



DATA CENTER Y EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN

Fernando Llaque Godard
Precision Cooling Specialist

ferllaque@gmail.com
+51 952 694 535



Sistemas de Misión Crítica:



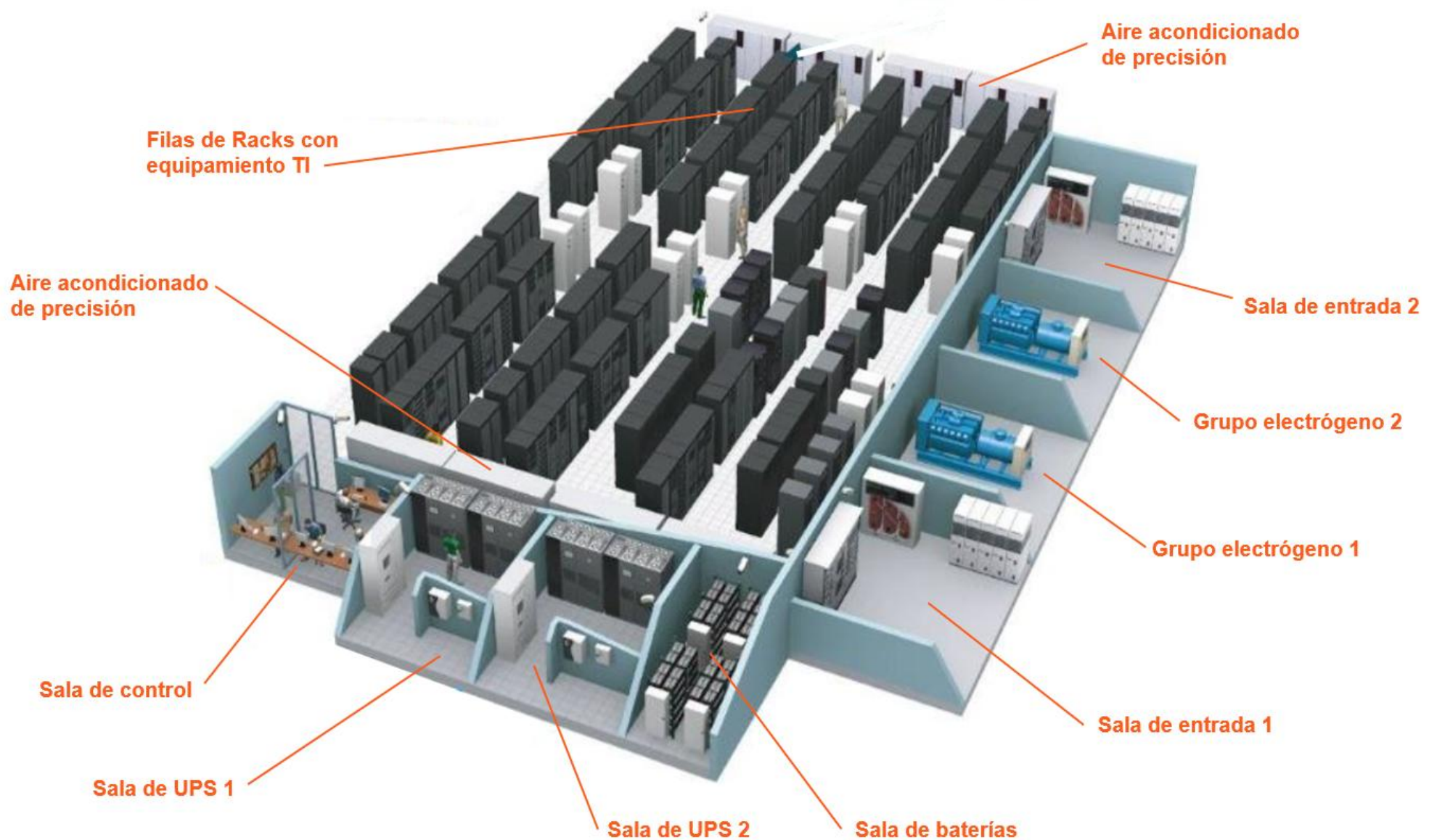
Los sistemas de Misión Crítica son aquellos que realizan operaciones esenciales y de modo ininterrumpido, los cuales en el caso que fallaran tendrían un impacto significativo en los procesos de la empresa, institución u organización de la que dependa esta operación.

Ejemplos de Salas de Misión Crítica: son Data Center del sector financiero, del sector de telecomunicaciones, de troncales de fibra óptica submarinas, de centrales de llamadas de emergencia, de hospitales, de instituciones de gobierno, de centros mineros, de proveedores de internet, de buscadores en internet y otros.

También salas de UPS, salas eléctricas de plantas, salas de controles de industrias, salas de motores y otros.

24x7

Data Center - Componentes



Data Center - Componentes



Disposición típica de un centro de datos organizado en tres áreas principales: sala de servidores, sala de energía y NOC. Para garantizar el funcionamiento estable y continuo de los dispositivos de TI las 24 horas del día, los 7 días de la semana, en las etapas iniciales de diseño y durante la fase de operación del centro de datos, se consideran dos aspectos principales

- 1.-¿Cuáles son los componentes principales de un centro de datos?
- 2.-¿Qué hay en una instalación de centro de datos?

El primer aspecto incluye routers, storage, firewall, sistemas de almacenamiento, servidores y controladores de entrega de aplicaciones. Estos componentes almacenan y gestionan datos y aplicaciones críticos para el negocio. Están compuestos por: la infraestructura de red conecta los servidores (físicos y virtualizados), los servicios del centro de datos, el almacenamiento y la conectividad externa con las ubicaciones de los usuarios finales; la infraestructura de almacenamiento se utiliza para almacenar las valiosas fuentes de combustible; y los recursos informáticos proporcionan el procesamiento, la memoria, el almacenamiento local y la conectividad de red a través de servidores. Las instalaciones de un centro de datos requieren una infraestructura física significativa para soportar el hardware y el software del centro. Esto incluye subsistemas de energía, sistemas de alimentación ininterrumpida UPS, ventilación, sistemas de refrigeración, extinción de incendios, generadores de respaldo y conexiones a redes externas.



SALA CRÍTICA – DATA CENTER



Principales características de los Data Center y salas críticas

- En los Data Center se encuentran los Racks que contienen a los equipos TI (tecnología de información – cómputo).
- Los equipos TI generan la carga térmica sensible del Data Center.
- En los Data Center prácticamente no existe carga térmica latente.
- Los Racks (gabinetes) están ordenados en filas.
- Las filas se ordenan con los Racks con lados frontal con frontal y lados posterior con posterior.
- Los equipos de aire acondicionado de precisión pueden estar en el interior del Data Center o en una sala de equipos contigua.
- Los equipos de aire acondicionado de precisión enfrían a los Racks por el lado frontal de estos. Este lado frontal constituye a los pasillos fríos.

Data Center de anterior tecnología



Evolución del enfriamiento en un Data Center



En la década de los 60s:

No existían los equipos de aire acondicionado de precisión como tales.
Se instalaban equipos de aire acondicionado de confort sobredimensionados.
Se enfriaba toda la sala entre 18°C y 24°C.
No existían pasillos fríos y calientes.

En la década de los 70s:

Aparecen los primeros equipos de aire acondicionado de precisión que controlan la humedad relativa.
Se generaliza el uso de piso técnico.
Algunos mainframes grandes usan agua enfriada para su refrigeración adicional al aire forzado.

Evolución del enfriamiento en un Data Center



En la década de los 80s:

Los equipos de aire acondicionado de precisión ya son un estándar en el data center.

Se usa el piso elevado y el agua enfriada en los mainframes.

Se usan plantas de chiller.

Aparecen las primeras nociones de redundancia ($N+1$, $2N$).

En la década de los 90s:

Los equipos de aire acondicionado de precisión ya son un estándar absoluto en los data center.

El piso técnico ya es un diseño dominante.

Nace el concepto de pasillos fríos y calientes.

Mayor densidad en los servidores que pasan a los Racks.

Mayor uso de los sistemas con chiller.

Uso de configuraciones redundantes $N+1$ y $2N$.

PASILLOS FRÍOS Y PASILLOS CALIENTES



Racks estándar – Flujo de aire

Equipo TI (Tecnología de Información)



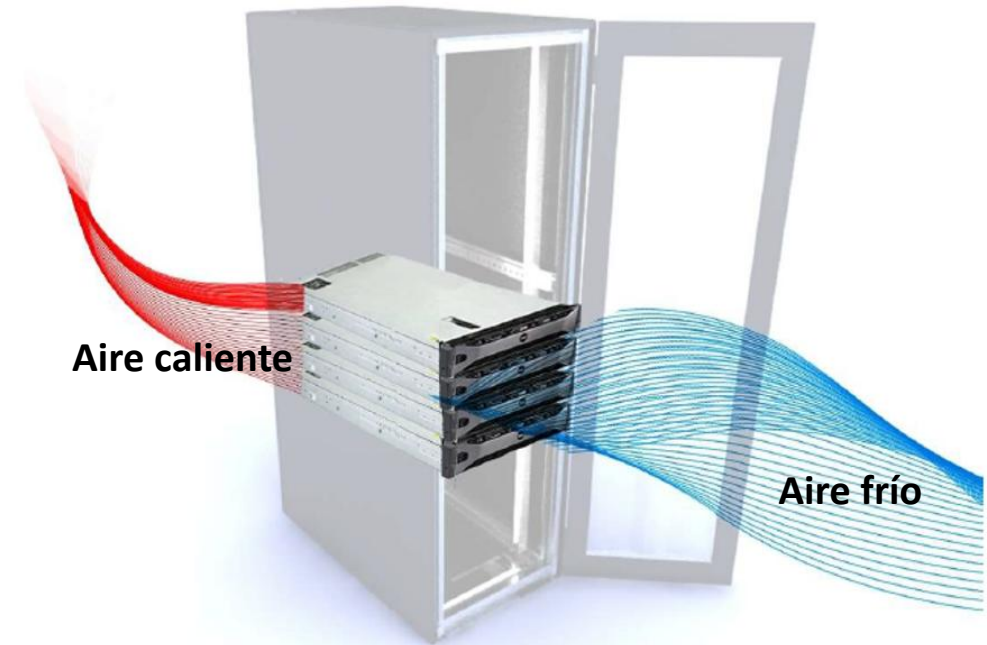
Equipo TI
(TI= tecnología de la información)



Racks estándar 42u, 45u, 48u
Unidad de Rack = 1.75 pulgadas = 4.44 cm

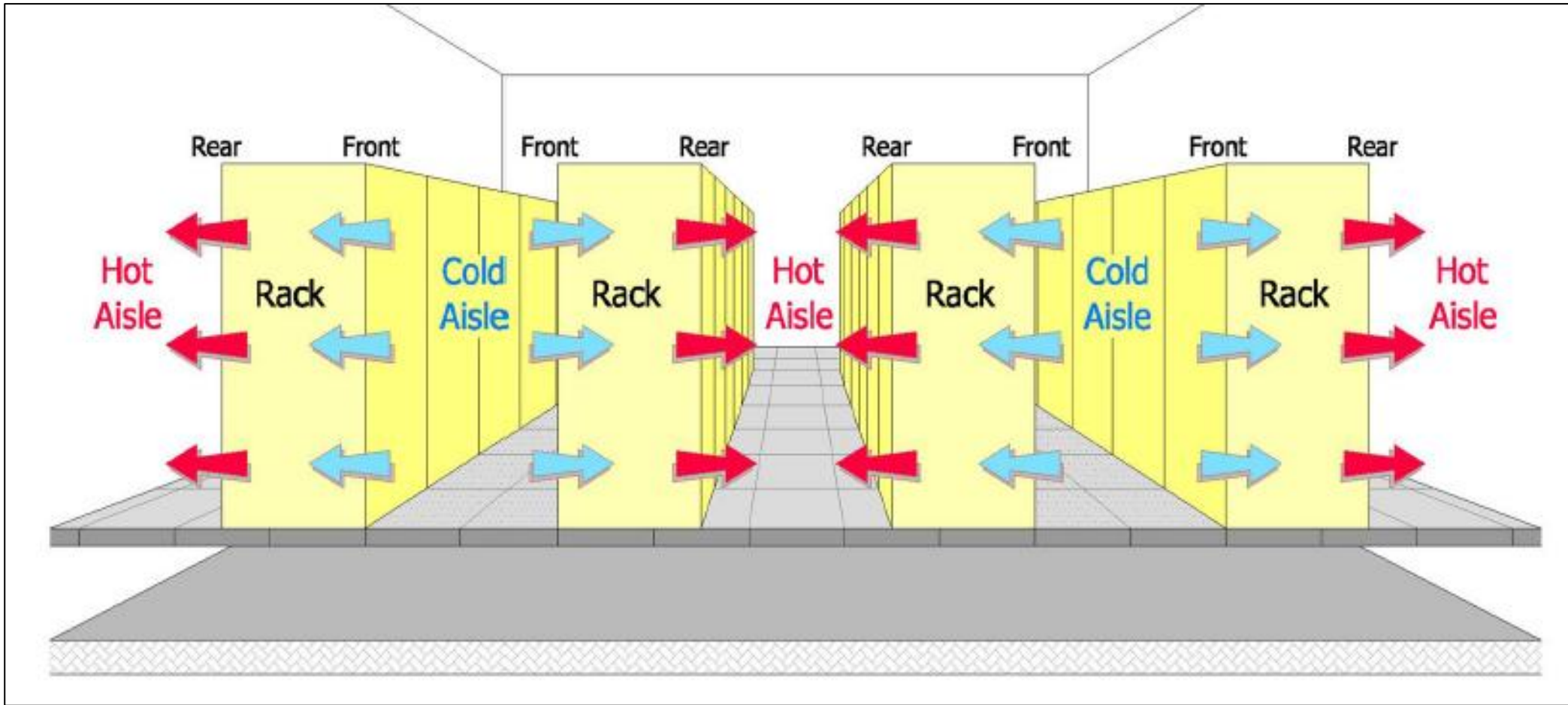


Racks con equipo TI



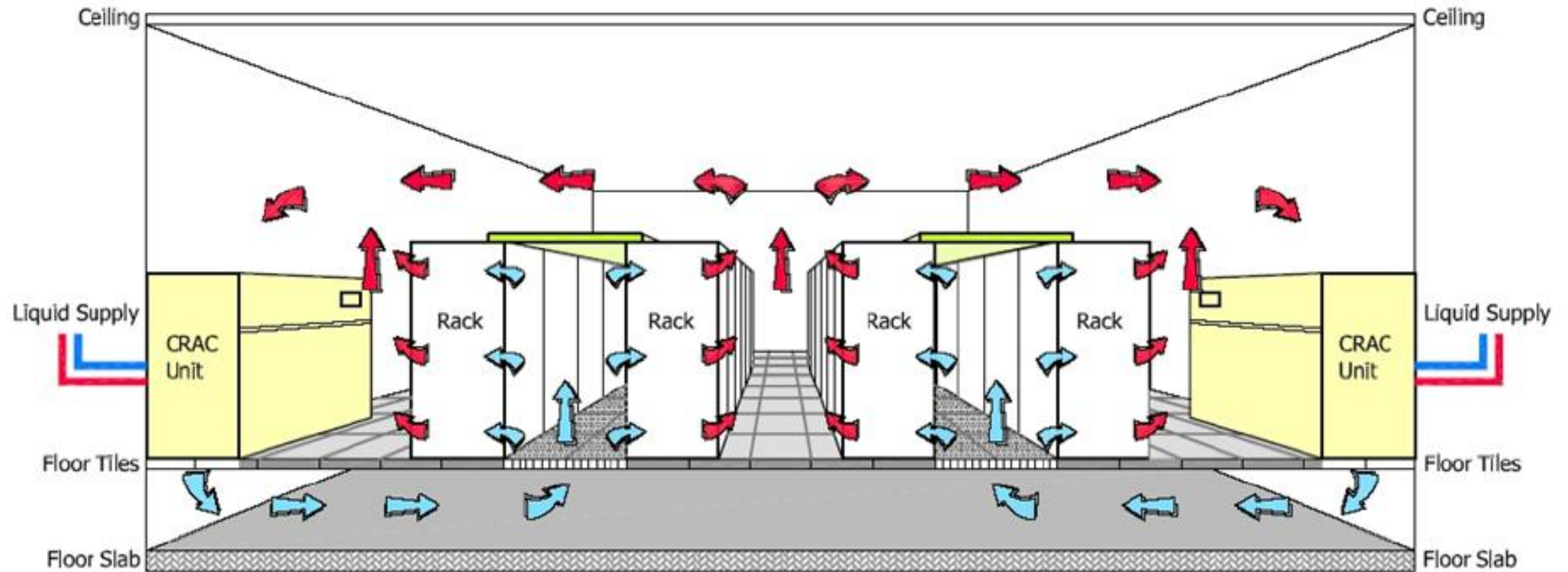
Flujo de aire en Rack

Configuración de pasillos fríos y pasillos calientes



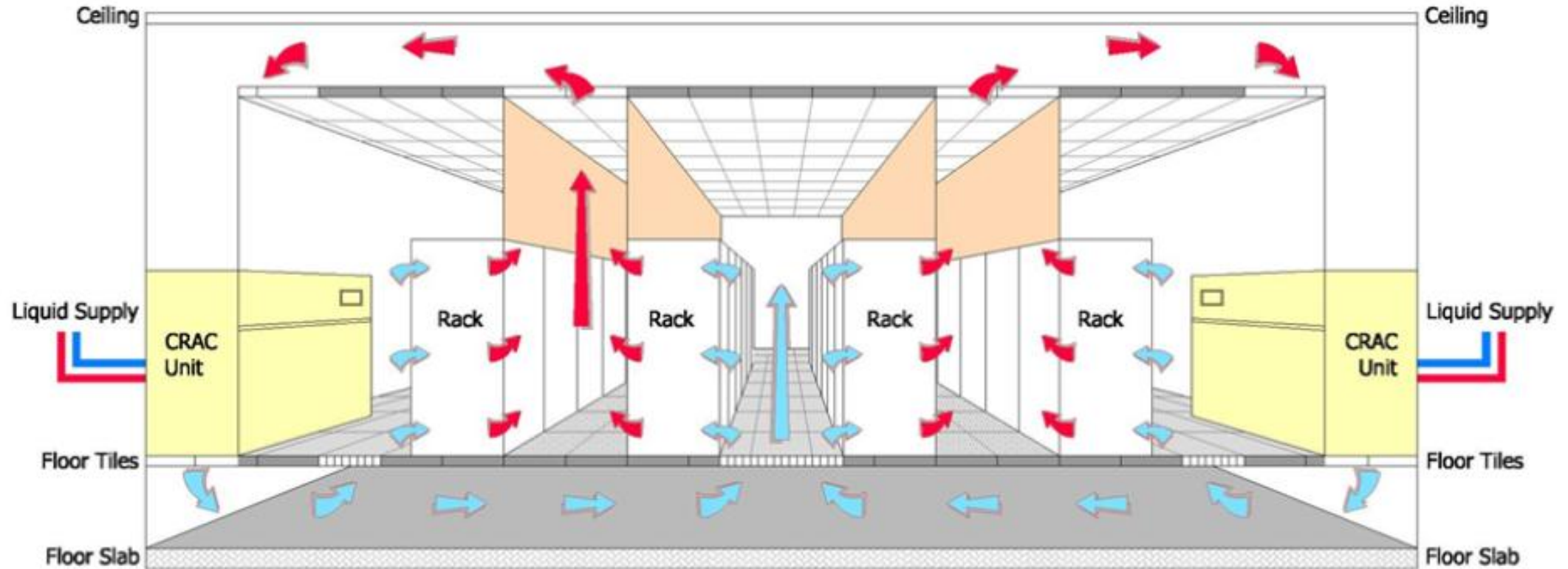
Los Racks están ubicados de modo Frontal con Frontal y Posterior con Posterior

Enfriamiento por piso técnico con pasillos fríos con techo de confinamiento



CRAC: Computer Room Air Conditioning

Enfriamiento por piso técnico con pasillos calientes confinados



CRAC: Computer Room Air Conditioning

Calor Sensible – Capacidad Sensible



$$KW_{\text{sensible}} = C_e \cdot \dot{m} \cdot (T_{\text{retorno}} - T_{\text{suministro}})$$

Flujo de masa = densidad x flujo volumétrico

$$\dot{m} = \rho \cdot G$$

$$KW_{\text{sensible}} = C_e \cdot \rho \cdot \text{Caudal} \cdot (T_{\text{retorno}} - T_{\text{suministro}})$$

KW_{sensible} = calor sensible en KW

C_e = calor específico del aire en KJ/Kg °C

$\dot{m}$ = flujo de masa en Kg/hr

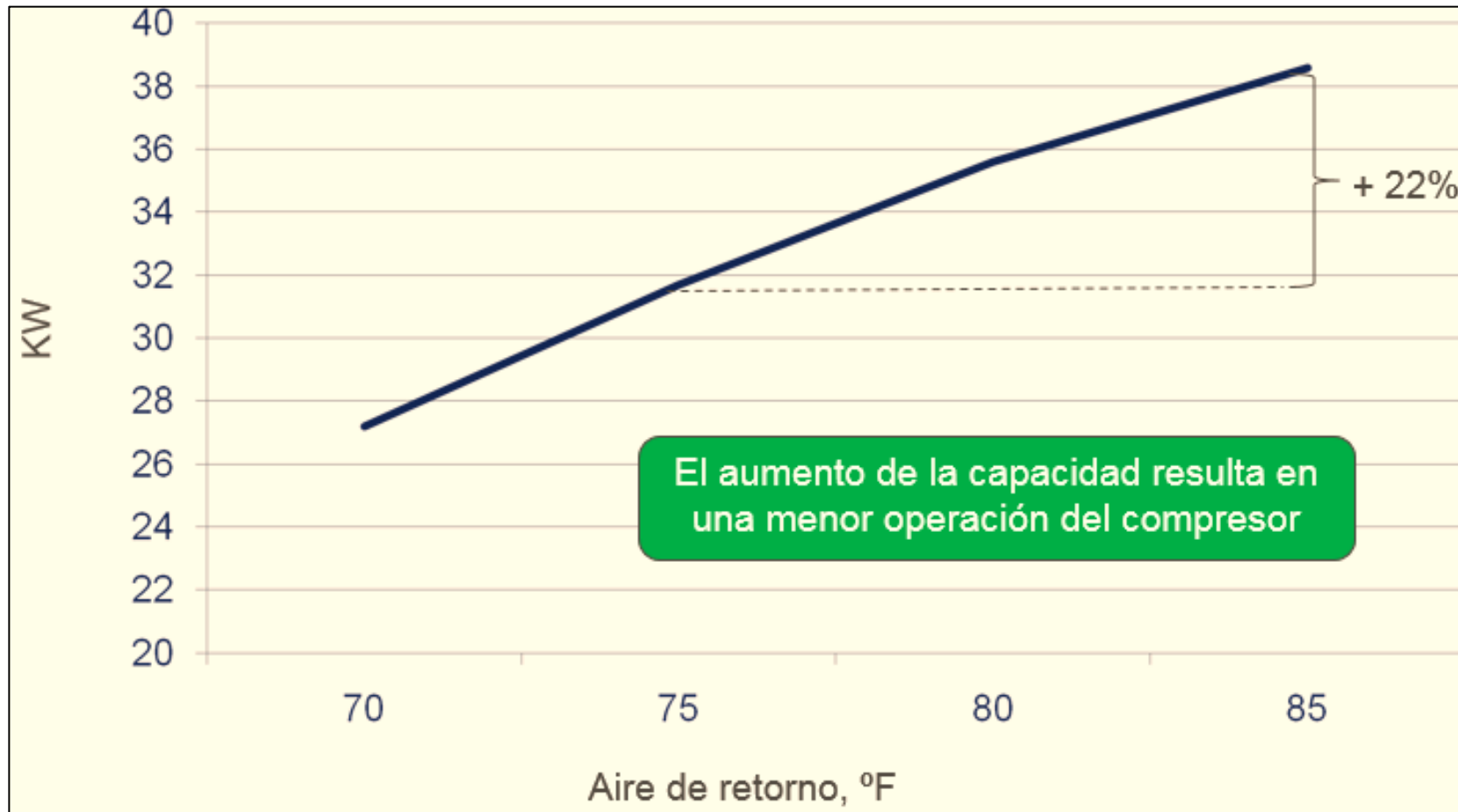
ΔT = variación de temperatura = $T_{\text{retorno}} - T_{\text{suministro}}$

