

Tecnologías de Enfriamiento para Data Center

Miguel Alonso
Area Sales Manager
STULZ LATAM



ICT SUMMIT
CONFERENCE & EXHIBITION
GUATEMALA 2025

Bicsi
CALA

Tecnologías de Enfriamiento para Data Centers



2. ¿Qué es FTTR?

- Arquitectura que lleva fibra óptica a cada habitación.
- Diferencia con lo tradicional: evita cuellos de botella de cobre/Wi-Fi.
- Evolución de FTTH, impulsada por la demanda de:
 - Mayor ancho de banda.
 - Menor latencia.
 - Mejor experiencia para streaming, gaming, teletrabajo y domótica.

3. Breve historia

- FTTH: fibra hasta el hogar.
- Problemas: Wi-Fi limitado + cobre restringido.
- Creciente demanda: 4K/8K, gaming, teletrabajo, IoT.
- FTTR = evolución natural: fibra hasta cada cuarto.

Tecnologías de Enfriamiento para Data Centers

Soluciones y Sistemas de aire acondicionado

STULZ

- 01** Criterios de Selección
- 02** Distribución de aire dentro del Data Center
- 03** Sistemas disponibles
- 04** Refrigeración Líquida
- 05** Reto nuevos refrigerantes



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Criterios de Selección

STULZ

Accesos
Inst /
Mantto

Diseño DC

Ubicación
Aire Precision

Diseño
inyección /
retorno

Ubicación
geográfica

Características
Operación

Proyección
crecimiento
DC

Climatización representa 40% del CAPEX

Uptime Institute, Bulding Industry Consulting Service International ,
Telecommunications Industry Association
Tiers, mejores prácticas operativas, instalación infraestructura

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Criterios de Selección

STULZ

Peso, Transporte y
Espacio ocupado

Emisión de Ruido

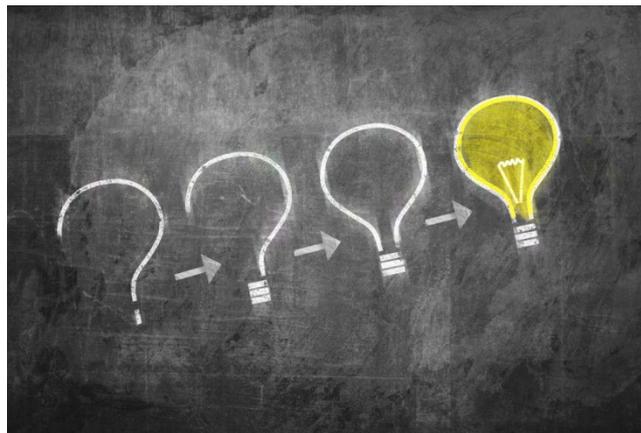
Alta Densidad

Distancia hasta el punto
de Disipación de Calor

CAPEX

Carga térmica total

Preferencias del Cliente



Eficiencia de Energía
OPEX y TCO

Piso Falso planificado

Facilidad de Crecimiento

Facilidad de Instalación

Cantidad de Refrigerante

Concepto de Redundancia

Facilidad de Mantenimiento

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de aire dentro del Data Center

STULZ

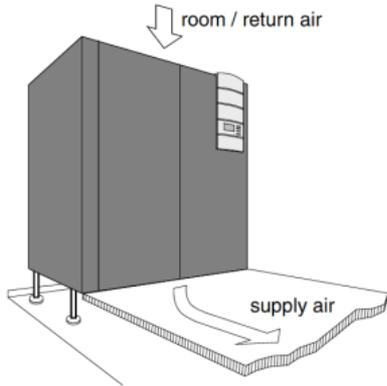


Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de aire dentro del Data Center

STULZ

Actualmente un 95% del equipamiento IT se enfría por aire.



Los espacios disponibles y la concentración de carga térmica definen la distribución de aire y con esto la selección del sistema de enfriamiento que se adapta lo mejor.

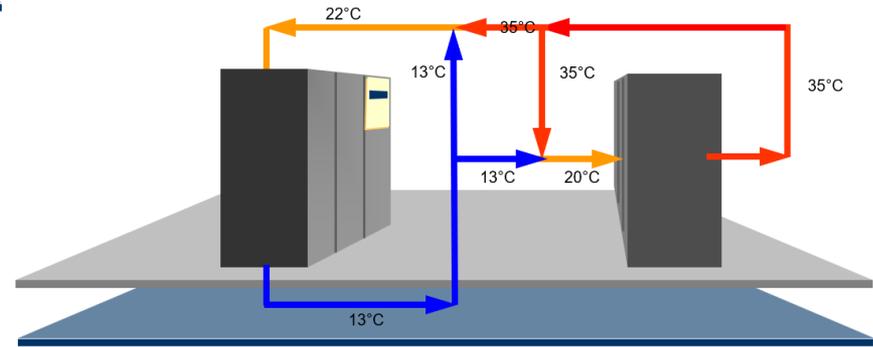
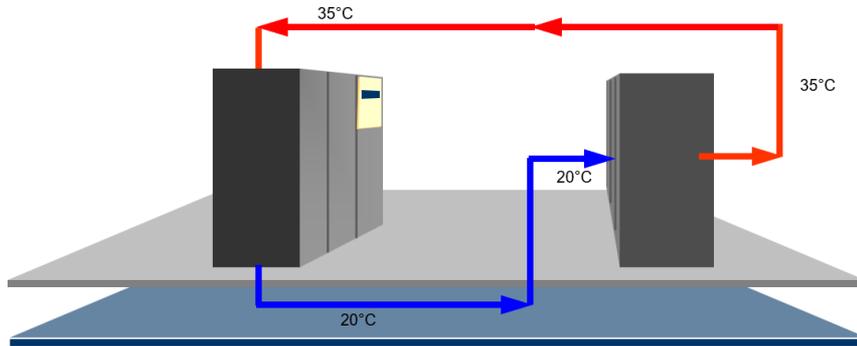
En la selección y instalación del sistema de enfriamiento tenemos el objetivo que transportar el aire acondicionado directamente a los servidores sin pérdidas.

Además se sigue la meta que retornar todo el aire caliente desde el equipamiento IT al equipo de aire acondicionado de precisión.

