



DATA CENTER: CLIMATIZACIÓN EFICIENTE

Relatores:

Fernando Gorostiaga

Salvador Burton



Aportando valor a tu profesión



legrand bticino
academy
PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN

TABLA DE
CONTENIDO

01

CONCEPTOS BÁSICOS DE
CLIMATIZACIÓN PARA DC

02

CONTROL DE LA HUMEDAD

03

CÓMO ENFRIAR LA CARGA TI

04

PUE:
POWER USAGE EFFECTIVENESS

05

GESTIÓN TÉRMICA:
RACKS Y CONTENCIÓN DE PASILLOS

06

RACKS Y CONTENCIÓN LEGRAND
PARA CENTROS DE DATOS





CONCEPTOS BÁSICOS DE CLIMATIZACIÓN





EQUIPO DE PRECISIÓN

Un equipo de clima de precisión es un equipo de aire acondicionado que está diseñado y construido para operar y controlar las variables ambientales de forma precisa y constante.



Control de Temperatura Confort = $\pm 3\%$

Control de Temperatura Precisión = $\pm 1\%$

Calor Sensible

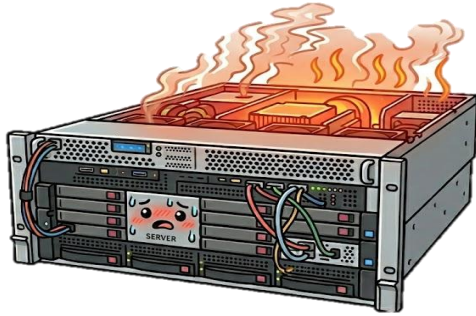
Es el aporte de Energía requerida por una sustancia que hace aumentar su temperatura.

Calor Latente

Es el aporte de Energía requerida por una sustancia para cambiar de fase.



Calor Sensible



Ejemplo: Un rack de servidores es una "estufa gigante" que genera 100% calor sensible.

Calor Latente



Ejemplo: Una oficina llena de gente sudando y respirando genera mucho calor latente.





Calor Sensible + Calor Latente = Calor Total





$$\text{Factor de Calor Sensible SHR} = \frac{\text{Calor Sensible}}{\text{Calor Total}}$$





SHR equipo Confort = 0,65 – 0,70

SHR equipo Precisión = 0,95 – 0,98

El equipo de Precisión gasta su energía en remover calor (temperatura) en un 95 a 98%.





CONTROL DE HUMEDAD





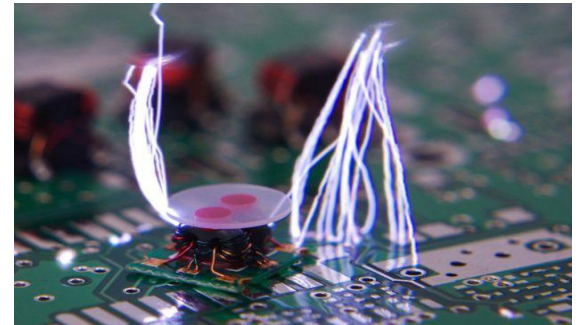
CONTROL DE HUMEDAD

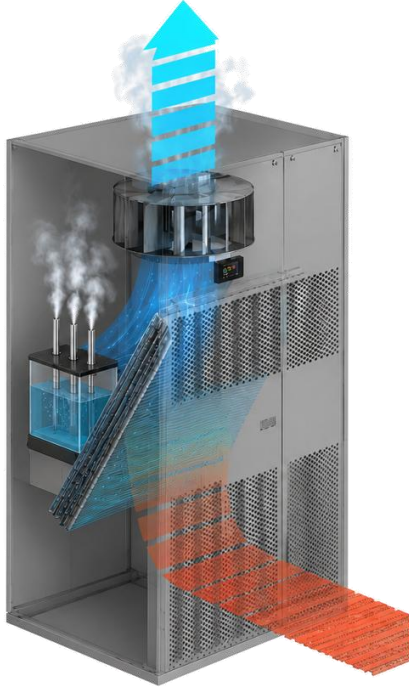
Humedad alta

Condensación

Humedad baja

Estática





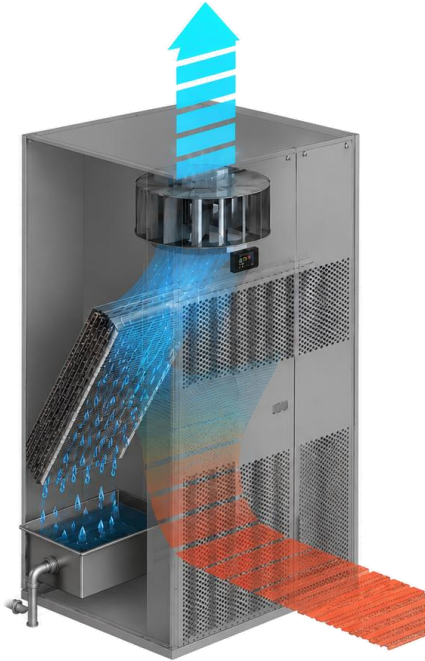
HUMIDIFICAR

Generador de vapor

Membrana húmeda

Ultrasónico





DESHUMIDIFICAR

Ventilador EC

Reduce las RPM





Confort



Trabajo 5 x 8



Para el confort Humano



Vida útil 5 – 7 años
Bajo régimen de trabajo 5 x 8



1.200 horas al año

Precisión



Trabajo 7 x 24



Para enfriar Máquinas



Vida útil 12 – 15 años
Bajo régimen de
trabajo 7 x 24



8.760 horas al año





TIPOS DE EQUIPO DE PRECISIÓN





PERIMETRAL (CRAC)





INROW





CARGA TI POR RACK

La carga TI por rack (también conocida como densidad de potencia por rack) es la cantidad de energía eléctrica que consumen y que, por lo tanto, disipan en forma de calor todos los equipos informáticos instalados dentro de un solo gabinete o rack de servidores.



