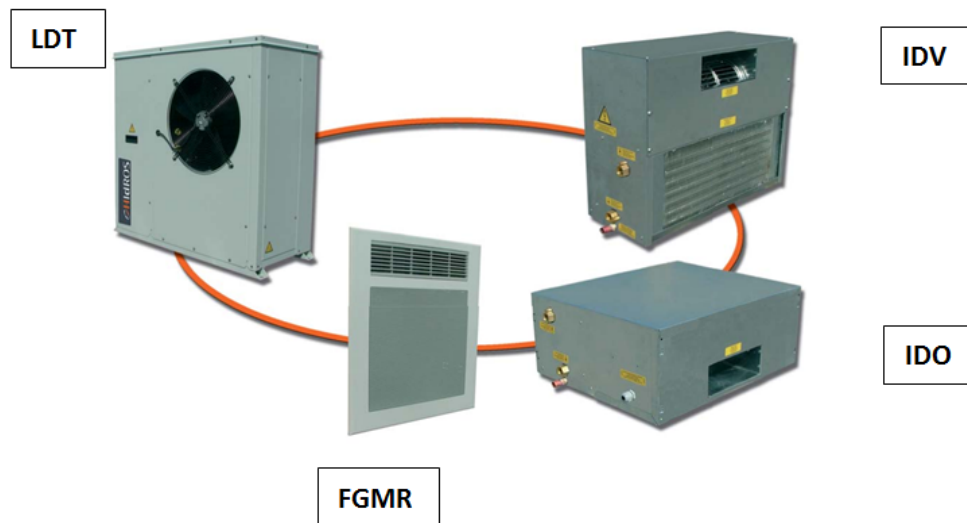


09. SISTEMA IDRA. DESHUMIDIFICACIÓN Y REFRIGERACIÓN POR SUELO RADIANTE.



La climatización del aire tiene el propósito principal de controlar y gestionar las condiciones climáticas del ambiente, con el fin de garantizar las condiciones de bienestar en el caso de personas, ó de almacenamiento o producción en el caso de bienes ó materiales en general. Para conseguir este propósito, las propiedades del aire que hay que controlar principalmente son la humedad y la temperatura.

En la climatización residencial, donde los ambientes acondicionados están ocupados por personas, se está implantado de manera muy significativa, la climatización mediante sistema radiante. Este sistema puede transmitir la energía térmica en forma de calor radiante (será de signo positivo en el caso de la calefacción, y signo negativo en la refrigeración) mediante un serpentín de tuberías instalado en el suelo, pared ó techo.

Por lo que concierne a la refrigeración, es intuitivo imaginar como el calor sensible puede ser eliminado directamente por el serpentín de tuberías, mientras que no ocurre igual con el calor latente que depende de la tasa de humedad del aire. La eliminación del calor latente conlleva la condensación del vapor de agua contenido en el aire, mediante el enfriamiento del mismo por debajo del punto de rocío. Se entiende entonces que, si quisiéramos reducir la tasa de humedad relativa del aire a través del serpentín de tuberías, necesitaríamos alcanzar el punto de rocío en la estructura en la cual estamos tratando el aire, creando el fenómeno de condensación.

Por tanto, en estas instalaciones, las condiciones de confort se consiguen normalmente enviando agua refrigerada a los paneles a una temperatura notablemente superior al punto de rocío del ambiente, y que por lo general difiere de este último entre 5 y 7°C. En las instalaciones de refrigeración por paneles radiantes, entonces, la carga latente ó la tasa de humedad del aire está controlada y gestionada mediante un sistema diferente y separado. El sistema más implantado prevé el uso de deshumidificadores por ciclo frigorífico.

Estos equipos de deshumidificación se instalan en el ambiente (en falso techo, empotrados en la pared, ó en el exterior de la sala) con su propio compresor interno y provisto de baterías de pre y post enfriamiento. La batería de pre-enfriamiento, alimentada por la misma agua refrigerada para los paneles radiantes (15°C), tiene el propósito de aumentar la eficiencia de la unidad, eliminando parte de la carga sensible, de forma que el deshumidificador trabaje predominantemente con carga latente. La batería de post-enfriamiento resulta absolutamente necesaria para neutralizar el calor de condensación generado por el deshumidificador, ya que si no es controlado generaría una carga térmica positiva, en contraposición a la energía frigorífica entregada por los paneles, reduciendo entonces su efectividad.