Las temperaturas en °C

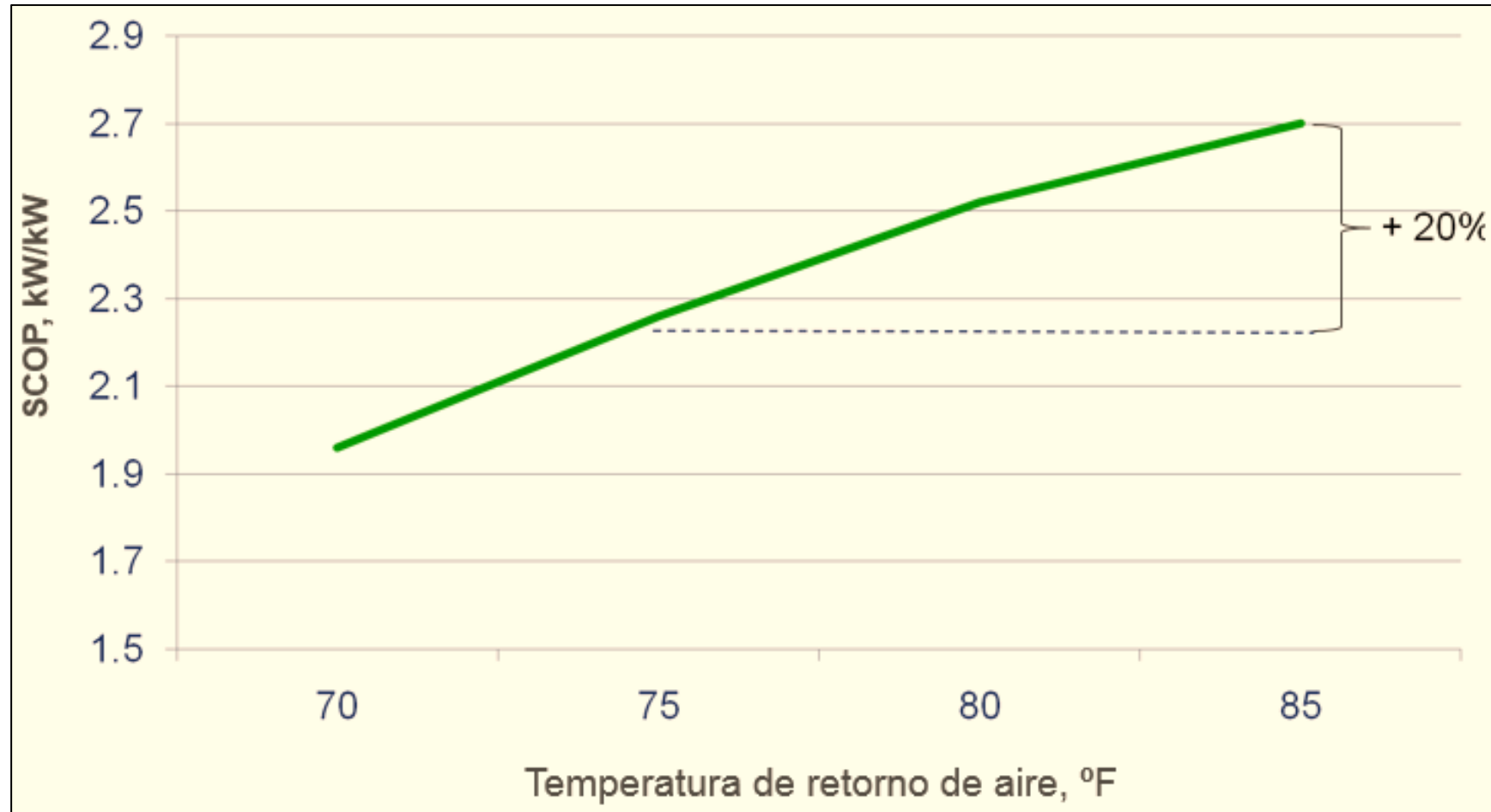
ρ = densidad del aire en Kg/m³

Caudal= flujo o caudal volumétrico en m³/hr

Si aumenta la temperatura de retorno también el equipo de aire acondicionado desarrolla mayor capacidad sensible



Si aumenta la temperatura de retorno también mejora la eficiencia energética (SCOP) del sistema de aire acondicionado



Data Center - Componentes



Gabinetes o Racks

Aire acondicionado de
precisión
downflow

Pasillo frío

Pasillo caliente

Pasillo caliente

Pasillo frío

Baldosas de
piso técnico

Rejillas de piso

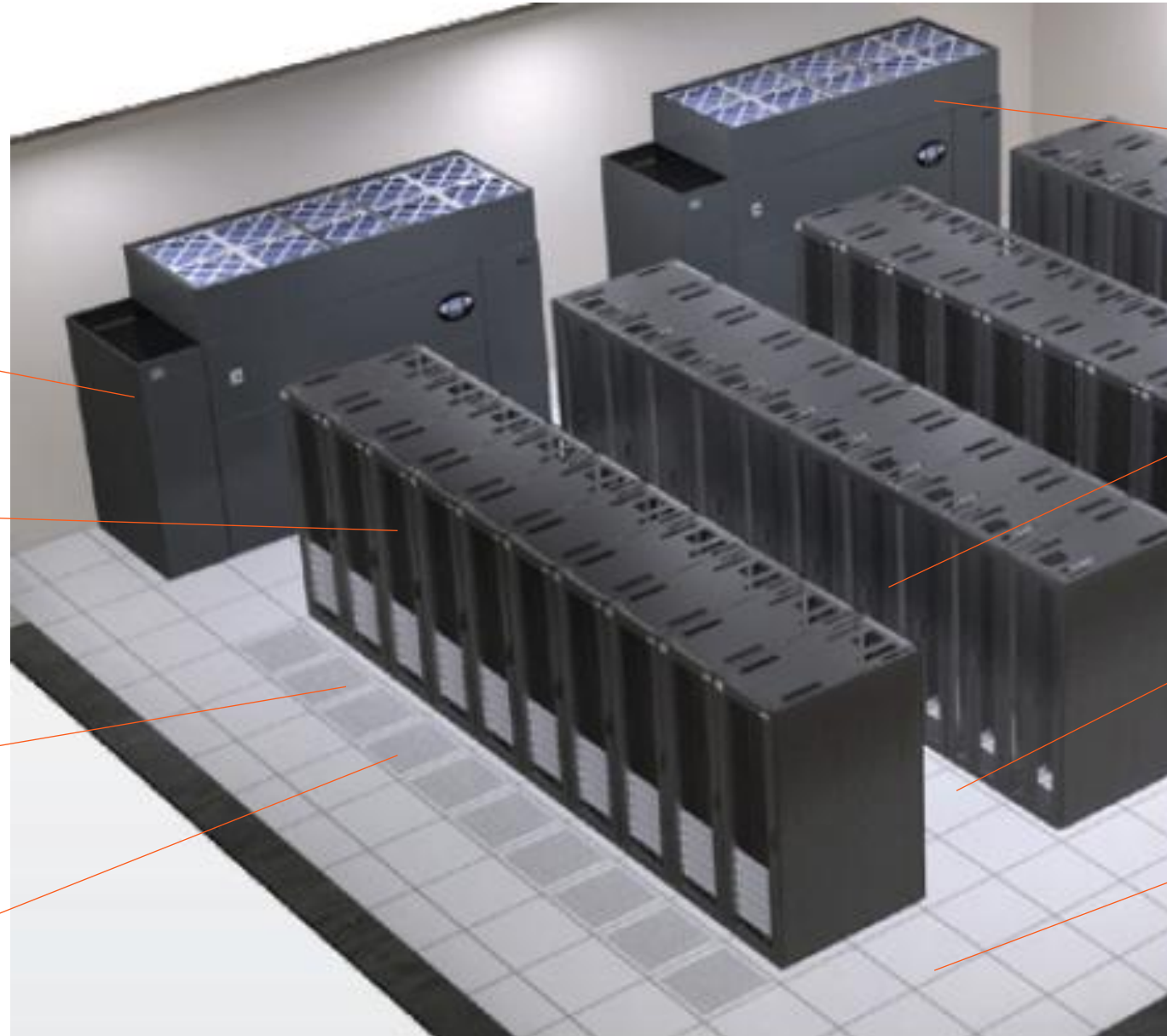


Principales características de los Data Center y salas críticas



- El aire acondicionado ingresa por el lado frontal de los Racks enfriando al equipamiento TI y sale a mayor temperatura por la parte posterior. Este lado posterior constituye a los pasillos calientes.
- Los Data Center están en salas herméticas y con barreras de vapor.
- En el diseño de los Data Center es muy importante evitar la mezcla de aire entre pasillos fríos y calientes.
- De igual modo es de crucial importancia que el aire de retorno ingrese al equipo a la mayor temperatura posible de esta manera se maximizará la capacidad sensible.
- La eficiencia de enfriamiento y energética será mayor mientras mayor sea la temperatura de retorno.
- El Data Center puede tener piso técnico pero también existen diseños que no lo requieren.

Data Center – Racks standard



Aire acondicionado de
precisión downflow

Lado frontal de Racks
Lado frío

Pasillo frío

Rejillas de piso

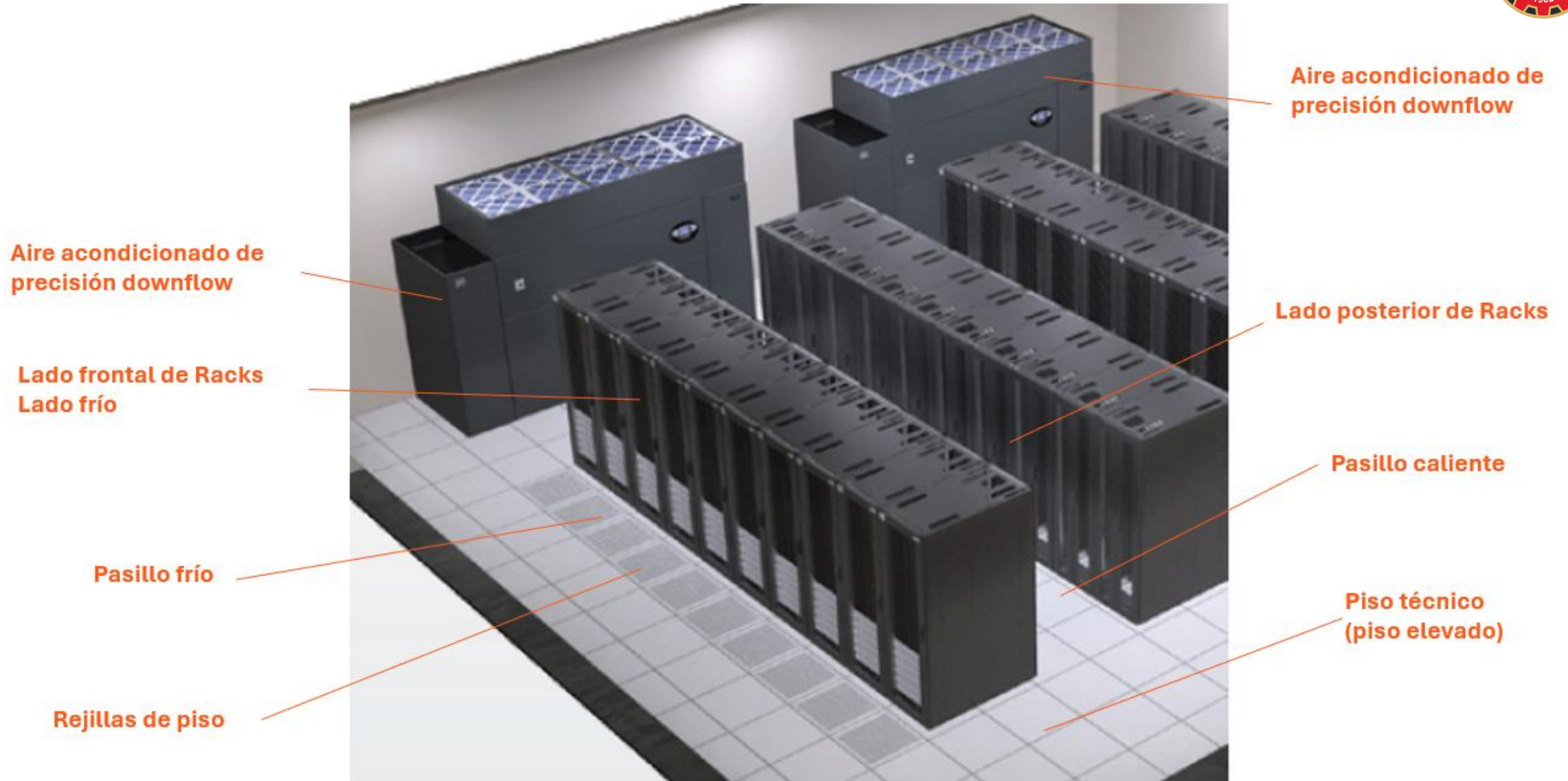
Aire acondicionado de
precisión downflow

Lado posterior de Racks

Pasillo caliente

Piso técnico
(piso elevado)

Data Center – Racks standard





NORMAS TÉCNICAS CERTIFICACIONES DE DATA CENTER



Norma Técnica Peruana – Data Center



Existe la Norma técnica peruana de Data Center – INACAL (27-12-2019)

La norma tiene 7 tomos cuyos temas son los siguientes:

- Parte 1: Conceptos generales.
- Parte 2: Construcción de edificio.
- Parte 3: Distribución de edificio.
- Parte 4: Control ambiental.
- Parte 5: Infraestructura de cableado de comunicaciones.
- Parte 6: Sistemas de seguridad.
- Parte 7: Información de administración y operación.

Topología de niveles Tier – Requerimientos Tier

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Redundancia de componentes del sistema	N	N+1	N+1	N+1
Ramales de distribución	1	1	1 normal y 1 stand-by	2 activos simultáneamente
Mantenimiento concurrente	No	No	Si	Si
Compartimentización	No	No	No	Si
Tolerante a la falla (evento único)	No	No	No	Si

