

Suelo Radiante

BARBI

Máximo confort
Máximas ventajas



i n d u s t r i a l



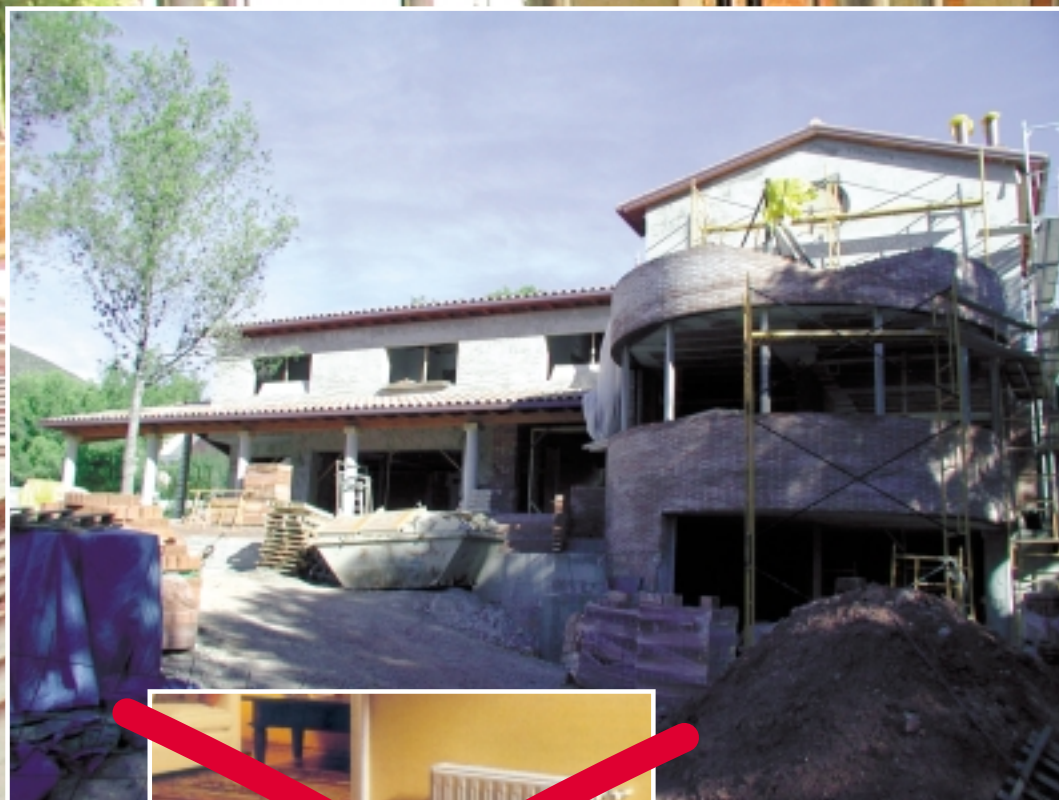
BLANSOL S.A.

SISTEMAS



Manual Técnico





Suelo Radiante

Máximo comfort, máximas ventajas

Hoy en día, el sistema de calefacción más conocido y ampliamente introducido en nuestros hogares es la calefacción por radiadores.

Sin embargo, cada día se va introduciendo con más fuerza la calefacción por suelo radiante.

Un sistema de calefacción que presenta grandes ventajas y por las cuales se utiliza masivamente en toda Europa. En países con alta tecnología en la construcción como Alemania o Suiza, más del 50% de las construcciones están calefactadas con suelo radiante.

Con esta guía, queremos dar a conocer estas grandes ventajas de la calefacción por suelo radiante y mostrar paso a paso cómo realizar correctamente una instalación de este tipo.

Hemos redactado la guía que tiene Ud. en sus manos con la idea de que sea completa y de fácil comprensión. A través de ella, vamos a intentar resolverle todas las dudas que pueda Ud. tener ahora mismo. Pero si todavía quedara algo sin aclarar, acuda a los profesionales de **Industrial Blansol**, que estarán siempre a su disposición.



¿Qué es el Suelo Radiante?

La calefacción por suelo radiante consiste en una tubería empotrada en la capa de mortero que discurre por toda la superficie del local a calefactar. Esta tubería conduce agua caliente (a baja temperatura respecto a otros sistemas de calefacción) producida generalmente por una caldera.

El agua cede el calor al suelo a través de la tubería y el suelo, a su vez, lo transmite al ambiente del edificio.



Podemos decir que hoy redescubrimos los beneficios del suelo radiante. Lejos de ser una novedad, se utilizaban sistemas similares aunque menos sofisticados en el siglo XII antes de Cristo. En España, en la Edad Media se utilizaba un sistema de suelo radiante rudimentario que consistía en hacer circular aire y gases calientes por unos conductos situados por debajo del pavimento. Estos gases emanaban de un hogar ubicado más abajo que el suelo. Generalmente, se utilizaba paja como combustible. El sistema dispensaba un bienestar tal que se decía de la gente que lo disfrutaba que "estaba en la gloria". Ahora podemos entender por qué este sistema se llamaba "las glorias".

La aparición de las tuberías de polietileno reticulado ha revolucionado el mundo del suelo radiante (como también el mundo de la calefacción en general y de la fontanería).

Gracias a las tuberías plásticas, se ha reducido considerablemente el tiempo de montaje optimizado a la vez la calidad y el rendimiento de la instalación: hoy en día no es concebible una calefacción por suelo radiante sin las tuberías plásticas por sus grandes ventajas, tanto económicas como técnicas, respecto a las tuberías metálicas.

Dos grandes factores han sido de suma importancia para que se desarrolle la calefacción por suelo radiante en toda Europa:

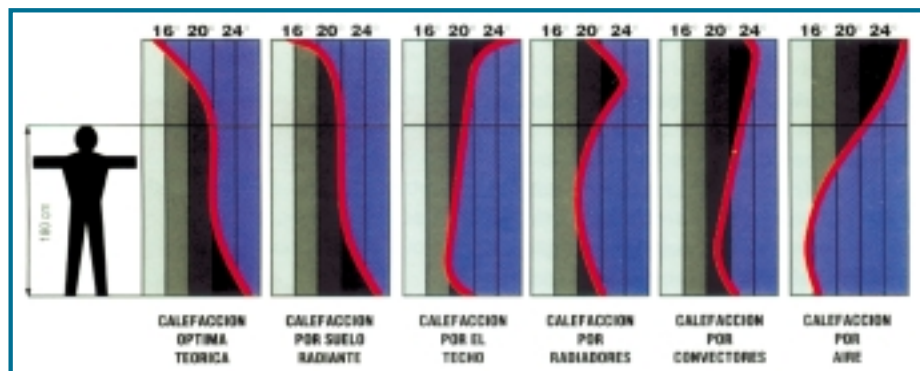
- La crisis del petróleo en los años 70 que obligó a buscar nuevas técnicas para un mayor ahorro energético (la calefacción es una de las actividades de mayor consumo de energía).
- La tendencia de los arquitectos a diseñar unos grandes espacios despejados, acogedores y con muchos ventanales. La combinación perfecta para este tipo de construcción es, sin duda alguna, instalar un suelo radiante.



Ventajas del Suelo Radiante

1. Distribución Ideal de la Temperatura

Para las personas, existe una distribución ideal de la temperatura en un local (ver gráfico). Si interpretamos esta curva, vemos que es conveniente conseguir una mayor temperatura en el suelo que en el techo ya que **el calor en los pies produce bienestar mientras que un fuerte calor al nivel de la cabeza se traduce en malestar**.



En estos gráficos de distribución de temperatura, se aprecia perfectamente que el suelo radiante es el sistema que más se acerca a la calefacción ideal. En los otros tipos de calefacción representados, la temperatura del suelo es inferior a la del techo, lo que provoca una acumulación del calor donde menos se necesita.

2. Estética

Con el suelo radiante desaparecerán de su vivienda los siempre molestos radiadores, que hasta ahora limitaban las posibilidades de decoración de su hogar y que suponen un foco donde se acumula polvo y cuyos huecos resultan siempre tan difíciles de limpiar.

3. Libertad de Elección de Suelos

Con el suelo radiante podrá elegir para su vivienda el tipo de suelos que más le guste y, lo que es mejor, con todos ellos tendrá una agradable sensación de confort al tener siempre los pies calientes.

4. No Ensucia las Paredes

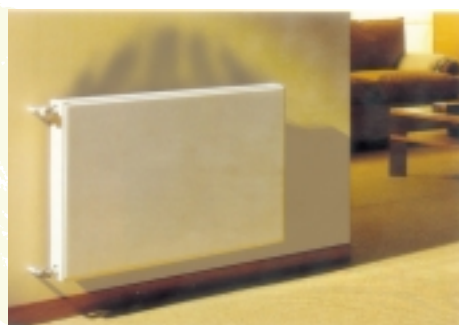
Los radiadores provocan movimientos de aire que acaban ennegreciendo la pared en la parte superior del radiador. El suelo radiante elimina de raíz este problema ya que no genera corrientes de aire por trabajar a baja temperatura.

5. Seguridad

El suelo radiante elimina los radiadores que siempre suponen un riesgo de quemaduras tanto para los niños como para los ancianos.

6. Ecológico

Dada la baja temperatura requerida, la instalación de suelo radiante se puede combinar con sistemas de paneles solares u otras energías alternativas.



7. Temperatura Uniforme en Toda la Vivienda

Con la calefacción por suelo radiante, se obtiene una temperatura uniforme en toda la superficie de la vivienda (unos 22 °C) desapareciendo así las zonas frías y calientes características de la calefacción por radiadores.

8. La Calefacción Más Confortable

La calefacción por suelo radiante **elimina el efecto de "paredes frías"** y permite respirar un aire más fresco con el consiguiente aumento de la sensación de bienestar.

El suelo radiante asimismo mantiene el grado de humedad natural del ambiente.

A través de diferentes ensayos, se ha demostrado que para una persona la sensación de calor depende tanto de la temperatura de las paredes (T_p) como de la temperatura ambiente (T_a).

En la medida en que las paredes estén más frías, será necesario aumentar la temperatura del aire para conseguir la misma sensación de calor.

Con la calefacción por suelo radiante conseguimos un ambiente más agradable y fresco que con otros sistemas de calefacción tradicionales.



La calefacción por suelo radiante es también el sistema de calefacción más confortable por su grado de cumplimiento de la normativa actual. Para garantizar una adecuada sensación de bienestar, el Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria, en su IT.IC.02, impone la condición de que la temperatura resultante de los locales, medida en su centro y a 1,50 m. del suelo, esté comprendida entre 18 °C y 22 °C y que, además de la temperatura resultante a 1,80 m. del suelo no habrá de ser superior en más de 2 °C, ni inferior en más de 4 °C, a la temperatura a nivel del suelo. En el caso de la calefacción por suelo radiante, la temperatura media superficial no sobrepasará los 29 °C. El suelo radiante es seguramente el sistema de calefacción que más se ajusta a esta normativa.