CARGA TI POR RACK

2010	2 - 3 kW / Rack
2020	5 - 8 kW / Rack
2026	10 - 30 kW / Rack
FUTURO	50 - 100 kW / Rack



COMO ENFRIAR LA CARGA TI





TIPO ENFRIAMIENTO

2 - 3 kW / Rack



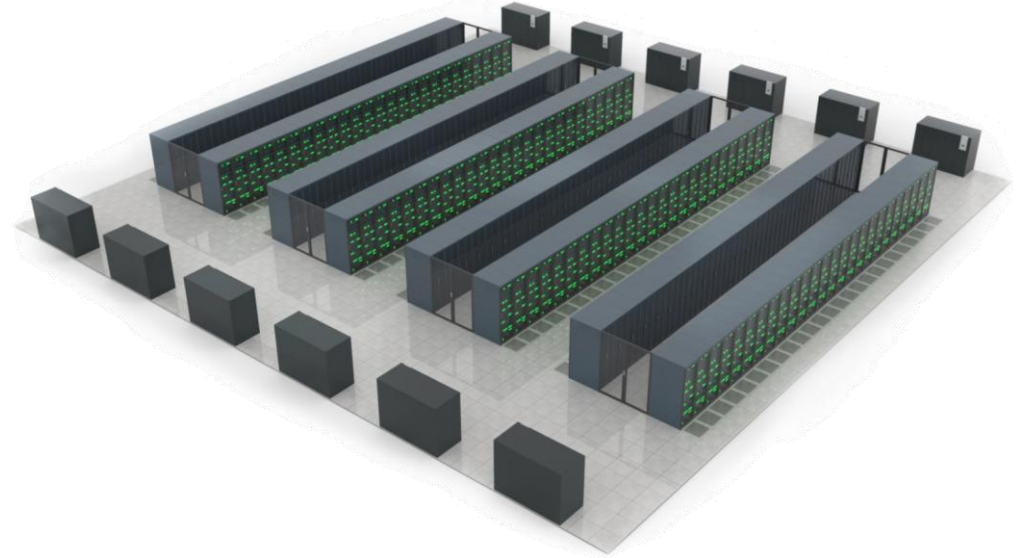
Perimetral DX - CW





TIPO ENFRIAMIENTO

2 - 3 kW / Rack





TIPO ENFRIAMIENTO

5 - 8 kW / Rack



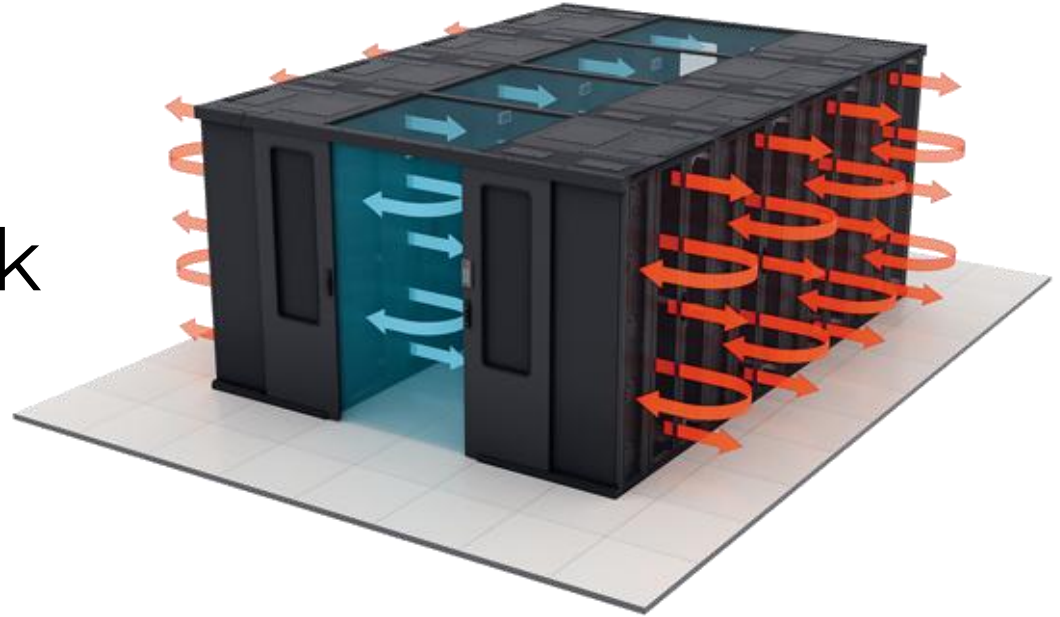
Inrow + Confinamiento





TIPO ENFRIAMIENTO

5 - 8 kW / Rack





TIPO ENFRIAMIENTO

10 - 30 kW / Rack



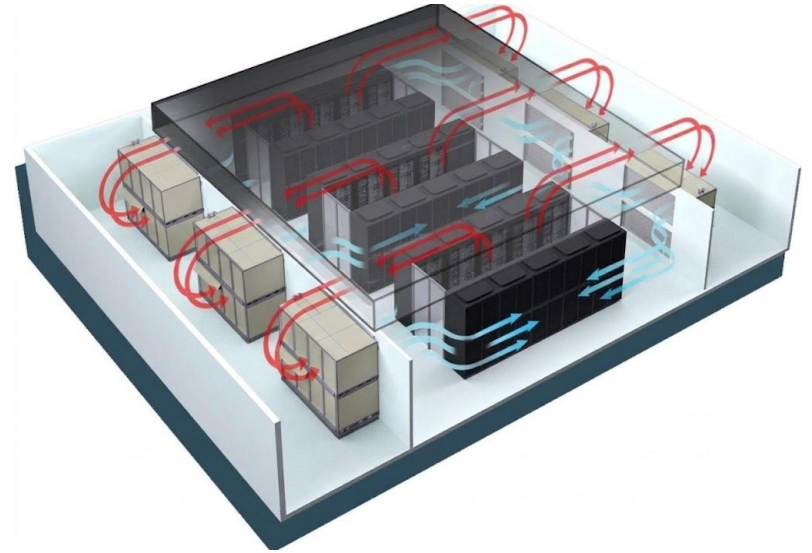
FAN-WALL





TIPO ENFRIAMIENTO

10 - 30 kW / Rack





TIPO ENFRIAMIENTO

50 -100 kW / Rack



Immersion Cooling





TIPO ENFRIAMIENTO

50 -100 kW / Rack



Líquido directo a chip (DTC)





PUE: POWER USAGE EFFECTIVENESS





$$\text{PUE} = \frac{\text{ENERGÍA TOTAL CONSUMIDA DEL CENTRO DE DATOS}}{\text{ENERGÍA CONSUMIDA POR LOS EQUIPOS DE TI}}$$





DATOS DE CONSUMO	EQUIPOS DE TI	100.000 kWh al año
	SISTEMAS DE CLIMA	40.000 kWh al año
	UPS, TRANSFORMADORES	8.000 kWh al año
	ILUMINACIÓN, SEGURIDAD, OTROS	2.000 kWh al año





DATOS DE CONSUMO

EQUIPOS DE TI	100.000 kWh al año
SISTEMAS DE CLIMA	40.000 kWh al año
UPS, TRANSFORMADORES	8.000 kWh al año
ILUMINACIÓN, SEGURIDAD, OTROS	2.000 kWh al año