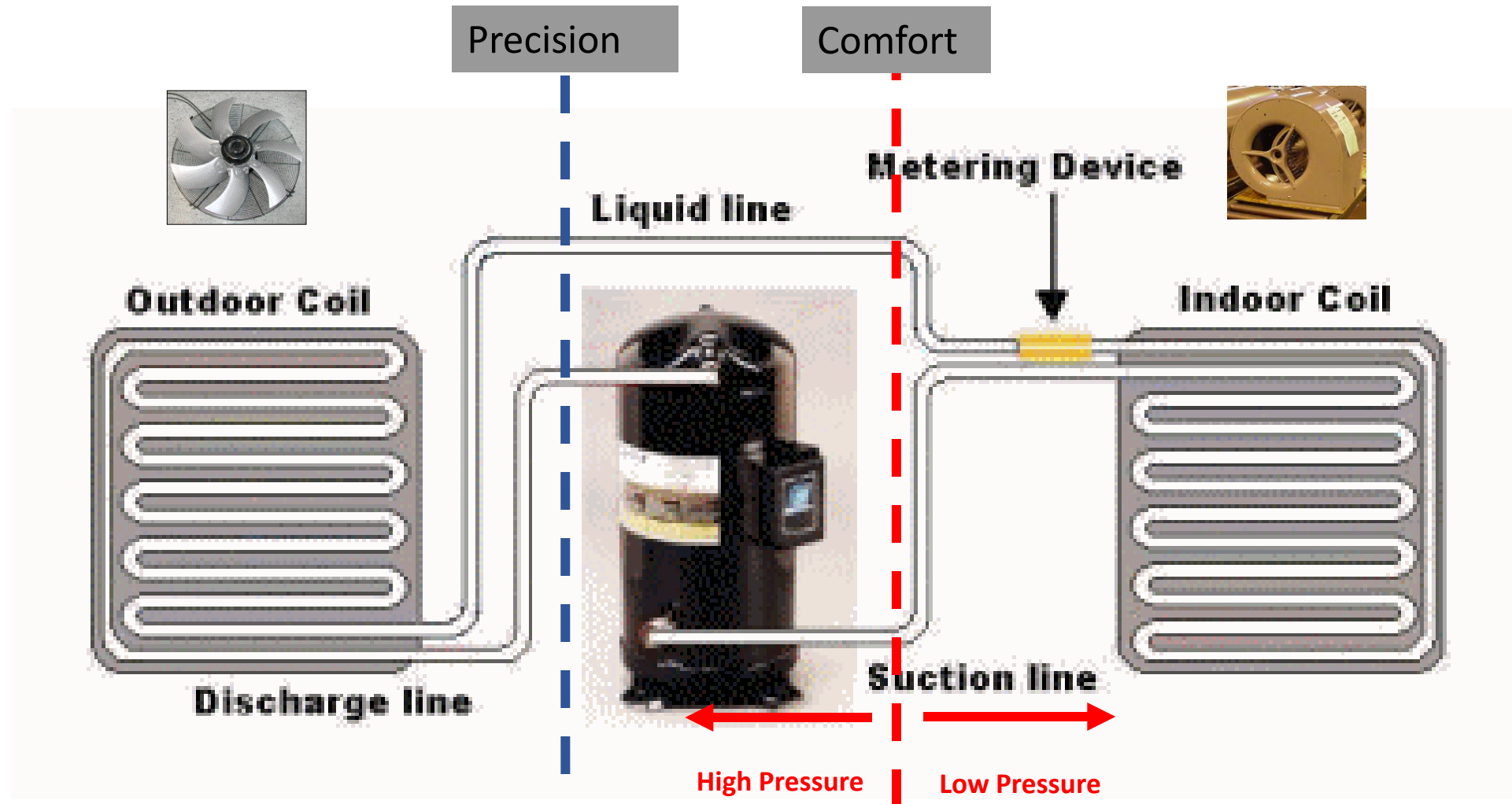


COMPONENTES DE EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN

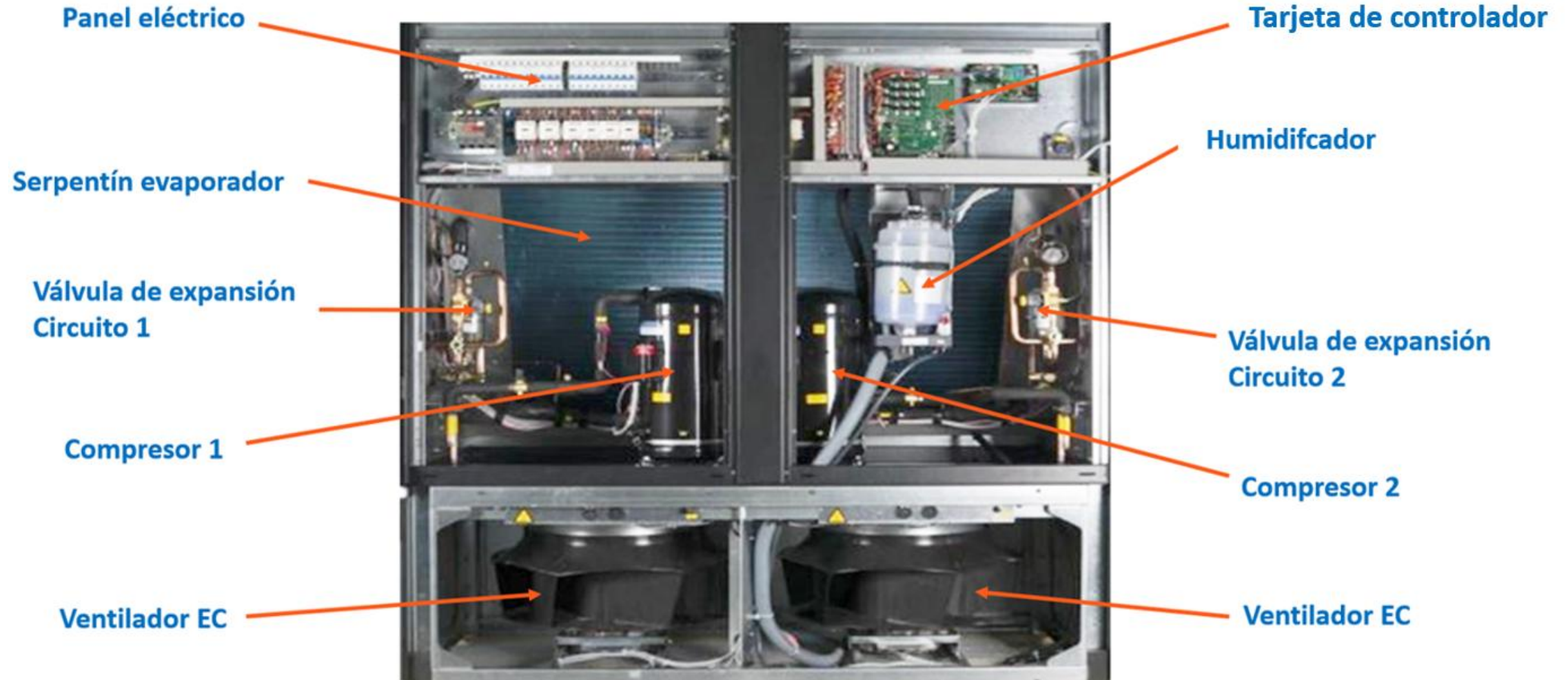
TIPOS DE EQUIPOS



Ciclo de refrigeración – ubicación del compresor



Componentes: Evaporadora equipo de precisión downflow

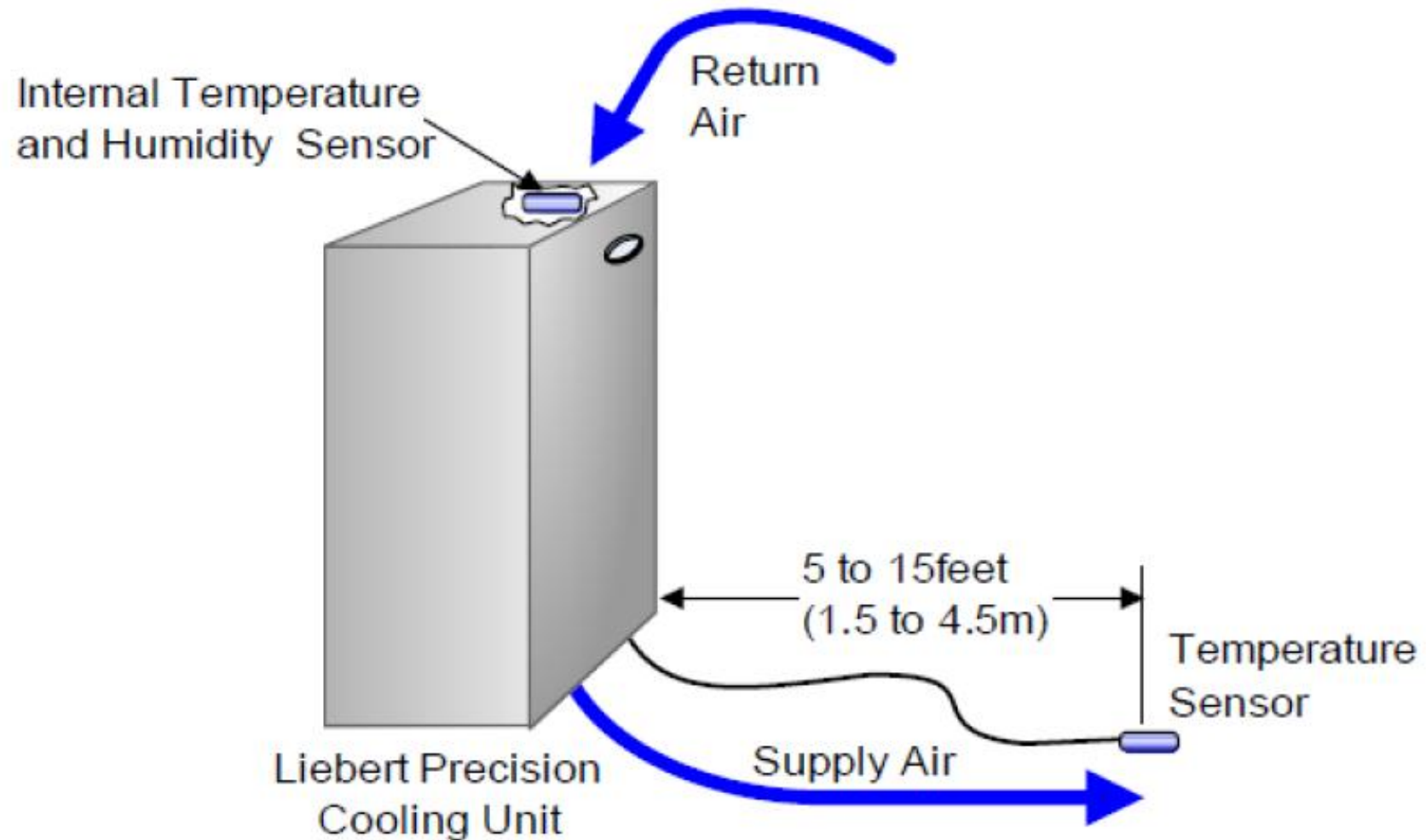


Características de un equipo de aire acondicionado de precisión



- Enfocado y diseñado en capacidad sensible.
- Control de temperatura y control de Humedad Relativa.
- Posee sensores de temperatura y humedad en el retorno y en el lado de suministro.
- Posee controlador por microprocesador.
- Los controladores de los equipos se pueden interconectar y trabajar en modo sistema (Teamwork).
- Tiene Humidificador.
- Tiene Calefactor (resistencias eléctricas).
- Los compresores están ubicados en el evaporador (interno).
- Los compresores son de capacidad variable.
- Las válvulas de expansión son electrónicas.
- Los ventiladores del evaporador tienen motores EC Fan de velocidad variable y accionamiento directo.
- Se pueden monitorear en forma completa.

Sensor de retorno y sensor de suministro (supply) en un equipo de AA downflow





AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN Y DE CONFORT



Diferencias aire acondicionado de confort y precisión

La Capacidad de enfriamiento de cualquier equipo de aire acondicionado está formado de 2 componentes:

Capacidad Total Enfriamiento = Capacidad Sensible + Capacidad Latente

Capacidad Sensible (kW)

- Cambia la **temperatura** en el espacio enfriado
- Importante para enfriamiento TI



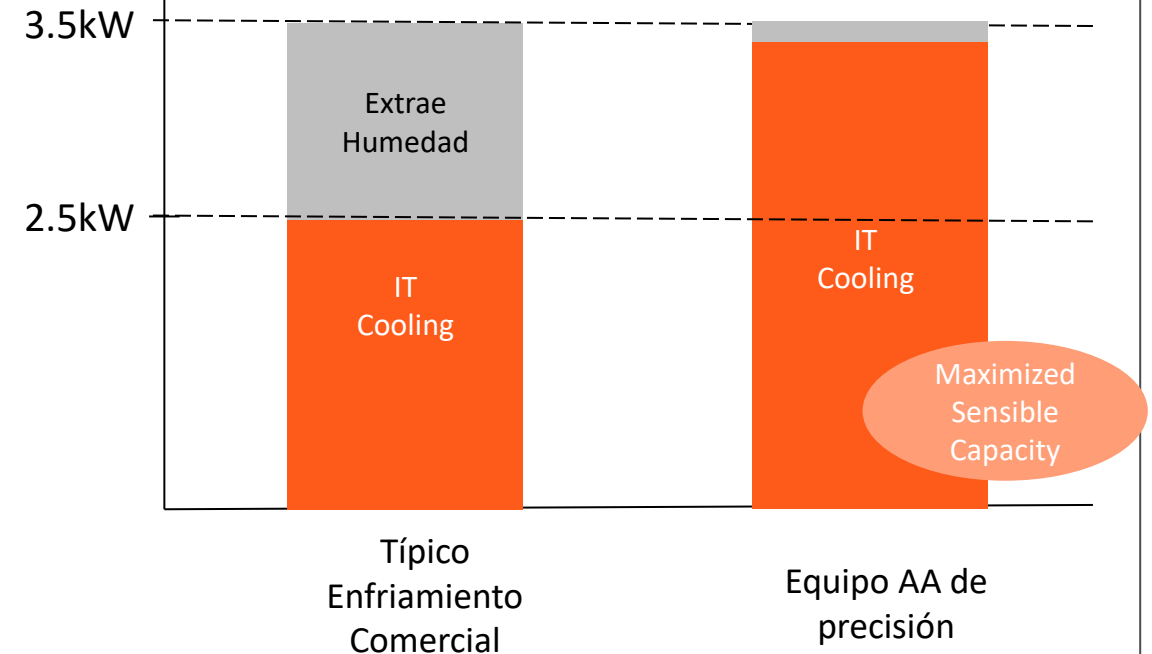
Capacidad Latente (kW)

- Cambia el nivel de **humedad** en el espacio enfriado
- No puede ser usado para enfriar carga TI

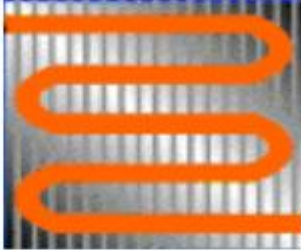
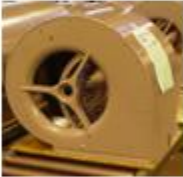


- Las salas IT requieren solo enfriamiento sensible
- Los equipos de aire acondicionado de precisión se diseñan para maximizar la capacidad sensible
- IT = Information Technology

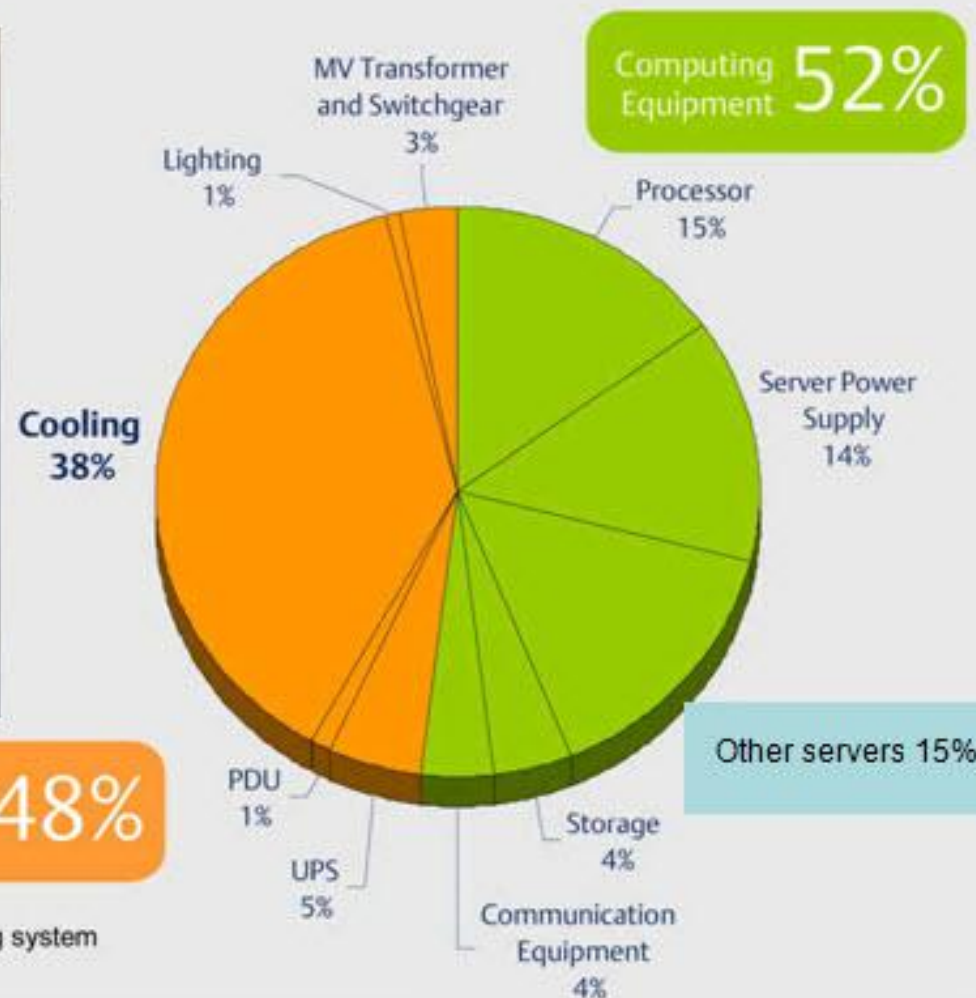
Comfort Cooling vs IT Cooling



Components Fundamentales: Precisión vs. Confort

Serpentines	Confort Menor Area	Precision Mayor Area
		
Caudal de Aire	200 -400 CFM / Ton	600 CFM / Ton
		
Deshumidificación	Menor SHR	Mayor SHR
		

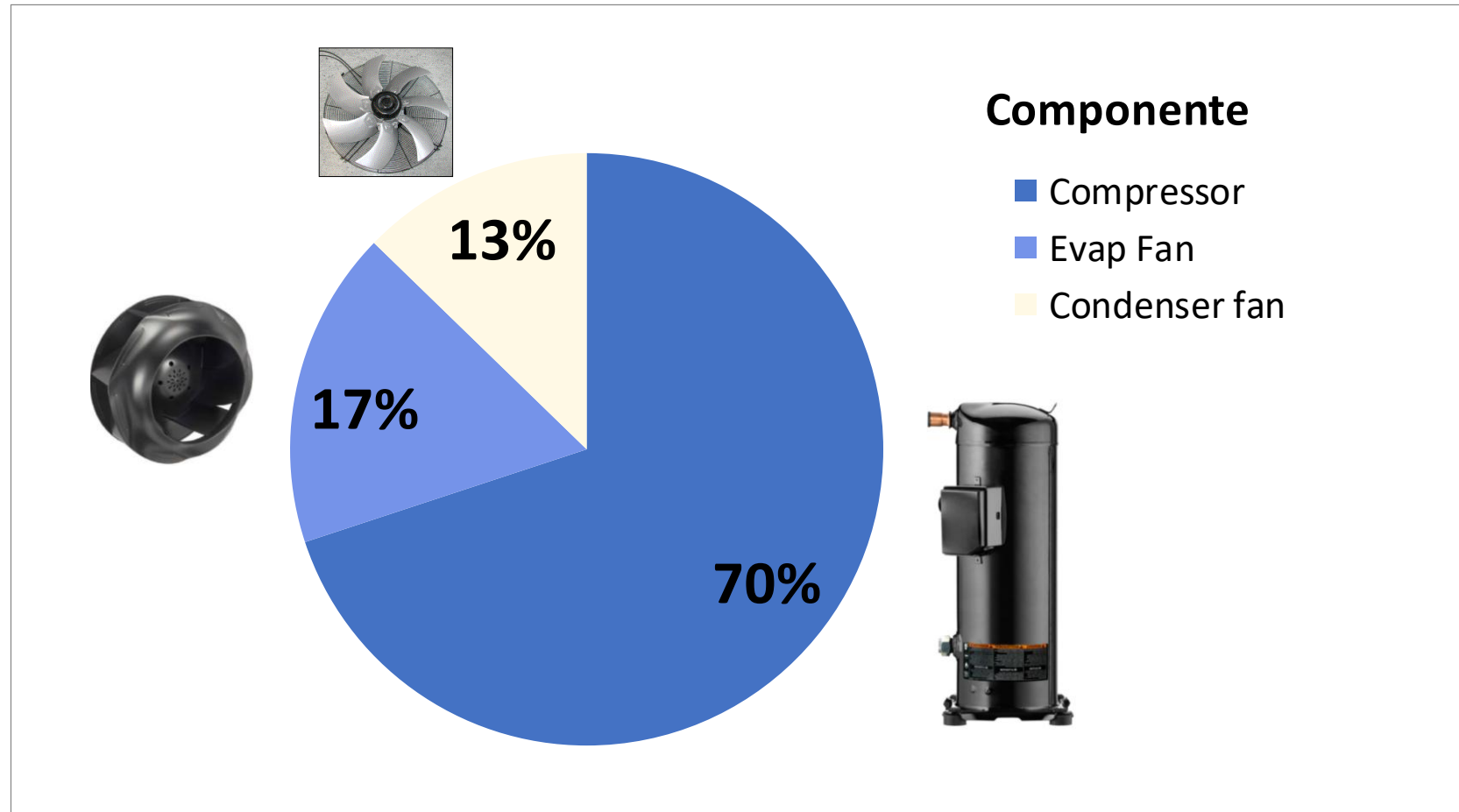
Perfil de consumo energético



* Cooling load assumes chilled water based cooling system

© 2007 Emerson Network Power

Componentes que consumen energía en un equipo de aire acondicionado de precisión

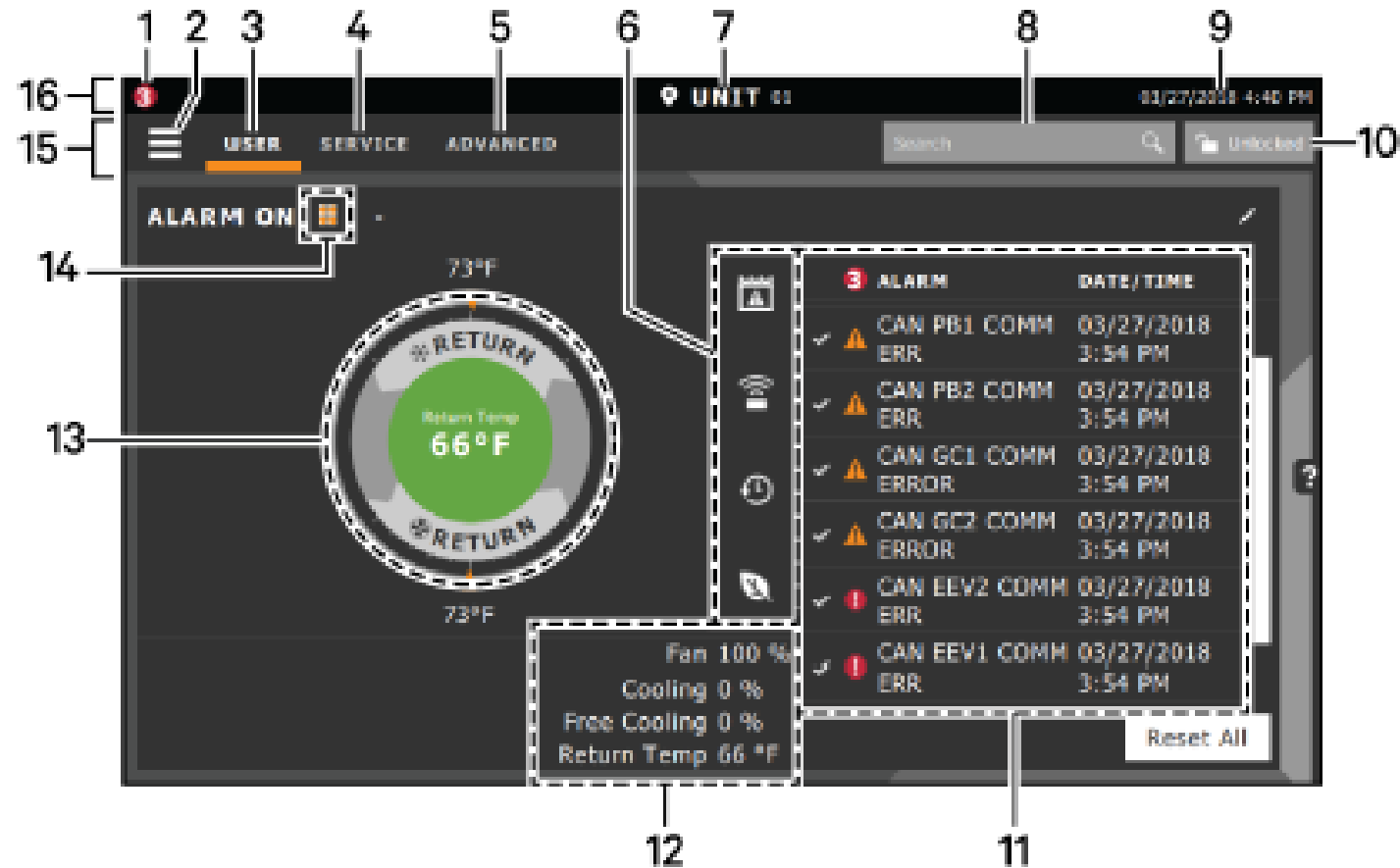




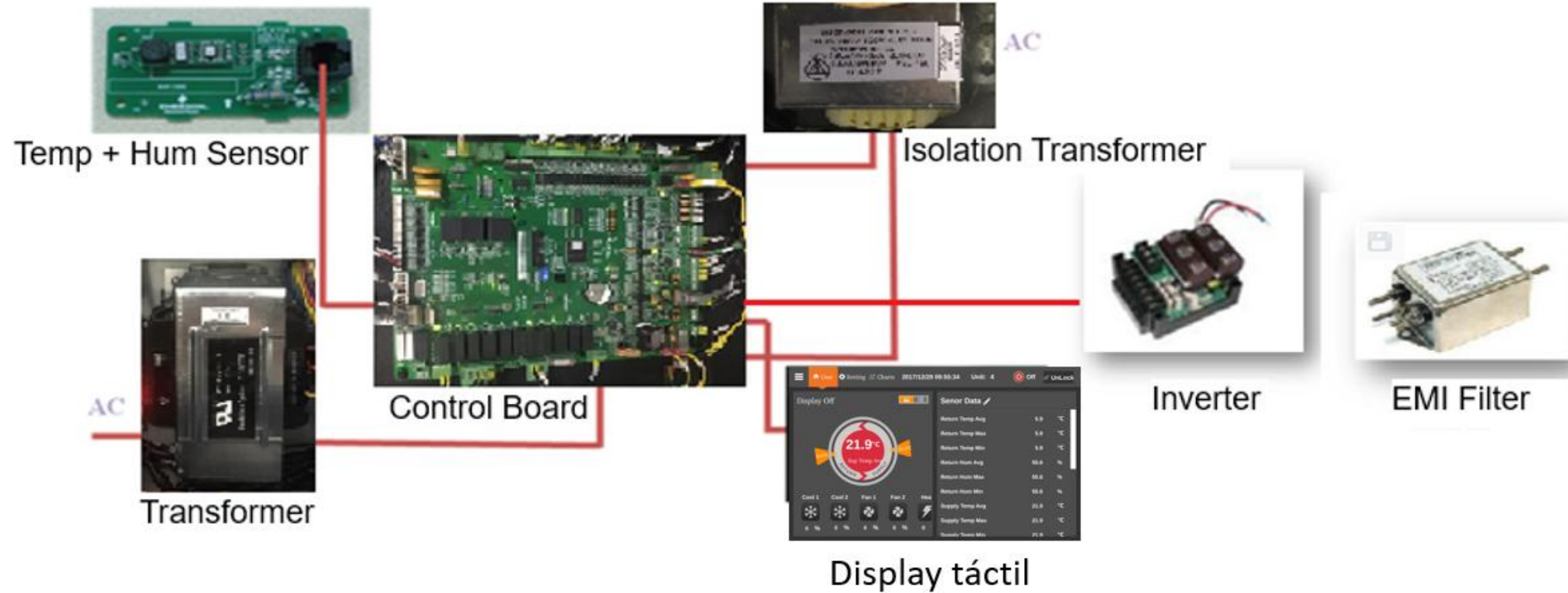
CONTROLADOR



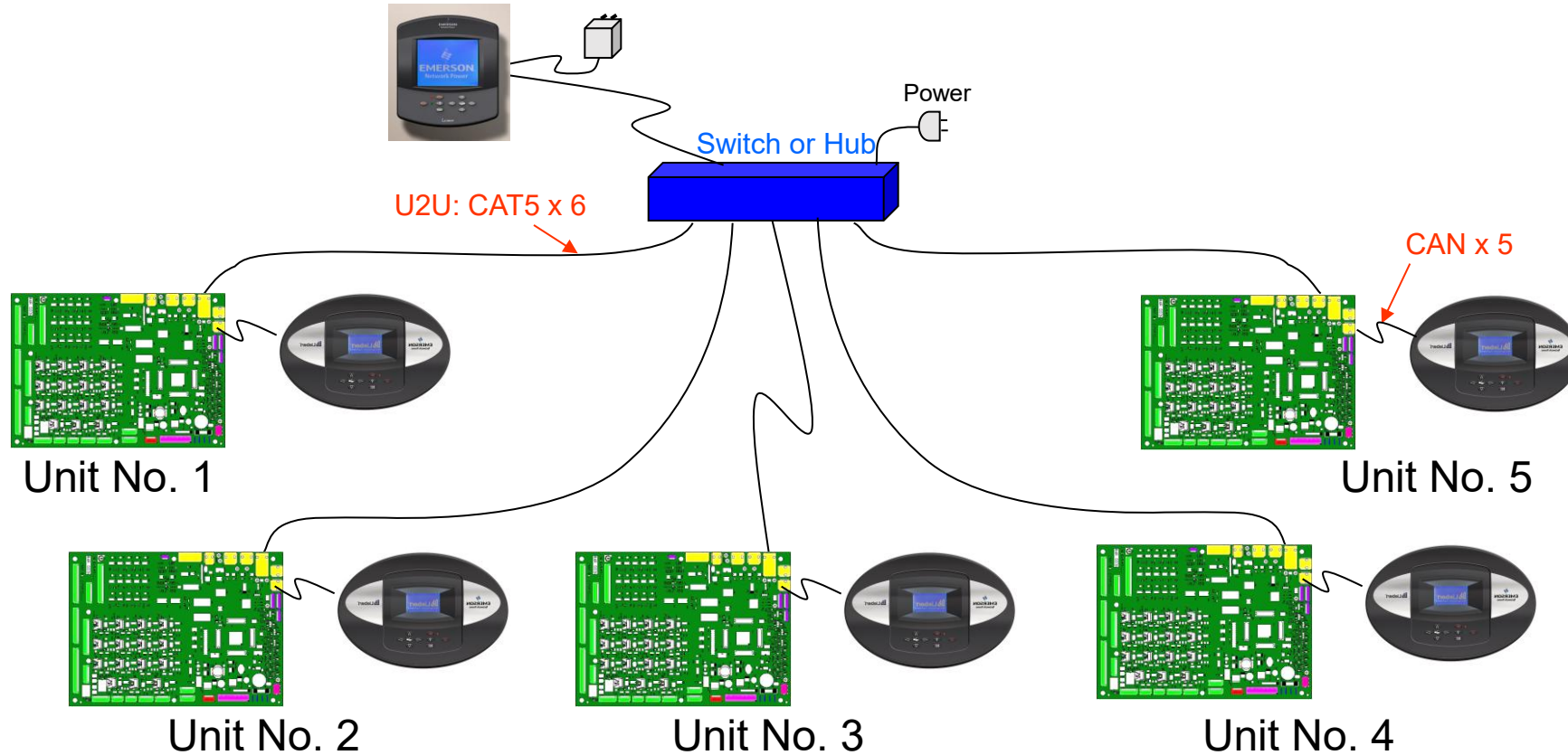
Los controladores de los equipos de aire acondicionado se interconectan