El aislamiento termoacústico incorporado al suelo evita el paso de ruidos por lo cual mejora la calidad y el confort de la construcción.



9. La Calefacción Más Saludable

La uniformidad de las variables "temperatura" y "humedad" a lo largo del espacio de un local permite un **funcionamiento normal del mecanismo de regulación de la temperatura corporal**. Los otros sistemas de calefacción no mantienen esta uniformidad.

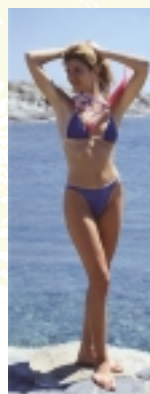
Al no resecar el ambiente, **desaparecen los problemas respiratorios** debidos a la calefacción.



Muchos detractores del suelo radiante hicieron hincapié en que era causante de alteraciones del sistema circulatorio. Respetando la temperatura media superficial de 29 °C que dicta el Reglamento de Calefacción (IT.IC.02.1.), no se produce ningún problema de mala circulación. Además, los edificios de nueva construcción cumplen la normativa en materia de aislamiento térmico por lo cual en la práctica un suelo radiante bien diseñado no sobrepasará nunca los 29 °C de temperatura media superficial.

Según el Dr. Heinrich Rossman, Doctor Jefe del Hospital de Distrito de Mainburg, en los sistemas de calefacción en hospitales es muy importante encontrar un compromiso entre los aspectos técnicos e higiénicos y de salud. Según él, las principales ventajas de la calefacción por suelo radiante en un centro hospitalario son:

- a) En la calefacción por suelo radiante el radiador es el mismo pavimento. La limpieza obligada del suelo incluye, por lo tanto, la del "radiador". En cambio, los radiadores por elementos son difíciles de limpiar.
- b) La pequeña diferencia de temperatura entre el suelo y el ambiente evita que se levante el polvo y, por lo tanto, la propagación de agentes contaminantes.
- c) La calefacción por suelo radiante, al conseguir un reparto homogéneo del calor en todo el pavimento, tiene un efecto preventivo sobre los resfriados.
- d) Además, según el Dr. Rossman no tiene ningún fundamento médico decir que la calefacción por suelo radiante provoca problemas circulatorios. La posición del Dr. Rossman es confirmada por la revista alemana "AKTUELLE MEDIZIN" (Nr. 29/30 de 1981): "las personas que sufren de varices o predispuestas a sufrir trombosis no deben temer que sus problemas de salud empeoren con la calefacción por suelo radiante si no se sobrepasa "unas temperaturas superficiales en el suelo de entre 25 y 30 °C".



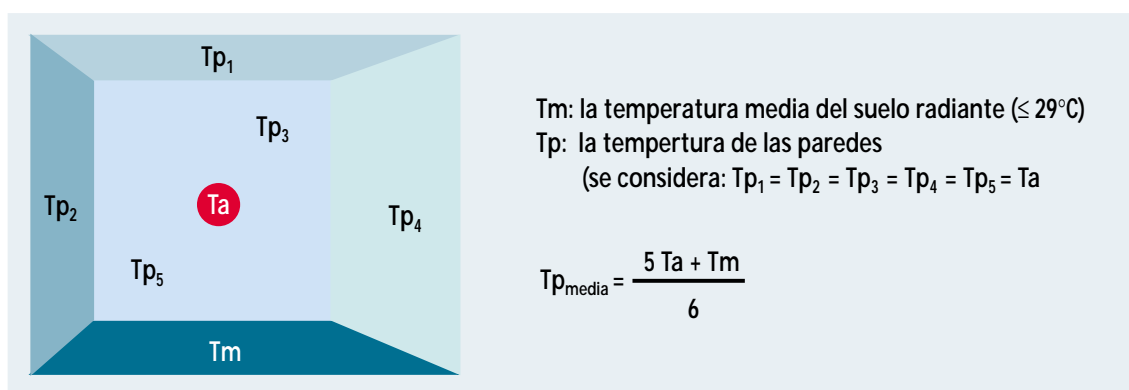
10. La Calefacción que Ahorra Energía

Contrariamente a los sistemas de calefacción por radiadores, que necesitan una temperatura media del agua de 80 °C, en los circuitos de calefacción por suelo radiante es suficiente una temperatura media del agua de 40 °C - 45 °C. **Al trabajar a baja temperatura, se reducen las pérdidas de calor en las conducciones generales**, tuberías que enlazan la fuente de calor con los circuitos, **y se puede producir el agua caliente mediante cualquier fuente de calor** (bomba de calor, calderas de alto rendimiento o paneles solares).

A través de diferentes ensayos, se ha demostrado que para una persona, la sensación de calor depende tanto de la temperatura media de las paredes TP_{media} como de la temperatura ambiente (Ta). A raíz de estos ensayos se definió la temperatura seca resultante (Tr):

$$Tr = \frac{Ta + TP_{media}}{2}$$

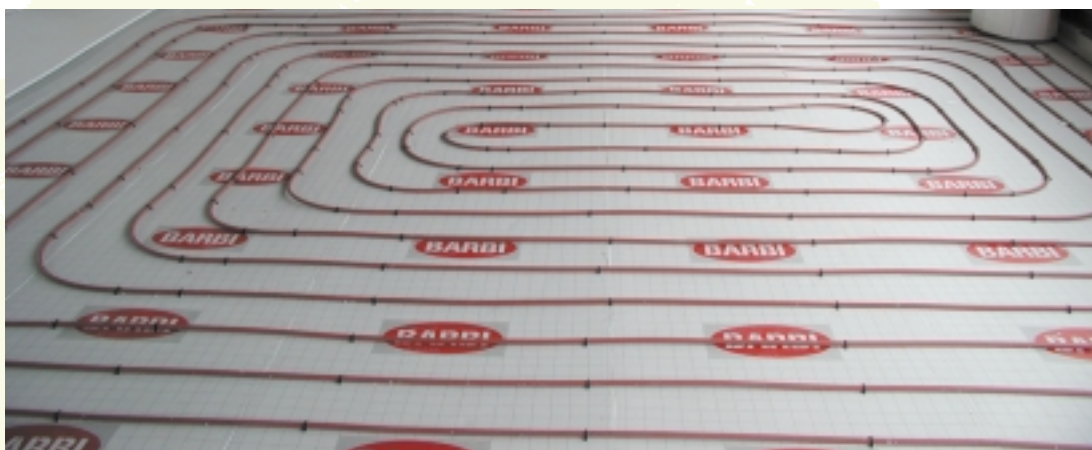
Temperaturas que influyen en la sensación de confort.
Cómo calcular la temperatura media de las paredes (TP_{media})



En otros términos, podemos afirmar que si aumentamos la temperatura media de las paredes (TP_{media}) en 2 °C (siendo 2 °C un valor medio con una calefacción radiante) podemos disminuir en las mismas proporciones la temperatura ambiente (Ta) consiguiendo la misma sensación de confort ya que la temperatura seca resultante (Tr) no ha variado. **De este modo, se aminoran las pérdidas de calor por renovación de aire** al necesitar una temperatura ambiente (del aire) inferior en 2 °C con respecto a otros sistemas de calefacción.

Además de lograr este ahorro energético, conviene recordar que aumenta la sensación de bienestar al respirar un aire más fresco como se ha mencionado anteriormente.

Nota: Las pérdidas por renovación corresponden al calor necesario para elevar a la temperatura ambiente el aire exterior que se infiltra dentro de un local a través de las rendijas de puertas y ventanas y al ventilarlo.



Vamos a cuantificar con un ejemplo esta disminución de las pérdidas de calor por renovación. Deseamos calefactar un local a una temperatura ambiente $Ta = 20^\circ C$ con una calefacción por radiadores. El mismo local con un suelo radiante necesitará $Ta = 18^\circ C$ consiguiendo la misma sensación de calor.

Tenemos: $Q_a = V_a \cdot \rho_a \cdot C_{pa} \cdot (T_a - T_e)$

Siendo:

Q_a : las pérdidas de calor por renovación (o infiltraciones) de aire (Kcal/h).
 V_a : el caudal de aire exterior frío (m^3).
 ρ_a : densidad del aire (Kg/m^3).
 C_{pa} : calor específico del aire (Kcal/h.Kg. °C).
 T_a : temperatura ambiente (°C).
 T_e : temperatura exterior (°C).

Para un mismo local y un fluido determinado (en nuestro caso el aire) V_a , ρ_a y C_{pa} son constantes con lo cual Q_a es función únicamente de la diferencia de temperatura entre el ambiente y el aire exterior ($T_a - T_e$).

Si $T_e = 2^\circ C$:

- Calefacción por radiadores: $T_a - T_e = 20 - 2 = 18^\circ C$.
- Calefacción por suelo radiante: $T_a - T_e = 18 - 2 = 16^\circ C$.

Esto se traduce en una disminución de más de un 10% ($18-16 / 18$) de las pérdidas de calor por entrada de aire exterior.

Hay otras razones por las cuales la calefacción por suelo radiante consigue un ahorro energético.

Al no tener una acumulación de calor en la parte alta de los locales calefactados, se reducen considerablemente las pérdidas de calor a través del techo.

Las curvas de distribución ideal de la temperatura demuestran que en caso de otros sistemas de calefacción la temperatura a la altura del techo puede ser superior en $10^\circ C$ a la temperatura alcanzada a dicha altura en una instalación de calefacción por suelo radiante.



Podemos cuantificar también con un ejemplo este fenómeno. Queremos calefactar un local con el techo en contacto con el exterior. Con la calefacción por aire, alcanzamos los $26^\circ C$ a la altura del techo mientras que con el suelo radiante sólo alcanzamos $16^\circ C$.

Tenemos: $Q_p = K \cdot S \cdot (T_t - T_e)$

Siendo:

Q_p : las pérdidas de calor por el techo (Kcal/h).
 K : el coeficiente de transmisión del techo ($Kcal/h \cdot m^2 \cdot ^\circ C$).
 S : la superficie del techo (m^2).
 T_t : temperatura a la altura del techo (°C).
 T_e : temperatura exterior (°C).

Para un cerramiento dado, el coeficiente de transmisión (K) y su superficie (s) son constantes y, por lo tanto, Q_p depende únicamente de la diferencia de temperatura entre el ambiente y el aire exterior ($T_t - T_e$).

Si $T_e = 2^\circ C$:

- Calefacción por aire: $T_t - T_e = 26 - 2 = 24^\circ C$.
- Calefacción por suelo radiante: $T_t - T_e = 16 - 2 = 14^\circ C$.

Vemos que en el caso del suelo radiante se reducen las pérdidas de calor por el techo en más de un 40% ($24 - 14 / 24$). Esta gran ventaja adquiere toda su importancia cuando se trata de calefactar locales con techos muy altos (iglesias, naves industriales, bibliotecas, grandes salones públicos...).

