

Zehnder ZIP
Sistemas de calefacción y refrigeración
por techo radiante
Catálogo técnico

zehnder

always
around you

Calefacción

Refrigeración

Aire fresco

Aire limpio





El sol como nuestro modelo principal. El

efecto térmico de la radiación solar es un principio natural, confortable, sano y eficiente que los techos radiantes de Zehnder ZIP han adaptado para espacios interiores. No suponen ningún coste eléctrico adicional y funcionan casi sin necesidad de mantenimiento. Puesto que no generan polvo, ayudan a evitar alergias y catarros. Además, como la sensación térmica es aproximadamente unos 3 K más elevada que la temperatura del aire, se consigue una climatización de gran confort con un consumo energético reducido. Los techos radiantes de Zehnder ZIP son ideales para espacios de techos altos, como por ejemplo, naves y almacenes, talleres, pabellones deportivos, garajes, salones de exposiciones y ventas, hangares, naves de mantenimiento, espacios muy húmedos, etc. Como principal proveedor europeo de paneles de techo radiante, Zehnder dispone de una gran experiencia respaldada por décadas de desarrollo.

Ventajas	4
Estructura y modelos	6
Sets de montaje y técnica de suspensión	9
Soluciones especiales	12
Datos técnicos	14
Dimensiones	20
Opciones de conexión	22
Ejemplo de dimensionado	24
Cálculo de la pérdida de presión	26
Equilibrado	28
Zehnder – always around you	30

Ventajas

Al igual que todos los productos y sistemas Zehnder, los techos radiantes de Zehnder ZIP disponen de una gran variedad de ventajas que contribuyen a lograr un ambiente interior agradable, sano y de alta eficiencia energética.

1

Rentabilidad

- Permite ahorrar más del 40% de energía
- La temperatura del aire puede ser hasta 3 K menor (calefacción) o mayor (refrigeración)
- Libre selección de la fuente de energía
- La energía mecánica motriz no supone ningún coste eléctrico adicional
- No hay gastos de mantenimiento ni reparación

2

Ambiente agradable

- Principio de la irradiación del calor
- El funcionamiento de la climatización es rápidamente perceptible
- Distribución uniforme del calor por todo el espacio
- Distribución uniforme de la temperatura por toda la altura del edificio
- No hay dispersión de polvo
- Sistema completamente silencioso

3

Tecnología

- Alta potencia térmica y capacidad de refrigeración (de conformidad con la norma EN 14037 o en cumplimiento con la norma EN 14240)
- El peso reducido facilita el montaje
- Capacidad de reacción extraordinariamente rápida ante las variaciones de temperatura
- El aislamiento térmico viene montado de fábrica
- Protección anticorrosión conforme a la norma DIN 50017
- Soluciones especiales ideales para montar en espacios húmedos

4

Flexibilidad

- Concepción modular. Combinable tanto en longitud como en anchura. Longitudes 2, 3, 4, 5 y 6 m, anchura 320 mm
- El sistema de fijación flexible facilita el montaje
- Los paneles pueden unirse por racores roscados o por press-fitting
- No es necesario soldar
- Las superficies de suelo y paredes son aprovechables en su totalidad



Sala de producción de Ohnhäuser, Wallerstein (DE)

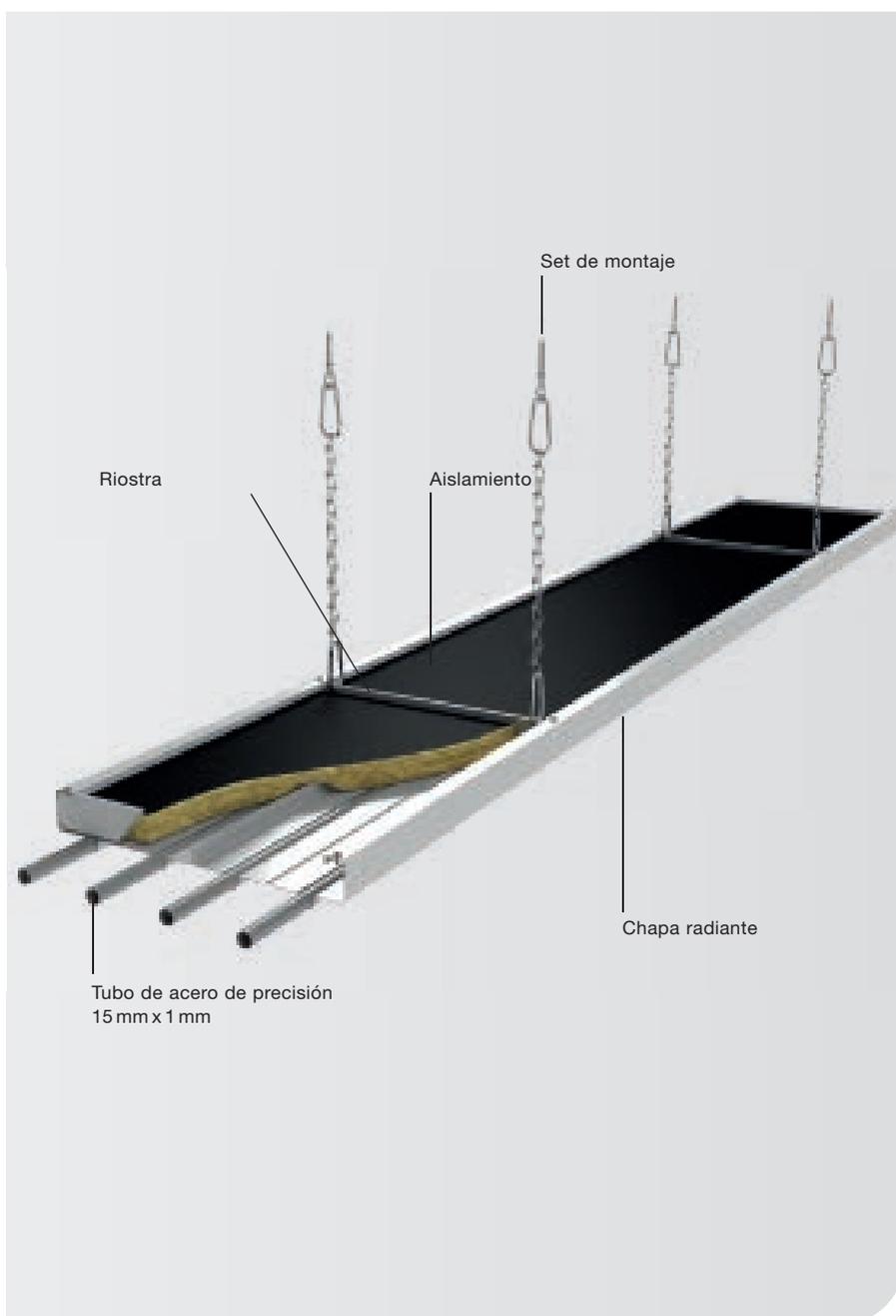
Zehnder ZIP: Estructura y modelos

Zehnder es sinónimo de calidad, funcionalidad y diseño. La empresa cuenta con las certificaciones ISO 9001 e ISO 14001, y realiza la producción cumpliendo con las normas de calidad más estrictas. Los techos radiantes de Zehnder ZIP se producen y se inspeccionan de conformidad con la norma EN 14037, por lo que se consideran de conformidad con las normas CE.

Estructura del elemento

La base del módulo radiante es una chapa radiante con el perfilado Zehnder Special-Clip. Sobre esta chapa se colocan los 4 tubos de acero de precisión y el aislamiento térmico superior. La placa se refuerza con biseles y bordes para evitar que se pueda deformar.

Los techos radiantes de Zehnder ZIP se suministran con un acabado liso. La superficie está galvanizada y, al mismo tiempo, recubierta con una pintura de poliéster de alta calidad (similar a RAL 9016).



Sistemas de interconexión

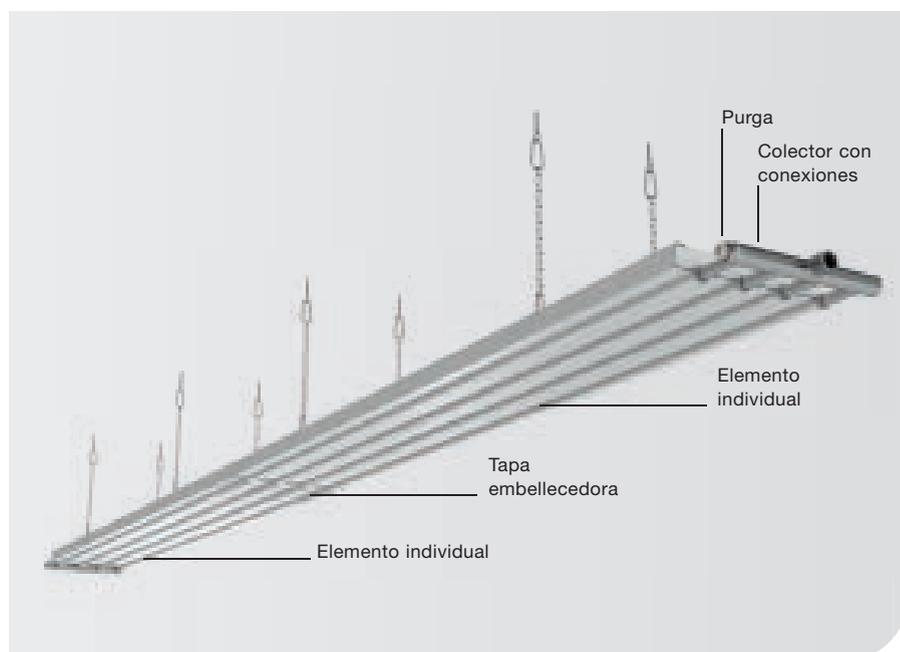
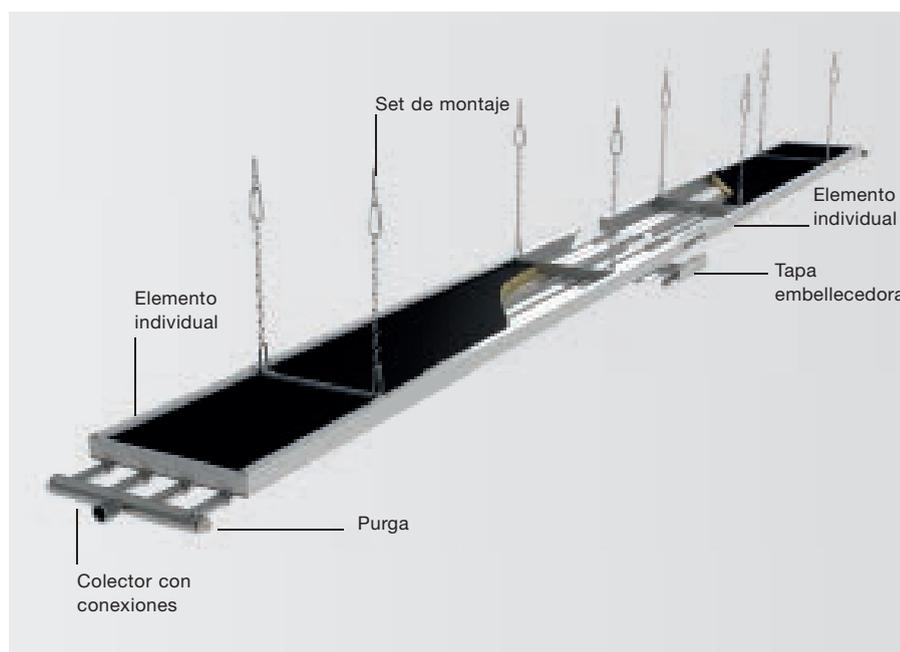
Si existen dos o más elementos individuales es obligatorio unirlos entre sí. En tal caso, existen dos formas de unir los tubos. Los elementos individuales se unen mediante racores roscados o press-fitting para montar el modelo deseado mientras que los puntos de unión se disimulan con una tapa embellecedora. De este modo se mantiene la armonía estética.