ENERGÍA CONSUMIDA POR LOS EQUIPOS DE TI

100.000 kWh al año

ENERGÍA TOTAL CONSUMIDA DEL CENTRO DE DATOS

150.000 kWh al año

$$PUE = \frac{150.000 \text{ kWh}}{100.000 \text{ kWh}} = 1,5$$





ENERGÍA CONSUMIDA POR LOS EQUIPOS DE TI

100.000 kWh al año

ENERGÍA TOTAL CONSUMIDA DEL CENTRO DE DATOS

150.000 kWh al año

$$PUE = \frac{150.000 \text{ kWh}}{100.000 \text{ kWh}} = 1,5$$





TECNOLOGÍA

PUE

Perimetral Tradicional

1,5 – 1,8

Inrow + Confinamiento

1,3 - 1,4

FAN WALL

1,15 – 1,25

Direct-to-Chip (DTC)

1,1 – 1,15

Inmersión líquida

1,03 – 1,08





TECNOLOGÍA

PUE

Perimetral Tradicional

1,5 – 1,8

Inrow + Confinamiento

1,3 - 1,4

FAN WALL

1,15 – 1,25

Direct-to-Chip (DTC)

1,1 – 1,15

Inmersión líquida

1,03 – 1,08





Si ya generamos aire frío de manera eficiente, ¿cómo aseguramos que llegue a los equipos TI sin mezclarse con el aire caliente?

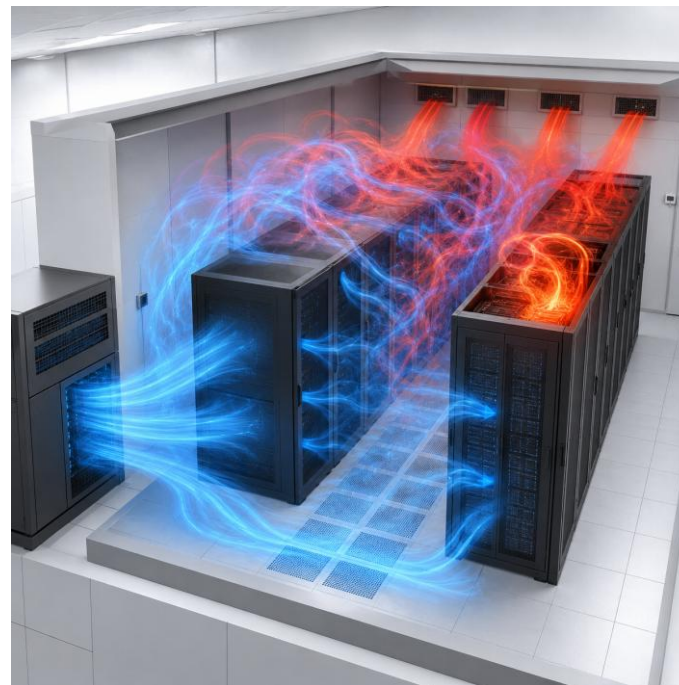


Gestión térmica: racks y contención de pasillos

Generar aire frío por sí mismo, no garantiza una refrigeración eficiente

Los sistemas de climatización pueden disponer de capacidad suficiente y, aun así, presentar puntos calientes o un consumo energético elevado.