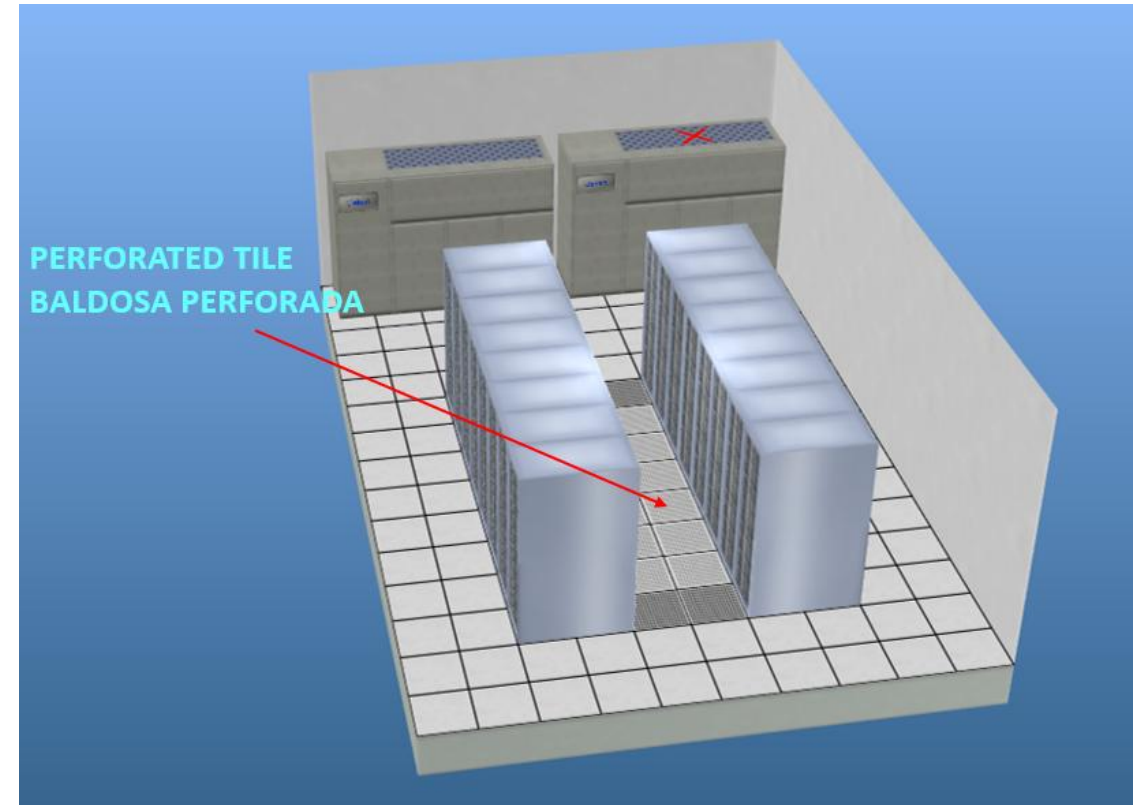
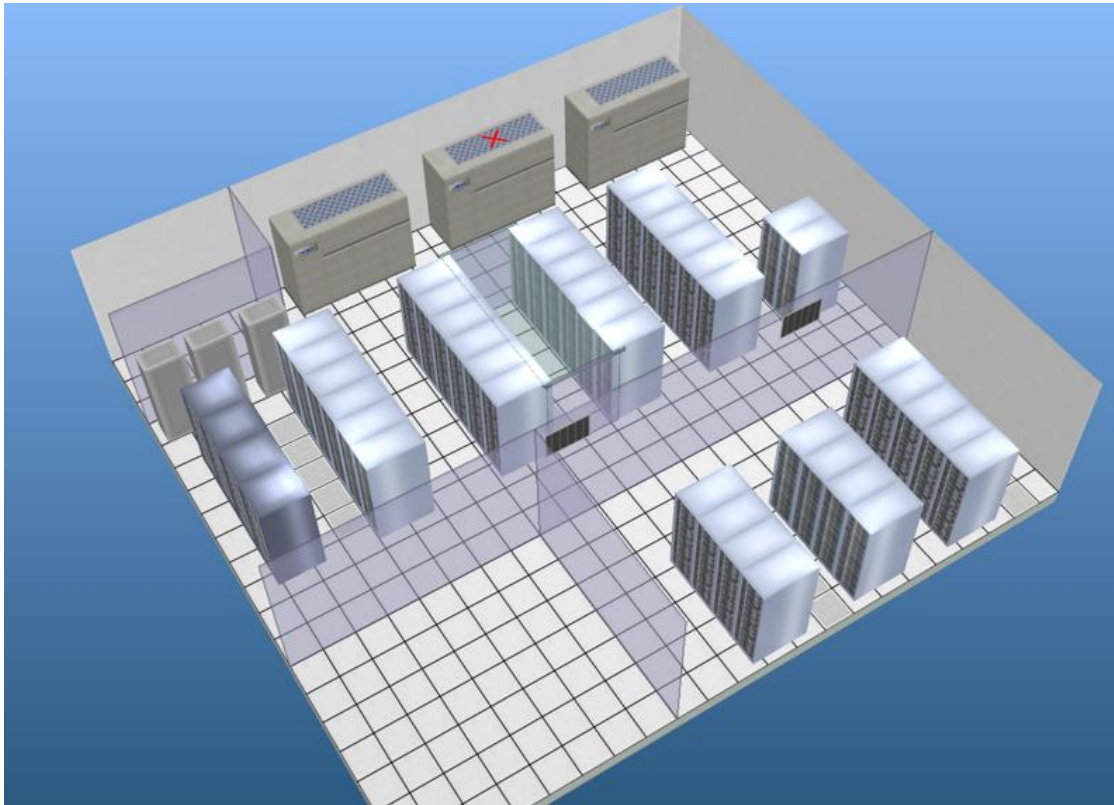
Data Center - Componentes



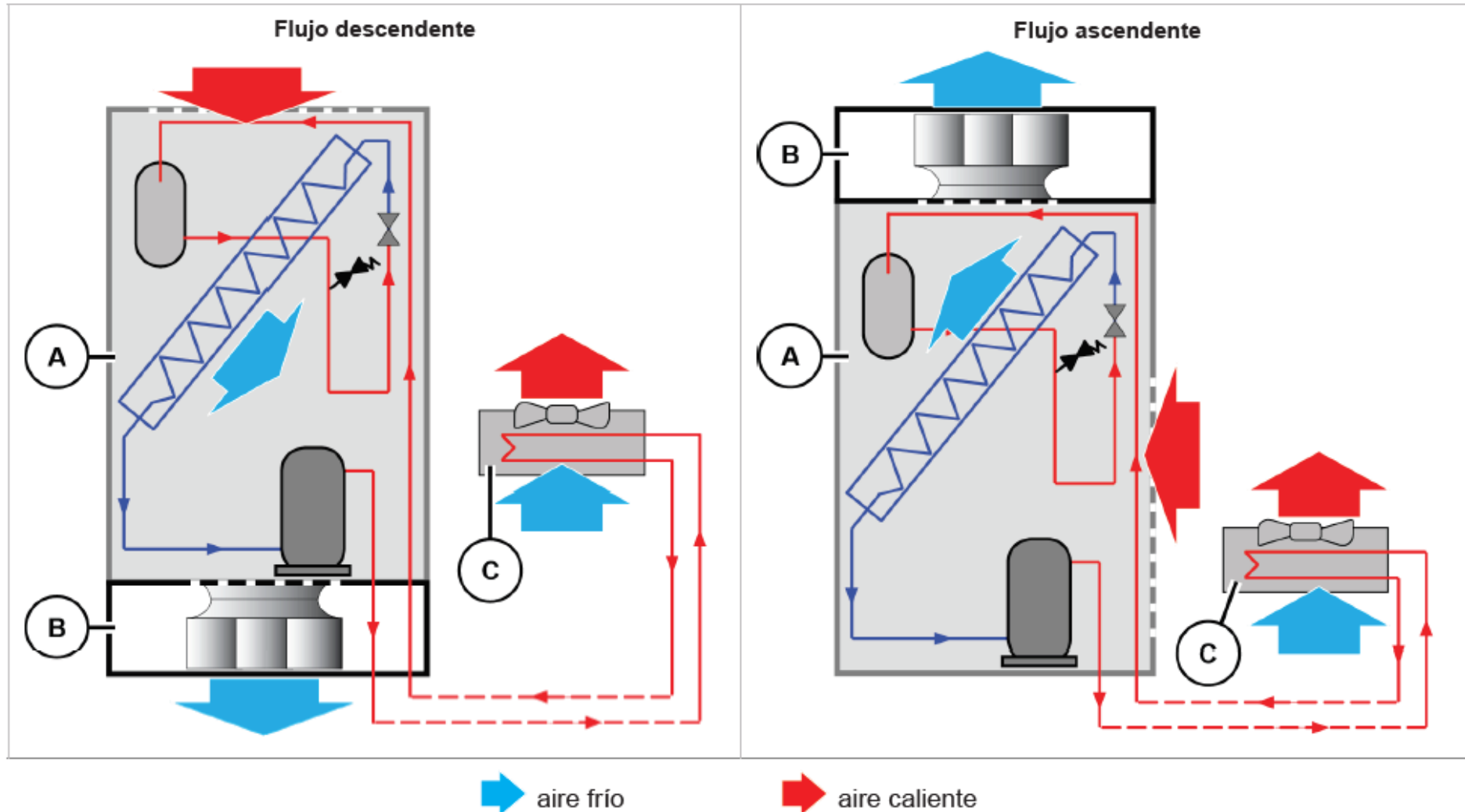
Los controladores de los equipos de aire acondicionado se interconectan



EQUIPOS PERIMETRALES



Detalle de los equipos perimetrales Downflow y Upflow



A: Sección de serpentín evaporador B: Sección de ventilador C: Sección de condensador

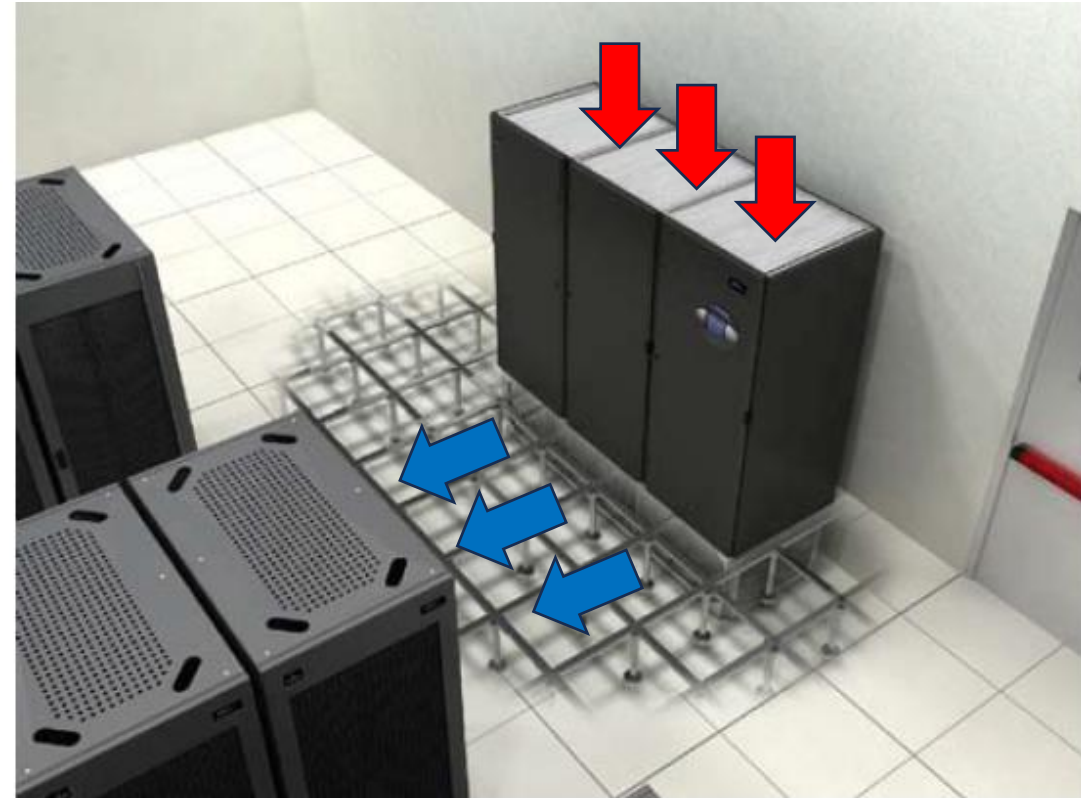
Equipos tipo perimetrales



Upflow (descarga de aire hacia arriba)

Retorno de aire frontal

No requiere de piso técnico



Downflow down (descarga de aire hacia abajo)

Los ventiladores están dentro del piso técnico

Retorno de aire por parte superior

Requiere de piso técnico

Rejillas de descarga de aire – Piso técnico



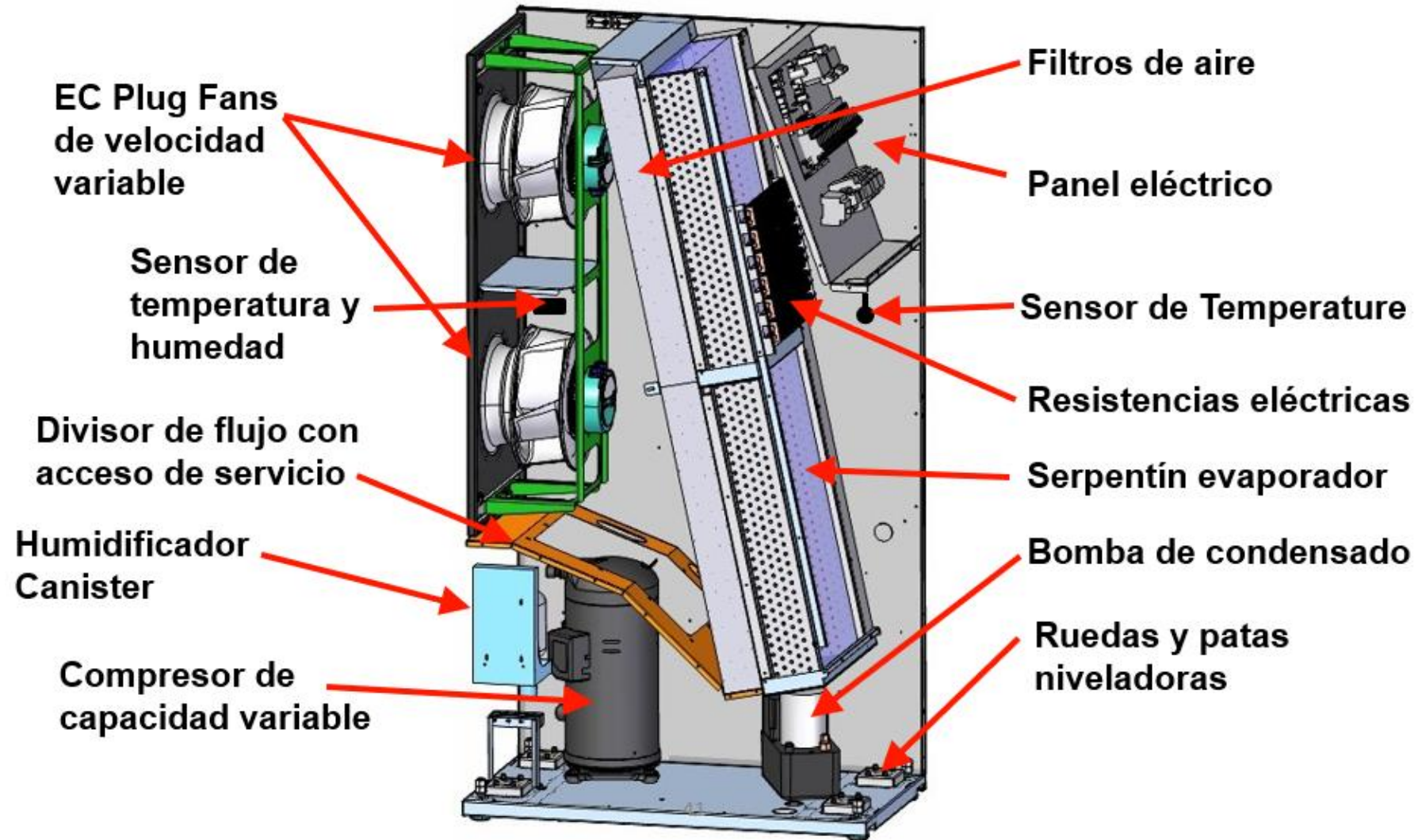
EQUIPOS PARA INSTALACIÓN EN FILA O IN-ROW



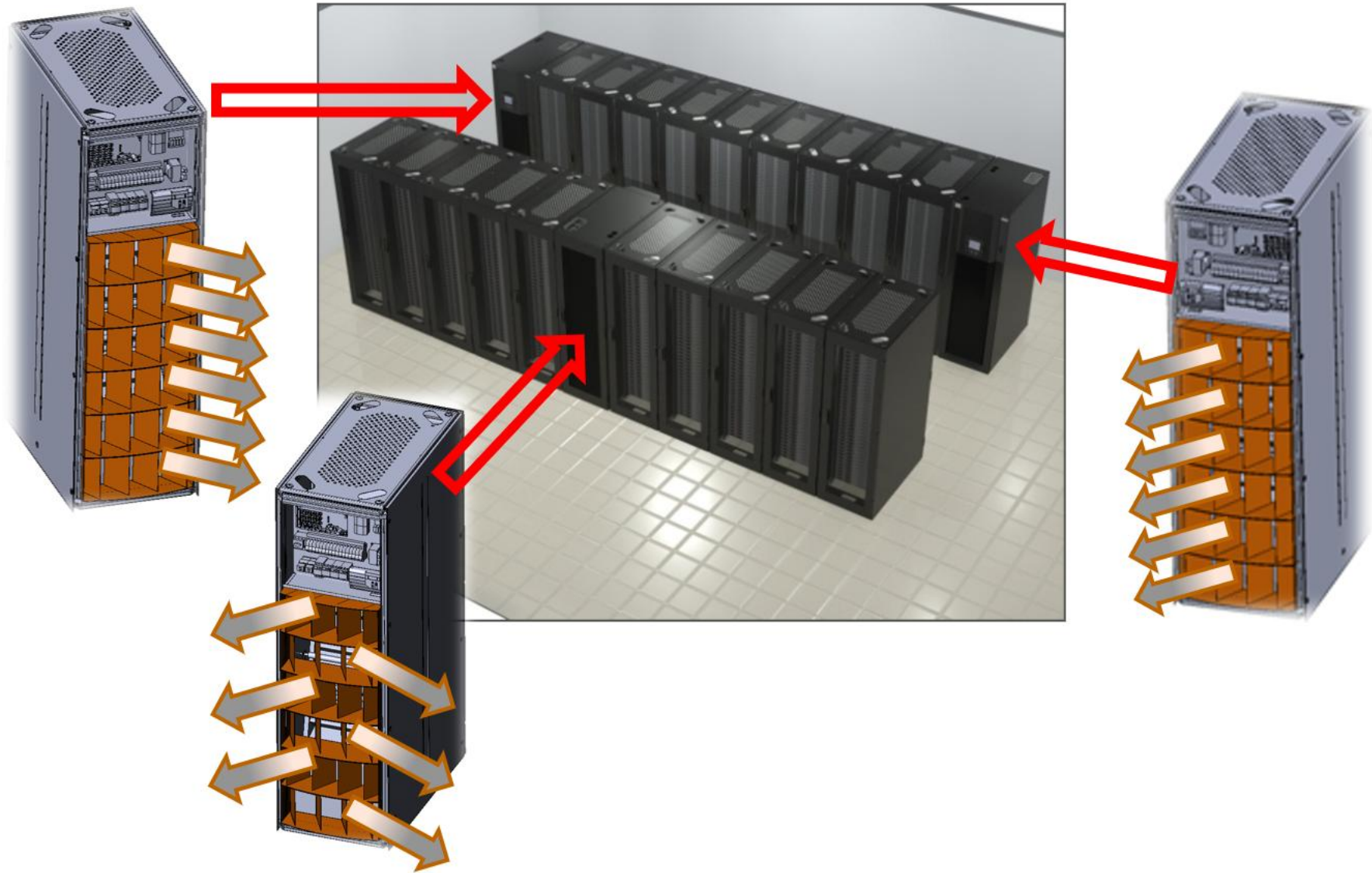
Equipo de aire acondicionado precisión In-Row