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de aire dentro del Data Center

STULZ

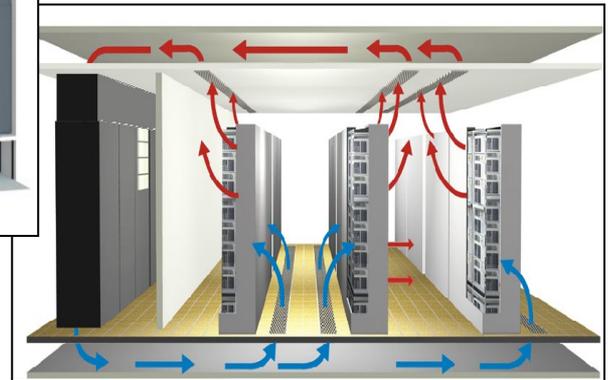
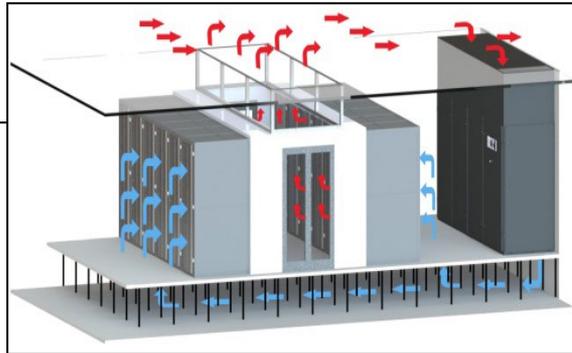
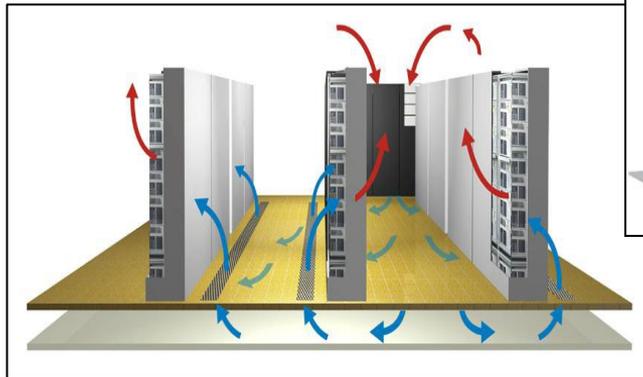


Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de aire dentro del Data Center

STULZ

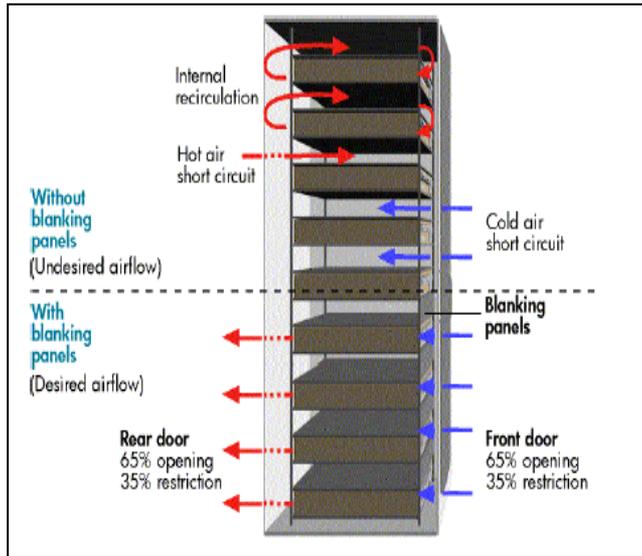
Vertical – Separación de aire de impulsión y aire de retorno



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de aire dentro del Data Center

Vertical – Separación de aire de impulsión y aire de retorno

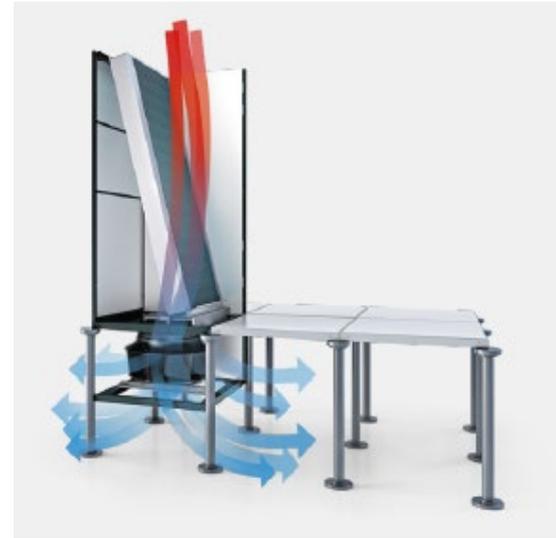


Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de aire dentro del Data Center

STULZ

Vertical – Downflow con piso falso (piso técnico)



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de aire dentro del Data Center

STULZ

Vertical – Downflow desde el techo (spot cooler o por ducto)

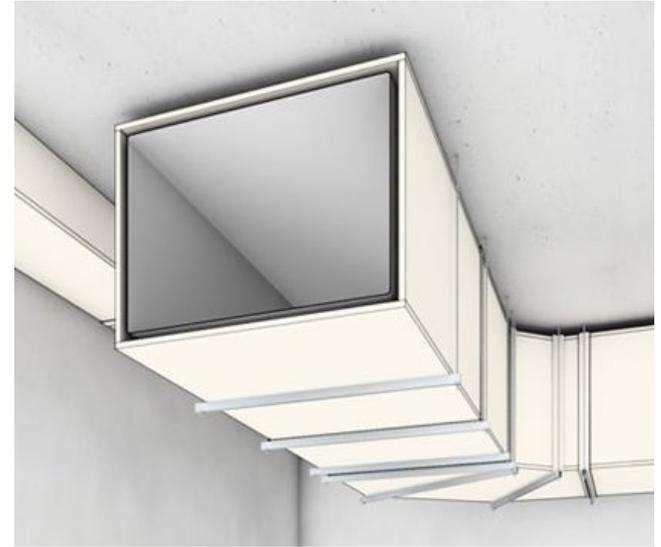
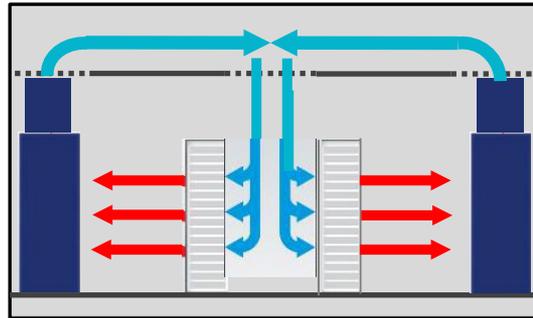
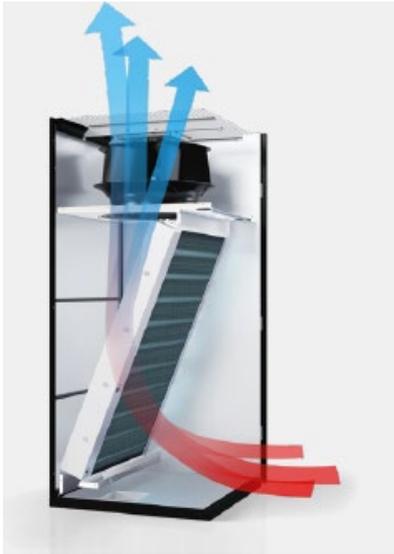


Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de aire dentro del Data Center

STULZ

Vertical – Upflow con descarga a la sala o por plenum / ducto

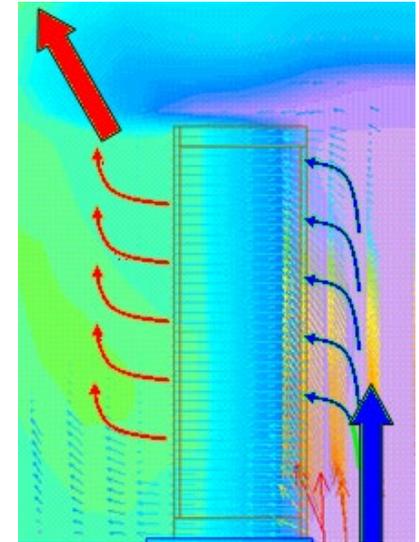
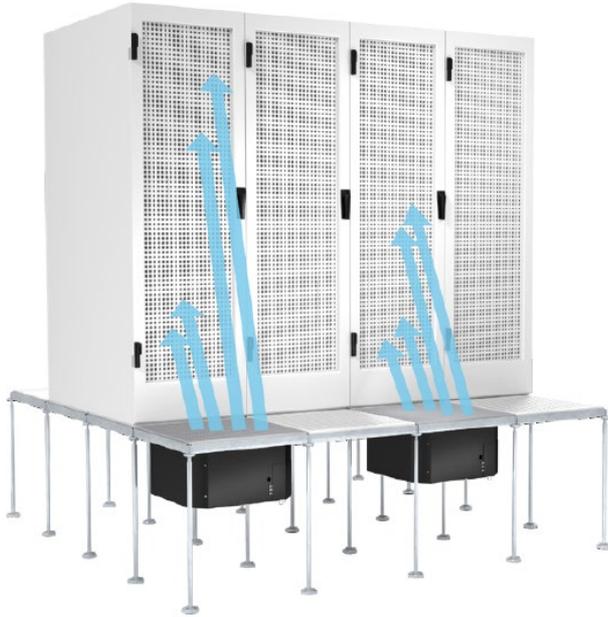


Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de aire dentro del Data Center

STULZ

Vertical – Upflow desde el piso falso (piso técnico)

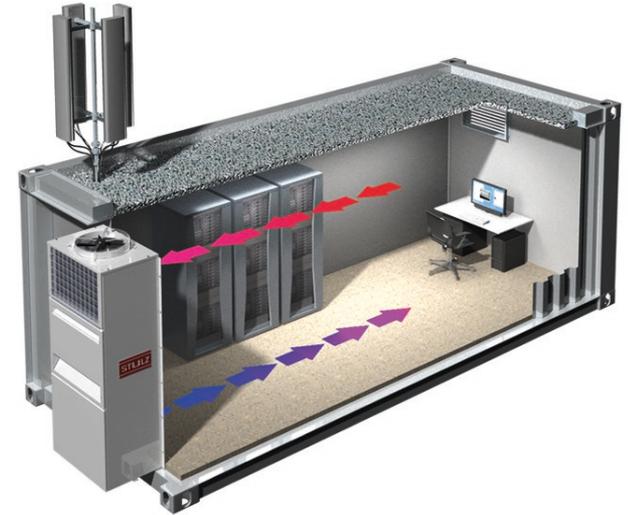
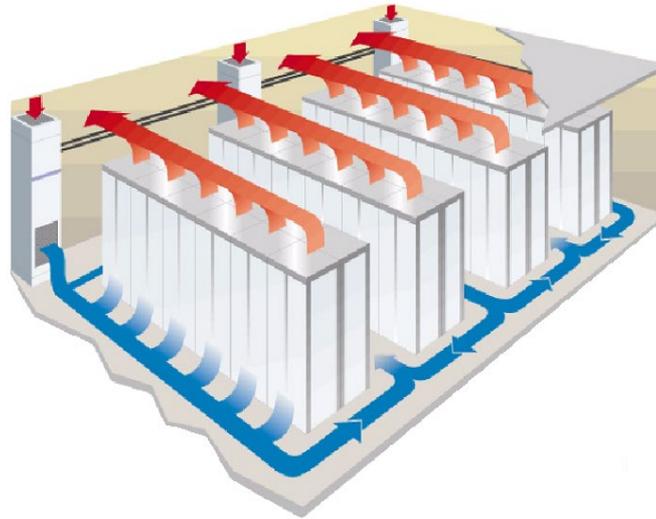


Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de aire dentro del Data Center

STULZ

Horizontal – Displacement (Downflow sin uso de piso falso)



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de aire dentro del Data Center

STULZ

Horizontal – Instalación en pasillo técnico

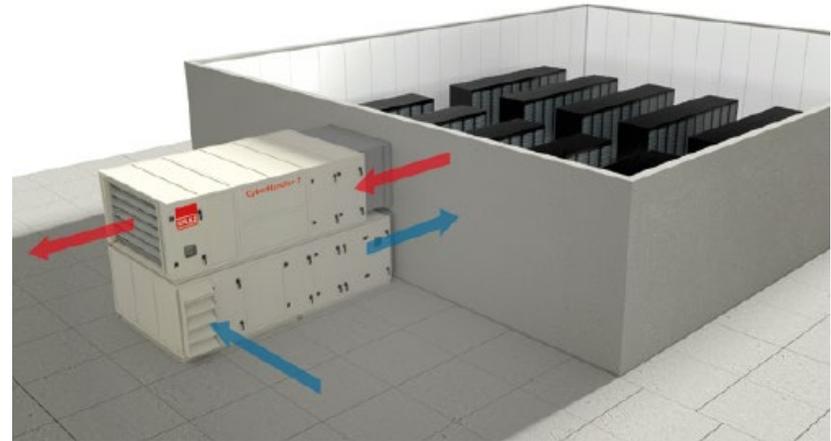
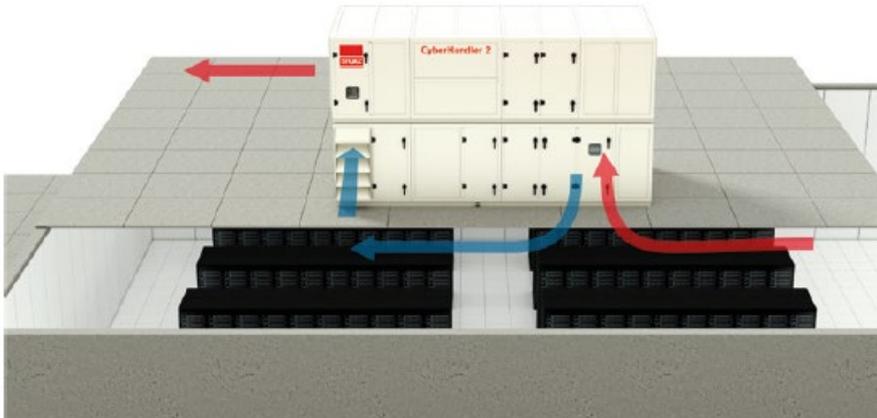


Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de aire dentro del Data Center

STULZ

Vertical / Horizontal – Instalación fuera del Data Center

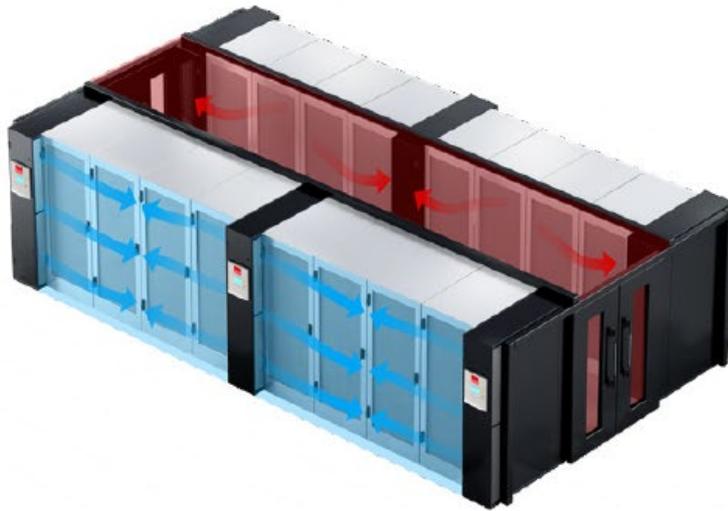


Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de aire dentro del Data Center

STULZ

Horizontal – Directamente al lado de la carga térmica



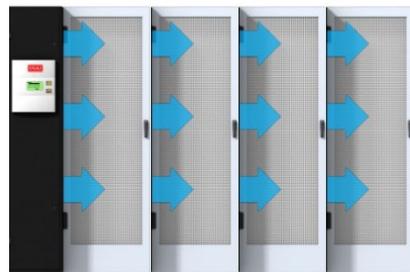
Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de aire dentro del Data Center

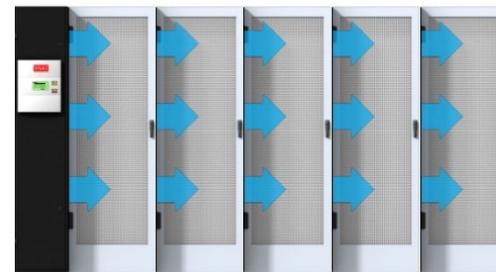
Ancho: 300mm



Ancho: 400mm



Ancho: 600mm



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de aire dentro del Data Center

STULZ

Horizontal – Puerta trasera



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Distribución de ~~aire~~ dentro del Data Center

líquido

Líquido – Directo en el chip (chip cooling)



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Sistemas disponibles

STULZ



Sistemas de refrigeración comunes para DC

- A (DX) - Expansión directa con refrigerante
- CW - Agua helada
- AHU - Unidad manejadora de aire (UMA)



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Sistemas disponibles



Sistemas de refrigeración comunes para DC

La instalación y los accesorios necesarios para realizar los diferentes sistemas de refrigeración varía mucho.

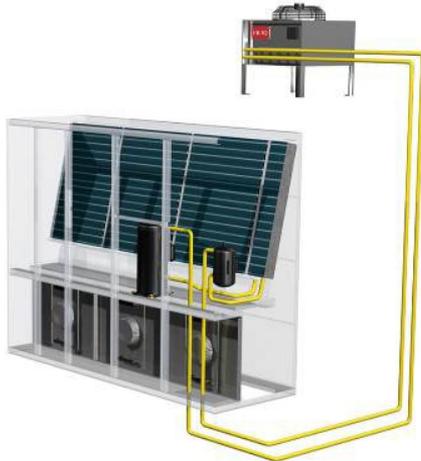


Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Sistemas disponibles

STULZ

DX - Expansión directa con refrigerante



El sistema DX usa refrigerante para el transporte de calor. Se calienta en la evaporadora y disipa el calor por la condensadora remota al ambiente exterior.

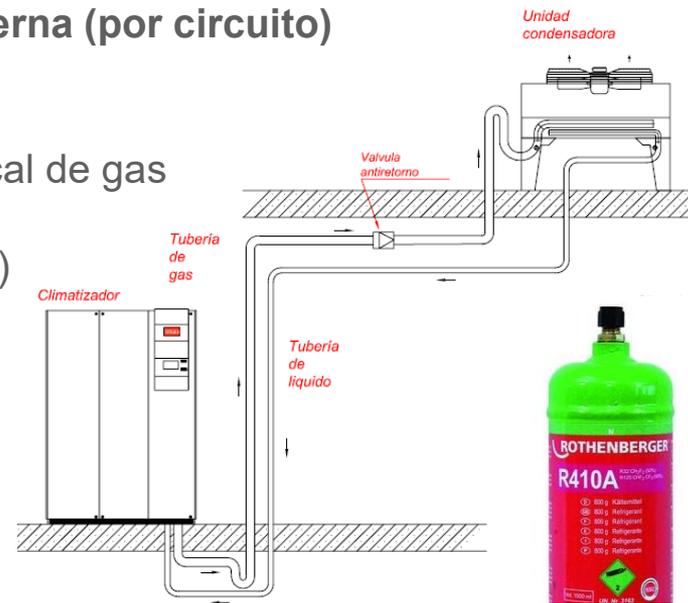
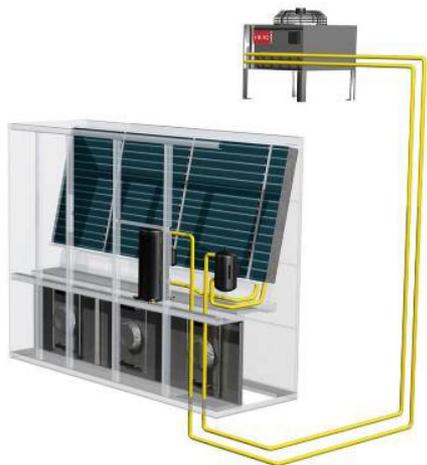
Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Sistemas disponibles

STULZ

Accesorios de tubería externa (por circuito)

- Tubería de cobre
- Sifones en la tubería vertical de gas
- Válvulas anti-retorno
- Válvulas de corte (servicio)
- Condensador de aire
- Separadores de aceite



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

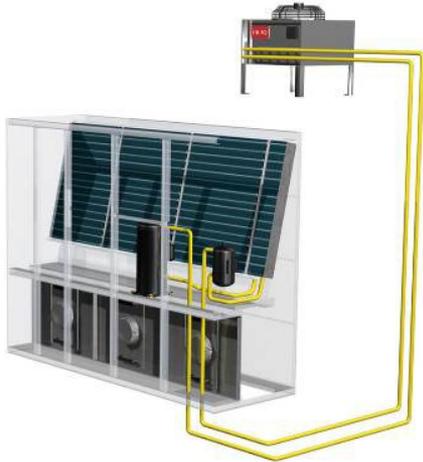
Sistemas disponibles

STULZ

DX – Problema

Distancias entre la unidad interior y la exterior por el tema del retorno de aceite.