Esto ocurre cuando el aire frío no llega correctamente a los equipos TI o cuando se mezcla con el aire caliente antes de retornar a las unidades de climatización.



“La eficiencia depende tanto de generar frío como de administrar correctamente el flujo de aire.”



Gestión térmica: racks y contención de pasillos

La mezcla de aire reduce la capacidad útil de climatización

Una gestión inadecuada del flujo de aire puede provocar:

Bypass de aire frío:

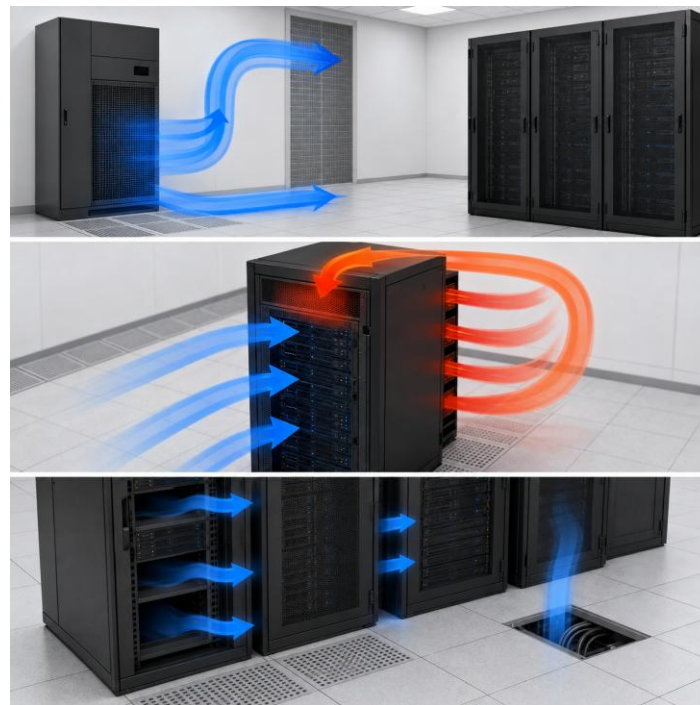
El aire retorna a la unidad de climatización sin atravesar los equipos TI.

Recirculación de aire caliente:

El aire expulsado por los servidores vuelve a ingresar por el frontal de los racks.

Fugas de aire:

El aire atraviesa espacios libres, pasos de cables o zonas no selladas.



“El problema no siempre es la falta de capacidad frigorífica, sino cómo se distribuye el aire.”

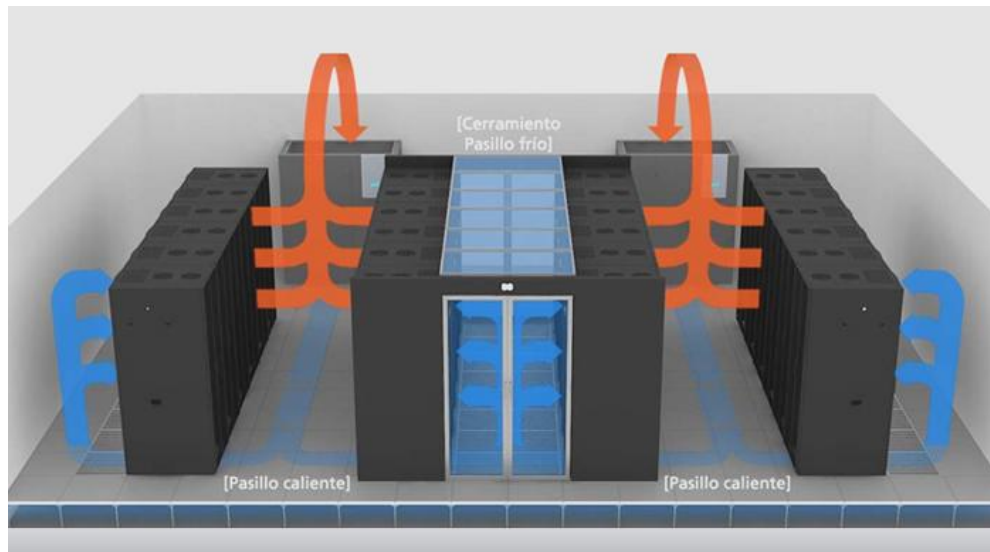
Gestión térmica: racks y contención de pasillos

La orientación de los racks es el primer nivel de control

Los servidores toman aire frío por el frontal y expulsan aire caliente por la parte posterior.