Resumiendo entonces, se observa que para poder eliminar el calor latente es necesario llegar al punto de rocío del aire ambiente, que normalmente se encuentra en torno a 15°C, temperatura mucho más baja que la del aire a tratar y que la del agua de alimentación de los paneles. Para eliminar el calor latente (ó controlar la humedad relativa) se debe disponer necesariamente de energía a una temperatura inferior a la que corresponde al punto de rocío.

Resulta evidente entonces la necesidad de disponer de energía con dos niveles térmicos diferentes.

El sistema integral de deshumidificación y refrigeración IDRA, partiendo de esta consideración, prevé el uso de dos componentes diferentes:

- La unidad de deshumidificación interna, sin compresor, y el grupo de refrigeración de agua, de manera que produzca de forma extremadamente eficiente agua refrigerada con dos niveles de temperatura.
- El sistema IDRA funciona como una instalación normal de refrigeración por agua con la única diferencia de tener un circuito hidráulico a tres tubos en vez de dos.
- El circuito se divide en dos partes; el circuito de baja temperatura donde se produce agua refrigerada a 7°C para enviarla al deshumidificador, y el circuito de alta temperatura donde se produce agua a 15°C para el sistema radiante.
- Los componentes principales de la instalación son la enfriadora de doble temperatura LDT y la unidad interna de deshumidificación ID.

La enfriadora de agua de doble temperatura de la serie LDT está fabricada de forma que pueda dar servicio simultáneamente tanto al sistema de paneles radiantes (de alta temperatura a 15°C) como al circuito más frío (de baja temperatura a 7°C) para alimentar la unidad de deshumidificación ID.

El concepto de la unidad es el siguiente:

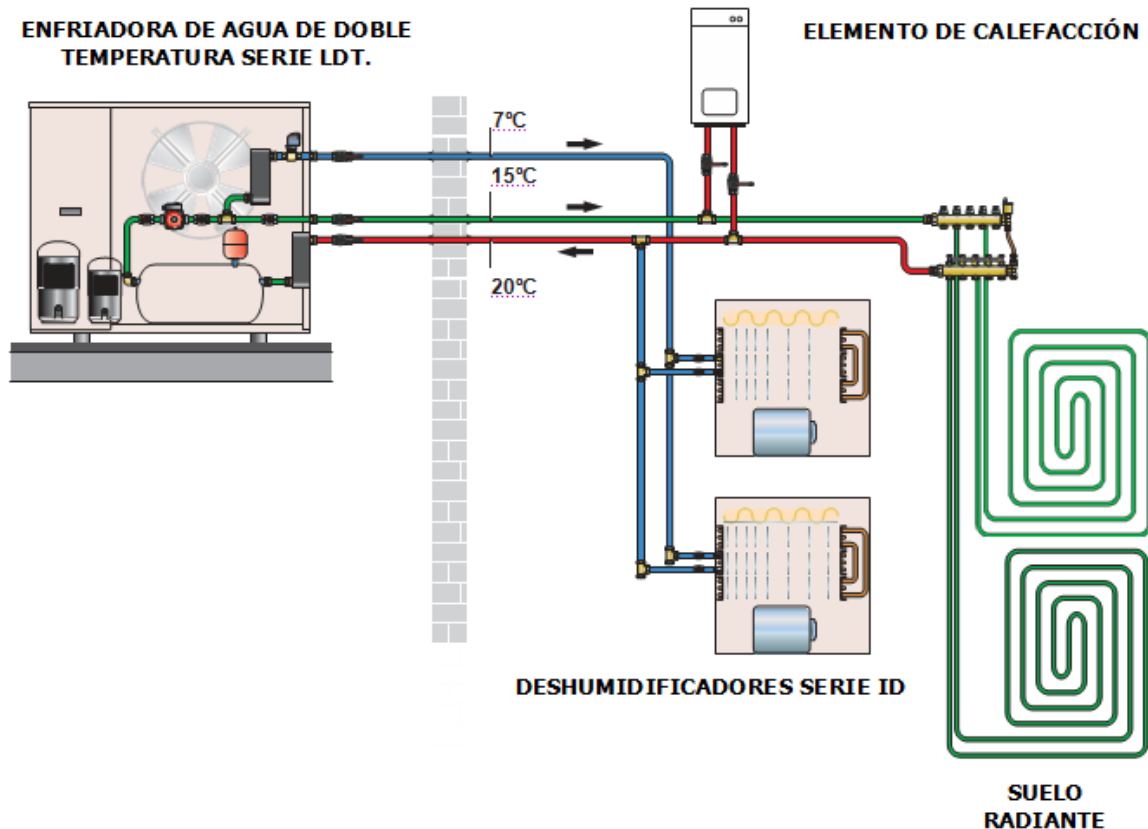
Un primer estadio frigorífico trata a través de un evaporador (A) el agua de retorno de la instalación (20°C) enfriándola hasta el nivel de temperatura requerida y almacenándola en un depósito de acumulación aislado (B).