Distancia máx.: **Depende**



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Sistemas disponibles

STULZ

DX - Expansión directa con refrigerante ... y condensador de placas enfriado por agua incorporado



Distancia y/o recorrida de tubería entre la evaporadora y el punto remoto de disipación no favorece el sistema DX tradicional.

La distancia máxima depende de la capacidad de la bomba.



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Sistemas disponibles

STULZ



Accesorios de tubería externa

- Tubería de cobre, acero o plástico
- Bomba de agua
- Tanque de expansión
- Válvulas de corte (servicio)
- Drycooler / Torre de agua (circuito de agua cerrado !)



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Sistemas disponibles

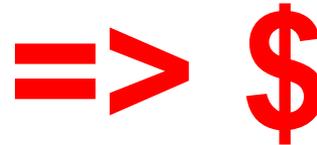
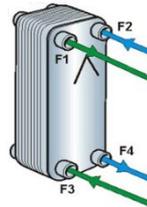
STULZ



Problema

Mayor CAPEX y mayor OPEX por componentes adicionales.

La distancia máxima depende de la bomba seleccionada.



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Sistemas disponibles

STULZ

CW - Agua helada (chilled water)



El sistema CW usa agua para el transporte de calor. El agua helada para enfriar el aire del data center está acondicionado por un chiller (enfriadora), cual está posicionado en el ambiente exterior.

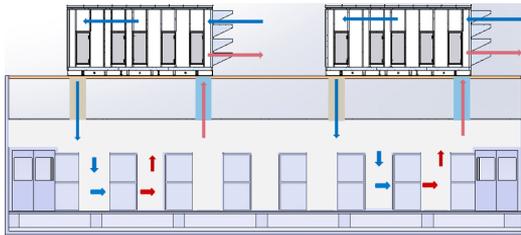
Habitual para DC de tamaño grande (>500 kW)



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Sistemas disponibles

STULZ



AHU – Unidad Manejadora de Aire (UMA)

UMA's hay para inyección de aire exterior directamente al Data Center.

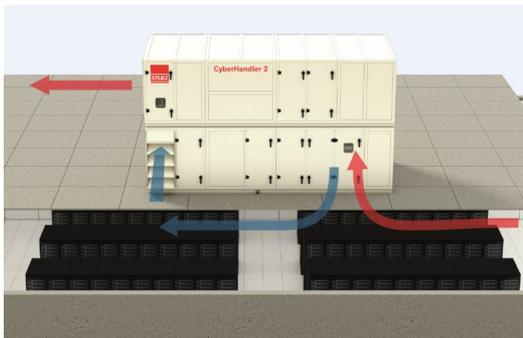
Se combina con un sistema adiabático para aumentar las horas de FreeCooling con temperaturas exteriores favorables. Para temperaturas exteriores demasiado altas se cambia al top up mode con enfriamiento

- DX (expansión directa)
- CW (agua helada)

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

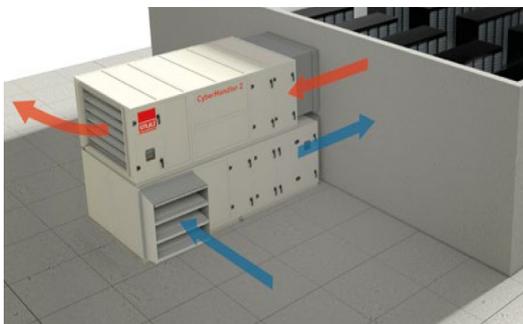
Sistemas disponibles

STULZ



AHU – Unidad Manejadora de Aire (UMA)

UMA's con intercambiador aire/aire incorporado. No se inyecta aire exterior al Data Center.



Se combina con un sistema adiabático para aumentar las horas de FreeCooling con temperaturas exteriores favorables. Para temperaturas exteriores demasiado altas se cambia al TOP-UP mode con enfriamiento

- DX (expansión directa)
- CW (agua helada)

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Refrigeración Líquida

STULZ

- La "refrigeración líquida" en este contexto es un método de refrigeración para la disipación de calor de los equipos informáticos (servidores, CPU, GPU)
- En lugar de usar aire, se usa un líquido no conductor para disipar ese calor
- El servidor (o la CPU/GPU) está en contacto directo o indirecto con el líquido
- Hay diferentes tecnologías y enfoques disponibles



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Refrigeración Líquida

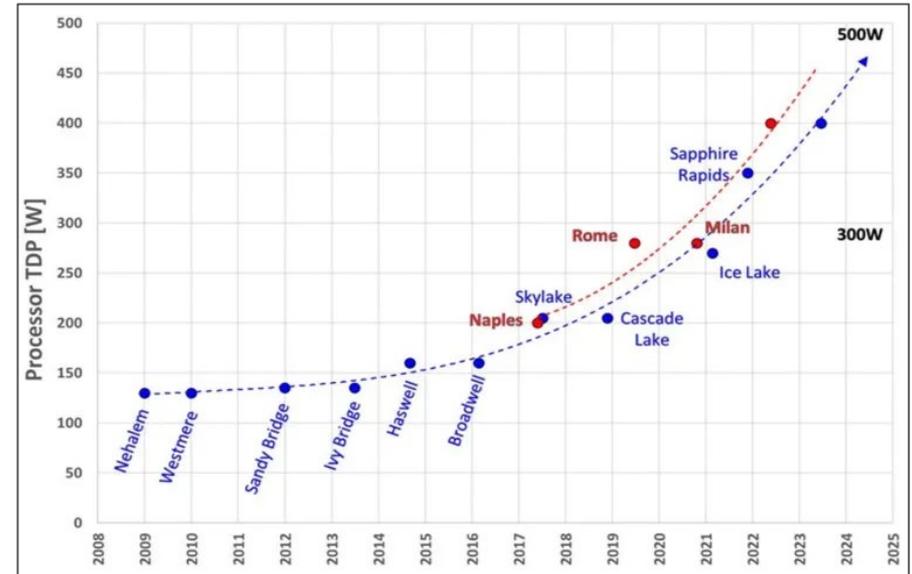
STULZ

(1) La demanda de potencia informática aumenta rápidamente

- Servicios basados en IA (inteligencia artificial)
- Analítica avanzada
- Más digitalización

