

MANUAL DE INSTRUCCIONES PROGRAMA DE CÁLCULO DE SUELO RADIANTE SEGÚN NORMA UNE EN 1264

Elaborado por:



c/ José Gutiérrez Alonso, 2A. Bajo A
39300 Torrelavega (Cantabria)

606 514 303 

contacto@alphatres.es 

www.alphatres.es 

especialistas en biomasa, aerotermia y suelo radiante

CÁLCULO DE SUELO RADIANTE SEGÚN LA NORMA UNE-EN 1264

INTRODUCCIÓN

La Confederación Nacional de Instaladores, CNI, agradece a la empresa ALPHA TRES RENOVABLES la elaboración de este programa de cálculo libre de suelo radiante.

César aunque esté lejos (Cantabria) lo tengo en consideración de amigo y gran técnico de las instalaciones, preocupado por realizar buenas instalaciones, renovables y eficientes. Él hizo un Curso de Suelo Radiante conmigo hace ya unos años, automatizó y mejoró mis hojas de cálculo. Y ahora ha construido una para uso propio que desea compartir. Por ello ha realizado un detallado manual de instrucciones.

Sé que los profesionales dedicados al suelo radiante la van a agradecer pues es un software libre y configurable. No está sujeto a los materiales de una marca determinada, y se pueden introducir libremente: separaciones de tuberías, espesor de mortero, acabado del pavimento, etc. Incluso tiene un módulo hidráulico que dimensiona tuberías de alimentación a colectores, con diversas configuraciones.

Es de interés para los profesionales dedicados a este tipo de instalación, sin duda las más eficientes y confortables, pues además genera un informe emitido en Word, en base a los cálculos efectuados según la Norma UNE EN 1264. Al ser un informe en Word el diseñador tiene libertad para mover una tabla, insertar su logo, etc.

Entre los aspectos de interés, junto con la posibilidad de modificar la base de datos de materiales de cálculo: plancha, tuberías, etc. La exportación a Word emite una medición con el listado de materiales necesario y finalmente incluso un presupuesto, junto con el estudio detallado de cálculo de la instalación. Al ser en Word el preciarario se puede cambiar.

Siguiendo las instrucciones es fácil de utilizar, pero indudablemente hay que tener claros conceptos de suelo radiante como saltos térmicos en circuitos, vinculación con la temperatura de impulsión, así como separación inicialmente propuesta. Luego el programa permite calcular la temperatura de impulsión, y optimizar resultados "jugando" con saltos térmicos en circuitos, hasta obtener una instalación al gusto del diseñador. Pero ya si quieren saber más sobre ello, están los cursos de formación...

Para un profesional que está especializado en el diseño y dimensionado de un suelo radiante, quizás sea mejor un programa comercial de un fabricante, que le indica lo que ha de poner. Pero para un verdadero profesional del suelo radiante, la optimización del diseño del sistema: temperaturas y caudales de los circuitos es importante. Además de otros factores calculados por el programa como el equilibrado de los circuitos.

Es muy generoso Cesar, al compartir sus conocimientos y habilidades con el resto de personas que nos gustan las cosas bien realizadas. Recuerdo que confeccionó para CNI un excelente programa de obtención de etiquetas de conjunto, para nuestros Instaladores, y como en la hoja de suelo radiante, un software libre sin supeditaciones de fabricantes. Cesar se dedica a su empresa, a realizar buenas instalaciones, y no se dedica a comercializar programas, por lo que aún es mayor su esfuerzo.

Debemos agradecerle mucho a César, pues este nuevo programa, diseñado completamente por él, ha sido fruto de muchas, muchas horas y de contrastar resultados, optimizar recursos del ordenador, y estudiar muchas horas de Visual Basic y Excel avanzado.

Espero sea apreciado entre nuestras mejores empresas.

Javier Ponce

Miembro del Comité Técnico de CNI
Director de FORMATEC

Cada vez que se inicia el programa, todas las celdas aparecen vacías, para realizar un nuevo cálculo desde cero. Los botones de acciones son los siguientes:

	Reinicia el programa , borrando todas las celdas con datos
	Abre un archivo previamente guardado , con extensión TXT
	Guarda en el Escritorio del usuario los datos , en un archivo con el nombre que se haya introducido en la celda de "OBRA", y extensión TXT. Por ejemplo: "CÁLCULO SR_VIVIENDA UNIFAMILIAR.TXT"
	Sale del programa
	Accede a la pantalla de la base de datos personalizable : solados, planchas aislantes de suelo radiante, materiales de construcción, morteros de recrido y tipos de tuberías
	Muestra/oculta las columnas del cálculo propiamente dicho: selección de paso de tubo, selección de diferencia de temperatura ida-retorno, temperatura de suelo resultante y porcentaje de demanda térmica cubierta. Principalmente se hace para aprovechar mejor la anchura del monitor, debido al gran número de columnas que se utilizan
	Cuando se han completado los datos mínimos necesarios para su cálculo, muestra un control deslizante con el que seleccionar la temperatura de impulsión del agua hacia los circuitos
	Accede a la pantalla de listado de colectores de distribución , en los que se seleccionan otras variables necesarias y muestra, además, un resumen del cálculo obtenido con los datos introducidos
	Imprime una memoria del cálculo realizado en Word, incluyendo un presupuesto estimativo
	En las pantallas de base de datos y listado de colectores de distribución, permite regresar a la pantalla principal

Por seguridad, las celdas con fórmulas están bloqueadas, así como ocultas ciertas funciones del programa. Únicamente se pueden editar las celdas con color amarillo y naranja.