Del depósito el agua refrigerada es enviada mediante la bomba de circulación (C) a la instalación de refrigeración radiante (15°C).

En el caso de necesidad de deshumidificación se activa el segundo estadio frigorífico provisto también de propio evaporador (D) que recoge parte del agua del circuito a alta temperatura (15°C) y lo enfría a un nivel térmico más bajo (7°C) y prevé, para el momento en el que el control de humedad lo considere necesario, enviar al deshumidificador ID agua a una temperatura más baja respecto al resto del sistema.

Este caudal se puede regular en función de las necesidades de la instalación, mediante una válvula de regulación fija (E) y después de la cual va instalada una válvula modulada de dos vías (F), pilotada por el sistema de control del microprocesador, que determina el caudal que atraviesa el intercambiador con el fin de garantizar una temperatura de impulsión constante y controlada.

La tubería de retorno del sistema hidráulico es común para ambos circuitos. La unidad está provista de un control electrónico que gestiona simultáneamente la humedad y la temperatura.



El deshumidificador idrónico con recuperador energético de la serie ID se puede instalar en ambientes cuyas condiciones, sea en posición vertical (en pared) ó en horizontal (en falso techo), y está constituido por 4 componentes principales:

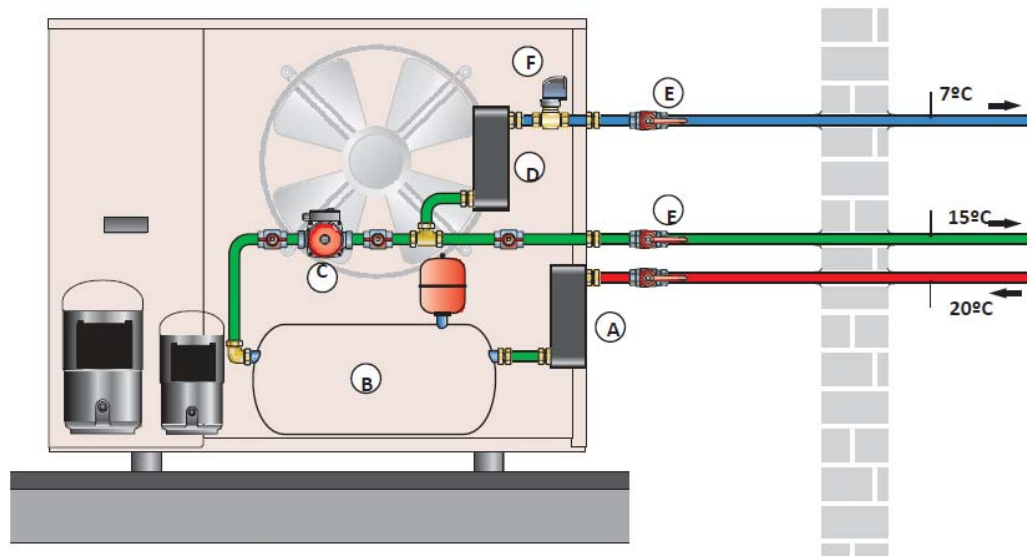
- Filtro de aire (G).
- Recuperador de calor de tubos de freón (heat pipe) compuesto por dos baterías de intercambio térmico (H,L) alimentadas por fluido frigorífico bifase (R134a).
- Batería de intercambio térmico (I) alimentada por agua directamente por el agua refrigerada a baja temperatura (7°C) producida por la enfriadora.
- Ventilador (M) de varias velocidades para el movimiento del aire.