Por esta razón, los racks deben instalarse:

- Frontal con frontal.
- Parte posterior con parte posterior.
- Formando pasillos fríos y calientes alternados.
- Orientando el suministro hacia los pasillos fríos.
- Dirigiendo el retorno desde los pasillos calientes.



“Esta configuración reduce la mezcla, pero no la elimina completamente.”



Gestión térmica: racks y contención de pasillos

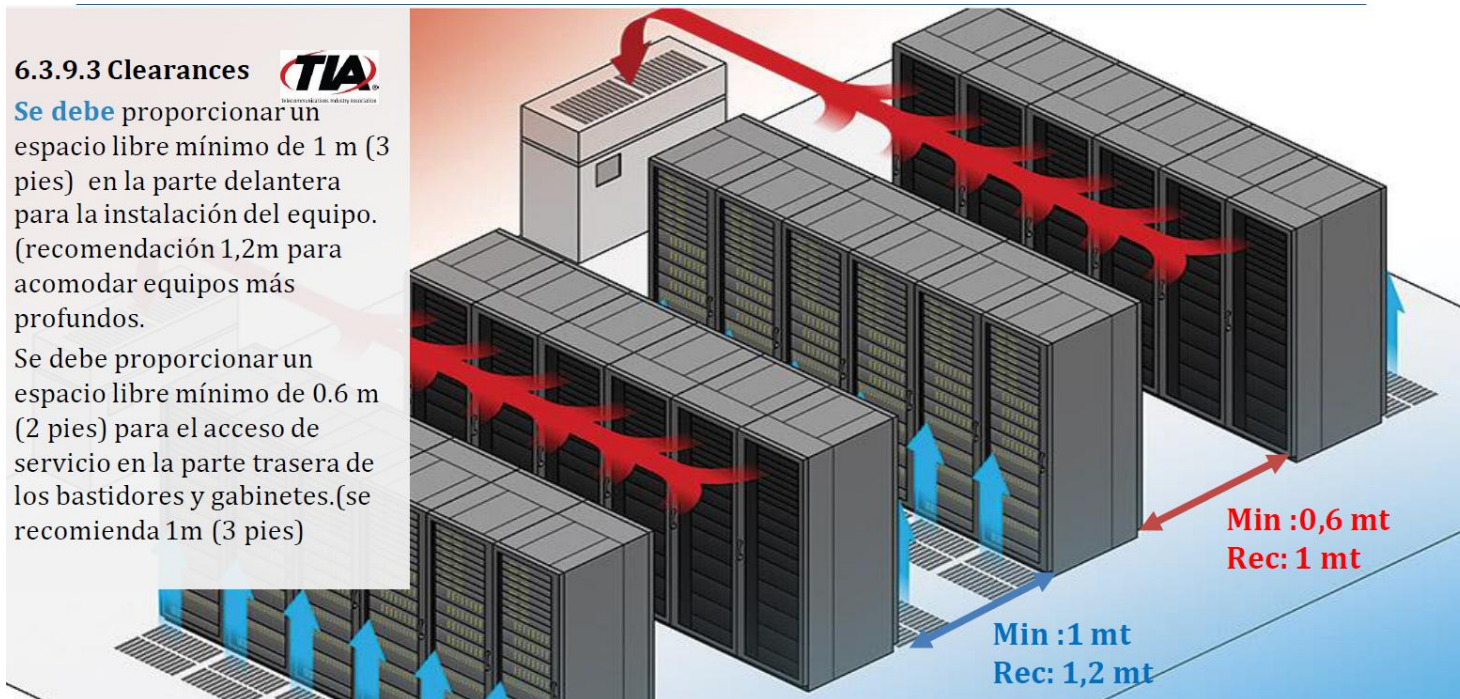
La orientación de los racks es el primer nivel de control

6.3.9.3 Clearances



Se debe proporcionar un espacio libre mínimo de 1 m (3 pies) en la parte delantera para la instalación del equipo. (recomendación 1,2m para acomodar equipos más profundos).

Se debe proporcionar un espacio libre mínimo de 0.6 m (2 pies) para el acceso de servicio en la parte trasera de los bastidores y gabinetes. (se recomienda 1m (3 pies))



Gestión térmica: racks y contención de pasillos

Confinar significa separar el suministro y el retorno

Un sistema de confinamiento utiliza puertas, paneles superiores, separadores y elementos de sellado para impedir que el aire frío se mezcle con el aire caliente.

El confinamiento:

- No produce aire frío.
- No reemplaza al sistema de climatización.
- Mejora el aprovechamiento de la capacidad instalada.
- Reduce el bypass y la recirculación.
- Estabiliza la temperatura de entrada a los servidores.



“Su objetivo es completar correctamente el recorrido del aire.”



Gestión térmica: racks y contención de pasillos

El confinamiento forma parte de una estrategia integral

A nivel de rack

- Paneles ciegos.
- Sellado de pasos de cables.
- Paneles laterales.
- Puertas con adecuada área abierta.



A nivel de pasillo

- Puertas en los extremos.
- Cubierta superior.
- Paneles de cierre.
- Separadores entre racks.

A nivel de sala

- Distribución del aire.
- Ubicación de las unidades de climatización.
- Ruta de retorno.
- Sensores y sistemas de control.



Gestión térmica: racks y contención de pasillos

Confinar el pasillo frío concentra el aire de suministro

En el confinamiento de pasillo frío, el aire climatizado se introduce dentro de un espacio cerrado ubicado frente a los racks.