Se comienza por rellenar las celdas superiores de la pantalla principal:

CLIENTE	CLIENTE DE EJEMPLO	TUBERÍA GENERAL/BOMBAS	TODO COMÚN
OBRA	PRUEBA	TIPO TERMOSTATO	POR ESTANCIAS
RECUBRIMIENTO DE TUBOS	CEMENTO	% ÚTIL CUARTOS HÚMEDOS	80%
ESPESOR MEDIO CEMENTO	5,0 cm	% ÚTIL RESTO	95%
PASO DE TUBOS	7,5 cm	TEMPERATURA AMBIENTE	20,0 °C

- **CLIENTE:** Nombre del destinatario del cálculo o instalación (aparecerá en la memoria).
- **OBRA:** Nombre que se desea asignar al cálculo, y que se empleará para nombrar e identificar la obra de exportación de los datos.
- **RECUBRIMIENTO DE TUBOS:** Material del recubrimiento sobre los circuitos, previo a la colocación del solado definitivo.

Por defecto, aparece en el desplegable la opción de mortero de cemento y anhidrita, ampliable en la base de datos personalizable.



- **ESPESOR MEDIO:** Según la elección de la celda anterior, aparecerá el material, debiendo elegir un espesor de capa entre 1 y 8 cm.
- **PASO DE TUBOS:** Atendiendo a la plancha aislante que se prevea emplear en el cálculo (o instalar en la obra), se elegirá del desplegable el paso mínimo de tubo, desde 5 cm hasta 15 cm, con valores cada 0,5 cm, para cubrir todas las posibilidades de los distintos fabricantes.

Según esta elección, a la hora de realizar el cálculo, estancia por estancia, aparecerán los posibles múltiplos.

Por ejemplo, seleccionando paso mínimo de 8 cm en esta celda, los múltiplos que se podrán elegir para cada estancia, serán 8 cm, 16 cm, 24 cm y 32 cm (el máximo paso disponible en el programa es de 37,5 cm, múltiplo del paso mínimo 7,5 cm).

- **TUBERÍA GENERAL/BOMBAS:** Se elige si se desea colocar un único grupo de bombeo con una única tubería general, o bien un grupo de bombeo y tubería independiente para cada uno.

Podría darse la situación de tener 3 colectores que demandasen un caudal de 800 l/h cada uno, para lo cual, las opciones consistirían en:

a) Instalar un grupo de bombeo para un caudal total de 2.400 l/h, con una tubería de DN40 hasta llegar al primer colector (suministraría el caudal de los 3 colectores, 2.400 l/h), reducción a DN32 hasta el segundo (suministraría 1.600 l/h, de los 2 colectores finales), y continuar con DN25 al último de ellos (800 l/h, menor diámetro a medida que circula menos caudal por ella).

b) Instalar 3 grupos de bombeo capaces de mover 800 l/h cada uno, con una tubería DN25 independiente desde cada grupo, hasta su colector correspondiente.

Siendo ambas opciones perfectamente válidas, es decisión del proyectista/instalador si optar por un grupo de bombeo único, para mayor caudal, con tubería de más diámetro, pero en menor cantidad, o bien elegir 3 grupos más pequeños, con tubería también de menos diámetro, pero con más metros a colocar, aislar, añadir valvulería, etc.

- **TIPO TERMOSTATO:** Pueden elegirse las opciones de colocar un termostato para cada colector, o uno por cada estancia que se elija más adelante.
 - **% ÚTIL CUARTOS HÚMEDOS:** Estimación de la superficie útil que realmente emitirá calor a la estancia, descontando zonas no calefactadas (bañeras o platos de ducha, muebles de cocina fijos...).
- Por ejemplo, un baño de 5 m², que demande 360 W, implicará un flujo térmico de 72 W/m². Pero si se considera un 80% útil de la superficie total, el flujo a emitir por los 4 m² realmente calefactados, deberá ser de 90 W/m², con el fin de seguir aportando los 360 W necesarios.
- **% ÚTIL RESTO:** Misma estimación, pero para el resto de estancias, que habitualmente suelen ser prácticamente calefactadas por toda su superficie.
 - **TEMPERATURA AMBIENTE:** Indicar la temperatura interior de confort deseada para toda la instalación, en el rango entre 15 y 30 °C.