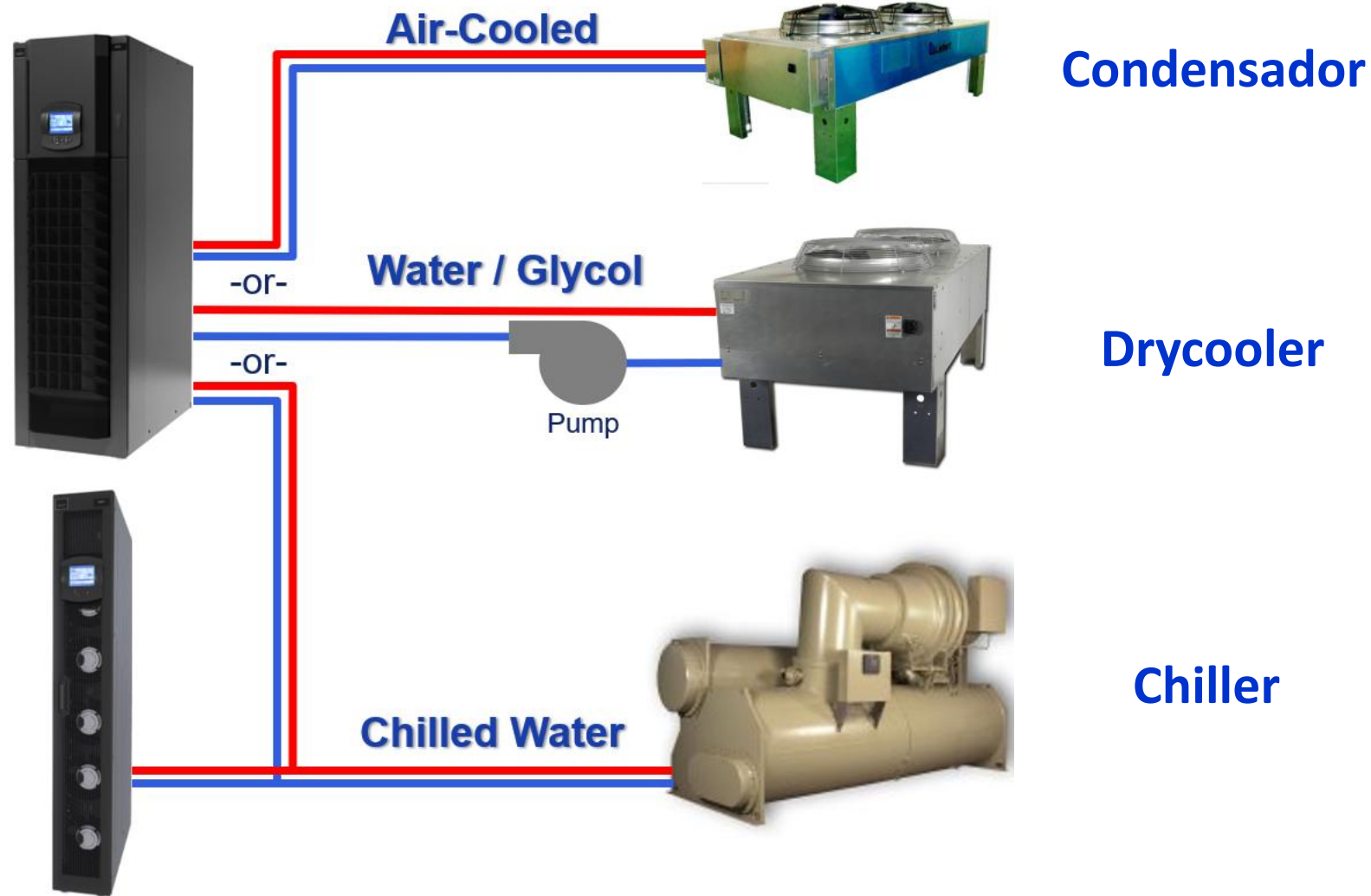
Arquitectura interna de equipo de precisión In-Row



Equipos de precisión In-Row con deflectores (baffles)



Diferentes configuraciones equipo de precisión In-Row



AUMENTO DE LA EFICIENCIA DEBIDO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN



EVOLUCIÓN DEL VENTILADOR



Tecnología de ventilador



Ventilador centrífugo,
álabes curvados hacia adelante

VARIABLE	CHANGE IN RPM
VOLUME	$CFM_2 = CFM_1 \left(\frac{RPM_2}{RPM_1} \right)$
PRESSURE	$P_2 = P_1 \left(\frac{RPM_2}{RPM_1} \right)^2$
HORSEPOWER	$HP_2 = HP_1 \left(\frac{RPM_2}{RPM_1} \right)^3$



Ventilador radial (EC Fan) áláb
es curvados hacia atrás

Mayor eficiencia aerodinámica

Transmisión directa

Motor electrónicamente conmutado (EC Fan)

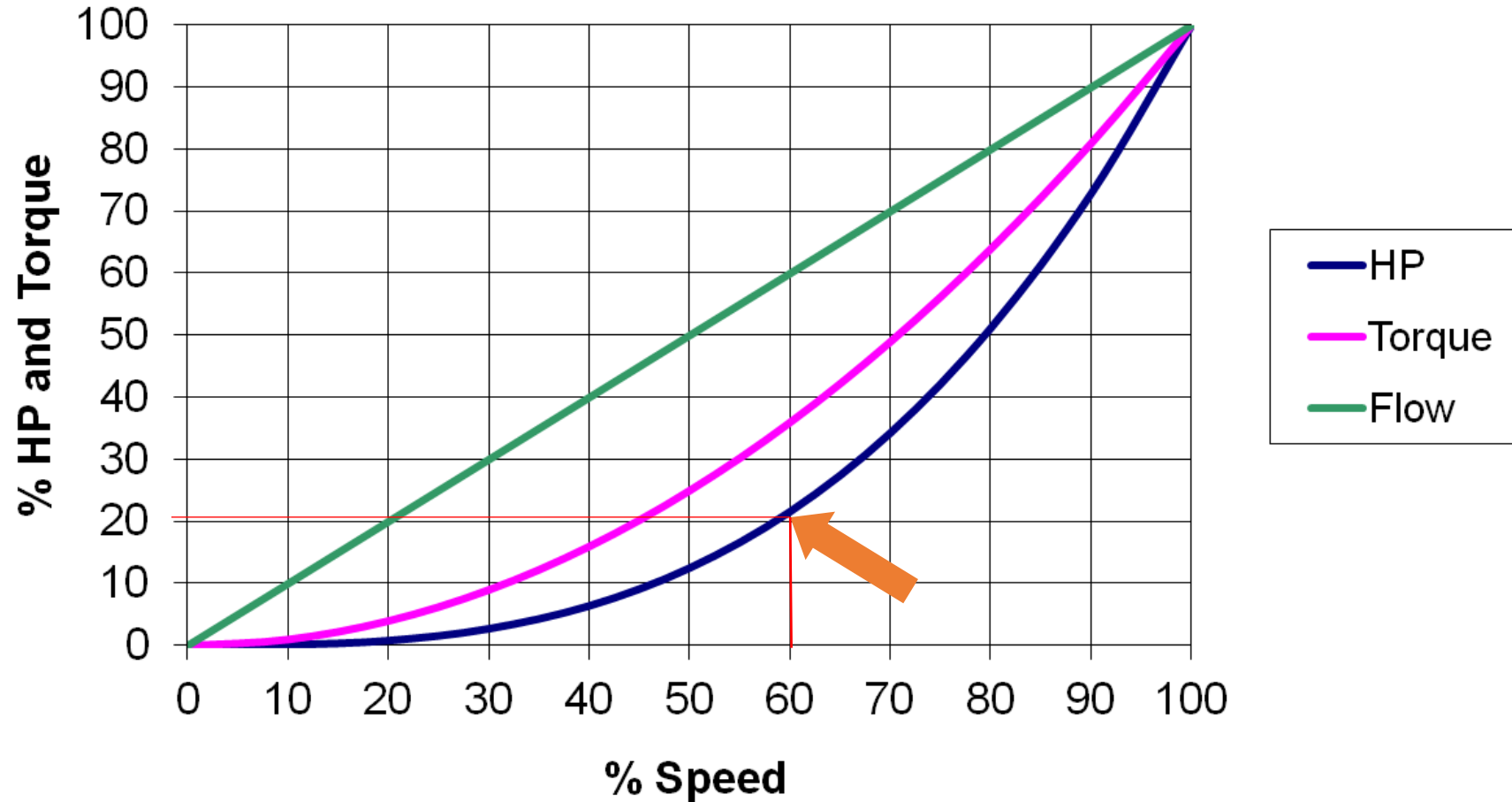
- Motor DC con conversión integrada AC-DC
- Incluye control de velocidad 0-10 VDC

10 a 30% más eficiente que el de áláb
es curvados hacia adelante

Potencia del ventilador varía en relación cúbica con las RPM



- A 60% de velocidad el consumo de potencia es ~20%.



Tecnología de ventilador



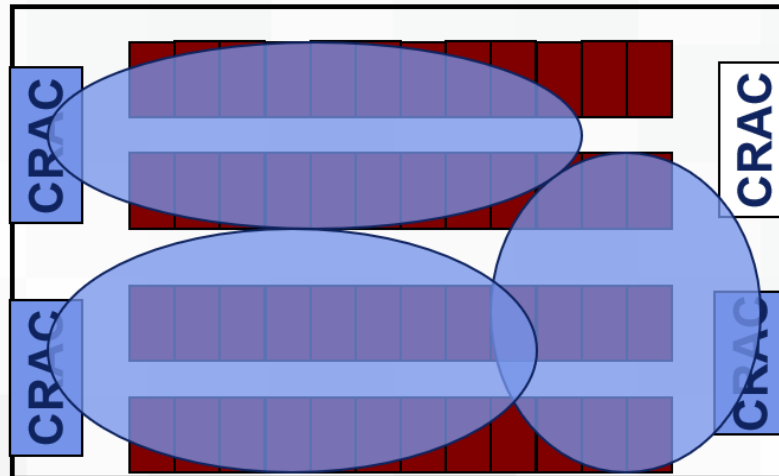
Velocidad fija



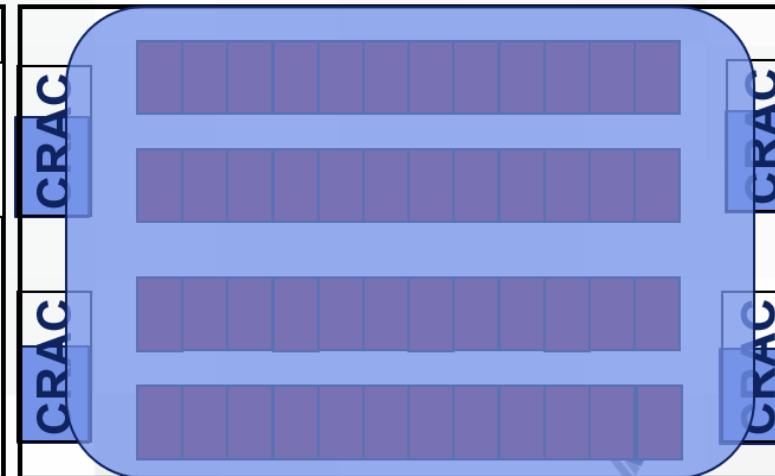
Velocidad variable



Velocidad fija



Velocidad variable





EVOLUCIÓN DEL COMPRESOR



Tecnologías de compresor



**Compresor alternativo (piston)
capacidad fija**



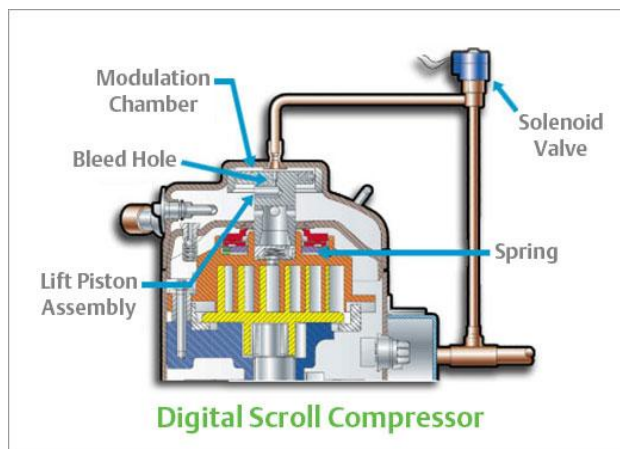
**Compresor Scroll
capacidad fija**



Compresor Digital Scroll



**Compresor alternativo
Semi-Hermético**

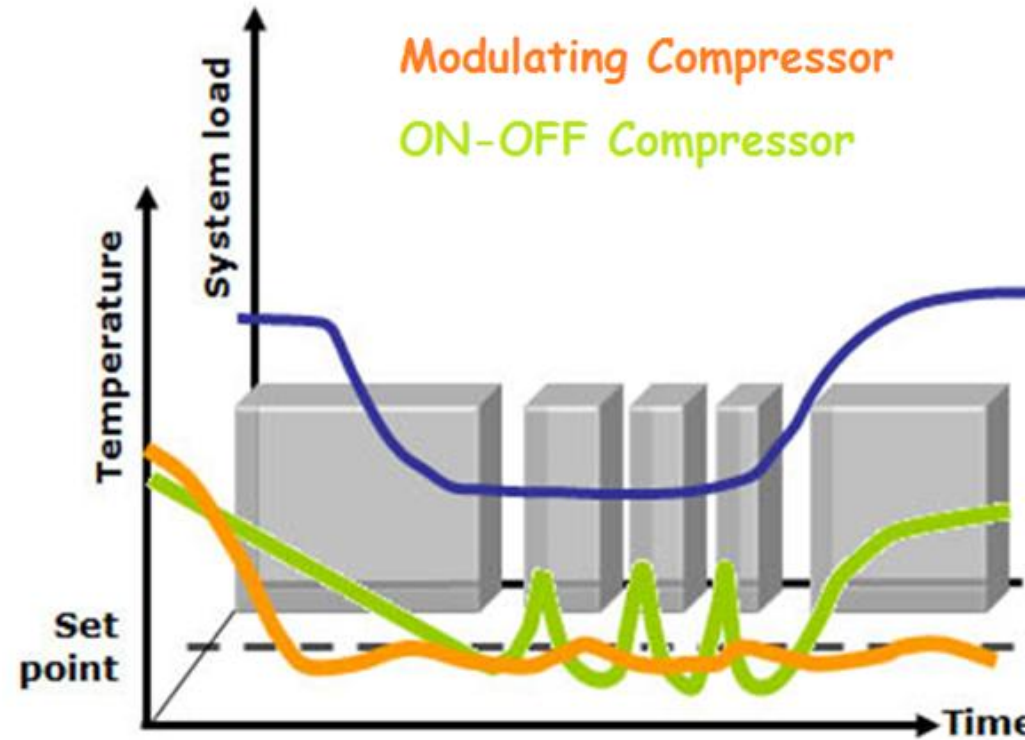


**Compresor
Brushless EC Scroll**



**Compresor
Inverter driven Scroll**

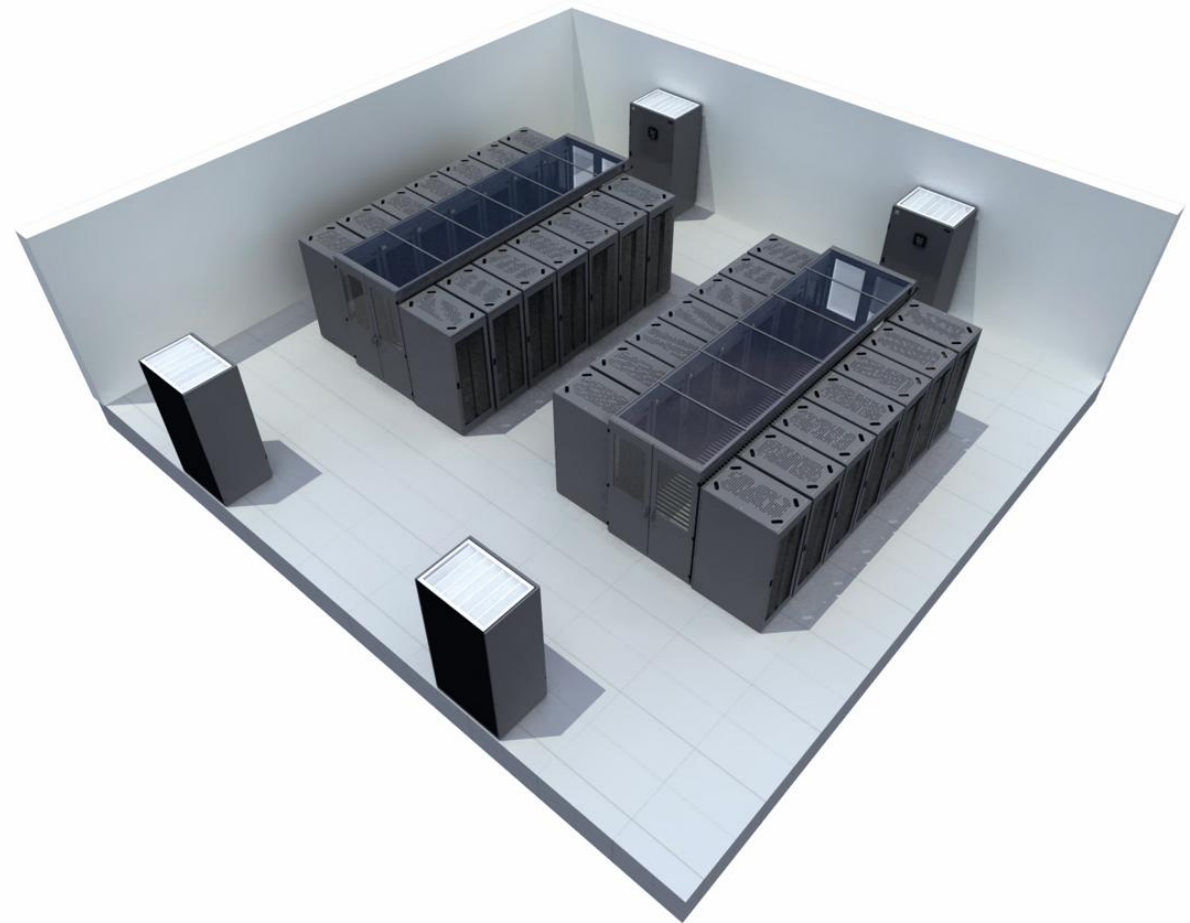
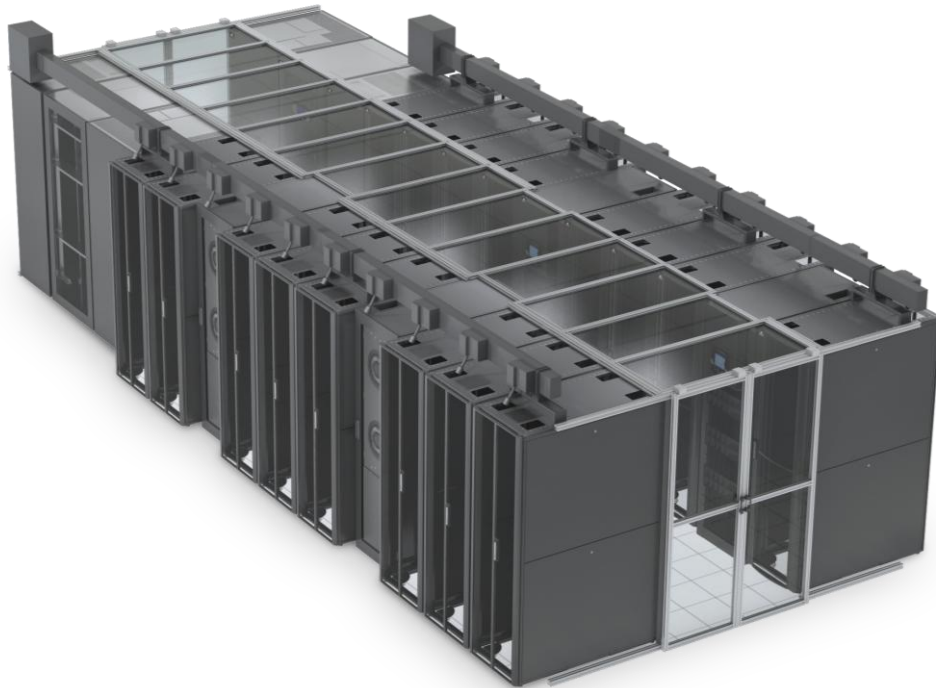
Compresor inverter de capacidad variable, se adapta a la carga térmica



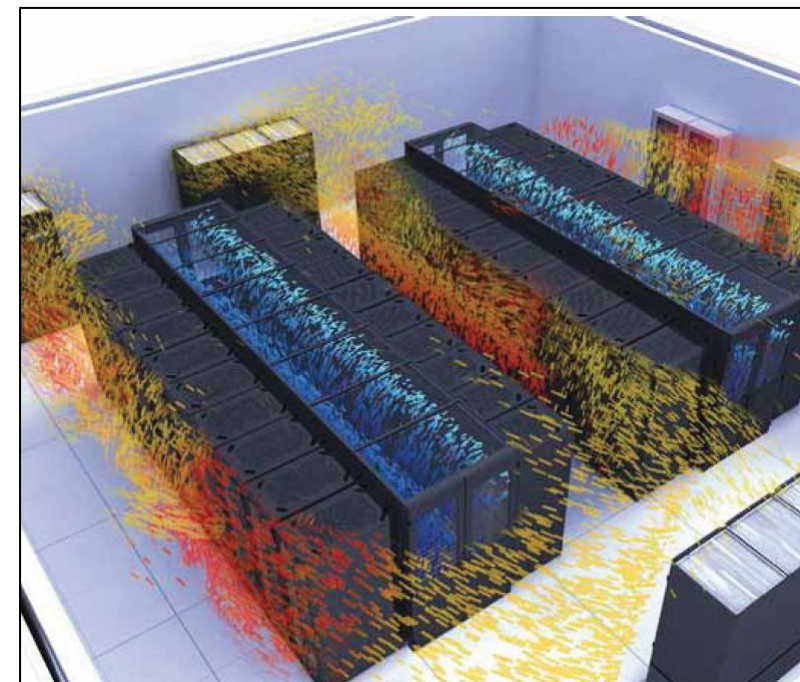
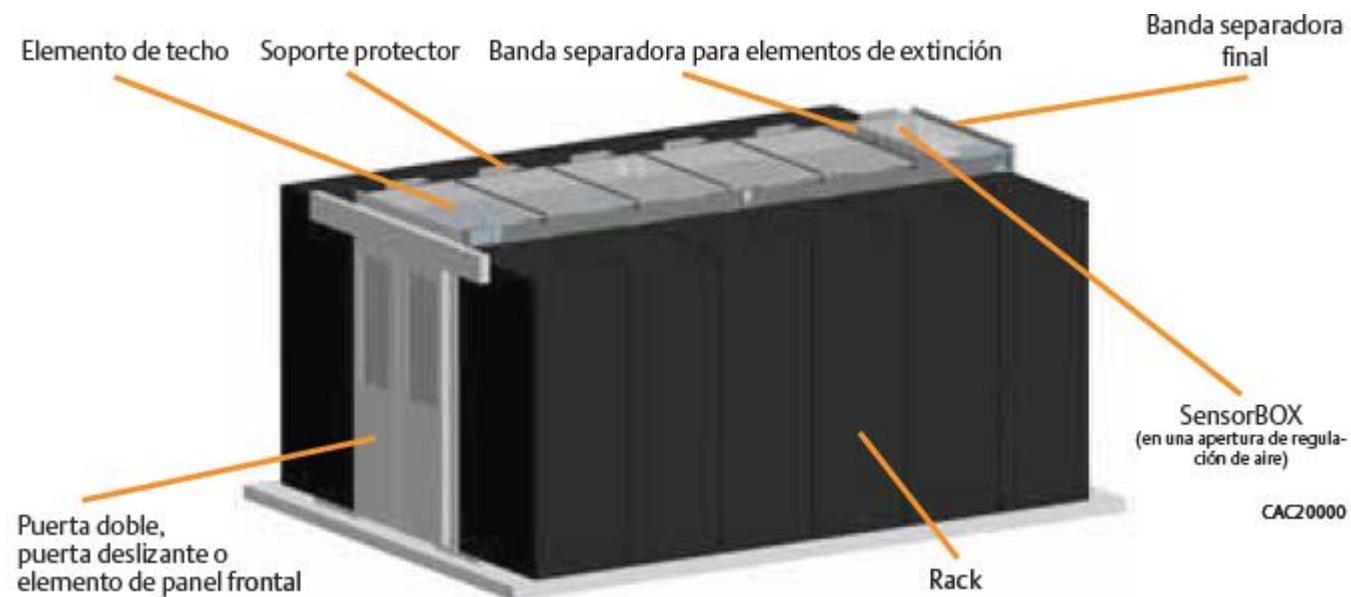
AUMENTO DE LA EFICIENCIA DEBIDO AL DISEÑO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN



Confinamiento de pasillos fríos

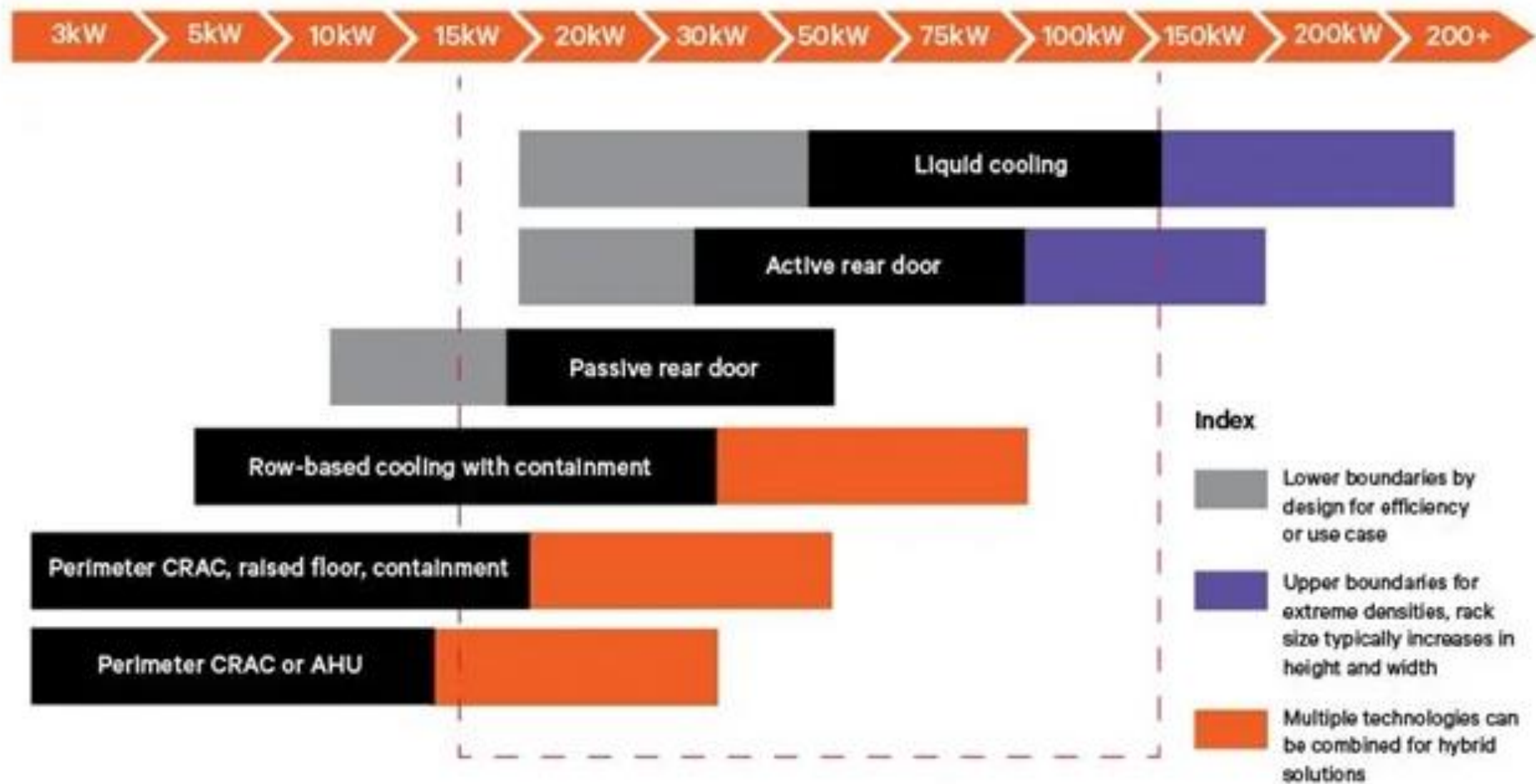


Confinamiento de pasillos fríos



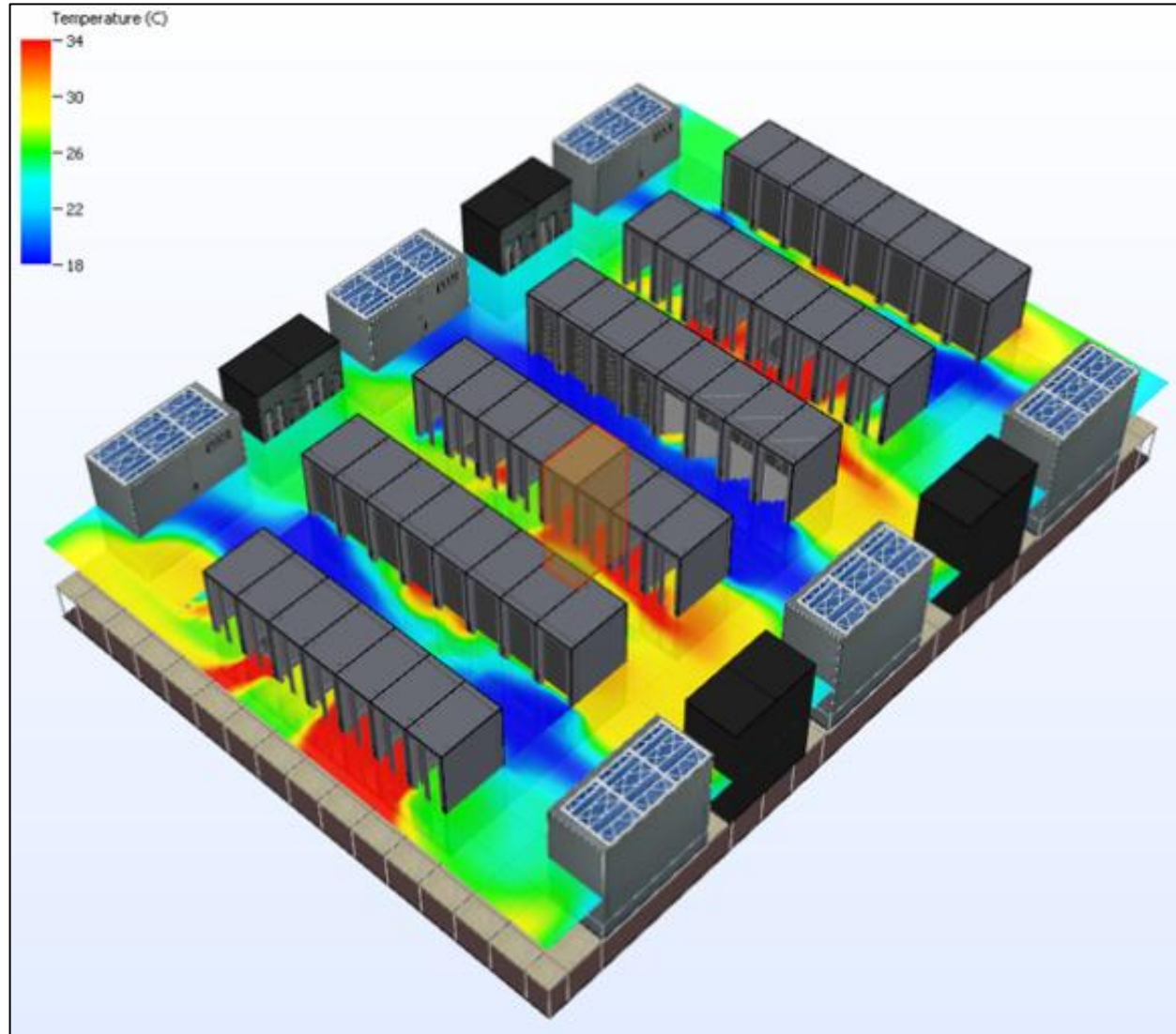
Retorno de aire por plenum del falso cielo





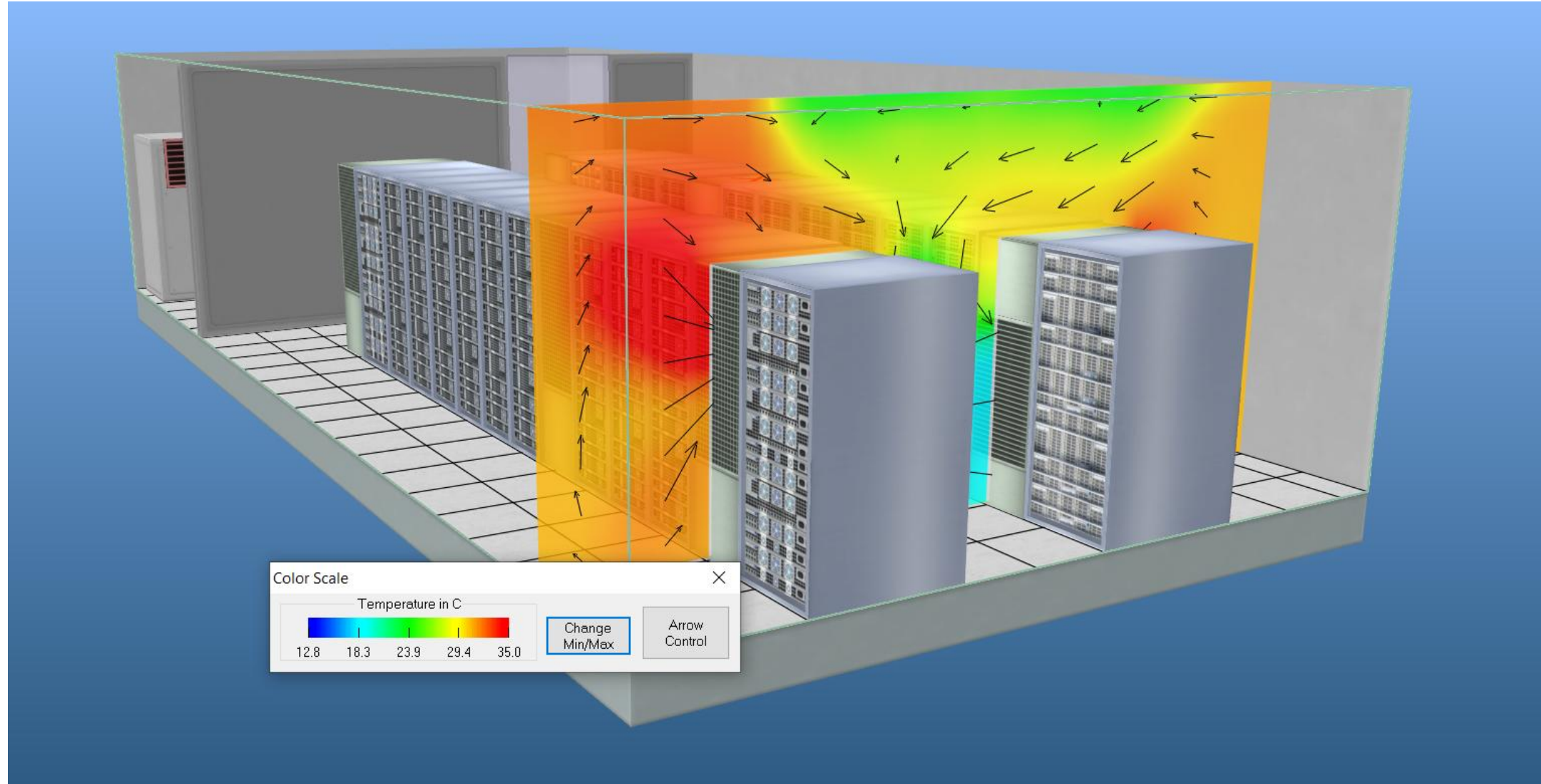
Simulación CFD – imagen de temperaturas horizontal

CFD = Computational Fluid Dynamics



Simulación CFD – imagen de temperaturas horizontal

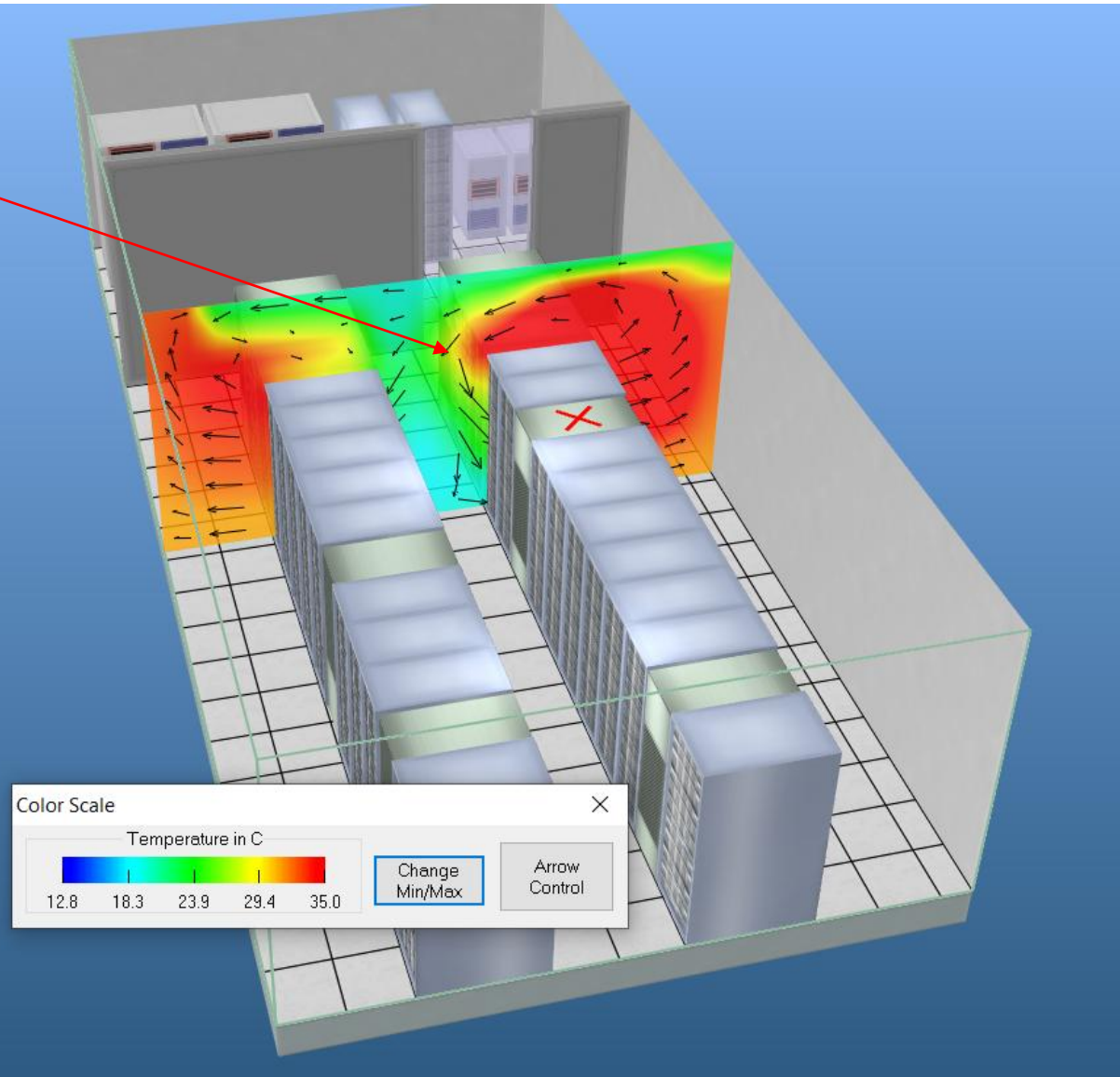
CFD = Computational Fluid Dynamics



Simulación CFD – imagen de temperaturas horizontal

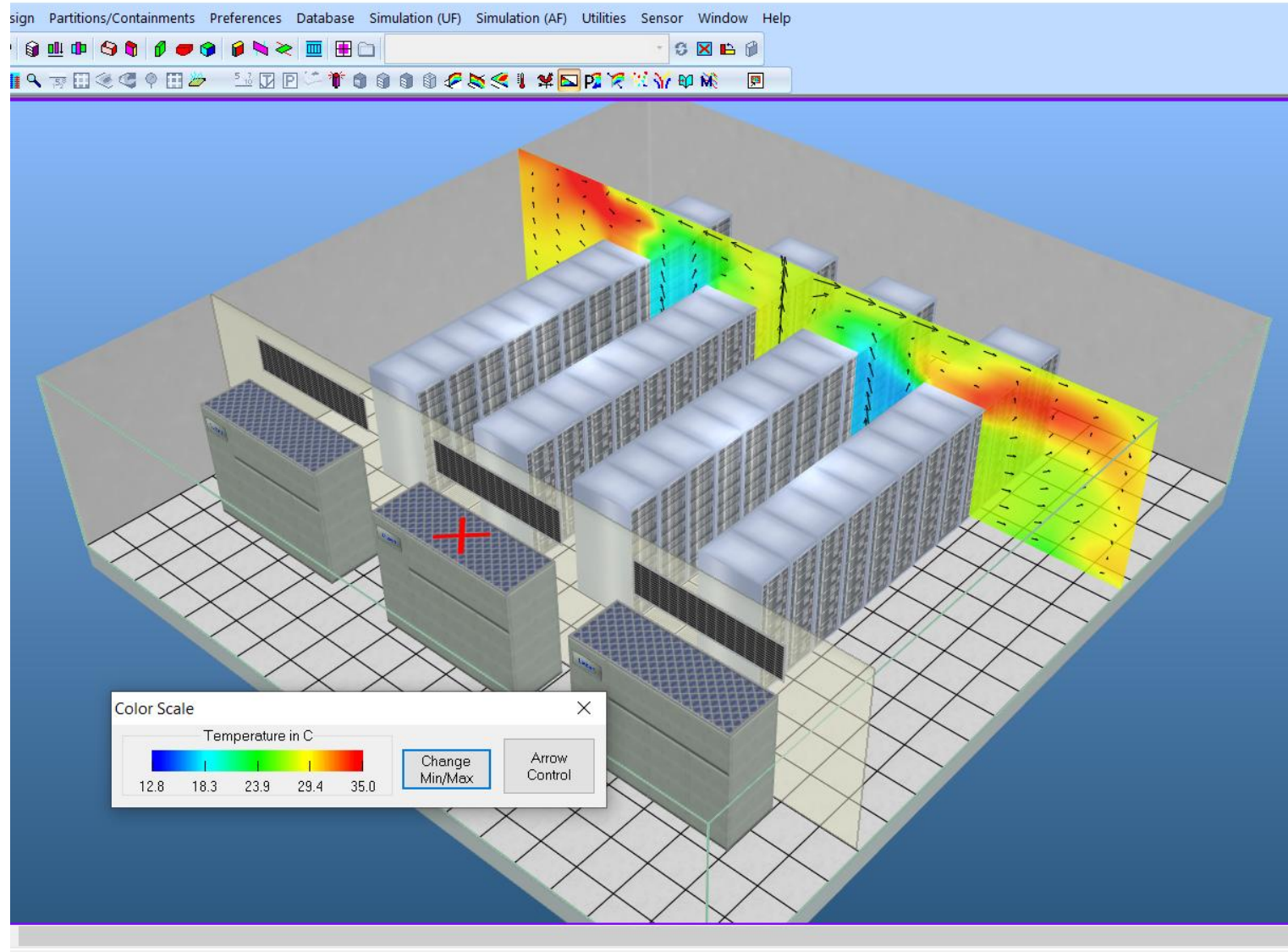
CFD = Computational Fluid Dynamics

Se aprecia invasión de aire caliente hacia el pasillo caliente, originando puntos calientes en los racks de la zona indicada