Modelos

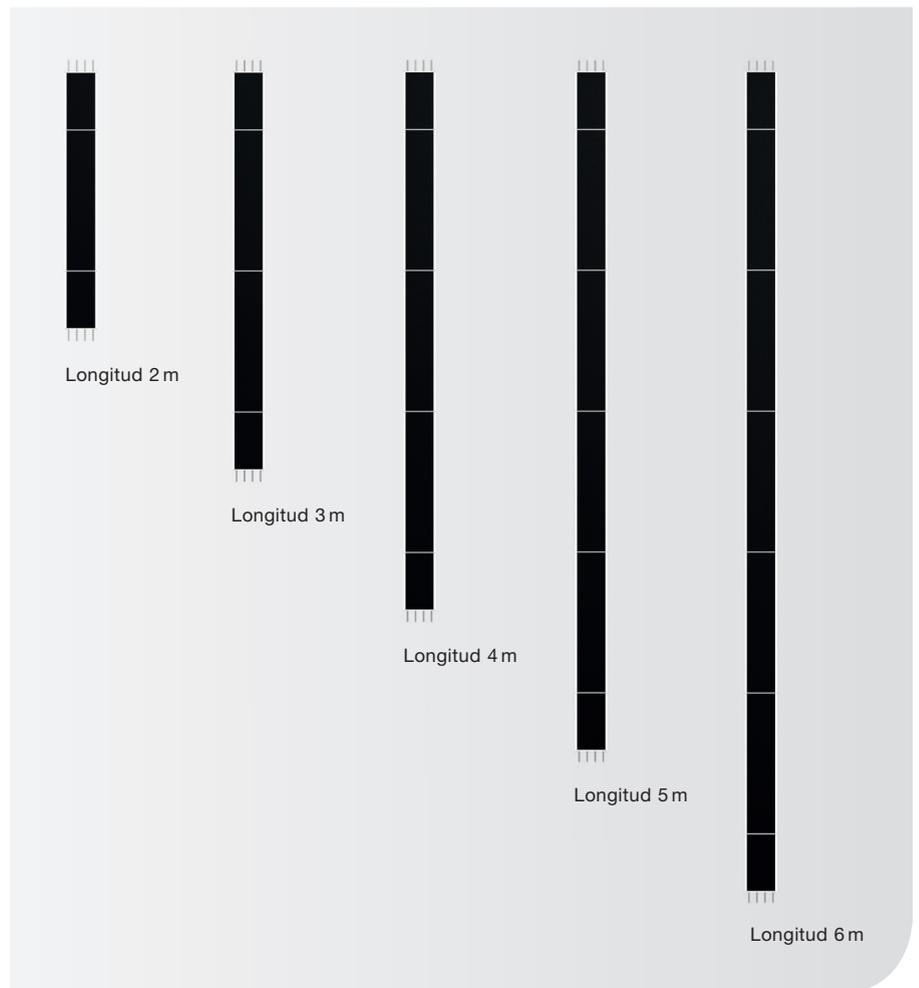
Los techos radiantes de Zehnder ZIP están disponibles en la anchura de 320 mm.

Las placas pueden fabricarse en longitudes de hasta 6 m. Gracias a los racores press-fitting o roscados, los elementos individuales se pueden colocar consecutivamente para formar una banda de techo radiante.



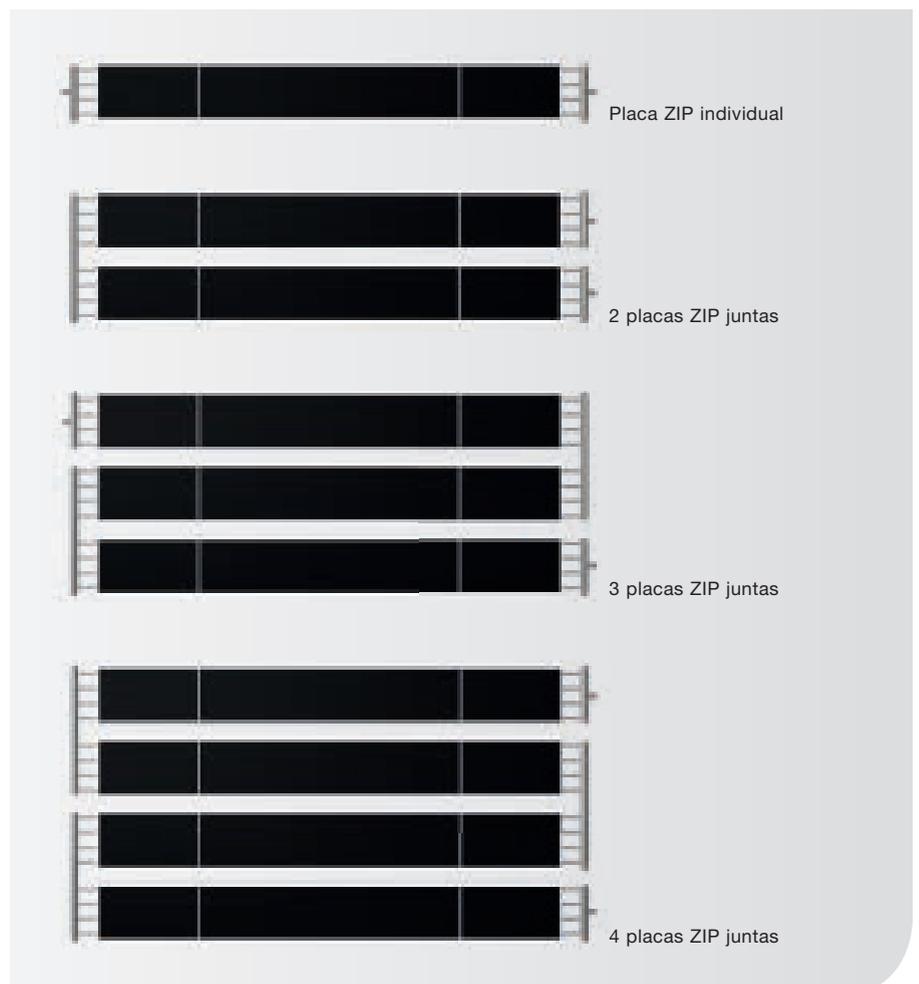
Longitudes estándar

Los techos radiantes de Zehnder ZIP están disponibles en las longitudes estándar de 2, 3, 4, 5 y 6 m. Se pueden crear bandas más largas si se conectan, uno tras otro, varios elementos individuales.



Combinaciones

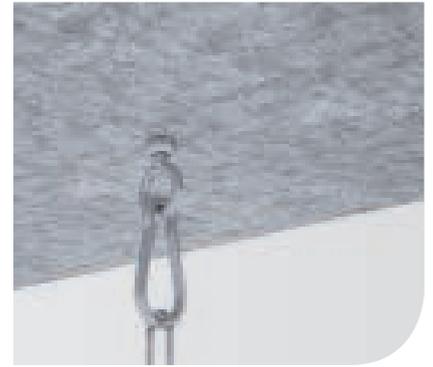
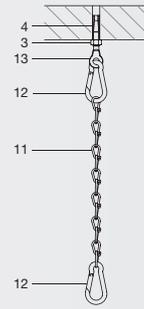
Los techos radiantes de Zehnder ZIP pueden instalarse tanto individualmente como en baterías de varias placas. Se pueden colocar hasta 4 placas juntas.



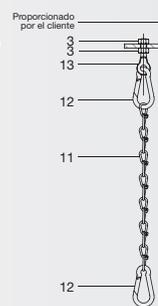
Sets estándar de montaje

Para montar los techos radiantes hay disponibles cinco sets estándar de montaje. Además, Zehnder ofrece una gran variedad de soluciones personalizadas.