El aire de retorno del ambiente (27°C, 50% H.R.) con su carga térmica atravesando la batería de recuperación (H), suministra calor al gas que evapora. El aumento de presión mueve el vapor (y con eso también el calor que ha absorbido) hasta el intercambiador anterior (L). El aire a la salida de la batería (H), en virtud de la evaporación del gas que ha restado calor, se enfría entonces hasta 21°C, 72% H.R. En estas condiciones el aire entra en el intercambiador central (I) que procede a su deshumidificación. Resulta evidente que las condiciones de entrada del aire 21°C, 72% H.R., en lugar de 27°C, 50% H.R. hacen el proceso de deshumidificación mucho más eficaz desde el momento que el intercambiador (I) trabaja con una carga latente muy elevada al estar pasando, mediante flujo invertido, el aire que se encuentra en unas condiciones muy próximas a la saturación (ver gráfico).

El aire que se encuentra ahora a 12°C, 97% H.R. pasa mediante flujo invertido por el intercambiador (L) en el interior del cual se encuentra el refrigerante, anteriormente evaporado, que condensa en este punto, cediendo el calor latente de condensación al aire que saldrá al ambiente post-calentado a 18°C, 66% H.R. El gas condensado, por gravedad, fluirá hasta el intercambiador (H) para recomenzar el proceso.

La carga térmica contenida en el aire (27°C) aspirado por el deshumidificador, calienta el gas contenido en el recuperador de calor que evapora. El aire que atraviesa el intercambiador (H) se enfría reduciendo el proceso de deshumidificación en el intercambiador (I) extremadamente más eficaz. El vapor contenido en el recuperador, como consecuencia del aumento de presión, sale a través del intercambiador

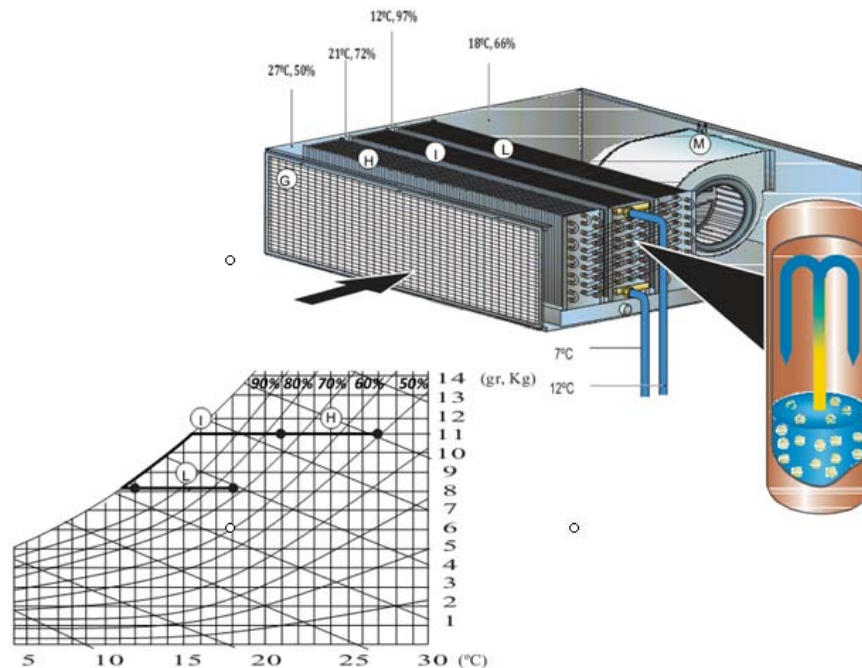
(L) donde, al pasar mediante flujo invertido con el aire frío de la salida del intercambiador, condensa y, por gravedad, vuelve al primer intercambiador para repetir el proceso. El calor latente de condensación calienta el aire (18°C) antes de ser impulsado al ambiente.