En este punto, se comienza a rellenar la tabla inferior, de izquierda a derecha. Continuando con los datos de ejemplo, se va a trabajar calculando una vivienda unifamiliar de dos plantas:

ESTANCIA	COLECTOR	TIPO	SUPERFICIE (m ²): 126,0	SUPERFICIE EMISIÓN (m ²): 116,0	DEMANDA PROYECTO (kW): 6,3	FLUJO PROYECTO (W/m ²)
SALÓN	COLECTOR 1	NORMAL	35,0	33,3	1500,0	45,1
COCINA	COLECTOR 1	COCINA	14,0	11,2	700,0	62,5
DORMITORIO 1	COLECTOR 1	NORMAL	12,0	11,4	650,0	57,0
ASEO	COLECTOR 1	BAÑO	5,0	4,0	350,0	87,5
PASILLO	COLECTOR 1	ZONA DE PAS	3,0	2,9	270,0	
INSTALACIONES	COLECTOR 1	ZONA DE PAS	4,0	3,8	0,0	
DORMITORIO 2	COLECTOR 2	REFUERZO	15,0	14,3	850,0	59,6
DORMITORIO 3	COLECTOR 2	NORMAL	12,0	11,4	600,0	52,6
DORMITORIO 4	COLECTOR 2	NORMAL	12,0	11,4	550,0	48,2
BAÑO	COLECTOR 2	BAÑO	6,0	4,8	400,0	83,3
DISTRIBUIDOR	COLECTOR 2	ZONA DE PAS	8,0	7,6	420,0	

- **ESTANCIA:** Nombre que se desee asignar al espacio a calefactar. Es conveniente no duplicar denominaciones. En el programa se pueden calcular hasta 250 estancias o espacios diferentes.
- **COLECTOR:** Colector de distribución que inicialmente se prevea destinar a cada estancia. Lo habitual es instalar uno por cada planta de una vivienda, si bien puede ocurrir que el número de circuitos obligue a aumentar esta cantidad de colectores.

Los colectores habituales varían desde los 2 circuitos, hasta los 12 e incluso 13-14 circuitos. En la hoja-resumen de colectores, aparecerá el número de circuitos asignados a cada colector, y si fuese excesivo, habría que regresar a esta pantalla nuevamente, y redistribuir la asignación de los colectores.

El programa está preparado para calcular hasta 25 colectores de distribución diferentes.

- **TIPO:** En el desplegable, indicar el tipo de espacio calefactado:
 - a) Baño: no se tiene en cuenta a la hora de calcular la temperatura de impulsión de los circuitos. Según la normativa, la temperatura máxima del suelo será de 33 °C.
 - b) Cocina: se trata de otro cuarto húmedo, al igual que los baños, si bien sí se tiene en cuenta para el cálculo de la temperatura de impulsión. En este tipo de estancia, la temperatura máxima del suelo será de 29 °C.
 - c) Normal: es el tipo habitual en pasillos, salones, dormitorios, despachos, etc. También se tiene en cuenta para el cálculo de la temperatura de impulsión, y la temperatura máxima del suelo será de 29 °C.
 - d) Refuerzo: para estancias o zonas que precisen de más concentración de tubos (grandes zonas acristaladas, por ejemplo), en las que la normativa permite una temperatura máxima del suelo de 35 °C. Se tienen en cuenta para el cálculo de la temperatura de impulsión.
 - e) Zona de paso: tipo destinado para las zonas que, estando calefactadas, son atravesadas por los tubos, en su trayecto desde los colectores a las estancias de destino. Lo usual es que estas zonas de paso sean los pasillos. El programa tiene en cuenta su superficie para la estimación de los paneles aislantes de suelo radiante, sobre los que se fijan los tubos de los circuitos, pero no asigna circuitos, como puede comprobarse en la columna de "FLUJO PROYECTO". La carga térmica de esos espacios se satisface con el calor que transporta el agua hacia las estancias finales, como se ha indicado anteriormente.
- **SUPERFICIE:** Superficie útil del espacio calefactado, en m², que automáticamente se descontará, según los porcentajes que se indiquen en las celdas superiores.
- **DEMANDA PROYECTO:** Carga térmica calculada para el espacio en cuestión, en vatios, según la cual se establecerán los sucesivos cálculos siguientes, al obtener el valor del flujo necesario para obtener las condiciones de confort, en W/m².

MATERIAL SOLADO	PLANCHA/AISLANTE	ELEMENTO RESISTENTE	ACABADO ESTANCIA INFERIOR	TEMP. ESTANCIA INFERIOR (°C)	TUBERÍA CIRCUITOS	DISTANCIA A COLECTOR (m)	TERMOSTATO
CERÁMICA	PROFITHERM 40/70-7,5	CUIPOLEX	XPS 30 mm	12,0	PEX DN16	5	SI
CERÁMICA	PROFITHERM 40/70-7,5	CUIPOLEX	XPS 30 mm	12,0	PEX DN16	5	NO
CERÁMICA	PROFITHERM 40/70-7,5	CUIPOLEX	XPS 30 mm	12,0	PEX DN16	3	SI
CERÁMICA	PROFITHERM 40/70-7,5	CUIPOLEX	XPS 30 mm	12,0	PEX DN16	2	NO
CERÁMICA	PROFITHERM 40/70-7,5	CUIPOLEX	XPS 30 mm	12,0	PEX DN16	0	
CERÁMICA	PROFITHERM 40/70-7,5	CUIPOLEX	XPS 30 mm	12,0	PEX DN16	0	
PARQUET 10 mm	PROFITHERM 20/50-7,5	25+5 BOVEDILLA	ESCAYOLA 1 cm	20,0	PEX DN16	4	SI
PARQUET 10 mm	PROFITHERM 20/50-7,5	25+5 BOVEDILLA	ESCAYOLA 1 cm	20,0	PEX DN16	4	SI
PARQUET 10 mm	PROFITHERM 20/50-7,5	25+5 BOVEDILLA	ESCAYOLA 1 cm	20,0	PEX DN16	3	SI
CERÁMICA	PROFITHERM 20/50-7,5	25+5 BOVEDILLA	ESCAYOLA 1 cm	20,0	PEX DN16	2	NO
PARQUET 10 mm	PROFITHERM 20/50-7,5	25+5 BOVEDILLA	ESCAYOLA 1 cm	20,0	PEX DN16	0	

- **MATERIAL SOLADO:** Se elige en el desplegable el material del acabado de los suelos en cada estancia, según los disponibles en la base de datos personalizable.