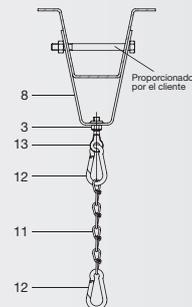
Techo de hormigón
Set de montaje
KN 53



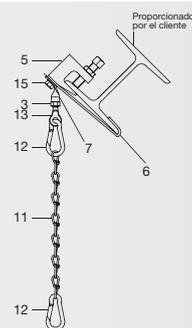
Perfil de acero
Set de montaje
KN 54



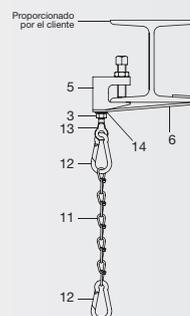
Chapa trapezoidal
Set de montaje
KN 56



Viga de acero inclinada
Set de montaje
KN 57



Viga de acero horizontal
Set de montaje
KN 58



Leyenda

- 3 Tuerca hexagonal M8
- 4 Espiga de acero M8
- 5 Grapa de fijación M8
- 6 Brida de seguridad
- 7 Tornillo M8
- 8 Suspensor trapezoidal M8
- 11 Cadena de eslabón anudado K22
- 12 Mosquetón 5 x 50
- 13 Cáncamo M8
- 14 Arandela
- 15 Tornillo de cabeza hexagonal M8 x 40

Técnica de suspensión

Existe una gran variedad de posibilidades de suspensión y sujeción. Gracias a la utilización de barras de suspensión múltiples al colocar varios elementos ZIP unos al lado de los otros, se reduce la cantidad de sets de montaje necesarios.



Barras de apoyo

Una variante de sujeción son las barras de apoyo en las que se colocan los módulos de Zehnder ZIP. La separación entre las barras puede ser de hasta 3 m. La ventaja de estas barras reside en que permite reducir la distancia del techo radiante con respecto al techo.



Sujeción Fix

Las sujeciones Fix atornilladas en el techo permiten el montaje fijo de los techos radiantes de Zehnder ZIP.



Sujeción Flex

Las sujeciones Flex permiten el montaje inclinado de los techos radiantes. Los módulos se disponen continuos con las molduras del tubo enganchadas en las sujeciones Flex, evitando así que se desplacen.



Soluciones especiales

Los techos radiantes de Zehnder ZIP se caracterizan por una aplicación extremadamente flexible: además de la variedad del programa estándar, existen numerosas soluciones especiales que se adaptan a cada estancia y a cada proyecto.

Malla protectora

De gran utilidad en pabellones deportivos: gracias a la malla combada y galvanizada, los balones y pelotas no se quedan enganchados en los techos radiantes. Además, en el Instituto de Ensayo de Materiales de Stuttgart se ha comprobado la estabilidad de los techos radiantes de Zehnder ZIP frente a los rebotes de pelotas de conformidad con la norma DIN 18032.



Chapa antipolvo

En caso necesario, los techos radiantes de Zehnder ZIP pueden cubrirse con una chapa antipolvo. Una solución higiénica y fácil de limpiar, ideal para espacios con una gran concentración de polvo.



Colectores ocultos

Los colectores terminan por encima de la chapa del techo radiante, por eso son invisibles desde abajo para el usuario.



Chapa radiante modular

Esta variante permite que la luz penetre sin restricciones, p. ej., a través de tragaluces.



Ejecución para espacios húmedos

Esta ejecución del techo radiante es ideal para su aplicación en espacios húmedos (vapor de agua).



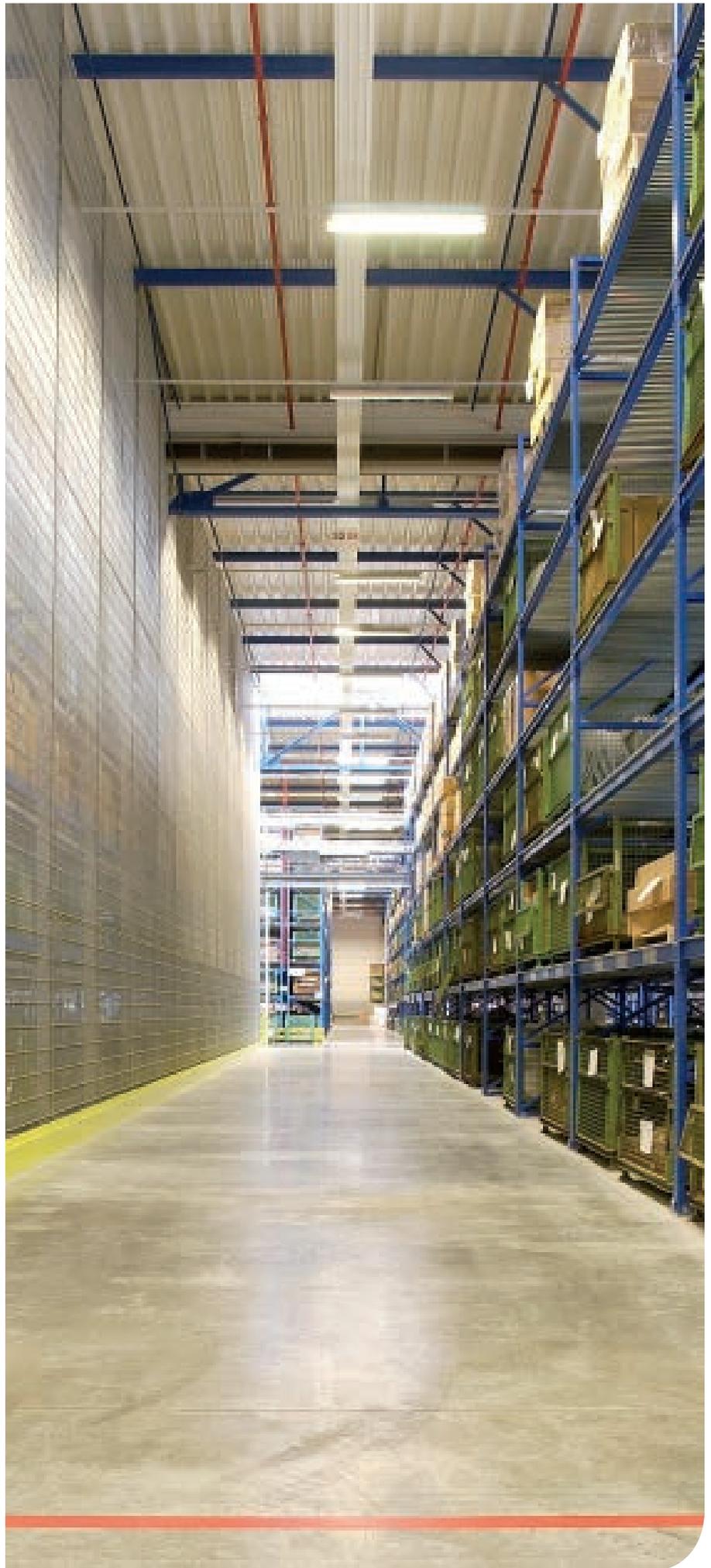
Datos técnicos

Leyenda

- t_a Temperatura del aire (°C)
 t_r Temperatura radiante (°C)
= temperatura media radiante calculada a partir de la temperatura (°C) de todas las superficies circundantes.
 $t_i = t_o$ Temperatura operativa (°C)
= sensación térmica (°C)
 t_{HVL} Temperatura de impulsión de calefacción (°C)
 t_{HRL} Temperatura de retorno de calefacción (°C)
 t_{KVL} Temperatura de impulsión de refrigeración (°C)
 t_{KRL} Temperatura de retorno de refrigeración (°C)
 $\Delta t_{\text{Über}}$ Variación de temperatura para calefacción (K)
 Δt_{Unter} Variación de temperatura para refrigeración (K)
K Constante
n Exponente

Unidades físicas

- Grados Celsius (°C)
Kelvin (K)
Metro cúbico (m³)
Metro (m)
Milímetro (mm)
Pascal (Pa)
Kilogramo (kg)



Centro logístico Striebig, Hatten (FR)

Zehnder ZIP		Unidad de medida	Placa ZIP individual	ZIP2	ZIP3	ZIP4	
Anchos totales		mm	320	704	1088	1472	
Cantidad de tubos		Unidad	4	8	12	16	
Dimensiones	Material del tubo/dimensión (ø exterior x grosor de tubo)	-/mm	Tubo de acero de precisión / 15 x 1				
	Material de la placa	-	Acero				
	Distancia entre tubos	mm	80				
	Distancia entre placas	mm	-	64	64	64	
	Longitud mín. de la placa individual	mm	2000				
	Longitud máx. de la placa individual	mm	6000				
	Cantidad de puntos de suspensión por barra	-	2	2	2	3	
	Distancia de los puntos de suspensión por barra	mm	256	640	512	2 x 704	
Parámetros	Temperatura de servicio máx. ¹⁾	°C	95				
	Presión máxima de servicio ²⁾	bar	5				
Pesos	Peso en vacío, sin contenido de agua y con aislamiento	Techo radiante	kg/m	2,4	4,8	7,2	9,6
		Por colector	kg	0,9	1,7	2,6	3,4
	Peso del aislamiento		kg/m	0,32	0,64	0,96	1,28
	Contenido de agua		l/m	0,53	1,06	1,60	2,13
	Peso en servicio, con contenido de agua y aislamiento	Techo radiante	kg/m	2,9	5,9	8,8	11,7
		Por colector	kg	1,5	2,8	4,4	5,5
Peso de la malla protectora		kg/m	0,3	0,65	1	no suministrable	
Potencia térmica	Rendimiento térmico de conformidad con la norma EN 14037 a $\Delta t = 55$ K, con aislamiento		W/m	208	417	625	834
	Constante del rendimiento térmico (K)		-	2,0871	4,1742	6,2613	8,3484
	Exponente del rendimiento térmico (n)		-	1,1489	1,1489	1,1489	1,1489
Capacidad de refrigeración	Capacidad de refrigeración basada en la norma EN 14240 a $\Delta t = 10$ K, con aislamiento		W/m	36	71	107	142
	Constante de la capacidad de refrigeración (K)		-	3,283	6,566	9,849	13,132
	Exponente de la capacidad de refrigeración (n)		-	1,034	1,034	1,034	1,034

¹⁾ Temperaturas de servicio superiores bajo pedido

²⁾ Presiones de servicio superiores bajo pedido

Potencia térmica y capacidad de refrigeración

En las tablas siguientes se indican la potencia térmica y la capacidad de refrigeración de Zehnder ZIP en función de Δt . Los valores de la potencia térmica se basan en la norma EN 14037, y los de la capacidad de refrigeración en la norma EN 14240.