⇒ **Ventajas del sistema.**

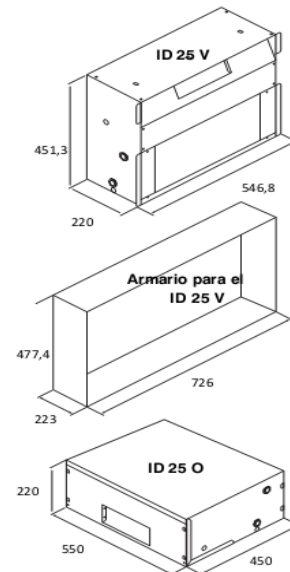
- Unidad interior sin compresor; extremadamente compacta (570x570 x160mm) y silenciosa (28dB(A)); Prácticamente exenta de mantenimiento (sólo limpieza periódica del filtro).
- Incremento de rendimiento (E.E.R.) de la enfriadora; un segundo nivel térmico más bajo se obtiene produciendo en su totalidad agua a baja temperatura (7°C) y modulando el caudal necesario a alta temperatura al valor deseado a través de una válvula modulante de tres vías. Este modo de Funcionamiento implica bajos rendimientos debido a que estamos forzando al equipo a producir agua a baja temperatura constantemente. Sin embargo, las nuevas enfriadoras LDT nos proporcionan dos niveles térmicos diferentes, cada uno según las necesidades requeridas. Por tanto el rendimiento global resulta superior, alrededor del 25% respecto a una enfriadora tradicional (E.E.R. medio de una enfriadora LDT 3,3 frente a E.E.R. medio de una enfriadora tradicional 2,7).
- Consumo de energía eléctrica de la unidad interior extremadamente bajo (45 W) gracias a la introducción del sistema de recuperación pasivo de tubos de freón (heat pipe) anteriormente descrito.
- Eliminación total de la carga térmica pasiva generada por los deshumidificadores tradicionales que implica una carga añadida para la enfriadora de agua que debe eliminarla.
- Cesión, por parte de la unidad interior de deshumidificación ID, de la potencia frigorífica sensible gratuita en cuanto a que el aire de salida del aparato está más frío que el aire de entrada. Esta característica es muy interesante frente a los sistemas actuales, ya que si la potencia frigorífica de los paneles radiantes resultase insuficiente no podríamos introducir esta potencia añadida con los deshumidificadores por ciclo frigorífico.
- Podemos diferenciar las necesidades entre los paneles radiantes (refrigeración sensible) o los deshumidificadores (control de humedad) y la gestión de las cargas parciales (estaciones intermedias). En el caso de necesidad de deshumidificación únicamente en estaciones intermedias y utilizando una enfriadora LDT05A1, tendremos un consumo eléctrico de sólo 560 W.

Posibilidad de gestionar la carga frigorífica de la enfriadora en dos etapas con la consiguiente mejora de la eficiencia energética y la reducción de la intensidad de arranque.



⇒ **Datos técnicos generales deshumidificadores serie ID. ID 25 V ID**

MODELO	Un.	ID 25 V ID 25 O
Capacidad deshumidificación ⁽¹⁾	l/ 24 h	27,8
Capacidad deshumidificación ⁽²⁾	l/ 24 h	16,6
Potencia frigorífica total ⁽²⁾	kW	1,15
Potencia frigorífica sensible ⁽²⁾	kW	0,67
Potencia frigorífica latente ⁽²⁾	kW	0,48
Relación sensible/ total		0,58
Potencia eléctrica absorbida	kW	0,45
Intensidad eléctrica absorbida	A	0,24
Caudal de aire	m ³ /h	250
Presión útil disponible	Pa	40
Caudal agua batería fría	l/h	180
Pérdida de carga batería agua fría	kPa	18
Presión sonora ⁽³⁾	dB(A)	28
Peso	kg	17
Alimentación	V/Ph/Hz	230/1/50