Considerando todos estos factores, podemos asegurar que el ahorro energético con la calefacción por suelo radiante es del orden de un 10% respecto a otros sistemas de calefacción tradicionales.

Elementos Constitutivos del Suelo Radiante

El Forjado

Se compone de bovedilla y viguetas y forma de estructura que separa una planta de otra. Es la base del suelo radiante.

El Panel Aislante en Rollo Barbi



Las tuberías van colocadas encima de un material de aislamiento que desempeña un papel clave para conseguir el necesario aislamiento térmico y acústico. Es por ello muy importante que se utilice un material de la mayor calidad. En nuestro caso utilizamos un panel aislante en rollo que presenta muchas ventajas respecto a las placas de aislamiento moldeadas que hasta ahora se venían utilizando.

Los paneles aislantes en rollo Barbi están recubiertos por tres capas exteriores: Papel Kraft + Film de Aluminio + Film de Polietileno. Incorporan asimismo una cinta autoadhesiva lateral que mantiene la continuidad del aislamiento evitando así los puentes térmicos y acústicos. La capa principal de poliestireno expandido es de alta densidad para así poder soportar el peso del mortero y del pavimento sin sufrir aplastamiento alguno.

Estos paneles aislantes se colocan directamente sobre el forjado y, a su vez, sobre ellos se van colocando los circuitos de tubería. Toda su superficie está cuadrículada para facilitar la correcta alineación de la tubería.

Las Grapas de Sujeción y la Grapadora de Montaje



Para la sujeción de la tubería sobre los paneles aislantes se utilizan unas grapas de sujeción especiales que fijan el tubo hasta el momento del vertido definitivo del mortero.

Estas grapas se fijan sobre los paneles aislantes con la ayuda de una práctica grapadora de pie, que facilita enormemente la tarea de sujetar las tuberías, respecto a los sistemas tradicionales.



La Tubería



El elemento fundamental de un sistema de calefacción por suelo radiante son los circuitos de tuberías de agua caliente que se instalan bajo el suelo de la vivienda.

La función de las tuberías es conducir el agua caliente generada por la caldera hacia los distintos circuitos, logrando así transmitir el calor al pavimento.

Estas tuberías, fabricadas en un material plástico de alta tecnología denominado polietileno reticulado, soportan con total garantía la circulación continua de agua caliente.

La Banda Perimetral

Se trata de una cinta fabricada en un material espumoso cuya función es absorber las dilataciones del suelo, además de evitar los ya mencionados puentes térmicos y acústicos.

La banda perimetral Barbi, fabricada en espuma de polietileno, cuenta con un faldón de estanqueidad que se adhiere al panel aislante gracias a una cinta autoadhesiva y se sirve precortada para facilitar la eliminación del sobrante tras su instalación.



El Aditivo Fluidificante y Retardante

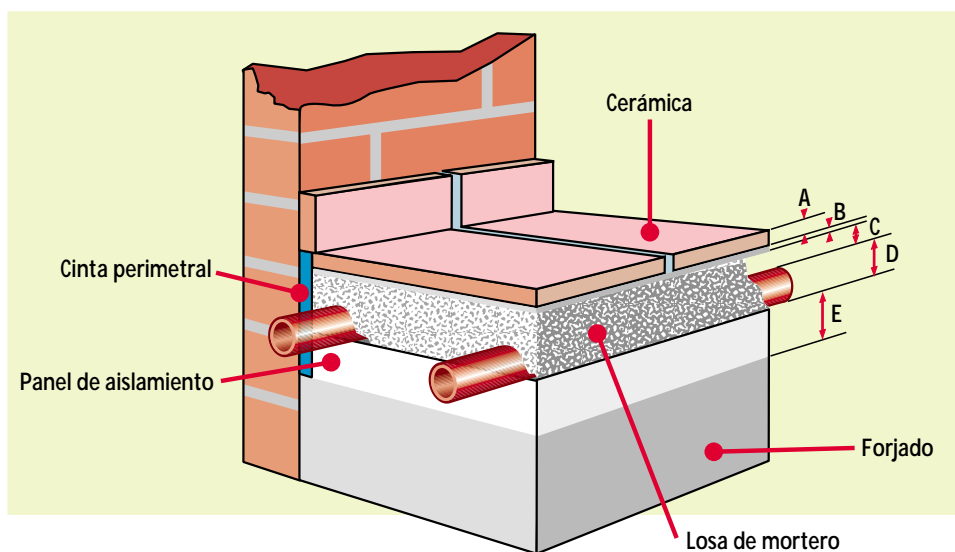


Se trata de un líquido especial que se añade al mortero para aumentar su fluidez. Una mayor fluidez del mortero hace que se requiera menor cantidad de agua para el amasado y se reduzca la porosidad del mortero una vez fraguado, con lo que se optimizan las características del mortero haciéndolo más resistente a la compresión y más maleable. El mortero así envolverá perfectamente el tubo sin dejar celdillas de aire que dificultarían la transmisión del calor.

El resultado final es un mortero con una mayor resistencia mecánica y una mejor transmisión del calor.

El aditivo fluidificante es también un gran reductor de agua.

Finalmente, este aditivo tiene una función retardante, es decir, retrasa el fraguado del mortero para evitar que un fraguado excesivamente rápido genere fisuras.



- A - Gres (10 mm)
- B - Cemento cola (5 mm)
- C - Mortero encima de tubería (40 mm)
- D - Tubería (20 mm)
- E - Aislamiento (20 mm)

ALTURA TOTAL INSTALACIÓN - 80 mm

ALTURA TOTAL SUELO ACABADO - 95 mm

El Sistema de Colectores



Se trata de un conjunto de accesorios que se colocan normalmente en una caja de registro y cuya función es distribuir el agua caliente que se recibe de la caldera a cada uno de los circuitos de tubería correspondientes a cada habitación de la vivienda.

El sistema de colectores permite la regulación independiente de las temperaturas de cada una de las habitaciones de la vivienda en función de sus respectivas necesidades caloríficas.

Se componen de una serie de elementos que vamos a detallar a continuación:

Colectores de Ida y de Retorno



Se trata de dos colectores de latón de dimensión 1 1/4" (uno de ida y otro de retorno) donde se colocan todos los órganos de regulación y control del sistema de colectores.

El colector de ida está provisto de detentores con indicadores ópticos de pérdida de carga y el colector de retorno está provisto de válvulas termostatzables.



Cajas para Colectores de Suelo Radiante



Se trata de unas cajas metálicas de registro para los colectores de suelo radiante que incorporan una tapa con cerradura de seguridad.

Soportes para Colectores de Suelo Radiante



Para la correcta fijación de los colectores de suelo radiante dentro de la caja de colectores o directamente en la pared.

Válvulas Termostatizables con Cabezales Electrotérmicos



Cada circuito consta de una válvula termostatizable que permite el cierre total o parcial (regulación del caudal por el usuario) independientemente, mediante un termostato ambiente.

Medidores de Caudal



Los medidores de caudal permiten conocer el caudal que circula por cada circuito. Van colocados en el colector de retorno.

Detentores



Tienen la misma finalidad de regular proporcionalmente el caudal de cada circuito, pero sólo pueden ser manipulados por personal cualificado. La regulación del detentor se hará en función de los datos técnicos de cada circuito. La utilización de un medidor de caudal (caudalímetro) facilita esta operación al ser la lectura directa (ver apdo. "Equilibrado hidráulico").

Válvulas de Esfera con Racor Móvil



Cada colector dispone de una llave de corte necesaria para independizarlo del resto de la instalación. De esta forma se puede sustituir cualquier elemento del colector sin dejar fuera de servicio el resto de la instalación.

Se trata de una válvula de esfera reversible dotada de racor móvil y termómetro. El termómetro que incorpora la válvula nos permite conocer en cada momento la temperatura del agua de ida y del agua de retorno.

Grupos de Purgado y Vaciado



Se componen de un purgador y de una válvula de vaciado.

La función del purgador es eliminar el aire de la instalación para facilitar la correcta circulación del agua a través de los circuitos de suelo radiante. Asimismo la función de la válvula de vaciado es permitir el vaciado del colector.

Los grupos de purgado y vaciado se sitúan en el extremo de los colectores.

Adaptadores para Tubo de Polietileno Reticulado Barbi



Se trata de unos adaptadores a compresión especiales para el tubo de polietileno reticulado Barbi de diámetros 16 o 20 mm. y los colectores de suelo radiante Barbi (1 1/4").

Circulador de Agua



Llamamos circulador de agua a la bomba encargada de garantizar la velocidad requerida de circulación de agua por los circuitos que componen la instalación.

La Regulación

Es el equipo que controla el funcionamiento del sistema de calefacción de suelo radiante en función de las necesidades de aportación de calor que haya en cada momento. Su funcionamiento es clave para conseguir un grado de confort óptimo así como para minimizar el consumo energético. Existen variados sistemas de regulación dependiendo de su grado de sofisticación:

- **Sistemas de Regulación a Temperatura Fija.**
Garantizan que la temperatura que recibe la instalación de Suelo Radiante es siempre la prefijada en el proyecto.
- **Sistemas de Regulación a Temperatura Variable.**
Son sistemas más sofisticados que permiten variar la temperatura que recibe la instalación de Suelo Radiante en función de diversas circunstancias como las variaciones en la temperatura exterior en la calle y la temperatura ambiente interior de la vivienda.



La Fuente de Calor



Normalmente se trata de una caldera convencional que se encarga de calentar el agua de la vivienda, tanto de la instalación de calefacción de Suelo Radiante como del agua caliente sanitaria de la cocina y de los cuartos de baño.

Existen en el mercado calderas de baja temperatura especiales para las instalaciones de Suelo Radiante y otros sistemas denominados Bombas de Calor. Su instalador de confianza le recomendará el equipo más adecuado para su vivienda.

Distribución de los Tubos en el Suelo

Para conseguir un reparto uniforme del calor a lo largo de la superficie de los locales a calefactar, se pueden utilizar varios sistemas de distribución de los tubos en el suelo.