Aspectos que deben tenerse en cuenta: La retirada del aislamiento repercute positivamente en la capacidad de refrigeración (véase tabla). Sin embargo, esta capacidad adicional sólo se puede sumar a la estancia si el techo es abierto. La retirada del aislamiento aumenta el rendimiento térmico, no obstante, provoca una concentración de calor bajo el techo.

$$\text{Capacidad} = K \cdot \Delta t^n$$

Cálculo de la variación de temperatura para calefacción y para refrigeración:

$$t_i = t_o = \frac{(t_r + t_a)}{2}$$

$$\Delta t_{\text{Über}} = \frac{(t_{\text{HVL}} + t_{\text{HRL}})}{2} - t_i$$

$$\Delta t_{\text{Unter}} = t_i - \frac{(t_{\text{KVL}} + t_{\text{KRL}})}{2}$$

Capacidad de refrigeración sin aislamiento

	Placa ZIP individual	ZIP2	ZIP3	ZIP4
K	3,960	7,920	11,880	15,840
n	1,0265	1,0265	1,0265	1,0265
$\Delta t_{\text{Unter}} \text{ (K)}$	W/m	W/m	W/m	W/m
15	64	128	191	255
14	59	119	178	238
13	55	110	165	220
12	51	102	152	203
11	46	93	139	186
10	42	84	126	168
9	38	76	113	151
8	33	67	100	134
7	29	58	88	117
6	25	50	75	100
5	21	41	62	83

Capacidad de refrigeración con aislamiento

	Placa ZIP individual	ZIP2	ZIP3	ZIP4
K	3,283	6,566	9,849	13,132
n	1,034	1,034	1,034	1,034
$\Delta t_{\text{Unter}} \text{ (K)}$	W/m	W/m	W/m	W/m
15	54	108	162	216
14	50	101	151	201
13	47	93	140	186
12	43	86	129	171
11	39	78	118	157
10	36	71	107	142
9	32	64	96	127
8	28	56	85	113
7	25	49	74	98
6	21	42	63	84
5	17	35	52	69

Potencia térmica con aislamiento

K n	Placa ZIP individual		ZIP2		ZIP3		ZIP4	
	2,0871 1,1489	0,2456 1,3524	4,1742 1,1489	0,4912 1,3524	6,2613 1,1489	0,7368 1,3524	8,3484 1,1489	0,9824 1,3524
Δt (K)	W/m	W/par de colectores	W/m	W/par de colectores	W/m	W/par de colectores	W/m	W/par de colectores
80	321	92,0	641	184	962	276	1283	368
78	311	88,9	623	178	934	267	1246	356
76	302	85,9	605	172	907	258	1209	343
74	293	82,8	586	166	879	248	1173	331
72	284	79,8	568	160	852	239	1136	319
70	275	76,8	550	154	825	230	1100	307
68	266	73,9	532	148	798	222	1064	296
66	257	71,0	514	142	771	213	1028	284
64	248	68,1	496	136	744	204	992	272
62	239	65,2	478	130	718	196	957	261
60	230	62,4	461	125	691	187	922	249
58	222	59,6	443	119	665	179	886	238
56	213	56,8	426	114	638	170	851	227
55	208	55,4	417	111	625	166	834	222
54	204	54,1	408	108	612	162	816	216
52	195	51,4	391	103	586	154	782	206
50	187	48,7	374	97,5	561	146	747	195
48	178	46,1	357	92,3	535	138	713	185
46	170	43,5	340	87,1	509	131	679	174
44	161	41,0	323	82,0	484	123	645	164
42	153	38,5	306	77,0	459	116	612	154
40	145	36,0	289	72,1	434	108	578	144
38	136	33,6	273	67,3	409	101	545	135
36	128	31,3	256	62,5	384	93,8	512	125
34	120	28,9	240	57,9	360	86,8	480	116
32	112	26,7	224	53,3	336	80,0	448	107
30	104	24,4	208	48,9	312	73,3	416	97,7
28	96,0	22,3	192	44,5	288	66,8	384	89,0
26	88,1	20,1	176	40,3	264	60,4	353	80,5
24	80,4	18,1	161	36,1	241	54,2	322	72,3
22	72,8	16,1	146	32,1	218	48,2	291	64,2
20	65,2	14,1	130	28,2	196	42,4	261	56,5
19	61,5	13,2	123	26,3	184	39,5	246	52,7
18	57,8	12,2	116	24,5	173	36,7	231	49,0
17	54,1	11,3	108	22,7	162	34,0	216	45,3
16	50,5	10,4	101	20,9	151	31,3	202	41,8
15	46,9	9,6	93,7	19,1	141	28,7	187	38,3
14	43,3	8,7	86,6	17,4	130	26,1	173	34,9
13	39,8	7,9	79,5	15,8	119	23,7	159	31,5
12	36,3	7,1	72,5	14,1	109	21,2	145	28,3
11	32,8	6,3	65,6	12,6	98,4	18,9	131	25,2
10	29,4	5,5	58,8	11,1	88,2	16,6	118	22,1
9	26,1	4,8	52,1	9,6	78,2	14,4	104	19,2
8	22,8	4,1	45,5	8,2	68,3	12,3	91,0	16,4
7	19,5	3,4	39,0	6,8	58,6	10,2	78,1	13,7
6	16,4	2,8	32,7	5,5	49,1	8,3	65,4	11,1
5	13,3	2,2	26,5	4,3	39,8	6,5	53,0	8,7

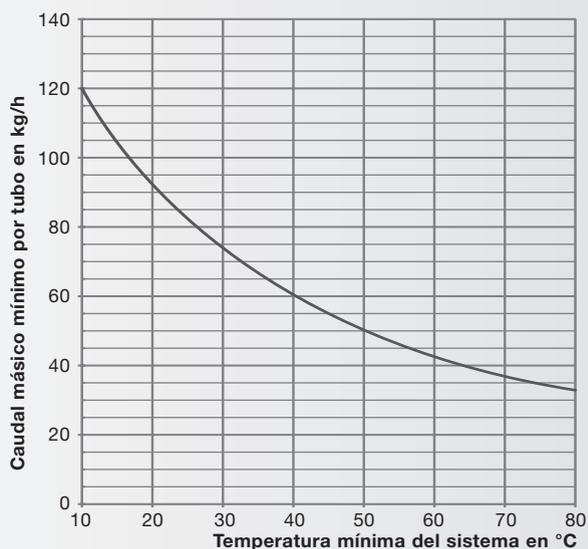


Centro logístico KIK, Bönen (DE)

Caudal másico mínimo

Para respetar la capacidad indicada en la tabla, en los tubos del techo se debe garantizar el flujo turbulento. Este caudal mínimo de agua caliente depende de la temperatura mínima del sistema.

Durante la calefacción, corresponde a la temperatura de retorno. Durante la refrigeración, y en caso de refrigeración/calefacción combinadas, corresponde a la temperatura de impulsión del agua fría. Si no se alcanza el caudal mínimo de agua caliente en cada tubo, la capacidad puede verse reducida aproximadamente en un 15%.



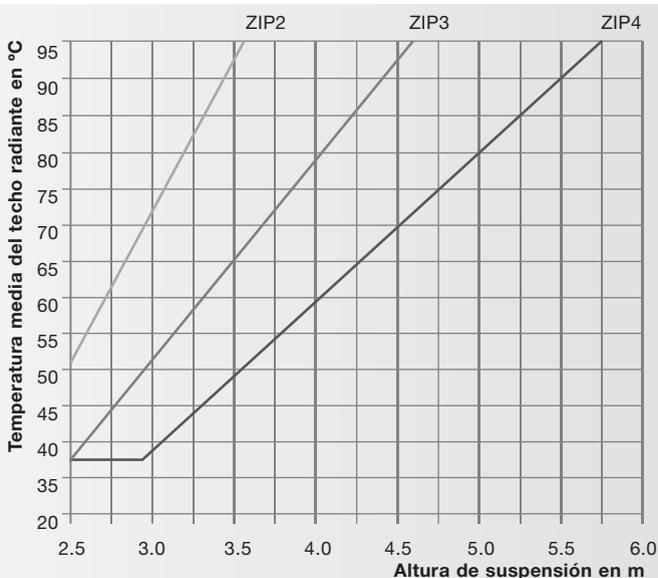
Temperaturas límite

A fin de garantizar un sistema de radiación que genere un ambiente agradable, debe seleccionarse la temperatura teórica adecuada. Se puede comprobar mediante la tabla siguiente y el diagrama. La temperatura teórica debe ser inferior a los dos límites de temperatura (temperatura media del medio radiante). En estancias y zonas de paso donde la gente no se detenga demasiado tiempo es posible establecer temperaturas límite superiores.

Estos valores son de referencia. Se puede realizar un cálculo detallado de conformidad con ISO 7730.

Altura m	Parte de la superficie del techo que ocupa el techo radiante de Zehnder ZIP					
	al 10%	al 15%	al 20%	al 25%	al 30%	al 35%
	Temperatura media del techo radiante en °C					
≤ 3	73	71	68	64	58	56
4			91	78	67	60
5				83	71	64
6				87	75	69
7				91	80	74
8					86	80
9					92	87
10						94

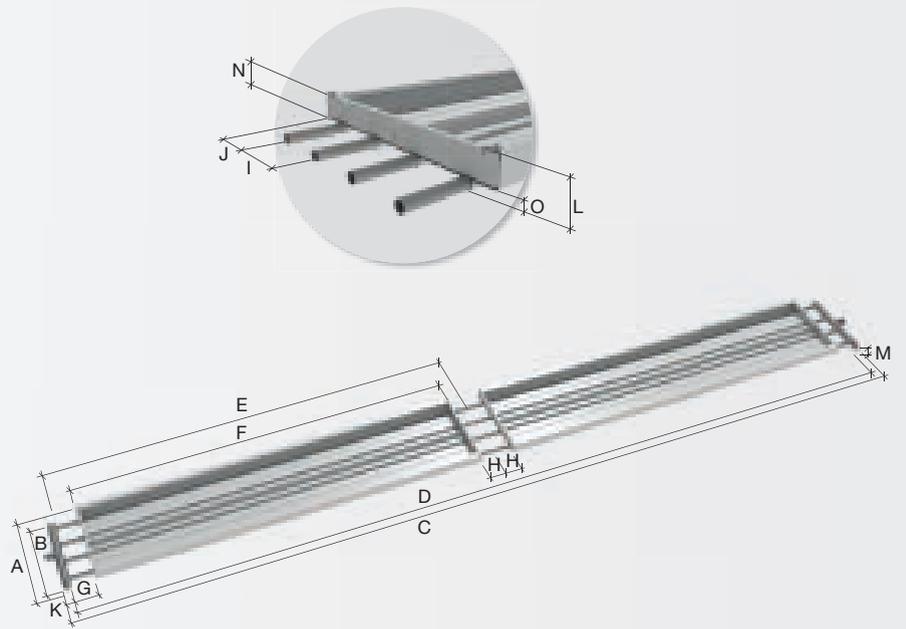
Paso 1: ocupación del techo. La temperatura teórica no debe superar los valores límite definidos.