⇒ **Datos enfriadora LDT/deshumidificador ID.**

MODELO	Un.	LDT05A1	LDT07A1	LDT09A1	LDT13A1	LDT15A1	LDT20A1	LDT25A1
Caudal agua máx. disponible ID	l/h	180	300	360	540	600	750	900
Modelo deshumidificador ID		1 x ID25	2 x ID25	2 x ID25	3 x ID25	4 x ID25	5 x ID25	6 x ID25
Caudal de agua	l/h	1 x 180	2 x 150	2 x 180	3 x 180	4 x 150	5 x 150	6 x 150
Capacidad de deshumidificación	l/24h	1 x 16,6	2 x 14,7	2 x 16,6	3 x 16,6	4 x 14,7	5 x 14,7	6 x 14,7
Potencia frigorífica total ID ⁽²⁾	kW	1 x 1,15	2 x 1,1	2 x 1,15	3 x 1,15	4 x 1,1	5 x 1,1	5 x 1,1
Potencia frigorífica sensible ID ⁽²⁾	kW	1 x 0,67	2 x 0,68	2 x 0,67	3 x 0,67	4 x 0,68	5 x 0,68	6 x 0,68
Potencia frigorífica latente ID ⁽²⁾	kW	1 x 0,48	2 x 0,42	2 x 0,48	3 x 0,48	4 x 0,42	5 x 0,42	6 x 0,42
Caudal de agua disponible paneles	l/h	900	1010	1330	2090	2490	3040	3800
Potencia frig. real disp. paneles	kW	4,4	5,4	6,96	10,65	12,64	15,6	19,15
Potencia frig. real sens. ambiente	kW	5,07	6,76	8,3	12,66	15,36	19	23,2

⇒ *Datos técnicos generales enfriadora de agua LDT.*

MODELO	Un.	05	07	09	13	15	20	25
Refrigerante		R407C	R407C	R407C	R407C	R407C	R407C	R407C
Potencia frig. circuito alta temperatura ⁽⁴⁾	W	3480	4270	5500	8550	10050	12350	15300
Potencia eléctrica absor. circuito alta temperatura ⁽⁴⁾	W	1000	1280	1650	2410	2820	3410	4260
Caudal de agua circuito alta temperatura ⁽⁴⁾	l/h	900	1010	1330	2090	2490	3040	3800
Potencia frig. circuito baja temperatura ⁽⁵⁾	W	1740	2750	3510	4450	5750	6850	8050
Potencia eléctrica absor. compresor circuito baja temperatura ⁽⁵⁾	W	560	980	1230	1620	2090	2460	2880
Caudal circuito baja temperatura ⁽⁵⁾	l/h	180	300	360	540	600	750	900
Potencia frigorífica total	W	5220	7020	9010	13000	15800	19200	23350
Potencia eléctrica absor. total	W	1560	2260	2880	4030	4910	5870	7140
E.E.R	W/W	3,35	3,11	3,13	3,23	3,22	3,27	3,27
Alimentación	V/Ph/Hz	230/1/50	230/1/50	230/1/50	400/3/50	400/3/50	400/3/50	400/3/50
Caudal de aire	m ³ /h	3000	3000	3000	5400	5400	8000	8000
Ventiladores	Nº	1	1	1	2	2	2	2
Compresores	tipo	rotativo	rotativo	rotativo	scroll	scroll	scroll	scroll
Circuitos frigoríficos	Nº	2	2	2	2	2	2	2
Nivel de potencia sonora ⁽⁶⁾	dB(A)	68	68	68	71	71	72	72
Nivel de presión sonora ⁽⁷⁾	dB(A)	40	40	40	43	43	44	44
Potencia eléctrica absorbida bomba circulación	kW	0,2	0,2	0,2	0,3	0,45	0,45	0,45
Presión útil en la instalación	kPa	40	31	33	131	132	131	123
Capacidad depósito acumulación	l	30	36	36	63	63	80	80
Capacidad vaso expansión	l	2	2	2	2	2	2	2
Longitud	mm	920	1103	1103	1203	1203	1453	1453
Anchura	Mm	380	380	380	423	423	473	473
Altura	mm	889	989	989	1323	1323	1423	1423
Peso	Kg	160	170	191	217	230	290	305

(1) Temperatura ambiente 26°C Humedad Relativa 65%, temperatura entrada agua refrigerada 7°C.

(2) Temperatura ambiente 27°C Humedad Relativa 50%, temperatura entrada agua refrigerada 7°C.

(3) Presión sonora calculada considerando un ambiente de 100m³, una superficie reflectante colocada a 1,5 metros de la unidad en campo abierto y un tiempo de reverberación de paro de 0,3 segundos

(4) Temperatura de aire exterior 35°C, temperatura agua refrigerada 20/15°C.

(5) Temperatura aire exterior 35°C, temperatura agua refrigerada 12/7°C.

(6) Potencia sonora según ISO 3746.

(7) Presión sonora calculada a 10 metros de distancia de la unidad, Q = 2, según ISO 3746.