(2) La potencia de cálculo de los procesadores aumenta exponencialmente

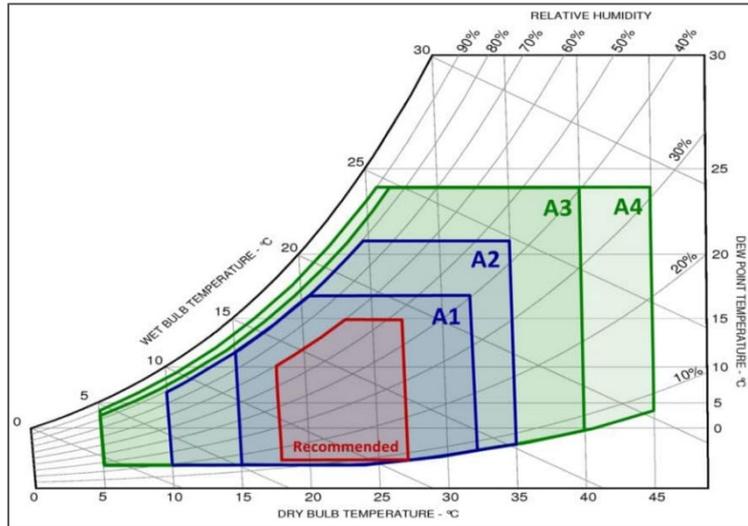
- Aumento de la carga de calor por bastidor
- Se necesita menos espacio para una potencia informática idéntica
 - Menos espacio de construcción necesario
 - Menores costos de inversión en terrenos y edificios



Desarrollo de la potencia de cálculo del procesador

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Refrigeración líquida



Recomendaciones de ASHRAE

(3) Niveles de temperatura más altos

- La refrigeración líquida permite temperaturas de funcionamiento más altas
- Mayor envolvente para enfriamiento gratuito
- En algunos casos, no se necesita refrigeración mecánica (enfriadores)

(4) Resultados:

- Mayor consumo de energía por rack
- Mayor generación de calor por m²
- Posibilidad de reutilización del calor más fácil debido a un nivel de temperatura más alto

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Refrigeración líquida

Enfriamiento en rack

Losa hormigón

Piso falso

Air
Cooling

0 kW

25 kW

50 kW

100 kW

150 kW

200kW

250 kW

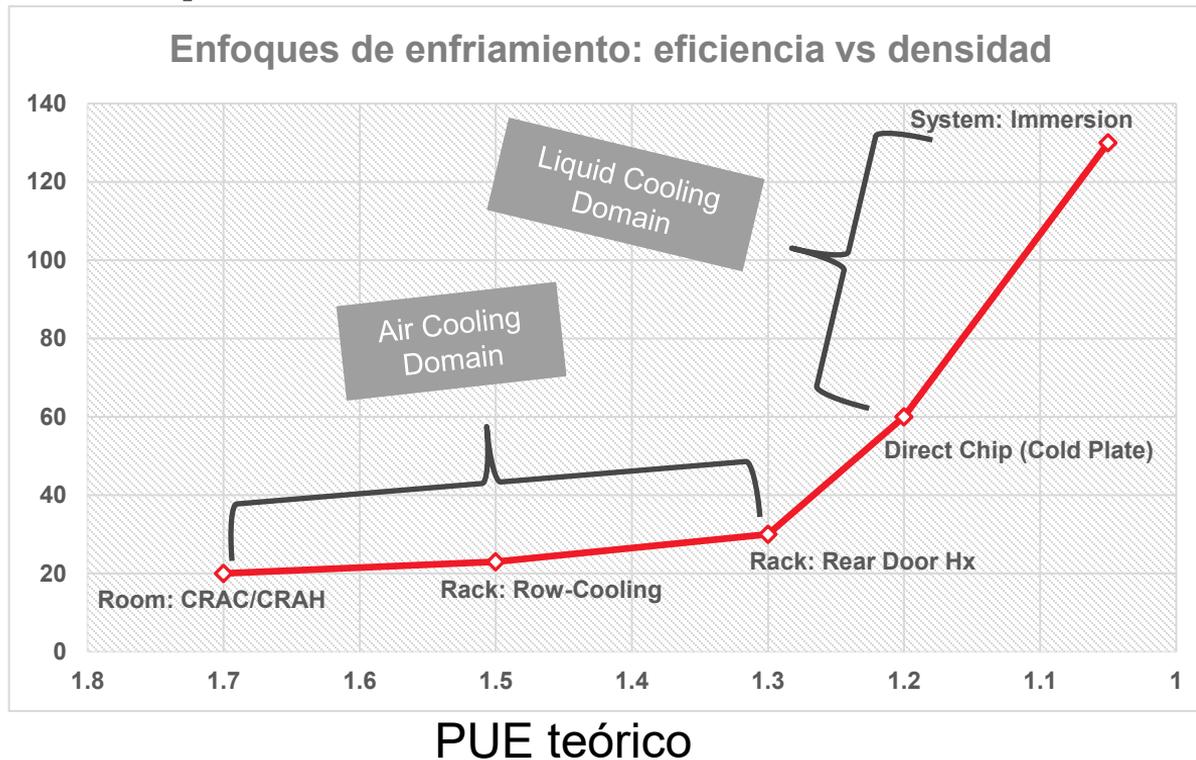
Refrigeración líquida

- Densidad de calor (rack) tiene límites con aire
 - Limitaciones de caudal de aire
 - Diferencia de temperaturas en el aire demasiado elevada
- Líquido conduce el calor más efectivamente que el aire
 - entre 50 y 1.000 veces más eficiente

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Refrigeración líquida

Densidad admitida
(kW/rack)



Fuente: Refrigeración por inmersión para la computación ecológica V1.0

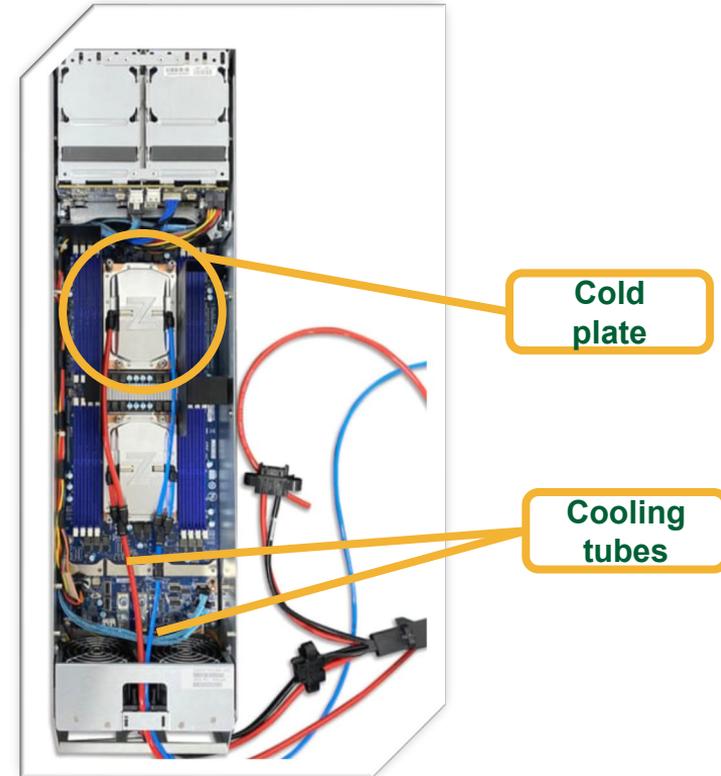
Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Refrigeración líquida