- **PLANCHA/AISLANTE:** Elemento aislante de soporte de los tubos de los circuitos, permaneciendo bajo éstos. Puede ser de una marca comercial de suelo radiante, o bien de una marca de aislamiento. También aparece en el desplegable el listado que existe en la base de datos. 
- **ELEMENTO RESISTENTE:** Elemento estructural bajo la estancia considerada, que también se encuentra en la base de datos. 
- **ACABADO ESTANCIA INFERIOR:** Material de terminación bajo el elemento resistente. En una vivienda de dos plantas, si se está rellenando una estancia de la planta alta, correspondería al material que estuviera colocado en el techo de la estancia inferior. En la base de datos aparecen las distintas posibilidades.
- **TEMPERATURA ESTANCIA INFERIOR:**  Se indica la temperatura que existirá debajo de la estancia que se está calculando. Al pulsar sobre la primera celda a calcular, aparecerá la siguiente ventana de información:

UNA ESTANCIA INFERIOR CALEFACTADA TENDRÁ PRÁCTICAMENTE LA MISMA TEMPERATURA QUE LA ELEGIDA COMO AMBIENTE EN EL CÁLCULO DEL SUELO RADIANTE (NORMALMENTE, ENTRE 20 Y 21 °C)

SI SE ESTÁ CALCULANDO UNA INSTALACIÓN DE SUELO RADIANTE EN UNA VIVIENDA EN ALTURA (BLOQUE DE PISOS), Y LA VIVIENDA DE DEBAJO ESTÁ HABITADA, ES VÁLIDO LO ANTERIOR

EL MISMO CASO OCURRIRÁ SI SE ESTÁ CALCULANDO UNA VIVIENDA CON VARIAS PLANTAS, Y LA INFERIOR TAMBIÉN ESTÁ CALEFACTADA (POR EJEMPLO, DORMITORIO EN PLANTA PRIMERA, CON EL SALÓN CALEFACTADO EN PLANTA BAJA, DEBAJO DE ÉL)

EN CASO DE QUE EL ESPACIO INFERIOR AL QUE SE ESTÁ CALCULANDO NO ESTÉ CALEFACTADO (UN GARAJE, UN LOCAL COMERCIAL, PARTE INFERIOR DE UN FORJADO SANITARIO, ETC.), PUEDEN UTILIZARSE LOS SIGUIENTES VALORES, O UNA INTERPOLACIÓN DE LOS MISMOS:

TEMP. EXTERIOR REAL	-4 °C	0 °C	+4 °C	+8 °C
TEMP. AMBIENTE	+8 °C	+10 °C	+12 °C	+14 °C

LA TEMPERATURA EXTERIOR REAL ES LA QUE LA NORMATIVA INDIQUE COMO VÁLIDA PARA EL CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE INVIERNO. POR EJEMPLO, PARA UNA TEMPERATURA EXTERIOR DE CÁLCULO DE +2 °C, PUEDE EMPLEARSE UN VALOR DE TEMPERATURA AMBIENTE INFERIOR DE +11 °C

- Estos 5 últimos campos completados, sirven al programa para conocer la conductividad térmica de cada material (recordar la posibilidad de personalizar totalmente la base de datos, con materiales a elección del usuario, aparte de los habituales, incluidos ya en ella), de forma que estime los flujos de calor reales que los tubos de suelo radiante emiten hacia la estancia a calcular, y las pérdidas hacia el lado inferior, atendiendo a las temperaturas introducidas.
- **TUBERÍA CIRCUITOS:** Se selecciona del desplegable el tipo de tubería a instalar, tanto de diámetro, como de material (multicapa, PEX o PERT), en la primera celda, y ese valor será el aplicable a todos los circuitos. Todas las opciones aparecen en la base de datos personalizable.
 - **DISTANCIA A COLECTOR:** Para calcular correctamente la longitud de  los circuitos, es preciso indicar la distancia existente entre la estancia que se está calculando (un dormitorio, por ejemplo), y la ubicación del colector de distribución (un pasillo, por ejemplo).
 - **TERMOSTATO:** Se indica/n la/s estancia/s con termostato, simplemente para que el programa muestre en la pantalla de resumen de colectores, el número de total de ellos.

Llegado a este punto, con todos los campos indicados hasta el momento, se pulsa sobre el botón que muestra/oculta las columnas del cálculo final:



ESTANCIA	COLECTOR	TIPO	SUPERFICIE (m²): 0,0	SUPERFICIE EMISIÓN (m²): 0,0	DEMANDA PROYECTO (kW): 0,0	FLUJO PROYECTO (W/m²)	MATERIAL SOLADO	PLANCHAS/ISLANTE	TEMP. SOLADO (°C)	DEMANDA CUBIERTA

- **PASO:** Se selecciona del desplegable el paso inicial entre tubos previsto para cada estancia. Normalmente, en una vivienda se suele elegir el paso mínimo en baños y vestidores, y 2 o 3 veces el paso mínimo en el resto de estancias, pero el programa da opción a optar por cualquier combinación.