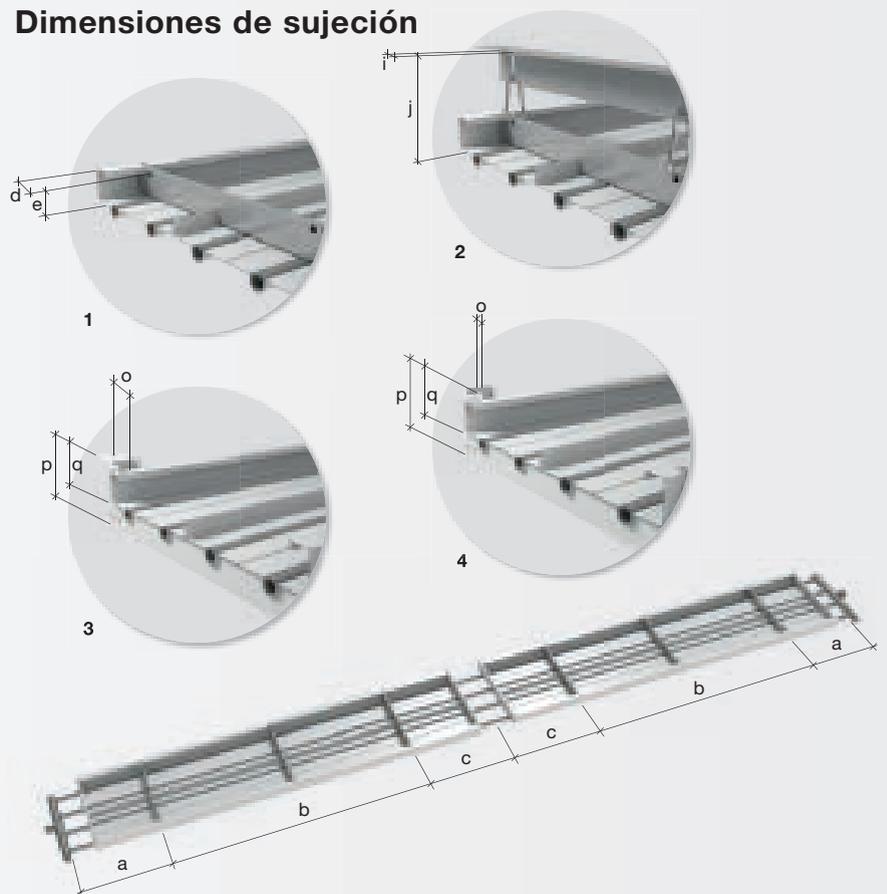
Paso 2: anchura del techo radiante. La temperatura teórica no debe superar los valores límite definidos.

Dimensiones

Dimensiones del módulo



Dimensiones de sujeción



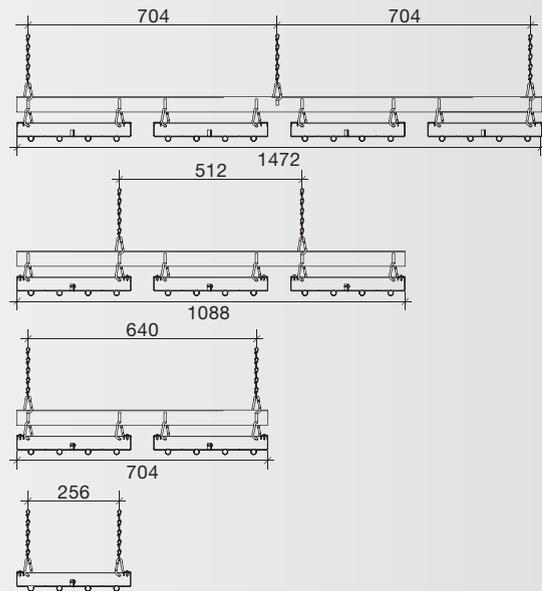
Dimensiones del módulo

Pos.	Descripción	Medida en mm	Medida mín. en mm	Medida máx. en mm	Observación
A	Anchura total	320	-	-	
B	Anchura del colector	300	-	-	
C	Longitud total (sin conexiones)	Variable	2064	60064	Longitud del módulo 1000mm
D	Longitud del tubo	Variable	2000	60000	Longitud del módulo 1000mm
E	Longitud del elemento individual	Variable	2000	6000	Longitud del módulo 1000mm
F	Longitud de la chapa radiante, elemento individual	Variable	1830	5830	Longitud del módulo 1000mm
G	Saliente de tubo hacia el colector	85	-	-	
H	Saliente de tubo hacia la pieza de unión	85	-	-	
I	Distancia entre tubos	80	-	-	
J	Distancia entre tubo – reborde lateral	40	-	-	
K	Longitud del colector	32	-	-	
L	Altura total (sin suspensión)	55	-	-	
M	Altura del colector	32	-	-	
N	Altura del reborde lateral	42	-	-	
O	Altura de la moldura del tubo	13	-	-	

Dimensiones de sujeción

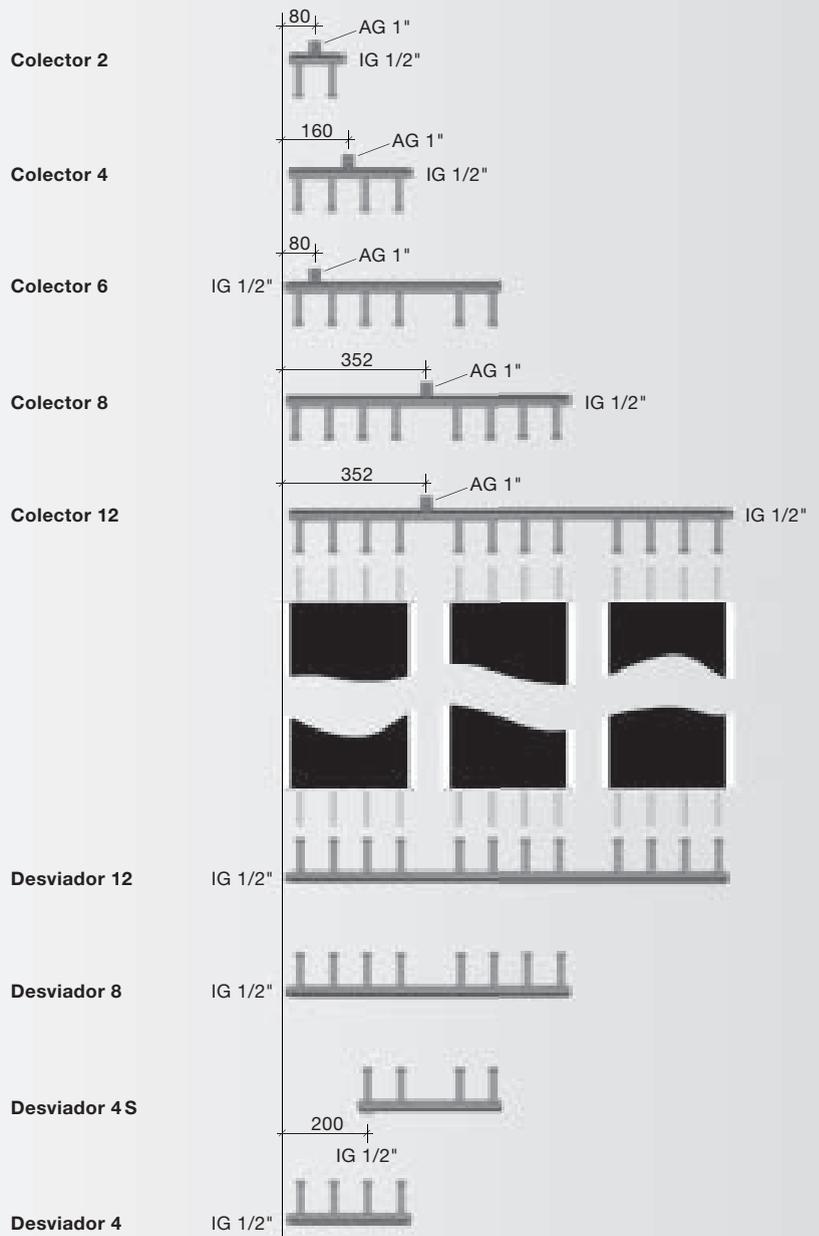
Pos.	Descripción	Medida en mm	Medida mín. en mm	Medida máx. en mm	Observación
1 Sujeción en la riostra (módulos ZIP individuales)					
a	Colector – riostra	500	-	-	
b	Riostra – riostra	Variable	1000	3000	Separación del módulo 1000mm
c	Riostra – punto de unión	500	-	-	
d	Borde exterior del módulo – centro del primer punto de suspensión	32	-	-	
e	Borde inferior de la chapa radiante – borde superior del punto de suspensión	39	-	-	
2 Sujeción en barras múltiples de suspensión (ZIP2, ZIP3 ó ZIP4)					
a	Colector – riostra	500	-	-	
b	Riostra – riostra	Variable	1000	3000	Separación del módulo 1000mm
c	Riostra – punto de unión	500	-	-	
i	Borde exterior del módulo – centro del primer punto de suspensión	32	-	-	
j	Borde inferior de la chapa radiante – borde superior del punto de suspensión	108	-	-	
3 Sujeción directa mediante barras fijas (sujeción Fix)					
a	Colector – sujeción Fix	500	-	-	
b	Sujeción Fix – sujeción Fix	Variable	1000	3000	
c	Sujeción Fix – punto de unión	500	-	-	
o	Borde exterior del módulo – centro del primer punto de suspensión	32	-	-	
p	Borde inferior de la sujeción Fix – borde inferior del techo de hormigón	91	-	-	
q	Borde inferior de la chapa radiante – borde inferior del techo de hormigón	55	-	-	
4 Sujeción mediante sets de montaje (sujeción Flex)					
a	Colector – sujeción Flex	500	-	-	
b	Sujeción Flex – sujeción Flex	Variable	1000	3000	
c	Sujeción Flex – punto de unión	500	-	-	
o	Borde exterior del módulo – centro del primer punto de suspensión	14	-	-	
p	Borde inferior de la sujeción Flex – borde inferior del punto de suspensión	81	-	-	
q	Borde inferior de la chapa radiante – borde inferior del punto de suspensión	50	-	-	