Los servidores toman aire desde este volumen controlado y descargan el aire caliente hacia la sala.

Principales ventajas

Reduce la pérdida de aire frío.

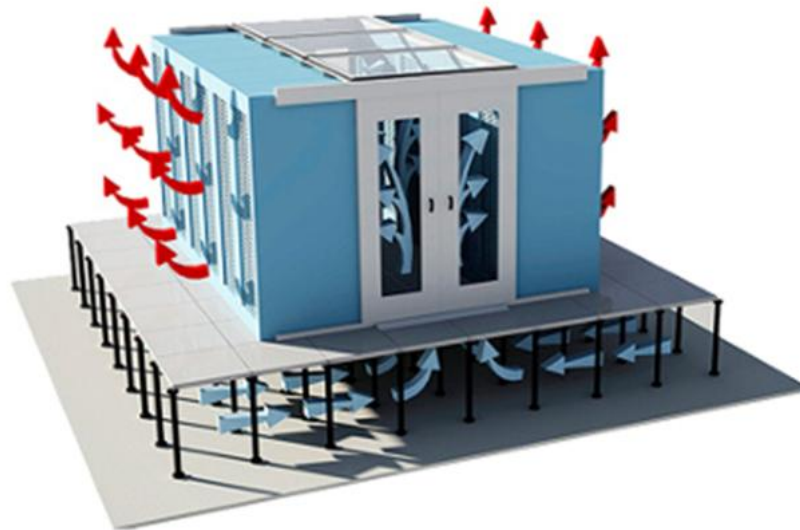
Favorece una temperatura de entrada más uniforme.

Puede implementarse en centros de datos existentes.

Es compatible con suministro mediante piso técnico.

Consideración

La sala pasa a funcionar como un gran espacio de retorno de aire caliente.



Gestión térmica: racks y contención de pasillos

Confinar el pasillo caliente captura el aire de descarga

En el confinamiento de pasillo caliente, el aire expulsado por los servidores queda contenido y es conducido directamente hacia el retorno de la climatización.

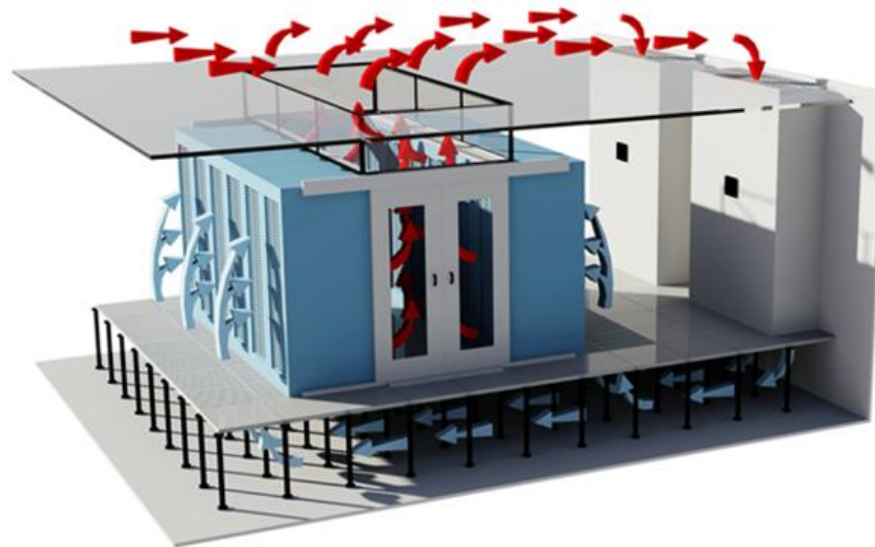
El resto de la sala funciona como una zona de suministro de aire frío.

Principales ventajas

- Reduce la recirculación de aire caliente.
- Entrega un retorno más caliente y uniforme.
- Favorece un mayor diferencial de temperatura.
- Mantiene la sala en condiciones térmicas más moderadas.

Consideración

El pasillo confinado puede alcanzar temperaturas elevadas durante la operación.





Gestión térmica: racks y contención de pasillos

No existe una única solución para todos los proyectos

Criterio	Pasillo frío	Pasillo caliente
Aire confinado	Suministro frío	Retorno caliente
Condición de la sala	Más cálida	Más fría
Integración habitual	Piso técnico	Retorno superior
Implementación en salas existentes	Generalmente más simple	Puede requerir mayor intervención
Temperatura dentro del pasillo	Moderada	Elevada
Retorno a climatización	Menos concentrado	Más caliente y uniforme

“La selección depende de la arquitectura de climatización, la densidad térmica, la infraestructura existente y las necesidades de operación..”



Gestión térmica: racks y contención de pasillos

El aire caliente puede contenerse horizontal o verticalmente

Confinamiento horizontal

El pasillo se cierra mediante puertas en sus extremos y paneles en la parte superior.