En las estancias marcadas como "ZONA DE PASO", es indiferente la elección o no del paso entre tubos, puesto que como no aparece el valor de "FLUJO PROYECTO", se entiende que estos espacios se calentarán pasivamente con los tubos que los atraviesan, en su camino a las sucesivas estancias.

De hecho, ya que suele existir una gran acumulación de tubos por las zonas de paso, éstas están siempre a una temperatura ligeramente superior al resto de las estancias.

- **DIFERENCIA DE TEMPERATURA IDA-RETORNO:** Al introducir un valor, recomendado entre 5 y 15 °C, asignamos el salto térmico que existirá entre el inicio de un circuito y el final del mismo, tras su paso por una estancia y la cesión de calor a la misma.

Tanto este valor, como el del paso de tubos anterior, inicialmente se elegirán de manera provisional, ya que aún no se ha establecido la temperatura de impulsión.

Una vez completados estas dos últimas columnas, se pulsa sobre el botón del cálculo de la temperatura de impulsión, con lo que se debería llegar a una pantalla como la que sigue:



TEMPERATURA IMPULSION	37,4 °C	alpha tres renovables		CNI							TEMP. SOLADO (°C)	DEMANDA CUBIERTA
SUPERFICIE (m²): 125,0	SUPERFICIE EMISIÓN (m²): 115,0	DEMANDA PROYECTO (kW): 6,3	FLUJO PROYECTO (W/m²)	MATERIAL SOLADO	PLANCHAS/ISLANTE	TUBERÍA CIRCUITOS	DISTANCIA A COLECTOR (m)	TERMOSTATO	PASO (cm)	ΔTEMP. IDA RETORNO (°C)	TEMP. SOLADO (°C)	DEMANDA CUBIERTA
35,0	33,3	1500,0	45,1	CERÁMICA	PRORATHERM 40/70-7,5	PEX DN16	5	SI	15	7	24,5	✓ 106%
14,0	11,2	700,0	62,5	CERÁMICA	PRORATHERM 40/70-7,5	PEX DN16	5	NO	15	5	26,6	✓ 110%
12,0	11,4	850,0	57,0	CERÁMICA	PRORATHERM 40/70-7,5	PEX DN16	3	SI	15	8	25,4	✓ 102%
5,0	4,0	350,0	87,5	CERÁMICA	PRORATHERM 40/70-7,5	PEX DN16	2	NO	7,5	5	28,0	✓ 102%
3,0	2,9	270,0		CERÁMICA	PRORATHERM 40/70-7,5	PEX DN16	0				0,0	
4,0	3,8	0,0		CERÁMICA	PRORATHERM 40/70-7,5	PEX DN16	0					
15,0	14,3	850,0	58,0	PARQUET 10 mm	PRORATHERM 20/50-7,5	PEX DN16	4	SI	15	5	25,6	✓ 101%
12,0	11,4	800,0	52,6	PARQUET 10 mm	PRORATHERM 20/50-7,5	PEX DN16	4	SI	15	5	25,6	✓ 114%
12,0	11,4	550,0	48,2	PARQUET 10 mm	PRORATHERM 20/50-7,5	PEX DN16	3	SI	15	6	24,8	✓ 100%
6,0	4,8	400,0	83,3	CERÁMICA	PRORATHERM 20/50-7,5	PEX DN16	2	NO	7,5	5	28,0	✓ 107%
8,0	7,6	420,0		PARQUET 10 mm	PRORATHERM 20/50-7,5	PEX DN16	0				0,0	

Se han rodeado con recuadros de color rojo los valores que aparecen al pulsar el botón mencionado anteriormente.

En la zona izquierda se muestra la temperatura de impulsión que el programa calcula para la estancia que demanda más flujo térmico, sin contar con los baños, y teniendo en cuenta el porcentaje de superficie útil cubierta por tubos.

En el ejemplo, la estancia más desfavorable corresponde a "COCINA", con 62,5 W/m².

Con el valor más desfavorable de flujo térmico obtenido (62,5 W/m²), y atendiendo al proceso de cálculo indicado en la norma UNE-EN 1264, el programa muestra los posibles valores de temperatura de impulsión para esa estancia, pudiendo ir variando al deslizar el control.

El valor mínimo de temperatura de impulsión sería de 37,0 °C, para un paso de 7,5 cm y un salto de temperatura de 5 °C (que aparece entre corchetes). En este ejemplo, a esa estancia se asigna un paso de 15 cm, por lo que la temperatura de impulsión mínima pasa a ser 37,4 °C.

El valor máximo sería de 43,5 °C, como puede comprobarse con el control deslizante. Con dicho control, se puede ir variando la temperatura de impulsión décima a décima, entre los valores mínimo y máximo calculados.