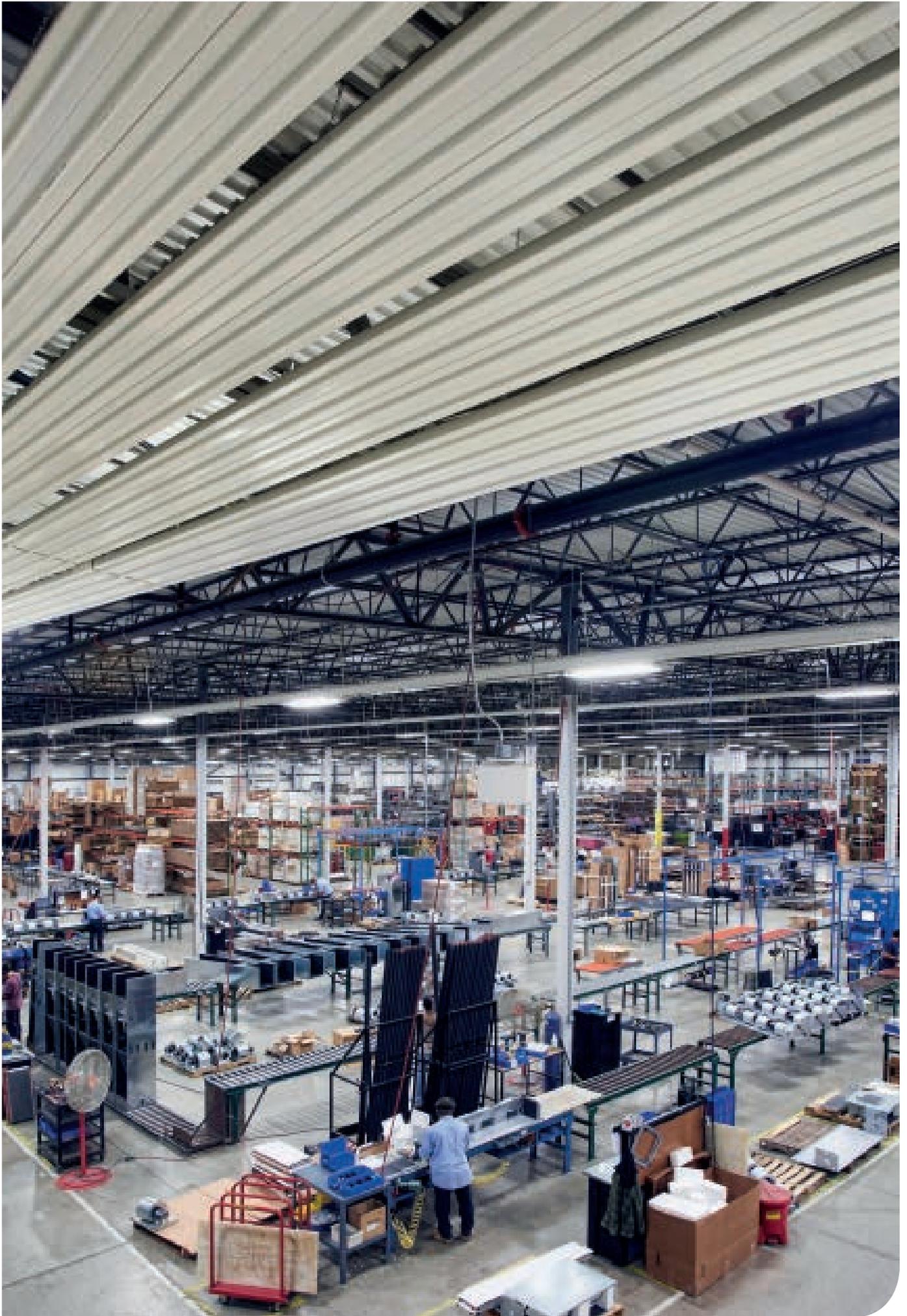
Distancia de los puntos de suspensión por barra/riostra



Colectores y desviadores

Los colectores y desviadores normalizados permiten una gran variedad de opciones de conexión.





Centro de producción Rittling, Búfalo (USA)

Ejemplo de dimensionado

Principios del dimensionado

La carga térmica de la estancia se calcula según la normativa local vigente. Si la renovación de aire en la estancia supera las magnitudes habituales por infiltración (máx. 1/h), especialmente en caso de instalaciones de aspiración, se debe precalentar el aire de alimentación. La incidencia del aire frío en puertas o en áreas de carga no se puede evitar exclusivamente mediante climatización radiante. En estos casos se deben emplear dispositivos auxiliares, p. ej. cortinas de tiras, cortinas de aire, etc.

Ejemplo de dimensionado y disposición

En el siguiente ejemplo se muestra cómo se efectúa el dimensionado de una nave.

Objetivo

Temperatura interior homogénea (20° C) en toda la superficie.

Especificaciones

Nave independiente:

Longitud 50 m, anchura 20 m, altura 8 m

Renovación de aire: 0,31/h

Temperatura exterior: -12° C

Carga térmica

Pérdida normalizada de calor por transmisión: 57250 W

Pérdida normalizada de calor por ventilación: 26112 W

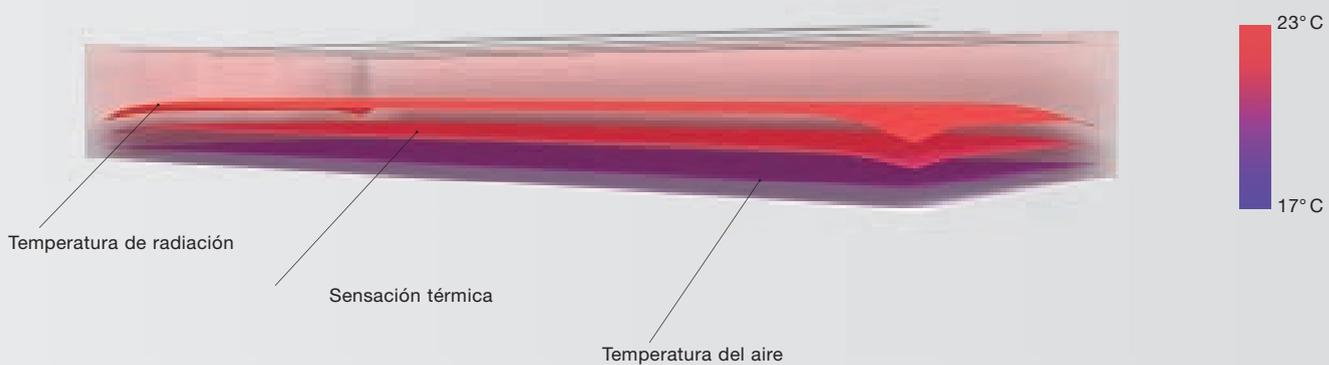
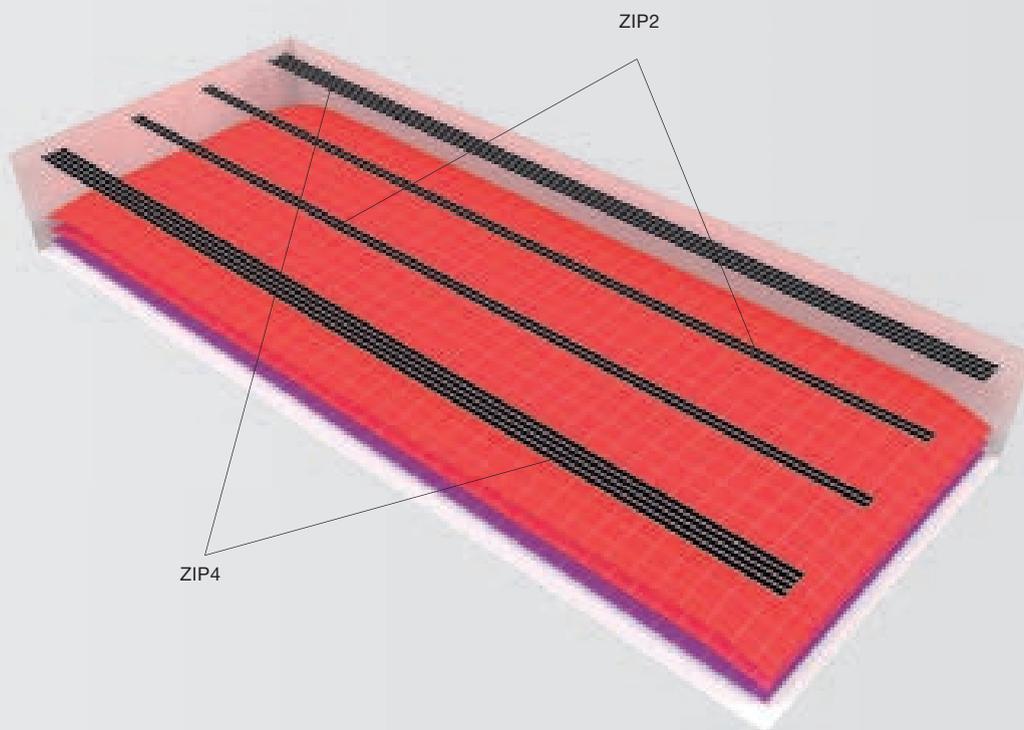
Pérdidas de calor normalizadas: 83362 W

Dimensionado de techos radiantes

Temperatura de impulsión: 70° C

Temperatura de retorno: 50° C

Rendimiento térmico							
Tipo	Longitud en m	Variación de temperatura en K	W/m	W/par de colectores	Cantidad	Rendimiento térmico total	Caudal másico por banda
ZIP4	48	40	145	36	2	55968 W	1203 kg/h
ZIP2	48	40	145	36	2	27984 W	601 kg/h
83952							

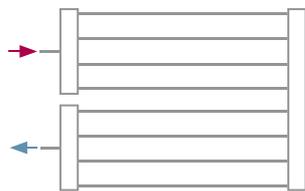


La distribución de la temperatura interior se calcula para una altura de 1 m por encima del suelo. Incluso en el perímetro, la temperatura interior difiere solo ligeramente respecto al valor teórico.