Simulación CFD – imagen de temperaturas horizontal

CFD = Computational Fluid Dynamics



AUMENTO DE LA EFICIENCIA DEBIDO AL CONTROL DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN



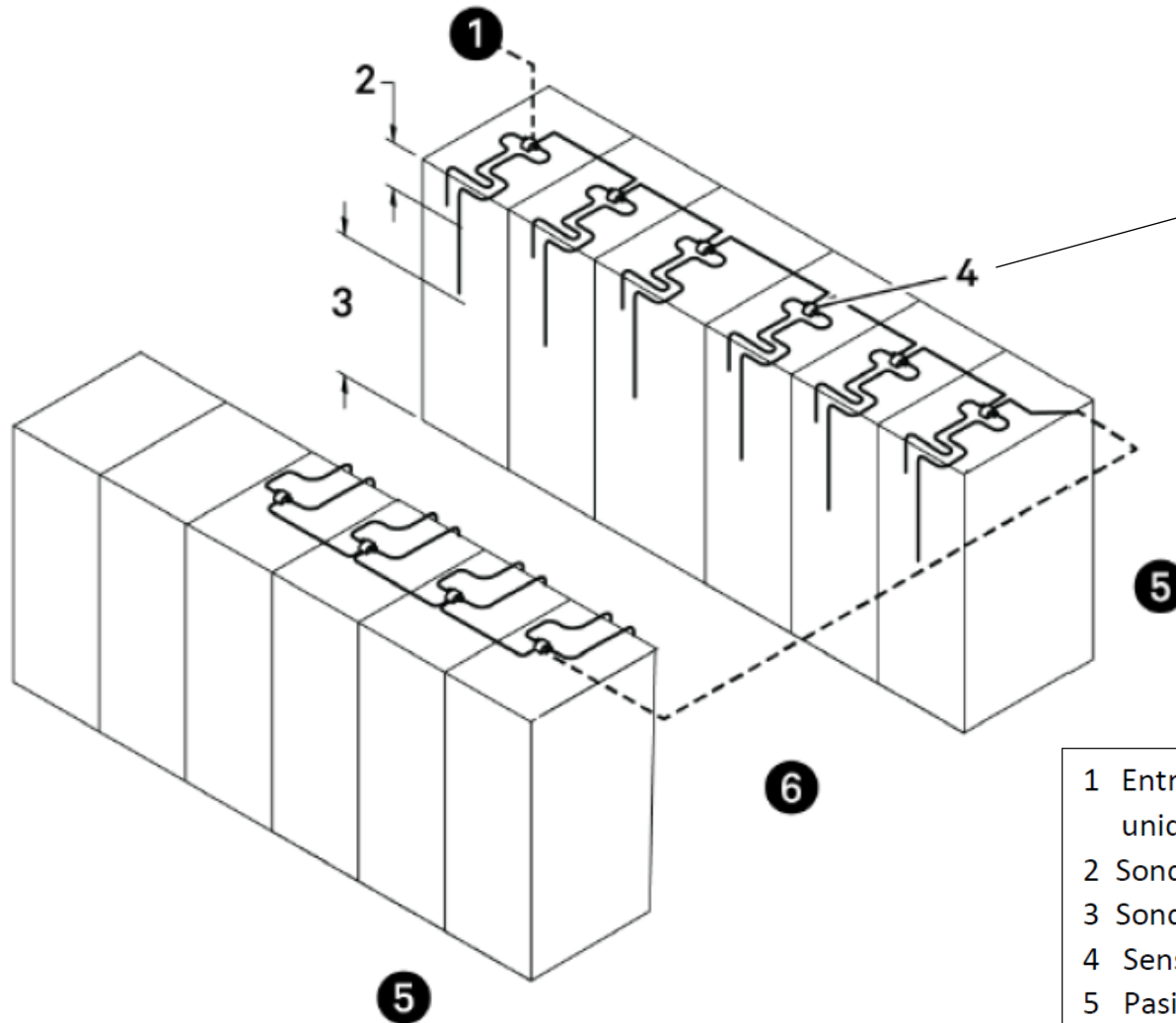


CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

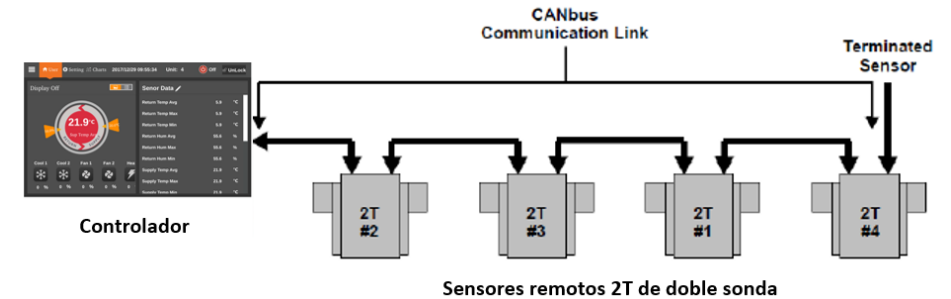


Sensores de temperatura remotos (2 sondas)

Con sondas en la parte frontal de los Racks



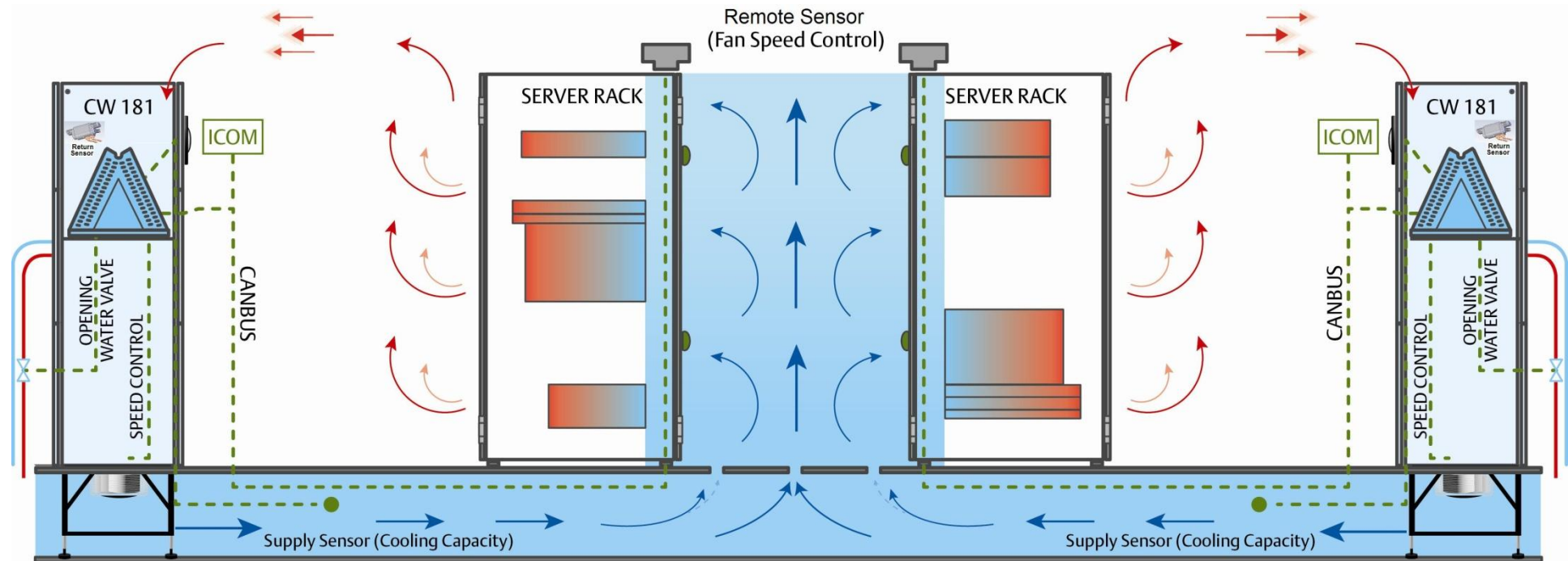
Sensor remoto 2T de doble sonda



- 1 Entrada de cable en la unidad
- 2 Sonda a 2/3 de altura
- 3 Sonda a 1/2 de altura
- 4 Sensor 2T (módulo)
- 5 Pasillo caliente
- 6 Pasillo frío

Optimizando el enfriamiento - Control desacoplado

- Modo de control que permite al iCOM (controlador) gestionar el flujo de aire y la capacidad de refrigeración de forma independiente. Los ventiladores EC Fan del equipo son controlados por sensores de temperatura remotos ubicados en los Racks (gabinets) donde está la carga térmica mientras que el enfriamiento (compresor o válvula de agua helada) es controlado por sensores de temperatura de suministro (supply) en la descarga de aire de la unidad.





CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD BANDA PROPORCIONAL



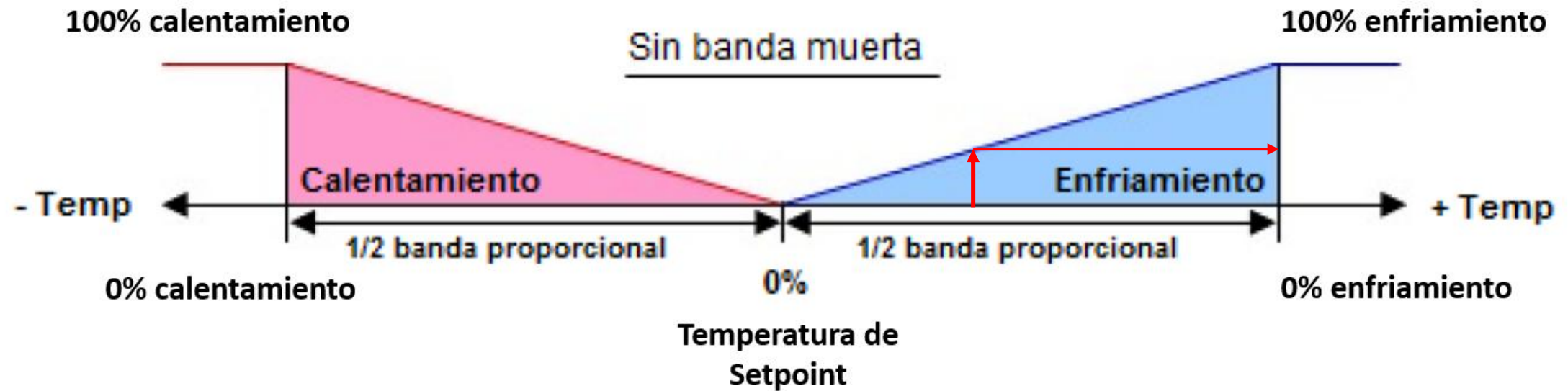


Control de temperatura y humedad

Control por Banda Proporcional (P)

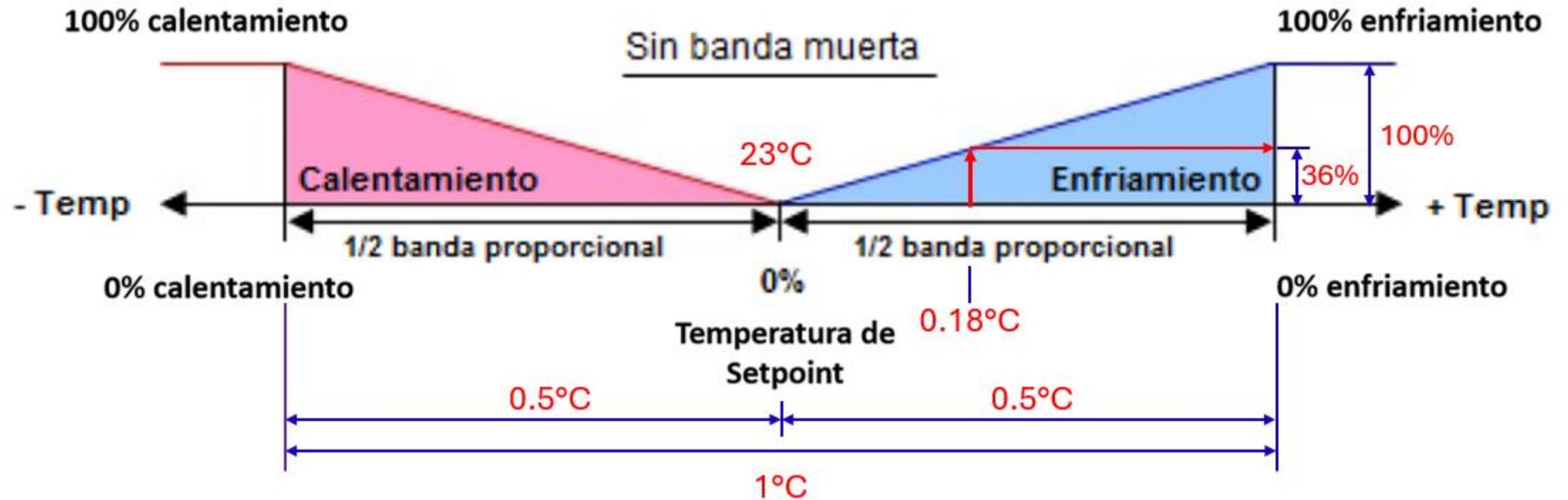
El control usa la banda proporcional de temperatura para determinar cuál operación realizará (enfriamiento/calentamiento) y la intensidad de la misma. La banda proporcional de temperatura es un rango definido por el usuario dividido en dos partes iguales para enfriamiento y calentamiento. El Setpoint de temperatura se encuentra entre estas dos partes iguales.

Control de temperatura por banda proporcional



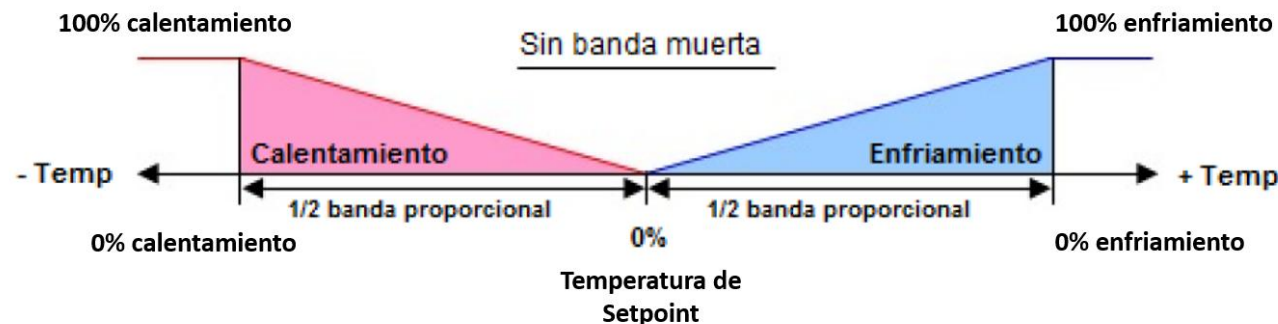
Control de temperatura por banda proporcional

Ejemplo



Control de temperatura por banda proporcional

Cuando la temperatura del aire de retorno se desvía del valor de Setpoint comienza a penetrar una de las mitades de la banda proporcional, la de enfriamiento o la de calentamiento. Si la temperatura de aire de retorno aumenta, el control dispara la solicitud de una capacidad de enfriamiento entre el 0% (ninguna) hasta el 100% (total) en base al grado de penetración de la temperatura en la porción de enfriamiento de la banda proporcional.



Control de temperatura y humedad

Banda Muerta

Se puede definir una banda muerta de temperatura cuando se divide igualmente a cada lado del Setpoint y separa las dos mitades de la banda proporcional. En este caso la banda proporcional de temperatura se divide uniformemente a cada lado del valor de Setpoint de temperatura, con y sin banda muerta



Control de temperatura por banda proporcional



El rango de la banda muerta se usa para ampliar el valor de Setpoint. Cuando la temperatura de aire de retorno cae dentro de la banda muerta, el control opera como si la temperatura hubiese igualado exactamente el valor de Setpoint. Esta configuración ayuda a maximizar la vida del componente evitando un ciclado excesivo del componente.



MEJORANDO LA EFICIENCIA ENERGÉTICA CON EL CONTROL DE TEMPERATURA



VALORES RECOMENDADOS POR ASHRAE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA PARA PASILLOS FRÍOS



Clasificación de Salas por Clases de ambientes

Clases – Nueva sala H1 de alta densidad

TABLE 1 Thermal Guidelines environmental classes.		
FIRST EDITION ENVIRONMENTAL CLASS	FIFTH EDITION ENVIRONMENTAL CLASS	CLASS DESCRIPTION
1 Renamed Class A1 in <i>Third Edition</i>	A1	Typically a data center with tightly controlled environmental parameters (dew point, temperature, and RH) and mission-critical operations
2 Renamed Class A2 in <i>Third Edition</i>	A2	Typically an information technology space with some control of environmental parameters
N/A	A3	Similar to Class A2, but with a wider allowable range that will likely allow for chiller-less cooling with a water-cooled heat rejection system in most climates
N/A	A4	Similar to Class A2/A3, but with a wider allowable range that will likely allow for chiller-less cooling with an outdoor air-cooled system in most climates
N/A	H1	High-density air-cooled servers (see <i>Fifth Edition</i> , Section 2.2.2 for more information)

Thermal Guidelines Recommended Ashrae para Data Center (año 2021)



Class ^a	Dry-Bulb Temp. ^{e,g} , °C	Humidity Range, Noncond. ^{h, i, k, l, n}	Max. Dew Point ^k , °C	Max. Elev. ^{e,j,m} , m	Max. Rate of Change ^f , °C/h	Dry-Bulb Temp., °C	RH ^k , %
Recommended (suitable for Classes A1 to A4; explore data center metrics in this book for conditions outside this range.)							
A1 to A4	18 to 27	-9°C DP to 15°C DP and 70% rh ⁿ or 50% rh ⁿ					

El rango recomendado de temperatura es claro

El valor de 70% HR se utiliza para Data Centers ubicados en zonas de baja polución ambiental y el valor de 50% HR se usa para zonas de alta polución ambiental

Los valores de DP constante constituyen rectas horizontales en el Diagrama Psicrométrico

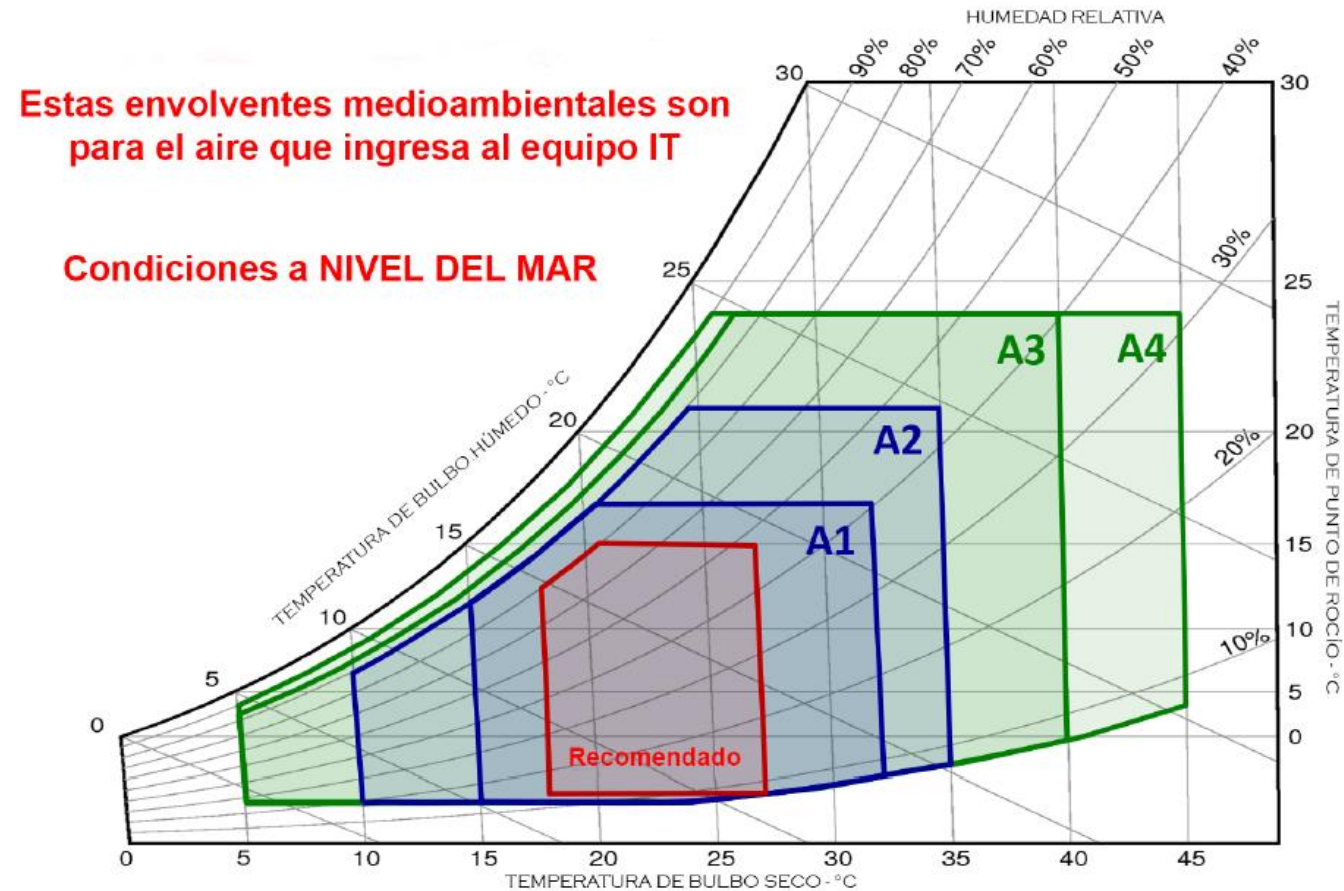


Figura 2.2 Rangos recomendados y permitidos 2021 para las Clases A1, A2, A3 y A4. El rango recomendado es para niveles bajos de contaminantes verificados por medidas de cupón como se indica en la nota 3 de la Sección 2.2.

Thermal Guidelines Ashrae para equipamiento TI de ALTA DENSIDAD Data Center Class H1 (año 2021)



Table 2.2 2021 Thermal Guidelines for High-Density Servers—
SI Version (I-P Version in Appendix B)

Equipment Environment Specifications for High-Density Air Cooling							
Class ^a	Product Operation ^{b,c}					Product Power Off ^{c,d}	
	Dry-Bulb Temp. ^{e,g} , °C	Humidity Range, Noncond. ^{h,i,k,l,n}	Max. Dew Point, °C	Max. Elev. ^{e,j,m} , m	Max. Rate of Change ^f , °C/h	Dry-Bulb Temp., °C	RH, %
Recommended							
H1	18 to 22	–9°C DP to 15°C DP and 70% rh ⁿ or 50% rh ⁿ					
Allowable							
H1	5 to 25	–12°C DP and 8% rh to 17°C DP and 80% rh ^k	17	3050	5/20	5 to 45	8 to 80 ^k

El rango recomendado de temperatura es más restringido que para Salas A1
La temperatura de pasillo frío máxima es 22°C en lugar de 27°C

Thermal Guidelines Recommended Ashrae para equipamiento TI de ALTA DENSIDAD

Data Center Class H1 (año 2021)

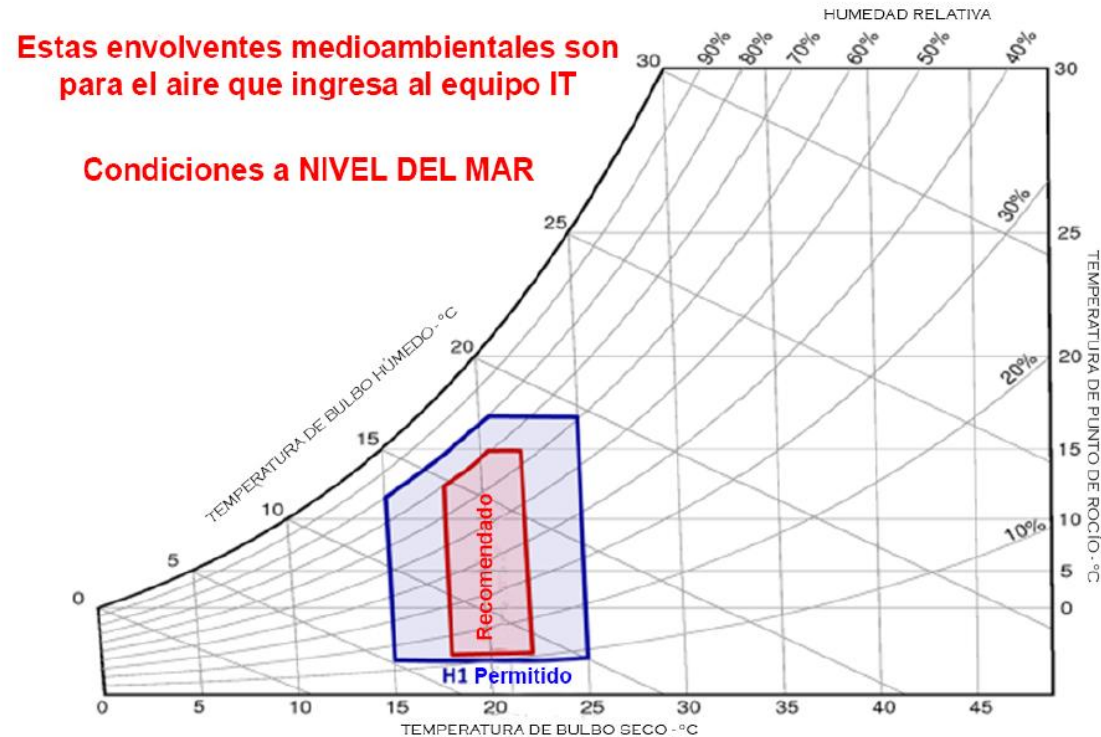


Figura 2.6 2021 Rangos recomendados y permitidos 2021 por ASHRAE para la Clase H1. El rango recomendado es para niveles bajos de contaminantes verificados por medidas de cupón como se indica en la nota 3 de la Sección 2.2.