El procedimiento de cálculo final supone una iteración por parte del usuario, de forma que, variando paso de tubos, salto térmico y temperatura de impulsión, logre que la demanda cubierta sea del 100%, como mínimo, en todas las estancias, sin que se produzcan errores en las temperaturas del solado, hecho que destacaría el programa, coloreando en rojo las celdas de los valores erróneos:

PASO (cm)	ΔTEMP. IDA-RETORNO (°C)	TEMP. SOLADO (°C)	DEMANDA CUBIERTA
7,5	5	ERROR > 29 °C	281%

En la memoria de Word, se muestra, en base a esta temperatura del solado, el porcentaje de personas insatisfechas y el tipo de calidad ambiental (A, B o C), según la norma UNE-EN ISO 7730.

A igualdad de temperatura de impulsión, para una misma estancia se pueden dar las siguientes posibilidades:

1. Si el paso de tubos aumenta, el flujo de calor aportado disminuye, debiendo aumentar la temperatura de impulsión (afectando al rendimiento del generador de calor), pero la cantidad de metros de tubería necesarios también es menor. Y viceversa.
2. Si el salto térmico disminuye, el caudal aumenta, con lo cual las bombas circuladoras posiblemente hayan de ser más potentes. Y viceversa.

Tras lo cual, se mostrarán todos los datos necesarios de cada armario:

	COLECTOR 1		TRAMO 1 CAUDAL TRAMO 1: 1.230,5 l/h Ø MULTICAPA: 32 LONG. MULTICAPA Ø32: 8,0 m
	NOMBRE O PLANTA	BAJA	
	nº CIRCUITOS	6	
	CAUDAL COLECTOR	677,5 l/h	
	PÉRDIDA COLECTOR (+20 %)	2,6 m c.a.	
	LONG. TUB. GENERAL (SÓLO IDA)	4,0 m	
	MATERIAL TUB. GENERAL	MULTICAPA	
	DIÁMETRO TUB. GENERAL	32	
PÉRDIDA TUB. GENERAL (+30 %)	0,2 m c.a.		
COLECTOR 2		TRAMO 2 CAUDAL TRAMO 2: 553,0 l/h Ø MULTICAPA: 20 LONG. MULTICAPA Ø20: 15,0 m	
NOMBRE O PLANTA	PRIMERA		
nº CIRCUITOS	5		
CAUDAL COLECTOR	553,0 l/h		
PÉRDIDA COLECTOR (+20 %)	2,2 m c.a.		
LONG. TUB. GENERAL (SÓLO IDA)	7,5 m		
MATERIAL TUB. GENERAL	MULTICAPA		
DIÁMETRO TUB. GENERAL	20		
PÉRDIDA TUB. GENERAL (+30 %)	1,0 m c.a.		

- **NOMBRE O PLANTA:** El nombre que se haya querido otorgar a cada armario.
- **Nº CIRCUITOS:** Cantidad de circuitos calculados por el programa, según todos los datos introducidos, con la premisa de que cada circuito tenga un máximo aproximado de 90 m (para tubería DN12 y DN14), 120 m (para tubería DN16 y DN17) o 160 m (para tubería DN18 y DN20), y una pérdida de carga máxima de 2,5 m c.a.

Si el número de circuitos de un colector es superior a 14, esta celda se coloreará en color rojo, debiendo cambiar el número de colectores de la pantalla principal y rehacer los cálculos.

- **CAUDAL COLECTOR:** Corresponde a la suma de los caudales de cada circuito que alimenta el colector considerado.
- **PÉRDIDA COLECTOR:** La pérdida de carga de cada colector se calcula a partir de la pérdida de carga lineal máxima de sus circuitos.

Para cada circuito, esta determinación de la pérdida de carga, se efectúa teniendo en cuenta las propiedades del agua circulante (temperatura, densidad y viscosidad), el caudal y velocidad calculados (que establecen un número de Reynolds específico del régimen de circulación), y aplicando la fórmula de Colebrook (en donde el coeficiente de fricción f , se obtiene de la ecuación de Blassius, tras realizar 4 iteraciones).