Distribución en Serpentin

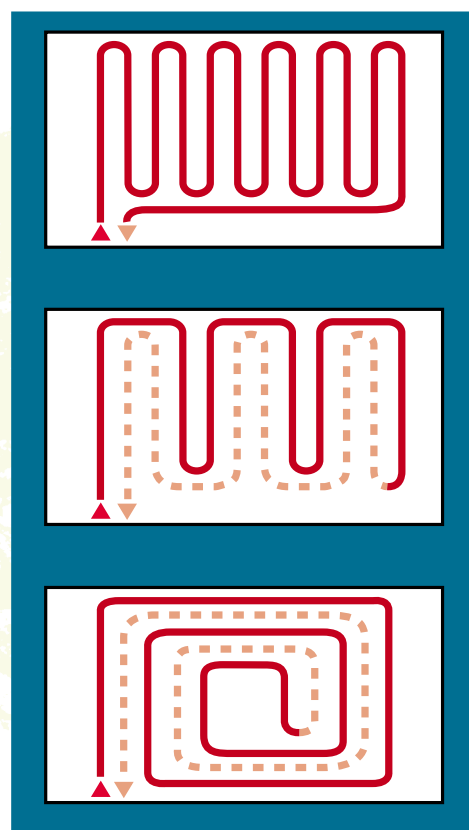
La distribución del tubo empieza por un extremo del local y termina en el extremo opuesto avanzando en líneas paralelas equidistantes una de otras. Esta distribución es la más sencilla pero presenta una gran inconveniente. En efecto, a pesar de tener una cantidad de tubo por metro cuadrado idéntica en cualquier punto del local, el reparto del calor no es igual ya que el agua se va enfriando a lo largo del circuito.

Distribución en Doble Serpentin

Al igual que la distribución en serpentín, se va de un extremo a otro avanzando en líneas paralelas equidistantes una de otras pero dejando huecos donde van colocadas las líneas de retorno hasta llegar otra vez al punto de partida. Esta distribución elimina el inconveniente mencionado anteriormente y se adapta perfectamente a locales irregulares o alargados.

Distribución en Espiral

Como su nombre indica, se realiza en forma de espiral de forma cuadrada o rectangular empezando por un extremo y avanzando de fuera a dentro dejando huecos para volver al punto de partida al llegar al centro del local. Este sistema iguala perfectamente la temperatura del suelo ya que se alterna un tubo de ida con un tubo de retorno.



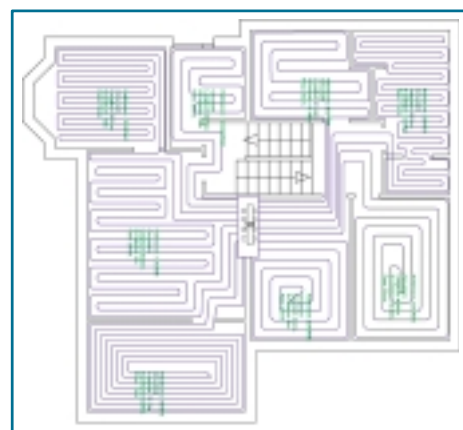
Instalación de Calefacción por Suelo Radiante

Consejos Previos a la Instalación de una Calefacción por Suelo Radiante

Por sus características, el suelo radiante requiere una preparación de la obra y una perfecta coordinación entre el instalador y el aparejador.

El primer paso importante es la realización de un proyecto por un técnico especializado. De este estudio depende el buen funcionamiento de la instalación de calefacción por suelo radiante.

En **Industrial Blansol** ponemos al servicio de los instaladores y oficinas técnicas nuestro departamento técnico especializado en este tipo de proyectos.



Adaptar la Obra a la Calefacción por Suelo Radiante

El suelo radiante requiere un espacio extra entre el forjado y el solado.

El panel aislante y el mortero que recubre los tubos son los causantes de esta sobreelevación del suelo.

La instalación de suelo radiante necesita un total de unos 8 cm. de altura extra, aspecto que se deberá tener en cuenta en el proyecto.

Los paneles aislantes **Barbi** tienen un espesor de 20 mm.

La capa de mortero debe tener como mínimo un espesor de 4 cm. por encima de la tubería.

En efecto, una losa de mortero demasiado fina podría originar zonas frías y calientes en el suelo así como la aparición de grietas. Por encima de estos valores aumentamos considerablemente la inercia del sistema.

Los desagües que inevitablemente nos encontraremos en los baños y en la cocina no suponen ningún problema para la instalación de suelo radiante. La única precaución que se deberá tomar es rodear los tubos de desagüe con banda perimetral, para así evitar la formación de puentes térmicos y evitar posibles problemas de absorción de dilataciones.



Otro factor no menos importante es **conseguir que la superficie del forjado sea lo más lisa posible** sin restos de materiales ni pegotes de yeso u hormigón. Previamente a la colocación del panel aislante se barrerá el suelo.

Los paneles aislantes de poliestireno expandido pueden quebrarse si se colocan sobre superficies irregulares. Por eso, el forjado donde va colocado el panel ha de ser correctamente nivelado para evitar la rotura de éste al pisarlo. De lo contrario, existe el riesgo de que aparezcan grietas en el suelo ya que la losa flotante no tendrá una base estable regular. La losa flotante está formada por la capa de mortero y el pavimento. Flotante significa que la losa no forma ninguna unión rígida con las paredes que la delimitan ni con el forjado. Esto se consigue gracias a los paneles aislantes y a la banda perimetral que va colocada entre el suelo y los cerramientos verticales. La banda perimetral permite la dilatación del mortero debida a los cambios de temperatura y evita la formación de grietas en el suelo.

En todo caso, si el nivelado del forjado no es correcto, se rellenan las irregularidades del mismo con mortero quedando así los paneles aislantes perfectamente asentados.

Requisitos Antes de Pasar a la Ejecución



El instalador, antes de empezar el montaje, debe **asegurarse de que todos los tabiques estén levantados** ya que son ellos los que delimitan los circuitos.

Por lo anteriormente mencionado, **la red de desagües debe estar acabada** ya que estos quedan por debajo del suelo radiante.

Para evitar posibles heladas del agua contenida en los circuitos, **es recomendable realizar el montaje cuando puertas y ventanas estén colocadas**.

Para más seguridad, se recomienda añadir un anticongelante al agua de llenado de los circuitos en zonas extremadamente frías.

Instalación de la Calefacción por Suelo Radiante Paso a Paso

1. Ubicación de los Colectores

Los colectores se sitúan siempre a un nivel más alto que los circuitos que alimentan para así poder purgarlos. De lo contrario, el aire contenido en las tuberías sería imposible de eliminar y dificultaría la circulación del agua.

En general, se colocan los colectores a una altura de 70 cm. aproximadamente desde el forjado. De esta manera, se respetan los radios de curvatura de los tubos y se garantiza la estanqueidad del adaptador para tubo de polietileno reticulado.

Si la obra tiene varias plantas, debe colocarse una pareja de colectores en cada una de ellas intentando en la medida de lo posible ubicarlo en la parte central de dicha planta. De esta manera, se reduce la longitud necesaria de tubo para enlazar los circuitos con los colectores. El lugar donde se sitúa el colector debe ser fácilmente accesible para poder manipular los órganos de control incorporados en los colectores. Lo más frecuente es instalar el colector en los armarios empotrados o en el hueco de la escalera, es decir, allí donde queden más disimulados y molesten menos.



2. Colocación del Panel Aislante y de la Banda Perimetral



Previamente a la colocación del panel aislante, se instala la banda perimetral en todo el perímetro de las dependencias utilizando los tabiques como apoyo hasta que se coloquen los paneles aislantes que la sujetarán.

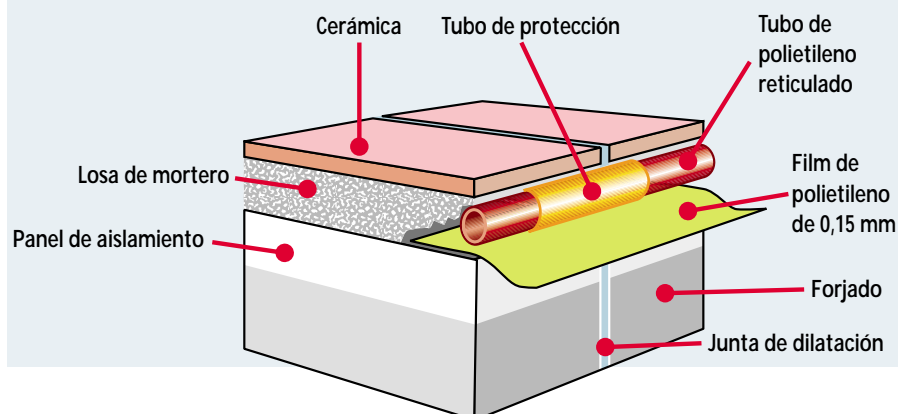
Además se deben rodear con banda perimetral las columnas que pudiéramos encontrar, así como otros obstáculos como tuberías de desagüe, escaleras, etc.

Se puede utilizar también la banda perimetral para realizar las juntas de dilatación o prolongar las de la estructura del edificio. La juntas de dilatación, como su propio nombre indica, tienen como objetivo absorber las dilataciones de la losa de mortero.

Una vez colocado el pavimento, se recortará el trozo de banda perimetral que sobresalga.



Juntas de dilatación



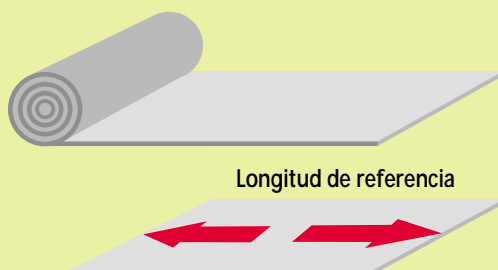
Es necesario prever juntas de dilatación para dependencias cuya superficie sea superior o igual a 40 m² o cuando su longitud sea igual a más de 2 veces su anchura. Además, es aconsejable ubicar juntas de dilatación en el hueco de las puertas para "desolidarizar" la losa de mortero de las dependencias de la losa del pasillo. Los tubos que crucen esta juntas de dilatación deben ir enfundados con tubo coarrugado (unos 30 cm) para evitar el rozamiento directo del mortero sobre dichos tubos (ver gráfico adjunto).

Una vez instalada la banda perimetral, se procede a la colocación del panel aislante.

Para la colocación de los paneles aislantes en rollos **Barbi**, se procede según el siguiente esquema de montaje:



- 1 Medir el ancho del local.
Restarle 16 mm (el doble del espesor de la banda perimetral)



- 2 Preparar un rollo cortando tramos según la medida anterior.



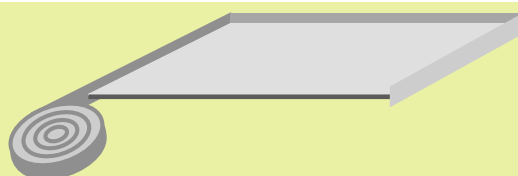
- 3 Si el tramo final de un rollo es inferior a la longitud de referencia, unirlo con cinta adhesiva con el principio del siguiente rollo.



- 4 Seguir preparando tramos de la misma longitud.



- 5 Apilar los tramos controlando su longitud.



- 6 La banda perimetral se fijará a las paredes y seguidamente se instalarán los tramos precortados. El último tramo tendrá un ancho de ≤ 1 m.

3. Distribución de Tubo BARBI

Es necesario el plano de montaje a la hora de instalar el tubo ya que indica la posición de los colectores y el recorrido de los circuitos.