LIQUID COOLING



Enfriamiento Líquido



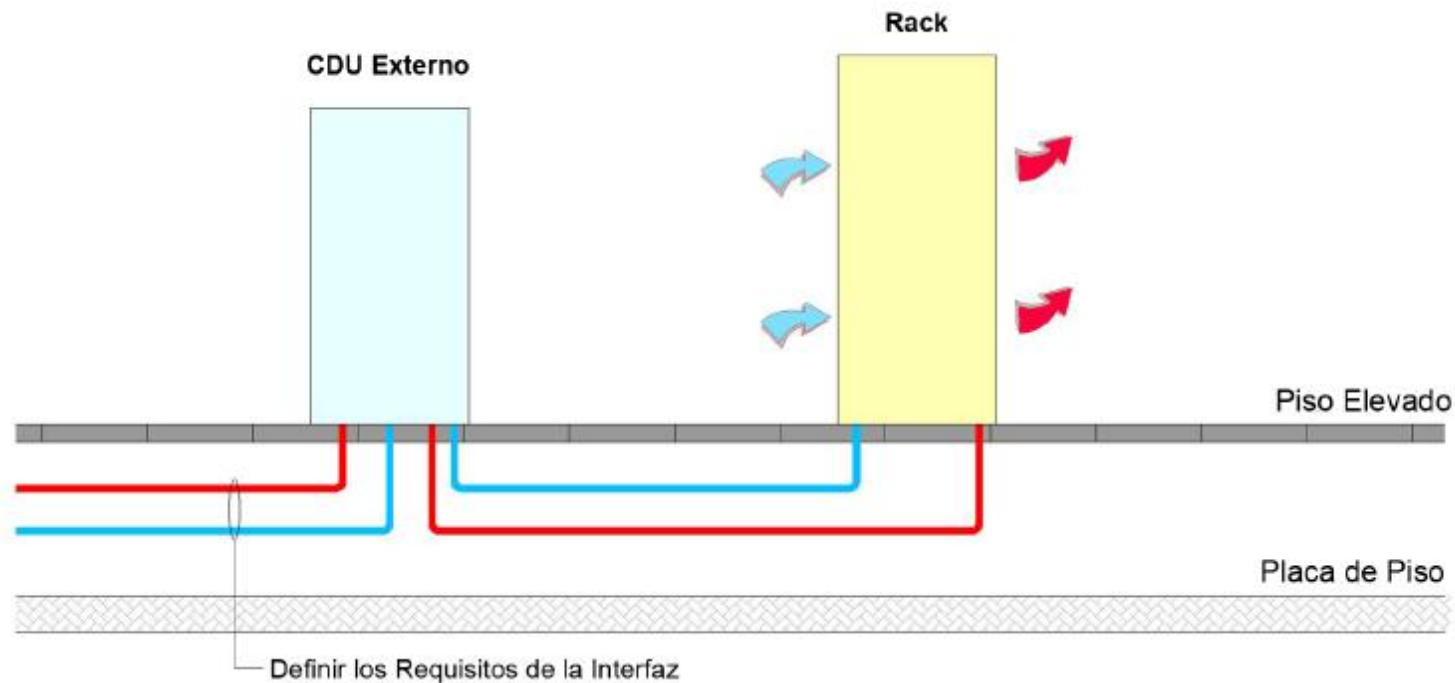
El crecimiento de la densidad de calor de los equipos electrónicos modernos, ahora que se adoptan aplicaciones en la nube y de inteligencia artificial IA, está limitado por la capacidad del aire para refrigerar adecuadamente los componentes electrónicos dentro de los servidores y dentro de las instalaciones de los data center que los albergan. Para hacer frente a este reto, se está implementando el enfriamiento con agua directa o el enfriamiento con refrigerante al rack o a las tarjetas. La capacidad de agua y del refrigerante para llevar cantidades mucho mayores de calor por unidad de volumen o masa también ofrece enormes ventajas.

El calor de estas unidades de enfriamiento líquido es a su vez expulsado al ambiente exterior mediante el uso de aire o agua para transferir el calor fuera del edificio, o en algunas instalaciones utilizarlo para la calefacción del espacio local. Debido a las temperaturas de operación involucradas con las soluciones de enfriamiento por líquido, los economizadores de agua se adaptan bien.

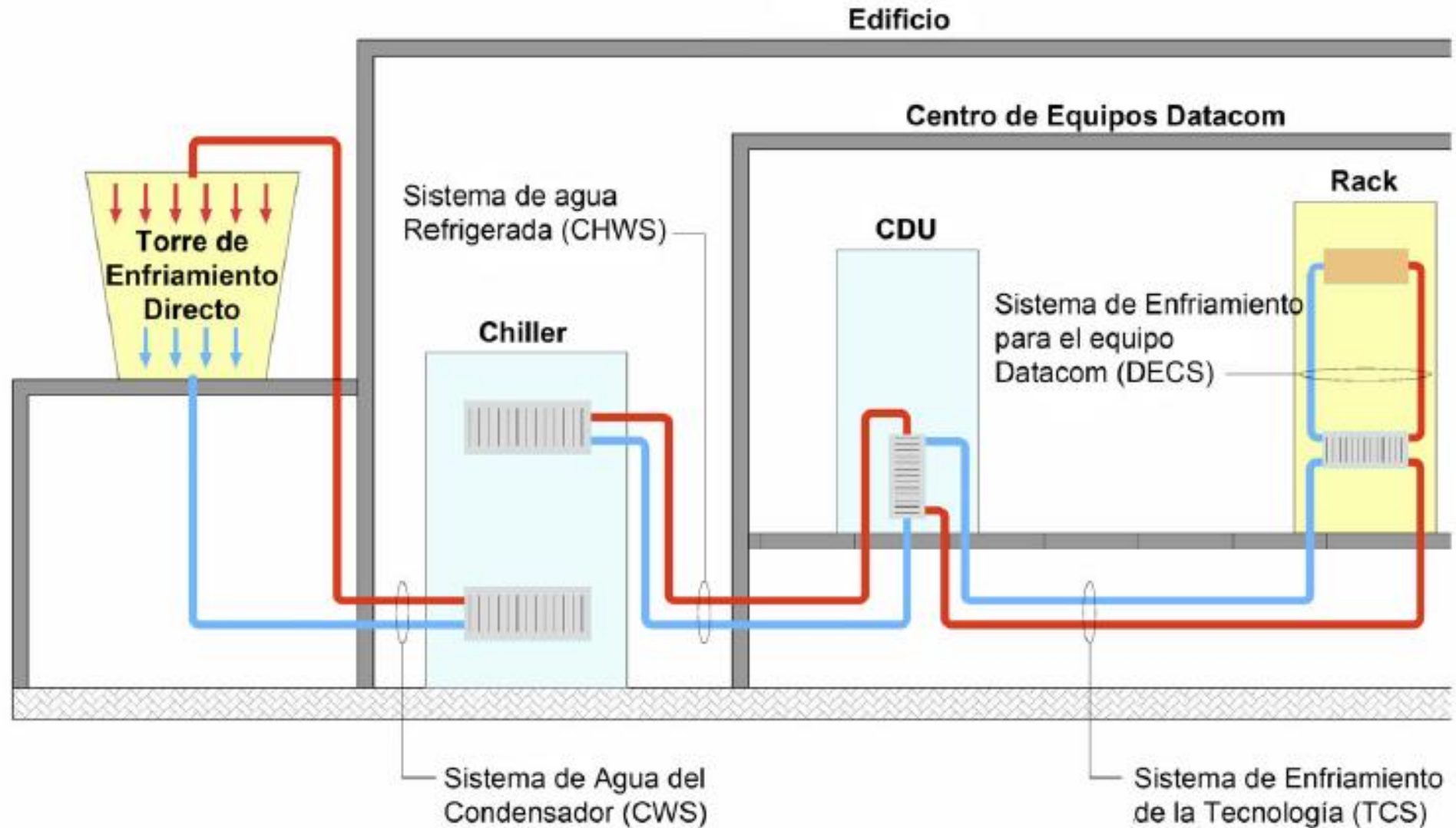
Unidad de distribución de refrigerante (CDU)



Unidad de distribución de refrigerante (CDU): es un circuito secundario aislado, separado del suministro de agua refrigerada (chilled) (agua refrigerada del edificio, enfriador o chiller dedicado, etc.), lo cual permite una contención estricta y un control preciso del sistema de enfriamiento líquido para los equipos de TI y también mantiene la temperatura de suministro del circuito de enfriamiento líquido para el equipo de TI por encima del punto de rocío del centro de datos, lo que evita la condensación y garantiza un enfriamiento sensible al 100%.



Sistemas enfriados por líquido para un Data Center



Enfriamiento activo por puerta posterior

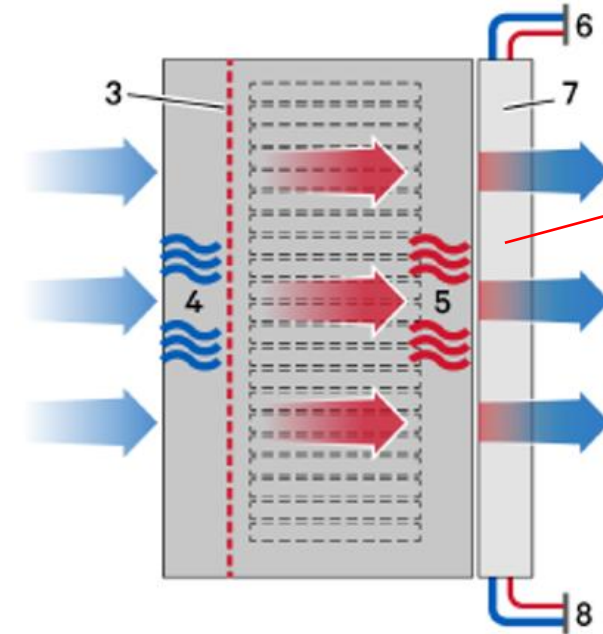


El enfriamiento por puerta posterior eliminar el calor de la sala directamente en el rack y suministrar aire a temperatura ambiente, se elimina el riesgo de puntos calientes, lo que reduce la tensión en todo el sistema.

Puerta posterior activa

Llegada de agua de chiller

Retorno al chiller



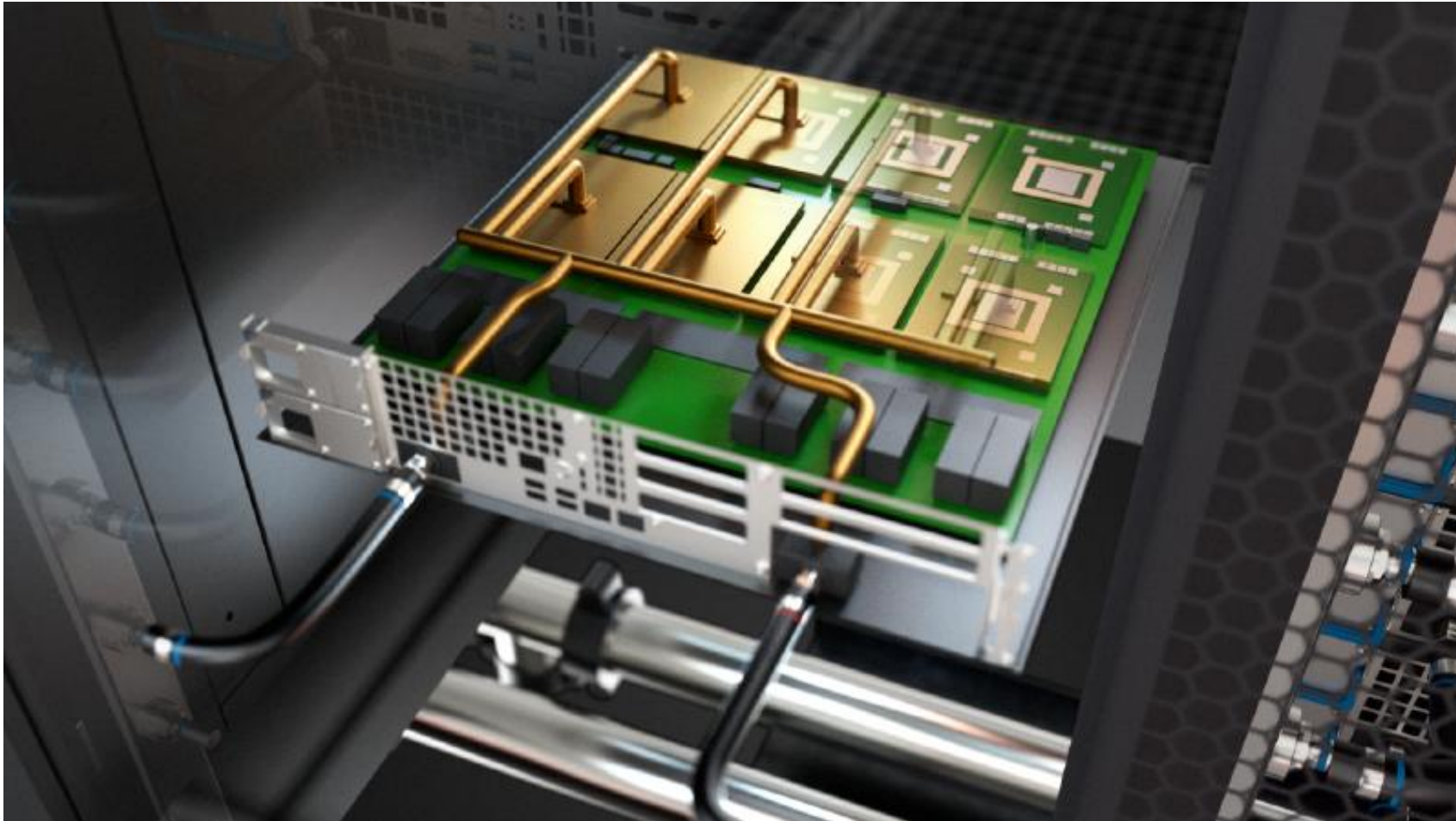
Puerta posterior activa

Conexiones de agua helada con múltiples opciones de conexión, tiene flexibilidad de instalación, lo que permite su instalación en ubicaciones con o sin suelo técnico.

Enfriamiento activo por puerta posterior



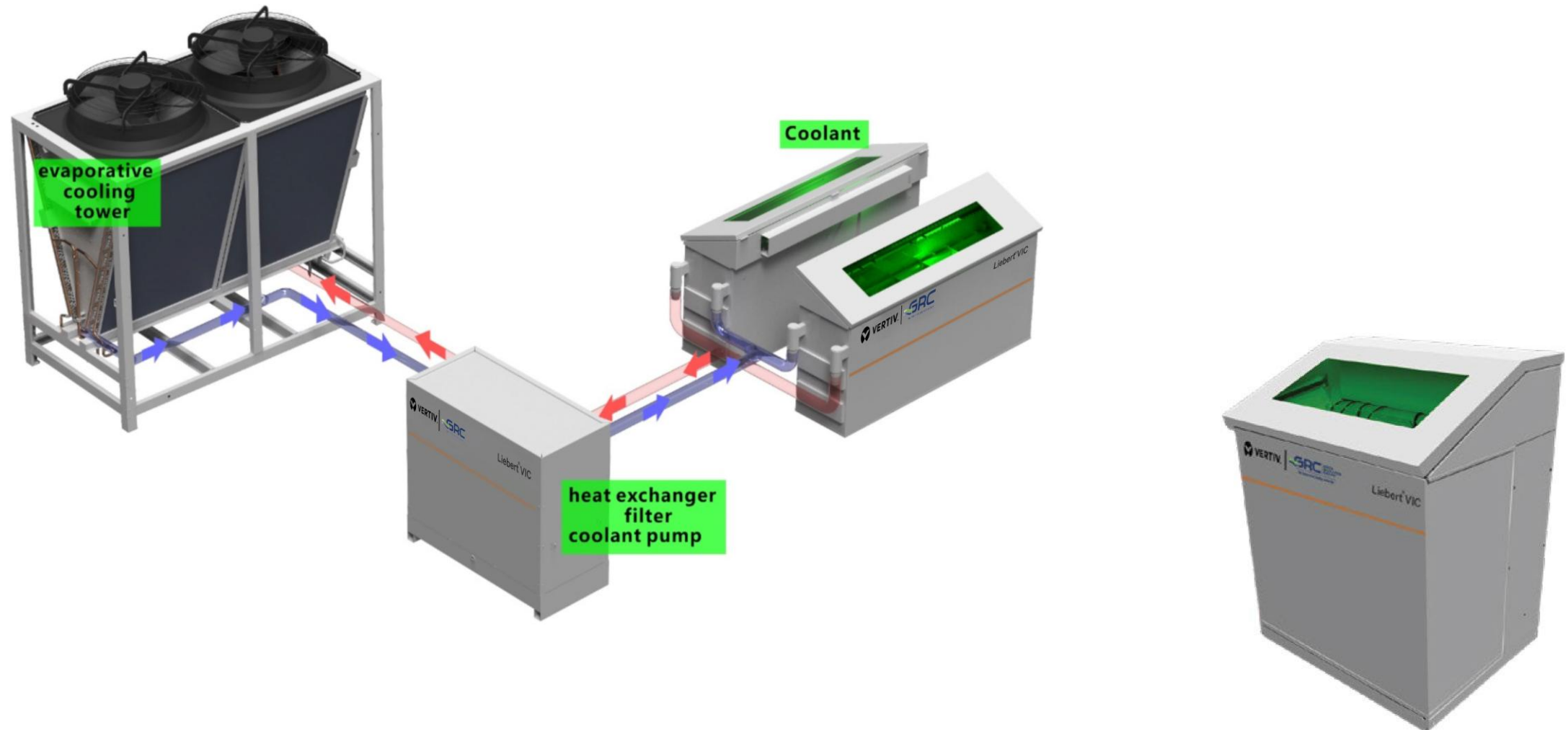
Enfriamiento líquido directo al chip (direct to chip)



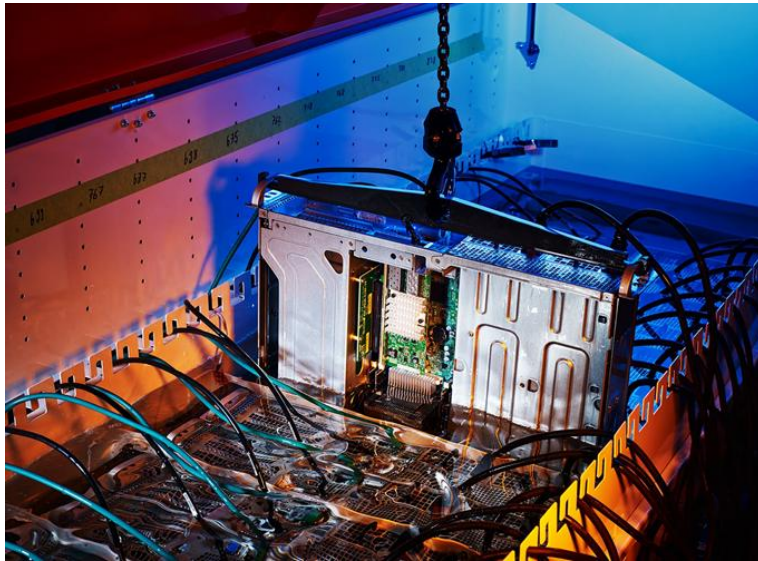
Enfriamiento por inmersión



Enfriamiento por inmersión



Enfriamiento por inmersión



Características del refrigerante ElectroSafe

Parameter	Values
Flash Point	>227 °C (440 °F)
Boiling Point	> 250 °C (482 °F)
Auto-Ignition Temperature	> 350 °C (662 °F)



45-75% de agua desionizada o desmineralizada, 25-50% de etilenglicol, 3-8% de aditivos (antiespumantes, conservantes, colorantes, antioxidantes, inhibidores de corrosión, etc).

Data Center con Enfriamiento Líquido



1. Liquid Cooling-Ready Chillers

Low-GWP Chillers to reject heat outdoors.

3. Coolant Distribution Units

Centralized and rack mounted CDUs to distribute and manage liquid to servers for direct-to-chip cooling.

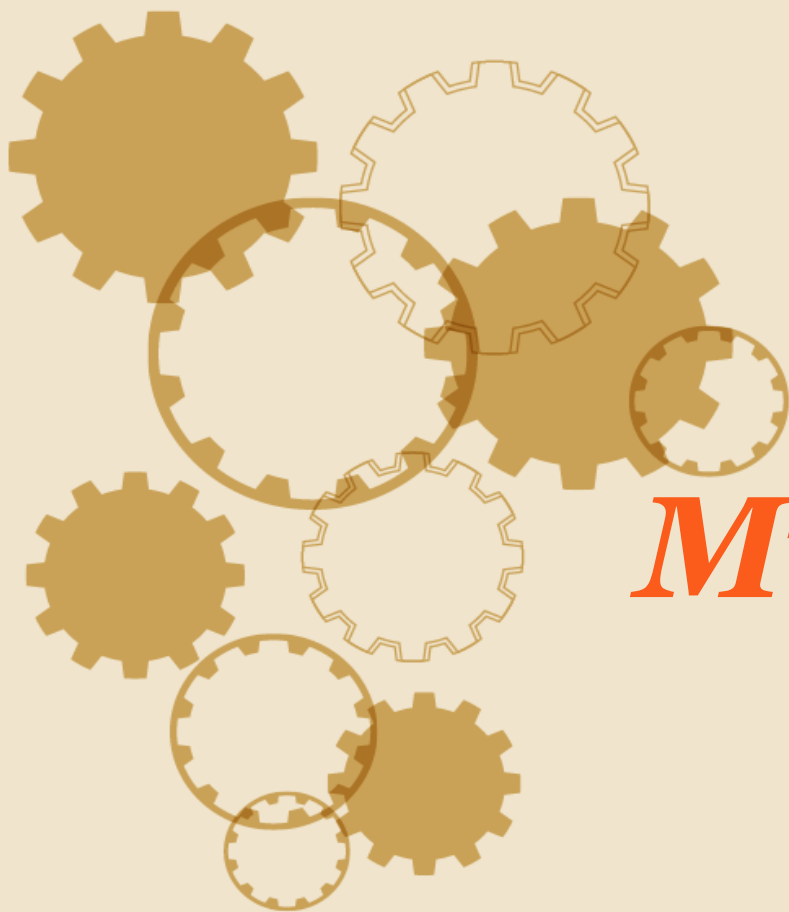
2. Liquid Cooled Racks

Rack manifolds, increased capacity PDUs and row manifolds.

4. Immersion Tanks

Immersion racks to support server compaction and high-density IT.





Muchas gracias

Fernando Llaque Godard
Precision Cooling Specialist
ferllaque@gmail.com