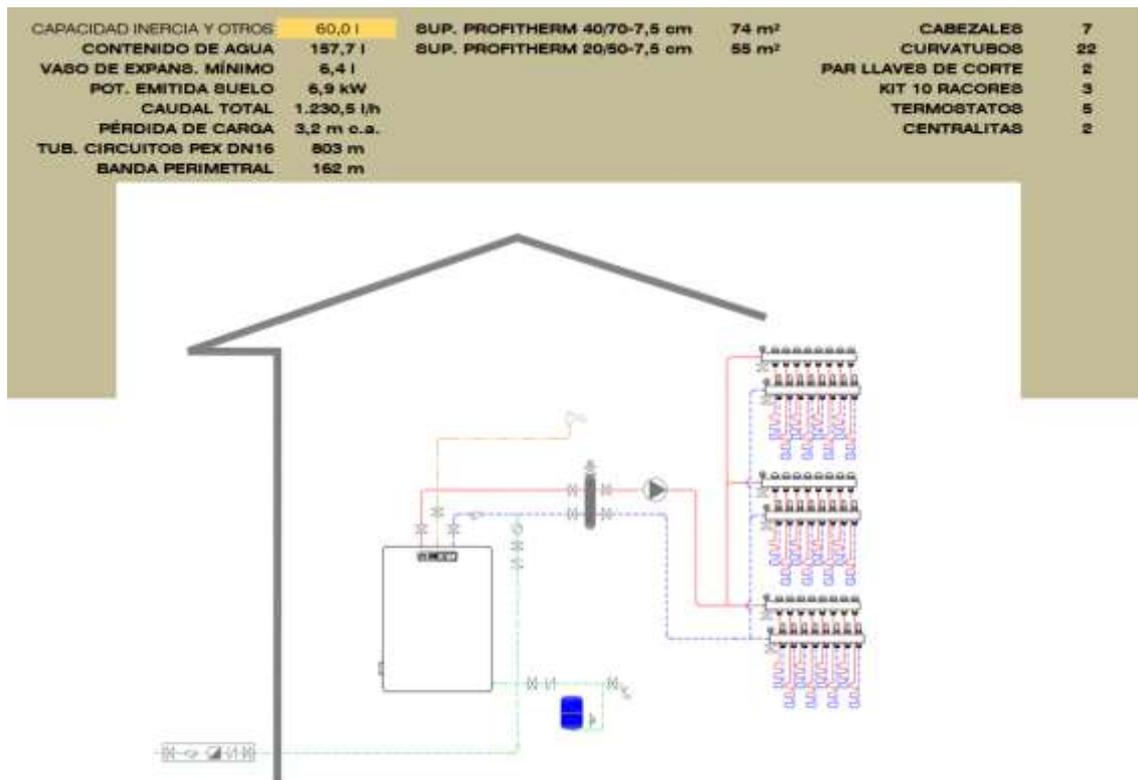
El circuito más desfavorable será el que sirva como dimensionamiento de la pérdida de carga del colector al que pertenezca, aumentando su valor un 20%, en concepto de las pérdidas propias del colector, detentores, caudalímetros y llaves de corte.

- **LONGITUD TUBERÍA GENERAL (SÓLO IDA):** Se introduce la distancia que exista entre el colector y el grupo de bombeo (en caso de tener un bombeo independiente), o bien hasta el siguiente nudo (según se explicó en el apartado "TUBERÍA GENERAL/BOMBAS", de la pantalla principal).

- **MATERIAL TUBERÍA GENERAL:** Se elige del desplegable uno de los 3 materiales típicos (acero inoxidable, cobre o multicapa).
- **DIÁMETRO TUBERÍA GENERAL:** El programa calcula el diámetro para la tubería general, según los metros y material introducidos, y el caudal que distribuye, de forma que la pérdida de carga lineal máxima sea de 1,5 m c.a.
- **PÉRDIDA TUBERÍA GENERAL:** Al valor de la pérdida de carga obtenida en el cálculo del diámetro, se aplica un incremento del 30%, en concepto de las pérdidas en accesorios (valvulería, codos, etc.).

Al lado de cada colector aparecerán los datos-resumen de cada tramo (distancia entre el bombeo y cada colector), si en la pantalla principal se ha seleccionado "TODO COMÚN", en el apartado "TUBERÍA GENERAL/BOMBAS"; o bien, los datos-resumen de cada grupo de bombeo independiente, si se ha seleccionado "UNA POR COLECTOR".

Por último, a la derecha de esta pantalla se muestra el resumen de materiales de toda la instalación, junto con un esquema de principio esquemático:



- **CAPACIDAD INERCIA Y OTROS:** Con el fin de calcular correctamente el vaso de expansión, es preciso indicar la cantidad de agua que existirá en los elementos que componen la instalación, sin considerar las tuberías generales y de circuitos.

- **CONTENIDO DE AGUA:** Suma de la cantidad de agua en los circuitos, tuberías generales y el resto de elementos de la instalación, indicado en el apartado anterior.
- **VASO DE EXPANSIÓN MÍNIMO:** Partiendo de la cantidad total del agua, una temperatura máxima de la misma de 50 °C (que no se debería alcanzar en ningún caso, pero sirve como margen de seguridad), la presión mínima de 1,5 bar y la máxima de 3 bar, se obtiene la capacidad mínima del vaso de expansión de calefacción necesario, siguiendo la metodología indicada en la norma UNE 100155.
- **POTENCIA EMITIDA SUELO:** Potencia total que se demandará al generador de calor, en la que se engloba el flujo térmico que precisan las estancias, y las pérdidas hacia el inferior de las mismas.
- **CAUDAL TOTAL:** Suma de todos los caudales de los circuitos.
- **PÉRDIDA DE CARGA:** Pérdida de carga total del recorrido más desfavorable del conjunto tuberías generales-colectores-circuitos.

Aprovechando este valor de pérdida de carga, se calcula la posición de los detentores de cada circuito (siendo la posición o la de un detentor totalmente cerrado, y la posición 10 totalmente abierto, es decir, se considera que un detentor tiene 10 vueltas de recorrido).

Al circuito con más pérdida de carga de cada colector, le corresponderá el detentor totalmente abierto (posición 10), mientras que, al resto de circuitos de ese mismo colector, la posición será la proporcional a su pérdida de carga, respecto de la del circuito más desfavorable, según la fórmula:

$$VU_X = \frac{PDC_X}{PDC_{MAX}} \cdot (VU_{MAX} - VU_{MIN}) + VU_{MIN}$$

Donde:

- VU_X = vueltas del detentor para un circuito X
- PDC_X = pérdida de carga del circuito X
- PDC_{MAX} = pérdida de carga del circuito más desfavorable
- VU_{MAX} = vueltas del detentor totalmente abierto
- VU_{MIN} = vueltas del detentor totalmente cerrado

Si los detentores empleados tuviesen un número de vueltas de apertura diferentes, establecer la relación con el ejemplo, como si de un porcentaje se tratase: detentor totalmente abierto, posición 10 = 100%, detentor abierto 6 vueltas, posición 6 = 60 %. Si el detentor empleado tuviese 8 vueltas de apertura, el 100 % sería la vuelta 8, mientras que el 60 % sería $8 \times 0,6 = 4,8$ vueltas, pudiendo redondear a 5.