Para enlazar los circuitos de las distintas dependencias con los colectores, es conveniente pasar los tubos por los pasillos aprovechando así para calefactar los mismos.

Es indispensable respetar un orden para distribuir el recorrido de los circuitos hacia las dependencias con el fin de evitar que se crucen los tubos. La forma más fácil es conectar el circuito de la dependencia que queda más a la izquierda a la llave más a la izquierda del distribuidor y así sucesivamente hasta llegar a la llave más a la derecha.

Los tubos que salen del suelo o que atraviesan muros o tabiques deben ir siempre protegidos por una funda de tubería corrugada o por los tubos exteriores de aluminio Barbi. En la medida de lo posible, los tubos de cada dependencia deben entrar y salir por el espacio de los marcos de las puertas.

En todo caso, se debe evitar una concentración excesiva de tubos en el suelo para prevenir un sobrecalentamiento y no superar la temperatura superficial permitida de 29°C.

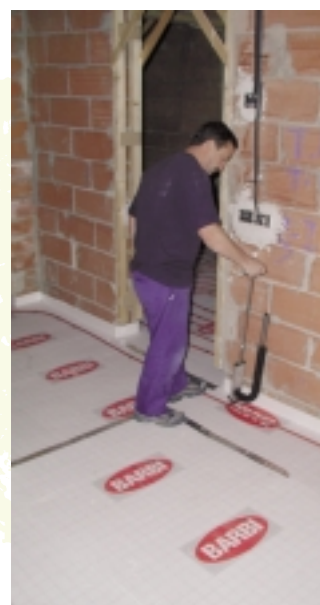
El sistema de fijación de los tubos al aislamiento es rápido y seguro gracias a los paneles aislantes en rollo Barbi y a su sistema de grapas y grapadoras de montaje.

Siguiendo las prescripciones del proyecto de Norma Europea para cálculo y montaje de una instalación de suelo radiante, hay que asegurarse de que los tubos y su sistema de fijación (grapasp) queden posicionados tanto vertical como horizontalmente según lo previsto en el proyecto de la instalación. Como dice el proyecto de Norma Europea, "la variación de la posición vertical hacia arriba de los tubos antes y después de embeberlos en el mortero no debe de ser superior en 5 mm y eso en cualquier punto del circuito. La variación del paso entre tubo no debe ser superior en ± 10 mm. a la altura de los puntos de fijación" (ver esquema en página siguiente).

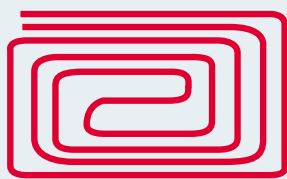
Nota: Estas prescripciones no son aplicables en las curvas.

Cuanto más pequeña es la distancia entre los puntos de fijación, más fácil será respetar lo dicho anteriormente. La experiencia ha demostrado que con un sistema de grapas individuales se necesita una distancia entre puntos de fijación de aproximadamente 50-60 cm. para cumplir las exigencias arriba mencionadas.

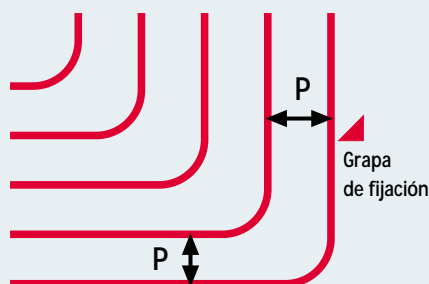
El paso entre tubos viene determinado por el proyecto de instalación de suelo radiante. En otros tipos de paneles aislantes moldeados el paso o distancia entre tubos puede estar condicionado por la forma del panel de aislamiento y suele estar entre 10 y 30 cm. Una de las ventajas del panel aislante en rollo Barbi es que al ser su superficie lisa, y estar cuadrículada, el instalador no tiene ninguna limitación a la hora de colocar el tubo sobre el aislamiento, según las necesidades de cada obra en concreto.



Variaciones máximas del paso entre tubos



P= Paso entre tubos
 $(P+10) \text{ mm} > P > (P-10) \text{ mm}$



El radio de curvatura del polietileno reticulado **BARBI** en frío es de 10 veces el diámetro exterior del tubo a condición de operar con la suficiente precaución para no aplastar el tubo. En tiempos fríos, puede ser necesario calentar el tubo. Esta operación debe hacerse únicamente con aire caliente (decapador) o por circulación de agua caliente. En ningún caso debe utilizarse una llama ya que esta puede dañar el tubo.

Para instalar los tubos son necesarios dos operarios. El primer operario desenrolla el tubo mientras el segundo operario lo fija al panel aislante con la ayuda de la grapadora Barbi.

El tubo en rollo debe ser desenrollado de forma regular, en el sentido inverso del enrollamiento, comenzando siempre a partir del exterior del rollo.

Mediante el adaptador del colector, se conecta el extremo de rollo a la primera toma del colector de ida. Se desenrolla el tubo hacia la dependencia y allí se distribuye según el esquema indicado en el plano del montaje.

El retorno al colector debe hacerse paralelo al tubo de ida. Se corta entonces el tubo sobrante con la tijera especial **Barbi** para conseguir un corte limpio. Con el adaptador del colector se conecta el tubo al colector de retorno. Procediéndose así sucesivamente para el resto de circuitos.

Nota: Suele resultar útil marcar en el colector con un rotulador a qué habitación corresponde cada circuito. Esto facilitará posteriormente la regulación y el equilibrado de la instalación.

4. Prueba de Presión

Esta prueba de presión es muy importante ya que de ser satisfactoria elimina por completo el riesgo de fugas en los circuitos.

El proyecto de Norma Europea exige para las instalaciones de suelo radiante que los tubos sean probados a una presión de prueba de 6 Kg/cm² antes de ser recubiertos. Esta presión debe mantenerse durante 24 horas. Si al cabo de este tiempo la presión no ha bajado, se da la prueba como satisfactoria. De lo contrario, significa que existe en algún punto de la instalación una fuga de agua que debe ser subsanada. También se debe dejar el tubo a presión durante la operación de hormigonado para controlar la aparición de posibles daños al tubo y permitir la posterior dilatación del mismo. No olvidar indicar al albañil que tiene que añadir el aditivo fluidificante al cemento en la proporción de un 1,5% del peso del cemento (30 l. por 125 m² de superficie calefactada o lo que es lo mismo 0,75 l. de aditivo por cada saco de 50 kg. de cemento).

Una ligera caída de presión al principio de la prueba puede ser debida a la dilatación del tubo o a cambios importantes de temperatura pero si no existen fugas de agua la presión se estabiliza pasadas unas horas.

Para hacer la prueba hidráulica, se debe disponer de un bombín de fontanero que incorpora un manómetro y un depósito de unos 20 litros el cual permite llenar de agua la instalación a la presión indicada.

Quedan excluidos de esta prueba la caldera, las bombas de circulación y el vaso de expansión para prevenir un deterioro de los mismos debido a un exceso de presión.

La realización de la losa de mortero requiere unas condiciones concretas especificadas en el proyecto de Norma Europea de suelo radiante:

- La temperatura ambiente no debe de ser inferior a 5°C durante un mínimo de 3 días a partir del momento del hormigonado.
- Se evitarán los excesos de calor así como las corrientes de aire a fin de limitar lo máximo posible las contracciones del mortero durante el secado.



Puesta en Marcha

Antes de hacer la puesta en marcha, se vacían las tuberías generales para limpiarlas de posibles residuos.

A continuación, se vuelve a llenar la instalación desde el grifo de llenado hasta la presión deseada (1,5-2 kg/cm²).

Poniendo la bomba de circulación en marcha, se procede a purgar los circuitos mediante los purgadores incorporados en los colectores (la purga se hace automáticamente si los colectores montan purgadores automáticos).

La instalación ya está entonces preparada para ponerla en marcha.

La subida de temperatura se hace de una manera suave y progresiva especialmente si se hace durante el período de fraguado del hormigón que dura aproximadamente un mes.

Al respecto, el proyecto de Norma Europea de suelo radiante establece que la operación de puesta en marcha no se realizará hasta que hayan pasado 21 días después del hormigonado.

Además, la primera puesta en marcha se realizará con un fluido a una temperatura de 25°C mantenida al menos durante 3 días. Seguidamente se alcanzará la temperatura máxima de servicio y se mantendrá ésta durante al menos 4 días.

A falta de especificaciones por parte de los fabricantes de pavimentos se aplicarán las recomendaciones detalladas a continuación:

- **Parquet.** Los parquets con una humedad variable y elevada (superior al 12%) deben ser acondicionados, almacenándolos en la habitación calefactada durante 7 días.

Los parquets que tengan una humedad del 7% al 12% deben ser instalados inmediatamente después de sacarlos de su embalaje original.

Con cualquier tipo de parquet, la calefacción estará apagada durante la colocación.

- **Revestimientos textiles y plásticos (moqueta, etc).** Se interrumpe la calefacción 48 horas antes de aplicar la cola y se mantiene así hasta 48 horas después de la colocación.
- **Revestimientos tipo gres, terrazo o mármol.** Se interrumpe la calefacción durante toda la operación de colocación y durante los 7 días siguientes.

A pesar de añadir al mortero el aditivo fluidificante que es también reductor de agua (disminuye la segregación y exudación del agua) es frecuente que durante los primeros días de funcionamiento se desprenda una cantidad importante de humedad.

Para paliar este fenómeno, es necesario ventilar holgadamente la dependencia.



Equilibrado Hidráulico

El agua, como todos los fluidos, tiende a circular por los circuitos que ofrecen menor resistencia (circuitos más cortos).

En una instalación de suelo radiante sin equilibrar hidráulicamente, el resultado sería que los circuitos más cortos estarían sobrecalentados mientras que los más largos no se calentarían lo suficiente.

El equilibrado hidráulico consiste en igualar las pérdidas de carga de los circuitos entre si. Al igualar las pérdidas de carga, conseguiremos que cada circuito reciba exactamente el caudal de agua que hemos calculado como necesario para conseguir una determinada potencia calorífica. Esta operación es muy importante ya que de ella depende el buen funcionamiento del suelo radiante.



Conociendo las pérdidas de carga de cada circuito ΔP_{circ_n} y el caudal de agua (Q_{circ_n}) necesario para cubrir las necesidades caloríficas de cada dependencia, se calcula la pérdida de carga del colector (ΔP_{col_n}):

$$\Delta P_{col_n} = \left(\frac{Q_{circ_n}}{K_v} \right)^2$$

donde: ΔP_{col_n} : Pérdida de carga del colector para cada circuito (bar).
 Q_{circ_n} : Caudal de agua que circula por cada circuito (m^3/h).
 K_v : Caudal de agua que determina una caída de presión unitaria a través de una válvula totalmente abierta (m^3/h).