STULZ

Tecnología: Refrigeración líquida directa por chip (DCLC)

- Una placa fría es posicionada directamente sobre la fuente de calor
- El número y tamaño de las placas frías dependerá del tipo de servidor y el calor generado
- Pequeñas tuberías llevan el líquido directamente a los procesadores
- El calor se transfiere al líquido y se distribuye mediante las unidades de distribución hasta el enfriador.
- Distintos líquidos posibles (agua, mezclas con glycol, ...)
- Temperatura del líquido: aprox. 35°C – 55°C

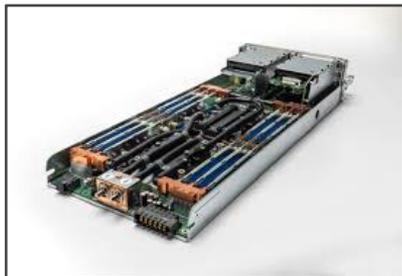


Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Refrigeración líquida

STULZ

Tecnología: Refrigeración líquida directa por chip (DCLC)



Ventajas

Posibilidad de reducir el consumo de energía

Se necesita menos flujo de aire

Alta densidad de carga de calor en un espacio más pequeño

Posibilidad de enfriamiento gratuito incluso en climas más cálidos

Desventajas

Fugas en los tubos, la placa fría o los colectores

Costos de inversión relativamente altos para servidores e infraestructura

mantenimiento/servicio cerca del servidor

La responsabilidad a menudo no está clara: ¿dónde está el punto de "traspaso"?

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Refrigeración líquida

STULZ

Tecnología: Enfriamiento por inmersión

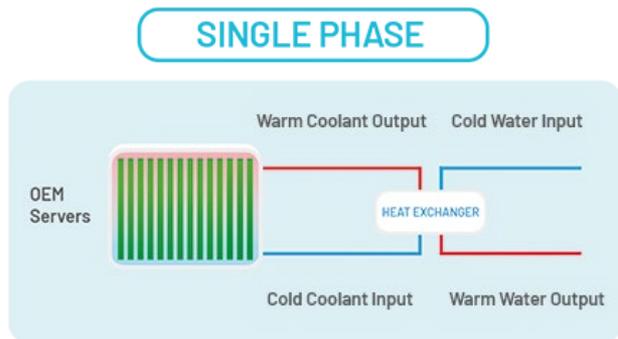
- El equipo IT (servidor) se sumerge completamente en un líquido no conductivo
- El líquido normalmente se llena en un tanque aislado o chasis
- El calor se transfiere al líquido, y el líquido es enfriado via interno o externo intercambiador de calor, que está conectado a un enfriador
- Diferentes líquidos (fluidos) disponibles (fluids): aceites (mineral, bio, sintético), fluidos específicos,...
- Temperatura de líquido hasta los 55°C (dependiendo del equipamiento IT)



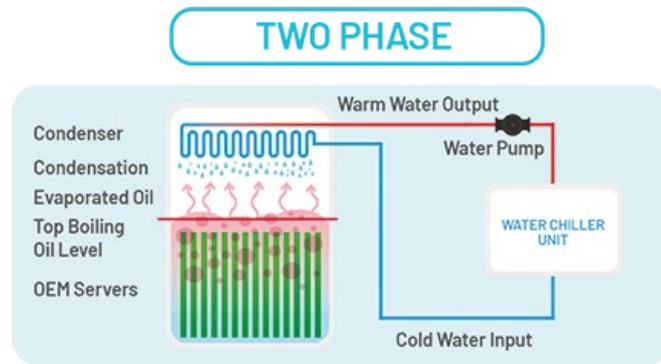
Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Refrigeración líquida

Tecnología: Enfriamiento por inmersión



- el calor es conducido por líquido
- El líquido se bombea a un intercambiador de calor y rechaza el calor allí (sistema activo)
- Segunda posibilidad: convección "natural" del líquido
- sin cambio de fase del líquido (en la mayoría de los casos aceite)

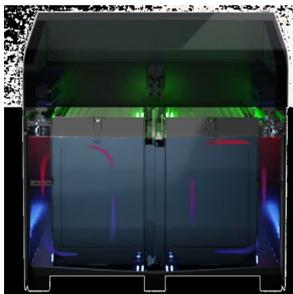


- el calor es conducido por líquido
- el líquido conduce el calor hasta el punto de ebullición
- El calor se rechaza mediante el cambio de fase en el intercambiador de calor de vapor a líquido
- Ventaja principal: control de temperatura más preciso ya que los fluidos en ebullición no aumentan de temperatura
- principal desventaja: la mayoría de los líquidos con alto GWP

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Refrigeración líquida

Tecnología: Enfriamiento por inmersión



Ventajas

el sistema de refrigeración líquida más eficiente, el más alto rendimiento

Permite una alta densidad de carga en un espacio reducido

Posibilidad de enfriamiento gratuito incluso en climas más cálidos

No se necesita refrigeración mecánica en algunos casos

Desventajas

actualmente costos de inversión muy altos para servidores e infraestructura

difícil mantenimiento / servicio debido a líquidos; equipo adicional necesario para sacar servidores

uso difícil en los centros de distribución de CoLo; Varios clientes no pueden compartir un tanque

Uso de líquido adicional

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Refrigeración líquida

Estándares para refrigeración líquida

➤ principales estándares, recomendaciones o certificaciones disponibles para Data Centers:

- ASHRAE TC 9.9
- ASHRAE “Liquid Cooling Guidelines“
- EN 50600 (Europe)
- ISO 22237 / ISO 30134 (global)
- Uptime TIER certification



ASHRAE
Associate
Society
Alliance



Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Refrigeración Líquida

ASHRAE – Liquid Cooling Guidelines

➤Contenido:

- Definición de diferentes Sistemas de Refrigeración Líquida
- Descripción de los sistemas de refrigeración de las instalaciones
- Recomendaciones básicas para sistemas de tuberías
- Descripción general de las unidades de distribución de refrigeración
- Recomendaciones relativas a la calidad del agua
- Primera descripción general aproximada sobre redundancia, disponibilidad y seguridad