Confinamiento vertical

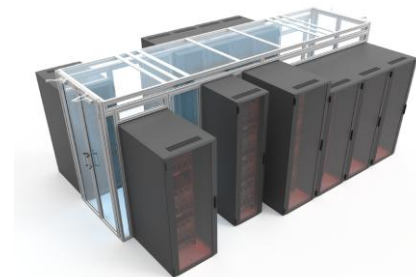
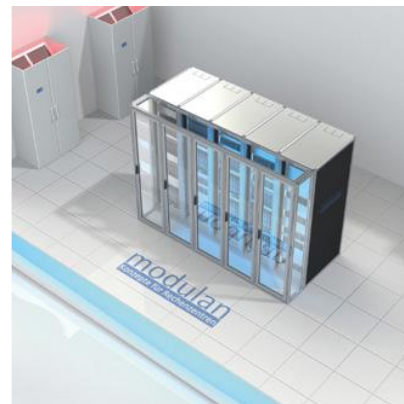
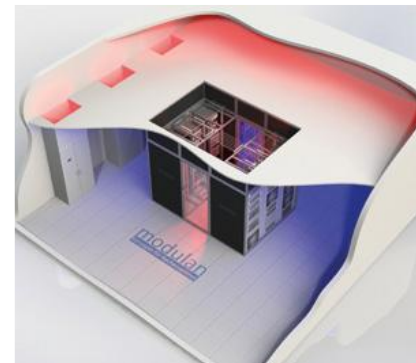
El aire caliente se conduce desde los racks hacia un cielo técnico o plenum de retorno.

Estructura soportada por los racks

El confinamiento utiliza los gabinetes como soporte.

Estructura autoportante

El confinamiento es independiente y permite incorporar racks de distintas marcas, alturas o dimensiones.

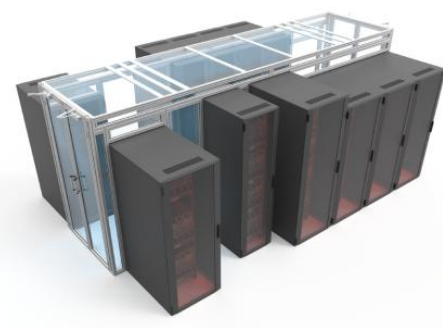
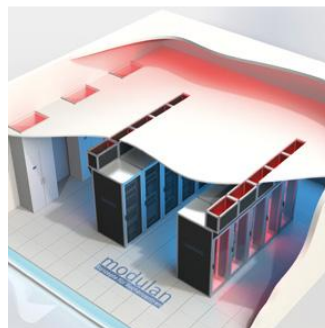
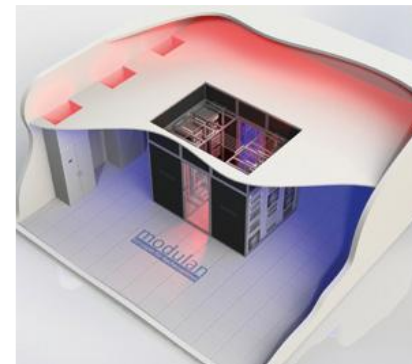
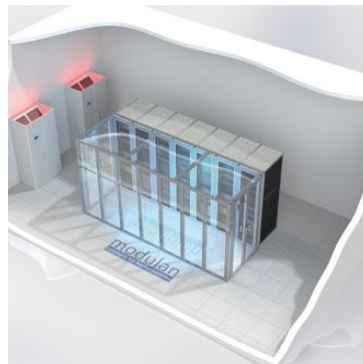


Gestión térmica: racks y contención de pasillos

El confinamiento debe diseñarse junto con la climatización

Algunas configuraciones habituales son:

- ☐ CRAC o CRAH perimetral con piso técnico y pasillo frío.
- ☐ CRAC o CRAH perimetral con retorno superior y pasillo caliente.
- ☐ Unidades InRow integradas al confinamiento.
- ☐ Racks con chimenea conectados a un plenum de retorno.
- ☐ Confinamiento autoportante para instalaciones modulares.



“El diseño debe asegurar una ruta continua desde el suministro, a través de la carga TI, hasta el retorno de la climatización.”



Gestión térmica: racks y contención de pasillos

El caudal suministrado debe responder a la demanda TI

El sistema debe entregar un caudal de aire similar al requerido por los equipos TI:

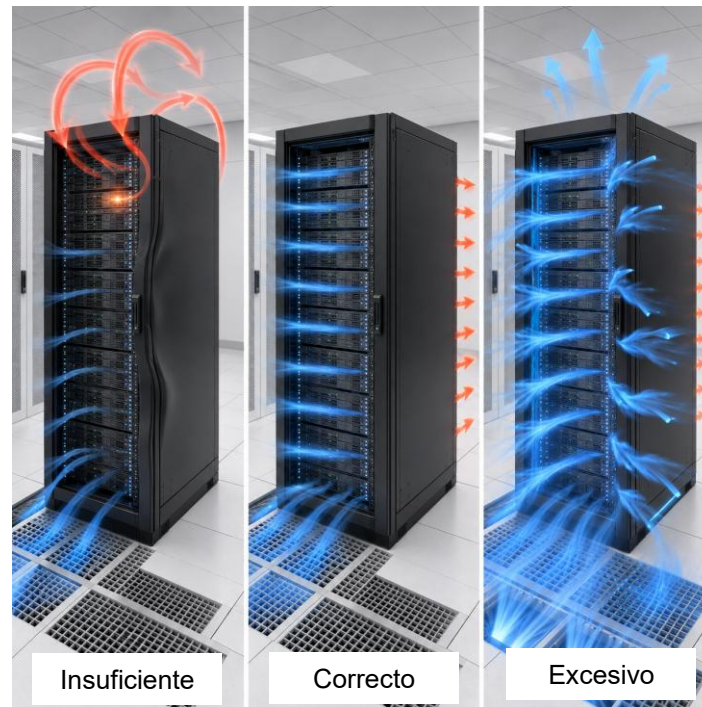
$$Q_{\text{aire suministrado}} \approx Q_{\text{aire requerido por TI}}$$

Caudal insuficiente

- Genera depresión.
- Favorece la recirculación.
- Aumenta el riesgo de puntos calientes.