Abriendo al máximo detentores y válvulas incorporados al distribuidor ($K_v = \max$), se determina la pérdida de carga total (ΔP_{total_n}) de cada circuito:

$$\Delta P_{total_n} = \Delta P_{circ_n} + \Delta P_{col_n}$$

Se conoce ahora el circuito que tiene la mayor pérdida de carga total (ΔP_{max}).

Para equilibrar los circuitos, se debe cumplir para todos el requisito.

$$\Delta P_{max} = \Delta P_{circ_n} + \Delta P_{col_n}$$

o sea, $\Delta P_{col_n} = \Delta P_{max} - \Delta P_{circ_n}$ para el caudal Q_{circ_n} del circuito "n".

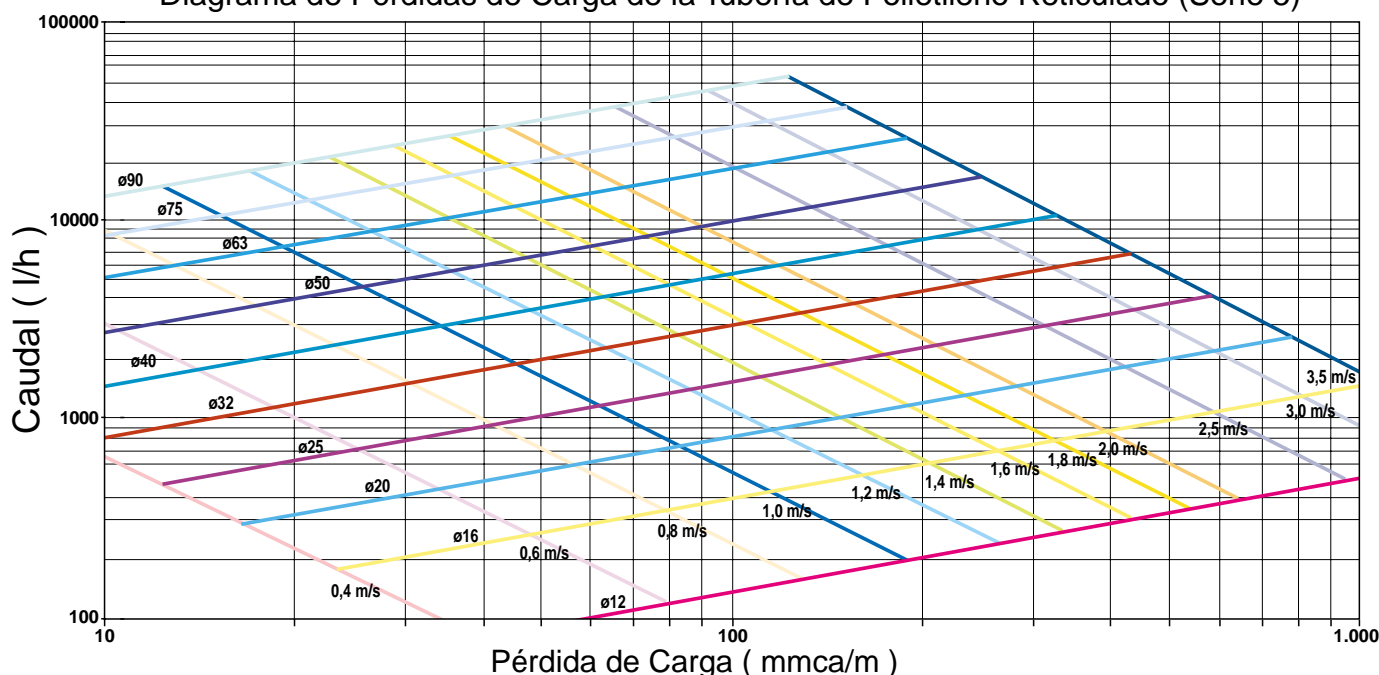
Conociendo la pérdida de carga ΔP_{col_n} necesaria para equilibrar los circuitos entre si, se calcula el K_v correspondiente:

$$K_v = \frac{Q_{circ_n}}{\sqrt{\Delta P_{col_n}}}$$

donde: K_v (m^3/h).
 Q_{circ_n} (m^3/h).
 ΔP_{col_n} (bar).

Los fabricantes de colectores dan en forma de tabla el número de vueltas a dar al detentor en función del K_v calculado (el número de vueltas indicado es contado a partir de la posición cerrada). En algunos casos, el detentor va provisto de una escala que permite una lectura directa del número de la curva caudal-presión del colector. En este caso, no es necesario el cálculo de K_v para determinar el número de vueltas.

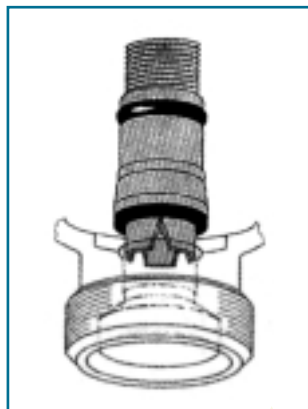
Diagrama de Pérdidas de Carga de la Tubería de Polietileno Reticulado (Serie 5)



Consejos para el Equilibrado Hidráulico de la Instalación



Detentor (Vista Exterior)



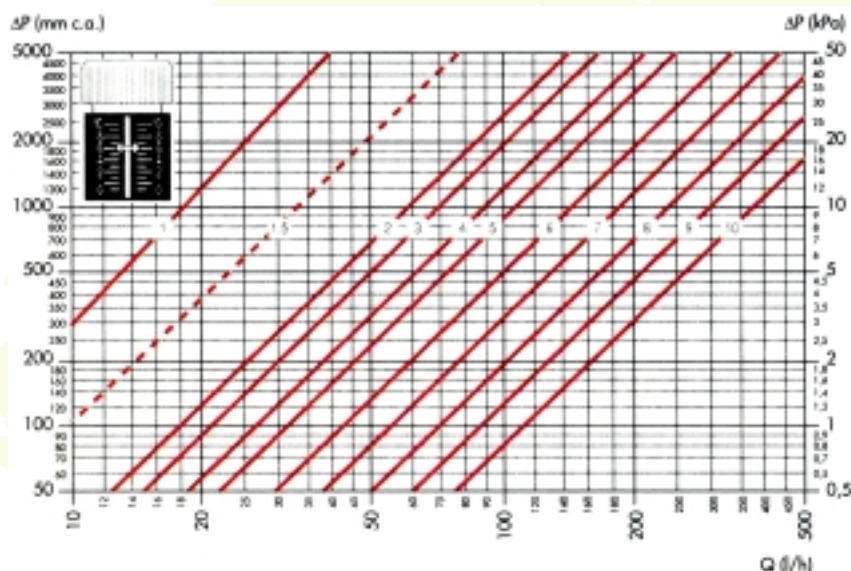
Detentor (Mecanismo Interior)

La operación de equilibrado se realiza manipulando el cabezal incorporado al detentor. Este cabezal va provisto de una escala de 1 a 10. Cada número corresponde a una curva representada en el gráfico de pérdida de carga del colector adjunto. Para realizar el equilibrado, se abren los detentores de todos los circuitos al máximo (curva nº 10). En el Gráfico de pérdida de carga de los colectores, se lee –para cada circuito– al ΔP_{col} (pérdida de carga del colector) en función del caudal de cada circuito (el caudal viene especificado en el cálculo de la instalación). A continuación, para cada circuito se calcula el ΔP_{total} : $\Delta P_{total} = \Delta P_{col} + \Delta P_{circ}$. Donde ΔP_{circ} es la pérdida de carga de cada circuito (indicada en el cálculo de la instalación).

Comparando todos los ΔP_{total} , podemos saber qué circuito tiene la máxima pérdida de carga (ΔP_{max}).

Para el equilibrado, se debe conseguir que todos los circuitos tengan una pérdida de carga igual a ΔP_{max} , es decir, que la pérdida de carga a “provocar” en cada circuito “n” se calcula como sigue: $\Delta P_{coln} = \Delta P_{max} - \Delta P_{circn}$.

Seguidamente, conociendo el caudal necesario en cada circuito (indicado en el cálculo de instalación) y el ΔP_{coln} se determina el número de la curva (del 1 al 10). El medidor de caudal permite controlar el caudal que pasa a cada circuito.



Para resolver la dificultad que se presenta en otros sistemas de suelo radiante a la hora de conseguir una regulación suficientemente precisa se ha diseñado en el detentor un obturador de plástico en forma de V invertida en lugar del obturador tradicional de forma cónica.

Ventajas del detentor **BARBI**:

- Mayor precisión de regulación, sobre todo cuando el caudal es mínimo.
- Garantía de absoluta estabilidad dimensional con el paso del tiempo.



Regulación de una Calefacción por Suelo Radiante

Inercia del Suelo Radiante

La calefacción por suelo radiante tiene una inercia más importante que una calefacción por radiadores ya que, como se ha mencionado anteriormente, su espesor debe ser de 4 cm. por encima del tubo.

De cara al confort, la inercia del suelo radiante tiene dos efectos:

- **Efecto Favorable** frente a una acción todo o nada de la regulación. En este caso, la acción todo o nada se traduce en variaciones muy lentas de la temperatura ambiente y con una amplitud moderada (ver gráfico superior).
- **Efecto Desfavorable** frente a una variación súbita de la temperatura de consigna (temperatura marcada en el termostato) o un cambio repentino del valor atribuido a una variable perturbadora, como es el caso de las aportaciones gratuitas (radiación solar, aumento del número de personas, etc.).

Autorregulación del Suelo Radiante

De lo anterior, podemos deducir que mientras sea la temperatura exterior la única variable condicionante de la temperatura ambiente, la regulación del suelo radiante, aunque todo o nada, ofrece un nivel de confort superior a cualquier otro sistema de calefacción.

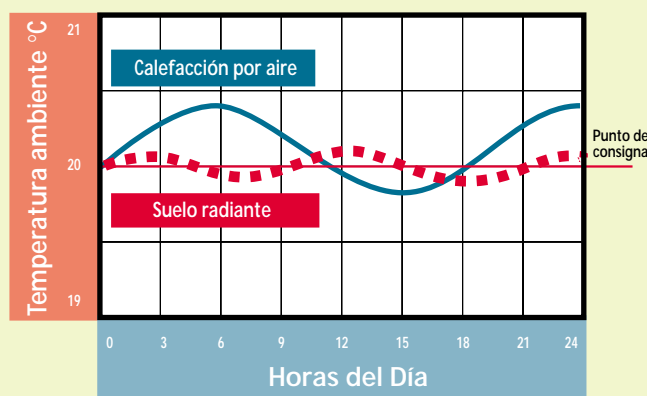
Sin embargo, el confort es menor en casos de intermitencia (tiempo de puesta en calor importante) o de aumentos de las aportaciones gratuitas (sobrecalentamiento).

El fenómeno fundamental relativo al aprovechamiento de las aportaciones de calor gratuitas en el caso del suelo radiante es el antagonismo entre el efecto de inercia (efecto negativo) y la baja temperatura (efecto positivo).