Cálculo de la pérdida de carga

La pérdida de carga de los techos radiantes de Zehnder ZIP se calcula como la suma de la pérdida de carga del sistema tubular y la pérdida de carga en las conexiones del sistema con la red de tuberías. Cuando se utilizan reguladores de caudal Zehnder debe añadirse la pérdida de carga adicional del propio regulador.

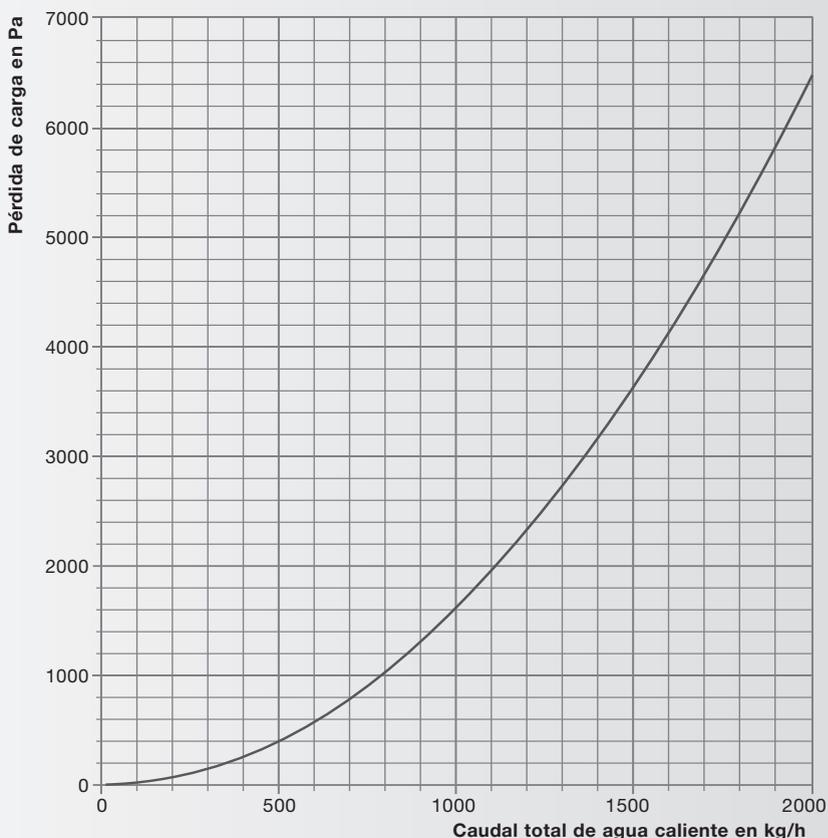
Determinación de la pérdida de carga



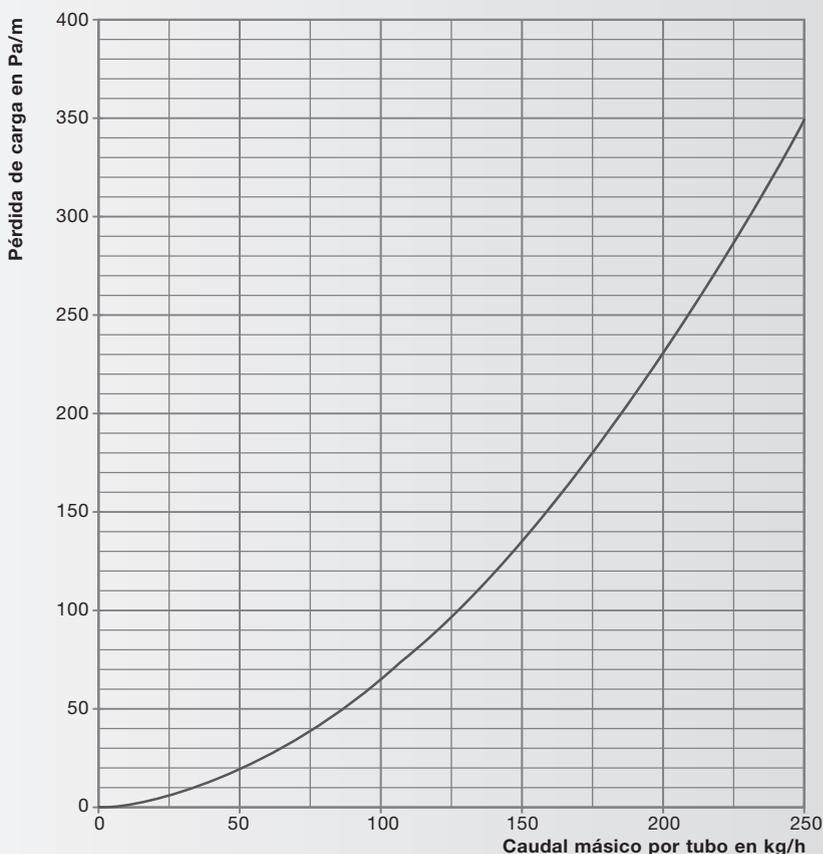
P. ej. ZIP2; 48 m

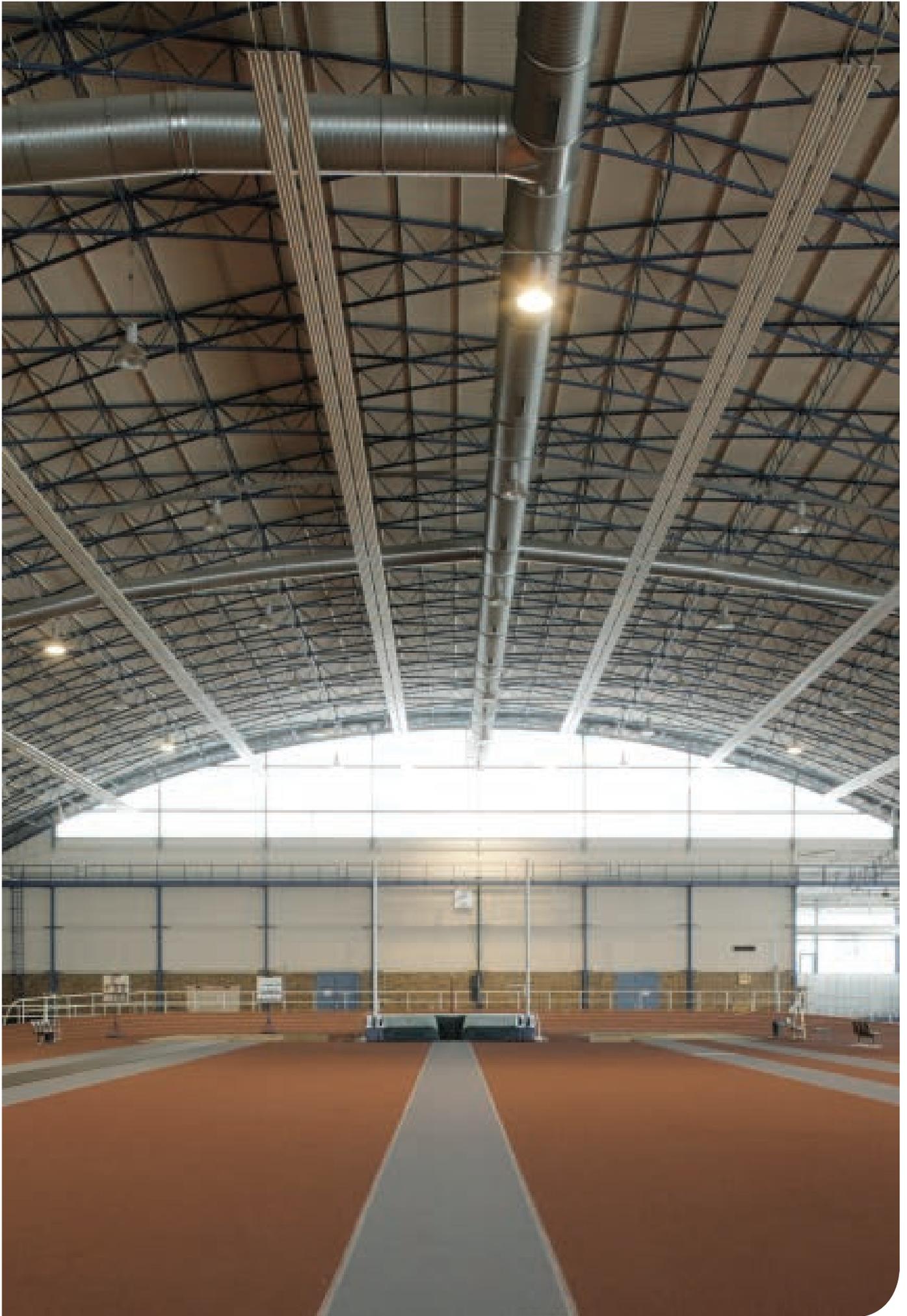
1. Indicar el caudal másico total del techo radiante. P. ej. $m = 601 \text{ kg/h}$ (ver pág. 24)
2. Leer la pérdida de carga del par de colectores en el diagrama. P. ej. $\Delta p = 600 \text{ Pa}$ /par de colectores. Ya que el agua de calefacción entra y sale 2 veces respectivamente por un colector, el valor debe multiplicarse por 2.
3. Consultar la pérdida de carga del tubo en el diagrama. El caudal másico se calcula dividiendo el caudal másico total entre la cantidad de tubos paralelos con flujo.
P. ej. $601 \text{ kg/h} : 4 \text{ filas de tubos} = 150 \text{ kg/h}$
 $\Delta p = 135 \text{ Pa/m} * 48 \text{ m} * 2$
(para recorrido de avance y retorno) = 12960 Pa
4. Para calcular la pérdida de carga total del techo radiante simplemente sumar las pérdidas de carga individuales calculadas anteriormente.
P. ej. $600 \text{ Pa} * 2 + 12960 \text{ Pa} = 14640 \text{ Pa}$