Classes	Typical Infrastructure Design		Facility Supply Water Temp (°C)	IT Equipment Availability
	Primary Facilities	Secondary/Supplemental Facilities		
W17	Chiller/Cooling Tower	Water-Side Economizer (Cooling Tower)	2-17	Now available
W27			2-27	
W32	Cooling Tower	Chiller or District Heating System	2-32	Not Generally Available, Dependent on Future Demand
W40			2-40	
W45			2-45	
W+			+45	Specialized Systems

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Refrigeración líquida

- La refrigeración líquida es una tecnología establecida
- algunas áreas del mundo se están desarrollando más rápido (APAC, EE. UU.), otras son un poco más lentas (Europa)
- La refrigeración líquida debe verse como sistema adicional en lugar de un sustituto
- Los equipos refrigerados por aire siguen siendo el estándar
- Se estima que el 50% de todos los servidores estarán refrigerados por líquido en el año 2030
- casi todas las soluciones LQ requieren refrigeración por aire adicional

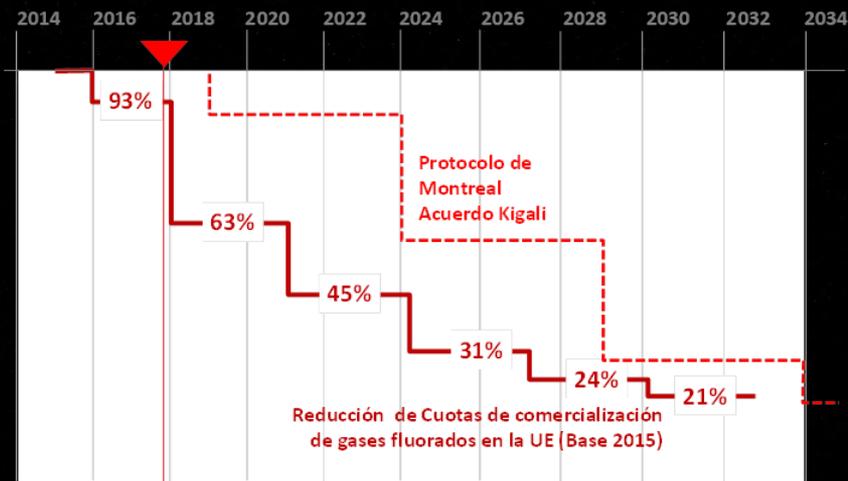


Normativa F-Gas 517/2014

Reducción gradual de la emisión hasta 79%

STULZ

CLIMATE. CUSTOMIZED.



REGLAMENTO (UE) nº 517/2014 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de Abril de 2014 sobre los gases fluorados de efecto invernadero y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 842/2006.

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

F-Gas-Regulation – Update

- Puntos conocidos hasta la fecha (del acuerdo provisional, todavía deben ser adoptados formalmente):
- "Phase-Down" más rápido hasta cero en enero 2050
- Servicio: los refrigerantes "nuevos" con GWP > 2.500 ya no se pueden utilizar a partir de 2026; refrigerantes reciclados se pueden utilizar hasta 2032 aprox. 2025 no se pueden exportar productos con un PCA > 1.000 desde la UE
- Prohibición de introducir en el mercado sistemas estacionarios de refrigeración y aire acondicionado con gases fluorados con un PCA > 150 a partir de 2030 (excepción: enfriadores)
- Prohibición de comercializar bombas de calor aire-agua split y unidades de aire acondicionado con un GWP > 150 a partir de 2027; prohibición total de gases fluorados para estos productos a partir de 2035
- Si es necesario, excepciones para aplicaciones en las que la "seguridad" no permite refrigerantes A2L o A3

Years	Maximum Quantity in tonnes CO ₂ equivalent
2024 – 2026	42 874 410
2027 – 2029	21 665 691
2030 – 2032	9 132 097
2033 – 2035	8 445 713
2036 – 2038	6 782 265
2039 – 2041	6 136 732
2042 – 2044	5 491 199
2045 – 2047	4 845 666
2048 onwards – 2049	4 200 133
2050 onwards	0

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

F-Gase-Regulation – Update

Product	Performance	Possible Dates
Chiller	≤ 12 kW	2027: GWP < 150 2032: solo refrigerante "natural"
	> 12 kW	2027: GWP < 750
„Air-Air“- Heatpump	≤ 12 kW	2029: GWP < 150 2035: Solo refrigerantes "naturales"
	> 12 kW	2029: GWP < 750 2033: solo refrigerante "natural"

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

F-Gase-Regulation – Update

Product	STULZ-Products*	Performance	possible Dates
Single-Split Systems (Air-Air) (Air-Water)	CyberAir Mini CyberAir 3PRO CyberRow Split-Air	≤ 12 kW	2027/2029: GWP < 150 2035: solo refrigerante "natural"
		> 12 kW	2029: GWP < 750 2033: GWP < 150
Stationary, closed Cooling Systems	CyberAir Mini CyberAir 3PRO CyberRow Wall-Air Tel-Air	≤ 12 kW	2027: GWP < 150 2032: solo refrigerante "natural"
		≤ 50 kW	2027: GWP < 150
		> 50 kW	2030: GWP < 150

*: ¡la definición final aún no está clara!

Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Clasificación refrigerantes

	Baja Toxicidad	Alta Toxicidad	
Sin propagación de llama	A1	B1	+ Riesgo Inflamable ↓
Inflamabilidad Baja	A2L	B2L	
Inflamabilidad Media	A2	B2	
Inflamabilidad Alta	A3	B3	

+ Riesgo Tóxicidad →

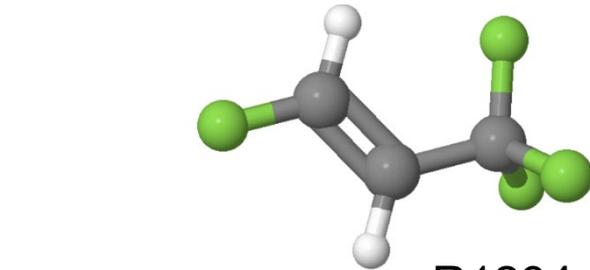
Legend:

- Seguridad alta, L1
- Seguridad media, L2
- Seguridad Baja, L3

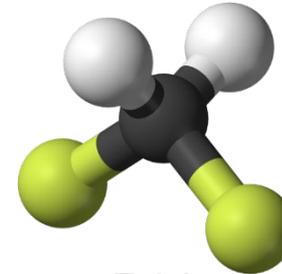
Soluciones y Sistemas de Aire Acondicionado

Refrigerantes

Refrigerant	GWP-Value	Class of fire
R410A	2.088	A1
R407C	1.774	A1
R134a	1.430	A1
R32	675	A2L
R513A	631	A1
R454B	467	A2L
R454C	148	A2L
R1234ze	7	A2L
R290 (Propan)	3	A3



R1234ze



R32



Muchas gracias por su atención !