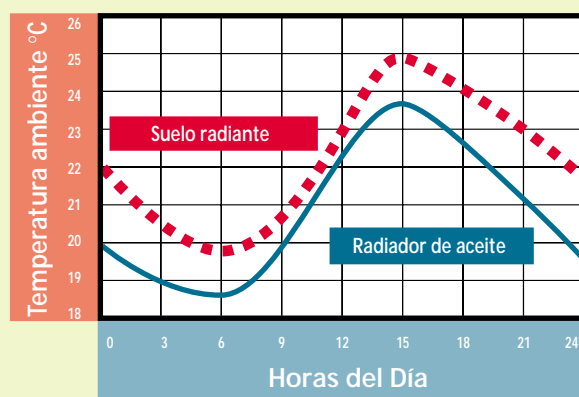
El efecto positivo es mayor cuanto más importante es el aislamiento térmico del edificio. Los gráficos central e inferior comparan el comportamiento frente a una aportación solar de un suelo radiante regulado por termostato de ambiente con una calefacción por radiadores de aceite regulados por termostato de ambiente con resistencia anticipadora. G ($\text{W}/\text{m}^3 \text{ K}$) es el coeficiente volumétrico de las pérdidas de calor por transmisión (definido en las reglas Th-G de la norma francesa). Si un local está bien aislado, el valor de G será bajo. Por el contrario, si está mal aislado, el valor de G será más elevado.

Observando los gráficos adjuntos, se deduce que en el caso de un local mal aislado (gráfico inferior $G=0,83 \text{ W}/\text{m}^3 \text{ K}$) el sobrecalentamiento es ligeramente superior para el suelo radiante.

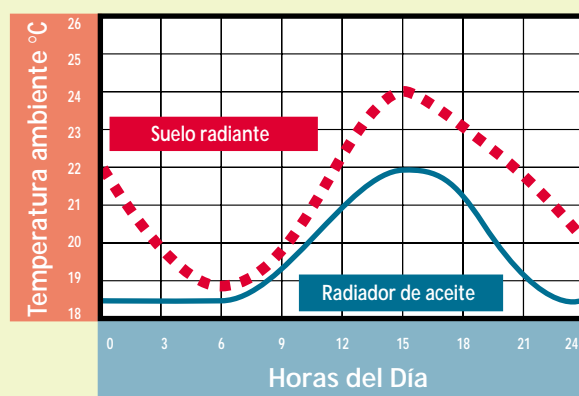
En cambio, en el caso de un local bien aislado (gráfico central con $G=0,65 \text{ W}/\text{m}^3 \text{ K}$) los dos sistemas tienen un comportamiento muy similar (considerando un desajuste de 1°C del punto de consigna).



Acción favorable de la inercia frente a una acción todo o nada de la regulación.



Aprovechamiento de las aportaciones de calor debido a la radiación solar, en el caso de un local bien aislado con $G = 0,65 \text{ W} / \text{m}^3 \text{ K}$.



Aprovechamiento de las aportaciones de calor debido a la radiación solar, en el caso de un local mal aislado con $G = 0,83 \text{ W} / \text{m}^3 \text{ K}$.

De la misma manera, en ausencia de regulación específica en un local, se puede observar que el fenómeno de autorregulación del suelo radiante se hace más patente cuando el suelo radiante funciona a más baja temperatura y cuanto menos inercia tenga.

Tenemos: $q = \alpha \cdot (T_s - T_a)^{1,1}$

siendo: q : la cantidad de calor cedida al ambiente (W/m^2)

α : el coeficiente de transmisión global del suelo expresado en $W/m^2 K$ ($\alpha=8,92 W/m^2K$ según el proyecto de Norma Europea de suelo radiante).

T_a : la temperatura ambiente ($^{\circ}C$).

T_s : la temperatura superficial del suelo ($^{\circ}C$).

Analizando esta fórmula, se ve que si aumenta la temperatura ambiente (T_a), inicialmente en $20^{\circ}C$, debido a una aportación de calor (incidencia solar p.e.), la cantidad de calor cedida al ambiente (q) disminuye y se restablece así la temperatura ambiente $20^{\circ}C$

Las ventajas principales de este fenómeno de autorregulación son el mayor confort y el ahorro de energía. En una habitación calefactada por radiadores o aire en la que entre de pronto un grupo de personas o incida la luz solar, se producirá un sobrecalentamiento mayor y un mayor consumo de energía que si la habitación estuviese calefactada por suelo radiante. Ya que en el caso del suelo radiante éste deja de emitir calor cuando se reduce la diferencia de temperatura entre el suelo y el ambiente.

Veámoslo con un caso práctico:

Consideramos una habitación de $20 m^2$ con unas necesidades caloríficas de $2.000 W$ para mantener una temperatura ambiente de $T_a=20^{\circ}C$.

Caso 1: Calefacción por suelo radiante

La cantidad de calor cedida al ambiente viene dada por la fórmula:

$$q = \alpha \cdot (T_s - T_a)^{1,1}$$

y dados: $\alpha = 8,92 W/m^2K$
 $T_s = 29^{\circ}C$
 $T_a = 20^{\circ}C$

obtenemos: $q = 8,92 \cdot (29-20)^{1,1} = 100 W/m^2$

con lo que la emisión total será:

$$Q = 100 \times 20 = 2.000 W.$$

Ahora suponemos que debido a la incidencia de la luz solar la temperatura ambiente (T_a) sube a $T_a = 24^{\circ}C$.

Por consiguiente,

$$q = 8,92 \cdot (29-24)^{1,1} = 52,4 W/m^2$$

o sea, una emisión total de:

$$Q = 52,4 \times 20 = 1.048 W$$

Es decir, el suelo radiante ha disminuido su emisión calorífica para compensar este aumento de la temperatura ambiente y evitar un sobrecalentamiento y un derroche de energía.

Caso 2: Calefacción por radiadores

Supongamos que vamos a calefactar esta misma habitación con uno radiadores de hierro fundido.

En las condiciones iniciales de proyecto tenemos una temperatura media del radiador de $T_m=80^{\circ}C$ y una temperatura de ambiente de $T_a = 20^{\circ}C$.

Por lo tanto, el salto térmico entre el radiador y el ambiente es de:

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

Cada elemento emite en estas condiciones $109,4 W$ (dato aportado por el fabricante) y por lo tanto, para calefactar la habitación se necesitan 18 elementos ($2.000/109,4 = 18$).

Al igual que el caso 1, suponemos que la temperatura ambiente (T_a) sube a $24^{\circ}C$.

Entonces, tenemos:

$$\Delta T = T_m - T_a = 80 - 24 = 56^{\circ}C.$$

Cada elemento emite en estas condiciones $100 W$ (dato aportado por el fabricante) y por lo tanto, si tenemos 18 elementos instalados, la potencia total emitida es de:

$$Q = 18 \times 100 = 1.800 W.$$



Con este ejemplo, vemos claramente que en el caso de los radiadores, si no existe un control de la temperatura ambiente en cada habitación (termostato de ambiente o válvulas termostáticas) tendremos un sobrecalentamiento y un gasto de energía innecesario mientras que en el caso del suelo radiante el sistema de calefacción se ha autorregulado para restablecer la temperatura ambiente de diseño.

En el caso de suelo radiante, aprovechamos 952 W (2.000-1.048) de energía gratuita mientras que en el caso de los radiadores se aportan 752 W (1.800-1.048) innecesarios. **Sin necesidad de regulación de la temperatura ambiente, la calefacción por suelo radiante es más autorregulable y, por lo tanto, aprovecha mejor las aportaciones gratuitas de calor que cualquier otro sistema de calefacción.**

Por lo tanto podemos concluir que el suelo radiante tiene como principal característica la autorregulación gracias a trabajar con un menor salto térmico respecto a otros sistemas de calefacción.

En una calefacción por radiadores en la que se trabaja con una temperatura media del radiador de 80°C y se desea conseguir una temperatura de 20°C, entonces el salto térmico será de 60°C. Si la temperatura de esa habitación subiera a 22°C debido, por ejemplo a la aportación de calor solar o a la entrada de personas en la habitación, se produce una muy pequeña disminución de la emisión de calor de los radiadores de aproximadamente un 3%.

Si el sistema de calefacción empleado fuera el suelo radiante, con una temperatura del suelo de 29°C y produciéndose esa misma subida de temperatura de 20°C a 22°C en la habitación, la disminución de aportación de calor, será de un 22%, es decir, 7 veces más que en una calefacción por radiadores.

Este fenómeno de la autorregulación del suelo radiante produce un considerable ahorro de energía, ya que la calefacción por suelo radiante aporta calor únicamente cuando es necesario.

Es por todo lo anterior que, **las grandes diferencias entre las temperaturas diurnas y nocturnas que se dan en gran parte de nuestra geografía, no suponen un problema para el suelo radiante gracias a su propiedad de autorregulación.**

El suelo radiante emite calor por diferencia entre la temperatura de la superficie del suelo (28 °C) y la temperatura ambiente de la habitación (22 °C). Durante las horas centrales del día, cuando la temperatura ambiente sube por la acción del sol, la instalación reduce su aportación de calor. Y cuando llega el anochecer, y se vuelve a reducir la temperatura de la estancia, el suelo radiante vuelve a aumentar su aportación de calor.

Esta propiedad de autorregulación del suelo radiante hace que éste sea precisamente el sistema de calefacción más apropiado para nuestro clima.



Regulación automática

Nos puede surgir entonces la pregunta de por qué se debe emplear un costoso equipo de regulación en las instalaciones de suelo radiante. La razón es que siendo necesario mantener la temperatura del agua que circula por los tubos en un rango entre 35°C y 50°C dependiendo del tipo de suelo, esto es imposible si utilizamos calderas convencionales de alta temperatura, en las cuales la temperatura de impulsión del agua es de alrededor de 80°C, ya que no es aconsejable hacer trabajar estas calderas con una temperatura del agua de retorno inferior a 60°C si queremos obtener un rendimiento y una duración aceptables de la caldera (a estas temperaturas la condensación de ciertos gases daña la caldera y reduce su vida útil). Por ello, cuando trabajamos con una caldera de alta temperatura necesitamos un equipo de regulación para reducir la temperatura del agua a la requerida por la instalación de suelo radiante.

Adicionalmente el reglamento de instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua caliente sanitaria, en su IT.IC.04.5.2 dice que "las instalaciones de viviendas unifamiliares estarán dotadas de, al menos, un dispositivo de regulación con un termostato situado en el local de mayor carga térmica o más característico. Los restantes locales tendrán dispositivos por lo menos manuales para poder modificar las aportaciones térmicas de la instalación e incluso dejarla fuera de servicio". En instalaciones colectivas de viviendas "en lo que se refiere a control y zonificación, la instalación correspondiente a cada vivienda o apartamento, cumplirá lo establecido en 04.5.2". "En caso de instalación de calefacción por radiadores o convectores, el termostato general situado en el local más característico podrá suprimirse bien instalando válvulas termostáticas al menos en el 75% de los radiadores o convectores, o bien mediante un sistema centralizado de control de la temperatura del agua en función de la temperatura exterior, completado con las válvulas termostáticas necesarias para regular la temperatura de los locales vivideros excepto los dormitorios".