- **TUBERÍAS CIRCUITOS:** Cantidad de tubería y material de la misma, a instalar por las estancias. Incluye cada circuito y los tramos entre éstos y los colectores de distribución.

En los programas comerciales, existe una aplicación que optimiza las bobinas de tubo, de forma que se indica la cantidad de cada longitud necesaria, para aprovechar al máximo los rollos. Habitualmente, se suministran rollos de 100 o 120 m, 200 o 240 m y 500 o 600 m, dependiendo del fabricante.

Sin embargo, en este programa se ha decidido no añadir esta opción, puesto que se ha comprobado como perfectamente viable emplear el valor de longitud de tubería que se muestra en este apartado (803 m, en el ejemplo), y redondear, según las medidas de cada rollo, al número entero de metros más próximo a este total.

En este ejemplo, disponiendo de rollos de 100, 200 y 600 m, se podrían pedir al suministrador un rollo de 600 m y otro de 200 m. Como consejo, se debe intentar, en lo posible, utilizar los rollos de mayor longitud, siempre que sea posible, puesto que es la forma de aprovechar más la tubería y obtener menos desperdicio.

Si se llegase a un valor de 1.500 m de tubería total, lo más lógico sería solicitar 2 rollos de 600 m, uno de 200 m y uno de 100 m: $2 \times 600 + 200 + 100 = 1.500$ m.

- **BANDA PERIMETRAL:** Longitud de banda a colocar en rodapiés, pilares, etc., aplicando la fórmula: $4 \cdot \sqrt{\text{superficie}} \cdot 1,15$. Se solicitará al suministrador la cantidad más próxima al valor que resulta en el programa, según las longitudes del fabricante, habitualmente bobinas de 25 o 50 m.
- **PANELES AISLANTES:** Superficie de paneles aislantes, correspondiente a la superficie de cada estancia, aumentada un 10%, para considerar los recortes y desperdicios. El programa diferencia hasta 5 tipos distintos de paneles y saca las superficies individualizadas de cada tipo.
- **CABEZALES:** Indica el número de cabezales electrotérmicos para abrir/cerrar circuitos comandados por termostato de ambiente. Utiliza las estancias a las que se ha asignado termostato, en la pantalla principal, y el número de circuitos que tiene cada una.
- **CURVATUBOS:** Piezas plásticas para hacer codo con las tuberías a la salida de los colectores de distribución, que corresponden al número total de circuitos de toda la instalación (ida y retorno).
- **PAR DE LLAVES DE CORTE:** Por cada colector de distribución, hay que colocar un par de llaves de corte a la entrada.
- **KIT 10 RACORES:** Racores para adaptar las tuberías de circuitos a las salidas de los colectores de distribución. Habitualmente vienen en kits de 10 unidades, y se calculan con el número total de circuitos (ida y retorno).
- **TERMOSTATOS:** Cantidad de termostatos elegidos en la pantalla principal.
- **CENTRALITAS:** Por cada colector de distribución, es lógico colocar una centralita, que reciba señal de los termostatos, gobierne los cabezales electrotérmicos, y envíe orden de marcha/paro a grupos de bombeo y generadores de calor.

Adicionalmente, se calcula la cantidad de grapas necesarias para anclar los tubos a los paneles aislantes lisos (si no existen tetones de sujeción), a razón de 2,2 por metro de tubería de circuito; también los kg de aditivo para el mortero (si es preciso aportarlo), calculados como 0,16 kg/m² de superficie útil con tubos.

Cuando se comprueba que todos los datos están correctos y el dimensionado está efectuado, se puede proceder a la exportación del archivo del cálculo, en TXT, para conservarlo y poder recuperarlo en futuras ocasiones.

Del mismo modo, puede exportarse la memoria de la instalación en Word, la cual contiene los datos de partida de la instalación, explicación detallada del proceso de cálculo y dimensionado, tablas con los resultados obtenidos y mediciones de los elementos necesarios para la ejecución.

Finalmente, en la memoria de Word se muestra un presupuesto genérico (en tarifas de PVP y mediciones), cuyo único objetivo es aportar una valoración aproximada como proyecto. La realidad será más económica que el valor de este presupuesto orientativo.

Este programa se ha realizado como apoyo a mi propia empresa instaladora, y, si bien se ha testado en numerosas ocasiones, e incluso comparado con software comercial, puede no estar exento de algún error, por lo que el empleo del mismo nunca será bajo la responsabilidad del autor del mismo.

Se pueden realizar consultas al correo electrónico: contacto@alphatres.es

AGRADECIMIENTO

CNI agradece a ALPHA TRES la elaboración de este programa de cálculo y sus instrucciones

Torrelavega, 1 de enero de 2021.

César Herrera Martínez

www.alphatres.es



VIDEO TUTORIAL DE APOYO:

