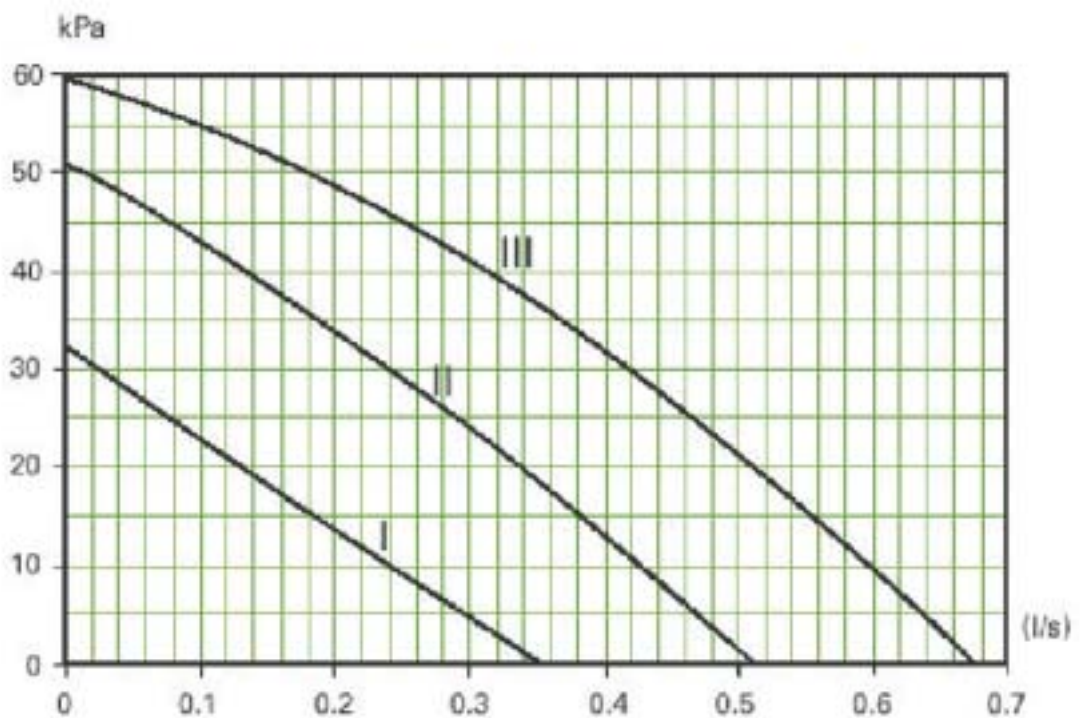


Fig. 8.8 - Punto característico de funcionamiento de la instalación

8.10. Selección del Grupo de Impulsión

El grupo de impulsión, al mezclar agua del retorno del suelo radiante y de la impulsión del generador térmico, consigue una temperatura de impulsión correcta a los colectores de suelo radiante.

Debe seleccionarse el tipo de bomba que incorpora y determinar qué tipo de grupo de impulsión se desea (Grupo de impulsión Uponor o Grupo de impulsión Uponor con centralita de regulación - ver capítulo 8).

La válvula mezcladora divide la instalación en un circuito primario (desde el generador de calor) y un secundario (desde la válvula mezcladora hasta los circuitos). Debe calcularse el K_v de equilibrado del grupo de impulsión entre primario y secundario.

Ejemplo práctico de aplicación

La expresión de cálculo del K_v de equilibrado es:

$$K_v = C_i / \sqrt{P}$$

$$C_i = \text{Caudal en el primario [m}^3/\text{h]} = Q_i / \Delta T_i$$

$$Q_i = \text{Potencia térmica instalada [Kcal/h]} = m_t \cdot C_p \cdot (T_{\text{imp}} - T_{\text{ret}})$$

$$m_t = \text{Caudal total de agua impulsado por el secundario [Kg/h]}$$

$$C_p = \text{Calor específico del agua [1 Kcal / Kg } ^\circ\text{C]}$$

$$T_{\text{imp}} - T_{\text{ret}} = \text{Salto térmico impulsión - retorno} = 10^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_i = \text{Salto de temperatura en el primario [}^\circ\text{C]}$$

$$P = \text{Presión disponible en el primario [bar]}$$

$$Q_i = 0,1868 \text{ l/s} \cdot 3600 \text{ [(l/h) / (l/s)]} \cdot 1 \text{ Kcal / (Kg } ^\circ\text{C)} \cdot 10^\circ\text{C} = 6.724,8 \text{ Kcal/h}$$

La temperatura de retorno del suelo radiante calculada es 24°C

La temperatura de impulsión de agua desde el grupo de bombeo del generador de calor la suponemos 80°C

Con estos datos $\Delta T_i = 80 - 24 = 56^\circ\text{C}$

$$C_i = 6.724,8 \text{ Kcal/h} / 56^\circ\text{C} = 120 \text{ l/h} = 0,120 \text{ m}^3/\text{h}$$

La presión disponible en el primario se determina de acuerdo a la potencia de la bomba del primario y al caudal que impulsa. Supongamos para este caso práctico una $P = 18 \text{ KPa} = 0,18 \text{ bar}$.

$$K_v = (0,120 \text{ m}^3/\text{h}) / \sqrt{0,18 \text{ bar}} = 0,283 \text{ (ver anexos)}$$

8.11. Selección del Generador de calor

La potencia útil en caldera o en otro generador térmico será: $Q_i \cdot \eta$

$$Q_i = \text{Potencia instalada}$$

$$\eta = \eta_c \cdot \eta_d$$

η_c = Rendimiento de la caldera (u otro generador de calor)

η_d = Rendimiento de distribución: da idea de las pérdidas de calor en montantes tuberías de distribución.

η_d = función del tipo y modelo de generador de calor

η_d = función de la temperatura de circulación del agua en montantes y tuberías de distribución y del aislamiento térmico aplicado a éstas.