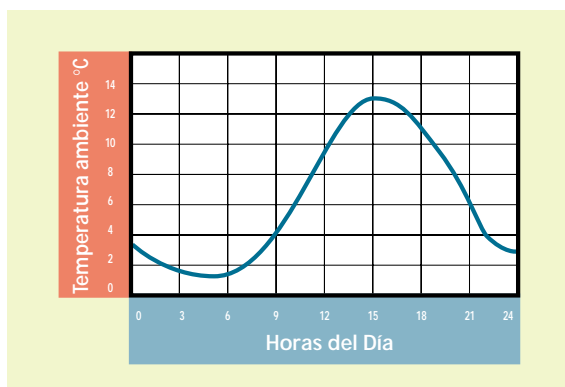
La regulación automática de una instalación de suelo radiante permite a la vez cumplir con las exigencias de rendimiento y ahorro de energía y obtener un grado de confort elevado.

Unos experimentos realizados por Gaz de France han demostrado que, contrariamente a una idea preconcebida, la regulación de un suelo radiante por termostato de ambiente de bajo diferencial da buenos resultados, mejores que aquellos obtenidos con una regulación en función de la temperatura exterior.

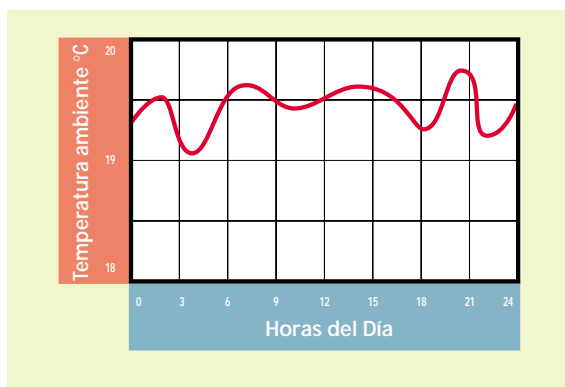
En el gráfico superior podemos ver la evolución de la temperatura exterior a medida que transcurre el día y la noche. Los dos gráficos siguientes representan la evolución de la temperatura ambiente interior de la vivienda a lo largo de las 24 horas del día.

Podemos ver claramente que con una regulación por termostato de ambiente de bajo diferencial (gráfico central) conseguimos mantener la temperatura ambiente interior de la vivienda más estable a lo largo del día y de la noche que con una regulación en función de la temperatura exterior (gráfico inferior).

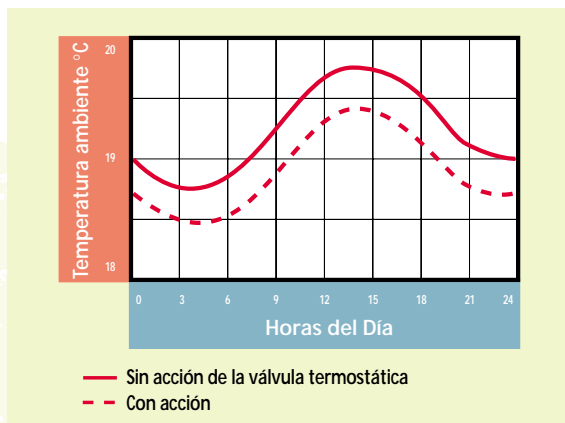
El sistema **BARBI** propone una regulación con **cabezal electrotérmico mandado por termostato ambiente** para así conseguir una temperatura ambiente interior lo más estable posible a lo largo del día y de la noche. (El termostato de ambiente actúa sobre un cabezal electrotérmico que se acopla a la válvula de retorno de cada circuito haciendo la función de una electroválvula).



Evolución de la temperatura exterior a lo largo de las 24 horas del día.



Evolución de la temperatura ambiente interior de la vivienda a lo largo de las 24 horas del día, con un sistema de regulación por termostato de ambiente de bajo diferencial.



Evolución de la temperatura ambiente interior de la vivienda a lo largo de las 24 horas del día, con un sistema de regulación en función de la temperatura exterior.

Por lo que podemos concluir que a pesar de que la regulación en función de la temperatura exterior asociada a una regulación local es la más común, sobre todo en viviendas unifamiliares, hay una solución que proporciona unos resultados equivalentes y con un coste muy inferior: una regulación por termostato de ambiente de bajo diferencial sin regulación complementaria por dependencia. Sin embargo, en vivienda unifamiliares, puede resultar difícil encontrar un local apropiado para colocar un termostato de ambiente. Es este caso, se puede ubicar un termostato en una dependencia sometida a una fuerte radiación solar (p.e. orientada al este o al sur). Se instalará un segundo termostato, con un desfase del punto de consigna menos 1°C, en una dependencia de orientación desfavorable con el fin de evitar caídas de temperatura ambiente importantes en ella. Los dos termostatos se montan en paralelo.

De forma genérica existen dos tipos fundamentales de sistemas de regulación:

A) Sistemas de regulación a punto fijo



Los sistemas de regulación a temperatura fija mantienen constante la temperatura del agua que se envía a los distintos circuitos de la instalación de suelo radiante en un valor predeterminado en el proyecto.

El grupo de regulación térmica a temperatura fija Barbi viene premontado de fábrica con los colectores de distribución completos y todo ello dentro de una caja metálica de forma que su instalación es muy sencilla, segura y rápida.

A este equipo únicamente se le debe añadir un circulador de agua tipo UPS 25-60 ó UPS 32-80 (en función del caudal de agua necesario).

B) Sistemas de regulación a temperatura variable



Grupo de regulación térmica (compacto, programable y con sonda exterior).



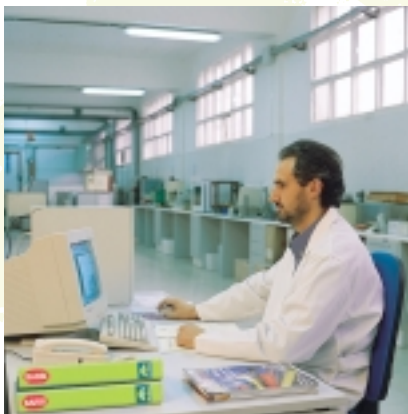
Kit de regulación PID según temperatura exterior con válvula de tres vías.

Son sistemas de regulación más sofisticados que permiten variar la temperatura que recibe la instalación de suelo radiante en función de diversas circunstancias. Compensan las variaciones en la temperatura exterior en la calle y la inercia térmica propia del suelo radiante. Permiten programar ciclos con temperatura de confort y ciclos con temperatura de mantenimiento o ahorro energético.

Cuentan con una válvula mezcladora de tres o cuatro vías, un programador de tiempos de confort y tiempos de ahorro energético y con una sonda exterior de temperatura.

Nota: Recientemente están apareciendo en el mercado calderas que trabajan a baja temperatura a unos precios mucho más económicos. La utilización de este tipo de calderas en las instalaciones de suelo radiante permite prescindir de los sistemas de regulación mencionados ya que la propia caldera es capaz de generar el agua a la temperatura adecuada para la instalación de suelo radiante (35°C - 50°C).

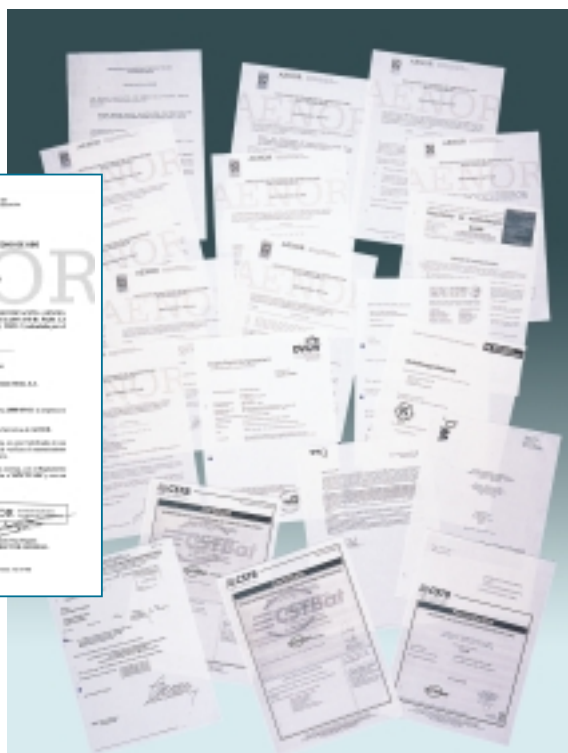
Nuestro Servicio Técnico



Si usted elige nuestro Sistema Barbi de calefacción por suelo radiante contará desde el primer momento con el apoyo total de nuestro Departamento Técnico.

Colaboraremos con usted en todas las fases del proyecto, desde la elaboración del estudio hasta la resolución de cualquier problema que pueda surgir en la obra y nunca le dejaremos solo, por muchos años que puedan haber pasado desde la ejecución de la obra. Nuestros técnicos en calefacción por suelo radiante cuentan con la más amplia experiencia para ayudarle a usted en todas las fases del proyecto y de la propia obra.

La Garantía Barbi



Los proyectos de calefacción por suelo radiante realizados con materiales Barbi están amparados por nuestro **Programa General de Garantía Barbi**.

La Garantía Barbi cubre los daños que se pudieran ocasionar por el empleo de nuestros materiales durante **15 años** y por un importe de hasta **250 millones de pesetas** siempre que dichos daños sean achacables a un defecto de fabricación o diseño de los productos.

Es decir, utilizando nuestros materiales usted puede estar totalmente tranquilo pues tiene la seguridad de que se trata de **materiales de la máxima calidad**, que cuentan con todas las homologaciones internacionales y que, en caso de fallo, estará respaldado por el **Programa de Garantía Barbi**, el más completo del sector.

Vídeo / CD Rom Demostrativo

Como **una imagen vale más que mil palabras** diríjase a nuestro distribuidor más cercano y pídale nuestro Vídeo / CD Rom Demostrativo. En el comprobará **lo sencillo y apasionante que resulta el Sistema de Calefacción por Suelo Radiante Barbi**.



**Pida nuestro
Video / CD Rom
sin compromiso**



i n d u s t r i a l



BLANSOL S.A.

SISTEMA



Camino Real de Caldas, 34
(entrada por Rda. Can Boada Vell, 21)
Apartado de correos, 41
08184 PALAU DE PLEGAMANS
Barcelona (España)
Tel. 34-93-864 35 53
Fax.34-93-864 35 42

e-mail: general@barbi.es

www.barbi.es