Pérdida de carga del par de colectores incluido conexiones

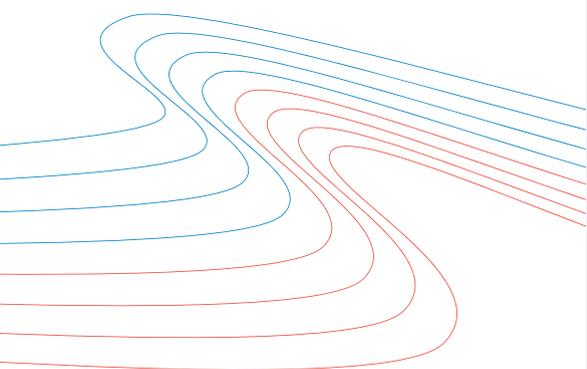


Pérdida de carga por tubo





Equilibrado



Equilibrado hidráulico de los techos radiantes

En cada sistema de calefacción o refrigeración bifurcado, la distribución correcta del caudal de agua caliente es importante para lograr un funcionamiento eficiente. (Además, todas las bandas del techo radiante se deberían poder llenar, cerrar y vaciar por separado.)

En el caso de las instalaciones con techos radiantes idénticos y, por lo tanto, con caudales idénticos, la disposición de tuberías según el sistema Tichelmann, o retorno invertido, (**Fig. 1**) es una solución sin riesgos hidráulicos. Sin embargo, precisamente en la

calefacción de naves, la tercera tubería provoca considerables costes y, en muchos casos, no es aplicable debido a los distintos tamaños de placas.

En las instalaciones en las que cada placa del techo tiene una capacidad distinta, se debe compensar hidráulicamente esta diferencia mediante el dimensionado de la red de tubos y el ajuste de la pérdida de carga. Esto comporta una inversión considerable de tiempo y costes.

El ajuste hidráulico resulta mucho más sencillo con la regulación de caudal mixta de Zehnder (VSRK) (**Fig. 2**).

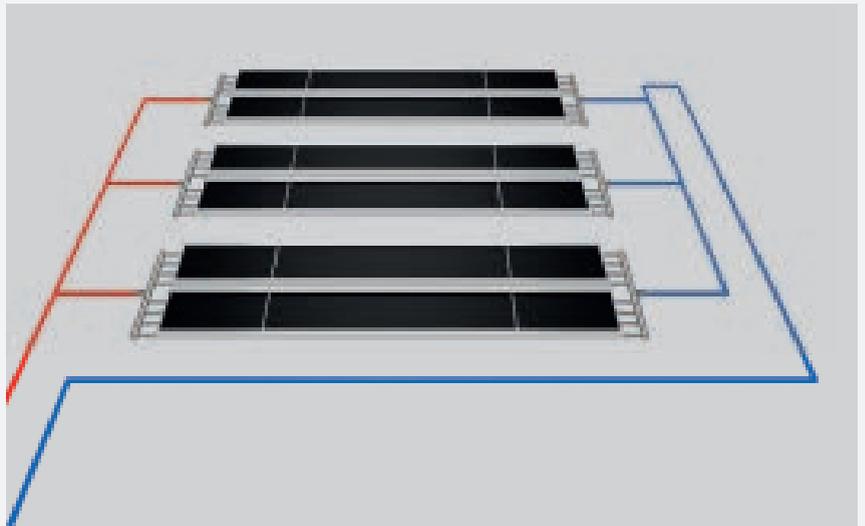


Fig. 1: Disposición de tuberías para retorno invertido: sistema Tichelmann

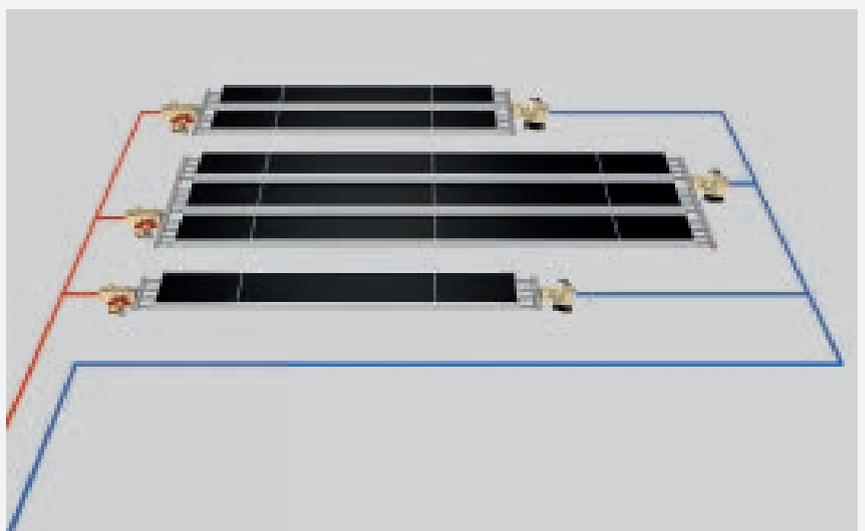


Fig. 2: Disposición de tubos más sencilla, con regulación de caudal mixta de Zehnder (VSRK)

La regulación de caudal mixta de Zehnder (VSRK)

El sistema VSRK es un set completo compuesto por un regulador de caudal, llaves esféricas de cierre y llaves esféricas de llenado y vaciado.

El regulador (**Fig. 3**) se ajusta de fábrica al caudal de la banda. De este modo no es necesario realizar laboriosos ajustes in situ.

Otras ventajas del sistema VSRK: si la presión diferencial es mayor y el caudal de la placa es constante, el ajuste hidráulico se puede realizar también con techos radiantes de varios tamaños.

Todas las placas deben estar conectadas a través de una unión flexible (tubo flexible blindado).

Regulador de caudal DN25	
Caudal másico (kg/h)	Pérdida de presión total (kPa)
150	20,1
180	21,3
210	22,5
240	23,6
270	24,7
300	25,7
330	26,7
360	27,7
390	28,6
420	29,5
450	30,4
480	31,2
510	32,0
540	32,7
570	33,4
600	34,1
630	34,8
660	35,4
690	36,0
720	36,6
750	37,2
780	37,7
810	38,3
840	38,8
870	39,3
900	39,7
930	40,2
960	40,6
990	41,1
1020	41,5
1050	41,9

Regulador de caudal DN32	
Caudal másico (kg/h)	Pérdida de presión total (kPa)
600	15,0
700	15,3
800	15,7
900	16,0
1000	16,3
1100	16,7
1200	17,0
1300	17,3
1400	17,7
1500	18,0
1600	18,3
1700	18,7
1800	19,0
1900	19,3
2000	19,7
2100	20,0
2200	20,3
2300	20,7
2400	21,0
2500	21,3
2600	21,7
2700	22,0
2800	22,3
2900	22,7
3000	23,0
3100	23,3
3200	23,7
3300	24,0
3400	24,3
3500	24,7
3600	25,0



Fig. 3: Regulación de caudal mixta de Zehnder.

Zehnder – todo lo que necesita para lograr un ambiente interior agradable, sano y de alta eficiencia energética

Calefacción, refrigeración, aire fresco y limpio: en Zehnder encontrará todo lo que necesita para lograr un ambiente interior agradable, sano y de alta eficiencia energética. Gracias a su amplia gama claramente estructurada, Zehnder proporciona los productos apropiados para cada edificio, bien del sector privado, público o industrial, bien para obras nuevas o proyectos de reforma. Hasta en cuestiones de asistencia, Zehnder estará “always around you”.

Calefacción

Zehnder no solo proporciona radiadores de diseño para sistemas de calefacción. Es más, encontrará muchas y variadas soluciones para la calefacción, desde techos radiantes hasta bombas de calor con ventilador integrado.

- Radiadores de diseño
- Central energética compacta con bomba de calor integrada
- Sistemas de calefacción y refrigeración por techo radiante
- Ventilación confortable de espacios con recuperación de calor



Refrigeración

Para la refrigeración de espacios, Zehnder proporciona también soluciones muy bien concebidas. Desde sistemas de refrigeración por techo radiante hasta la ventilación confortable de espacios con alimentación de aire previamente refrigerado.

- Sistemas de calefacción y refrigeración por techo radiante
- Central energética compacta con bomba de calor y tubería para geotermia
- Ventilación confortable de espacios con colectores de tierra para el preenfriamiento del aire fresco



Aire fresco

Aire fresco – la producción de aire fresco es un sector en el cual Zehnder cuenta con una larga tradición. El sistema Zehnder Comfosystems proporciona una ventilación confortable de espacios con recuperación de calor para viviendas unifamiliares y multifamiliares, así como para obras nuevas o proyectos de reforma.

- Ventilación confortable de espacios
- Central energética compacta con ventilación integrada



Aire limpio

El producto Zehnder Clean Air Solutions permite la producción de aire limpio para edificios con una particular concentración de polvo. En las viviendas, el producto Zehnder Comfosystems para una ventilación confortable de espacios permite filtrar las sustancias nocivas del aire.

- Ventilación confortable de espacios con filtro de aire fresco integrado
- Central energética compacta con filtro de aire fresco integrado
- Sistemas de purificación del aire



zehnder

always
around you