Caudal excesivo

- Genera sobrepresión.
- Aumenta las fugas.
- Incrementa el consumo de ventiladores.



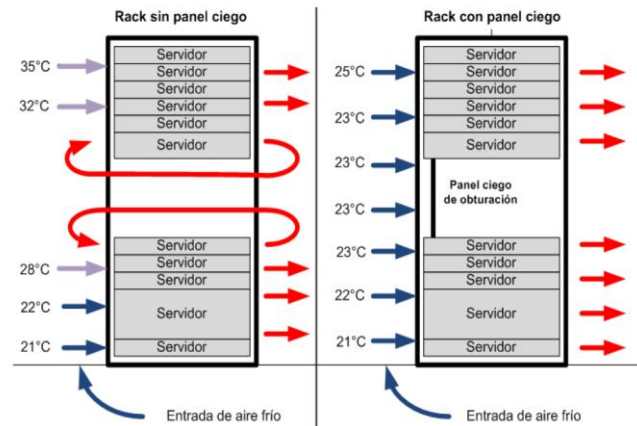
“Más aire no significa necesariamente mejor refrigeración.”

Gestión térmica: racks y contención de pasillos

Cada fuga reduce la efectividad del confinamiento

Para obtener buenos resultados se deben controlar todos los caminos no deseados del aire:

- Instalar paneles ciegos en espacios sin equipos.
- Sellar las entradas y salidas de cables.
- Incorporar paneles laterales.
- Cerrar los espacios entre racks.
- Ajustar correctamente puertas y paneles.
- Sellar las aberturas inferiores y superiores.
- Instalar baldosas perforadas solamente en pasillos fríos.
- Mantener alineados los racks y sus elementos de cierre.



“La efectividad del sistema depende de la continuidad de la separación.”

Gestión térmica: racks y contención de pasillos

La temperatura de sala no representa la condición del servidor

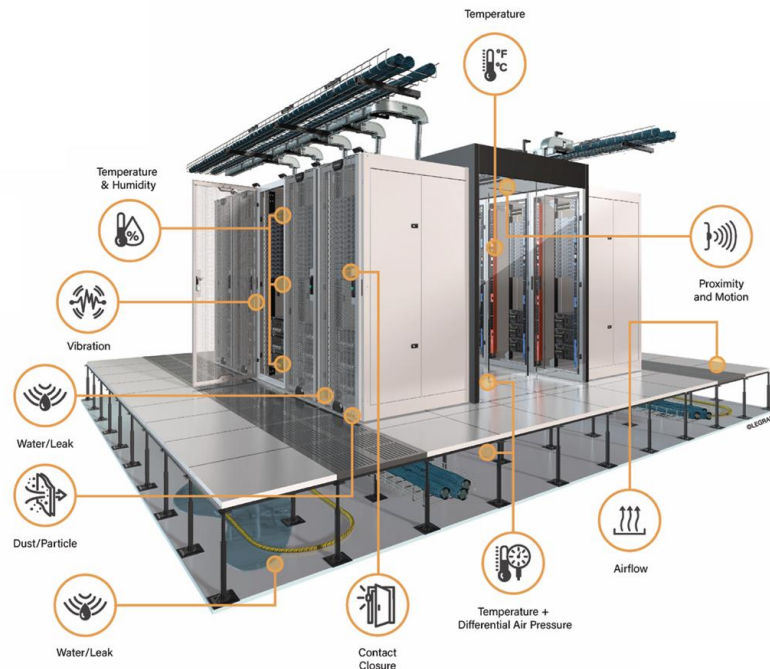
La variable más importante es la temperatura del aire que ingresa a los equipos TI.

Puntos de medición recomendados

- Frontal inferior del rack.
- Frontal medio del rack.
- Frontal superior del rack.
- Descarga posterior.
- Suministro y retorno de climatización.

Variables que deben monitorearse

- Temperatura de entrada y descarga.
- Diferencial de temperatura.
- Humedad.
- Presión diferencial.
- Potencia TI.
- Consumo de climatización.



“Los sensores deben ubicarse donde se encuentra el riesgo térmico.”



Gestión térmica: racks y contención de pasillos

El confinamiento puede contribuir a reducir el PUE

Situación inicial

Energía TI: 100.000 kWh.

Climatización: 40.000 kWh.

Otras cargas: 10.000 kWh.

Energía total: 150.000 kWh.

$$PUE = \frac{150.000}{100.000} = 1,50$$

Situación optimizada

Energía TI: 100.000 kWh.

Climatización: 28.000 kWh.

Otras cargas: 10.000 kWh.

Energía total: 138.000 kWh.

$$PUE = \frac{138.000}{100.000} = 1,38$$



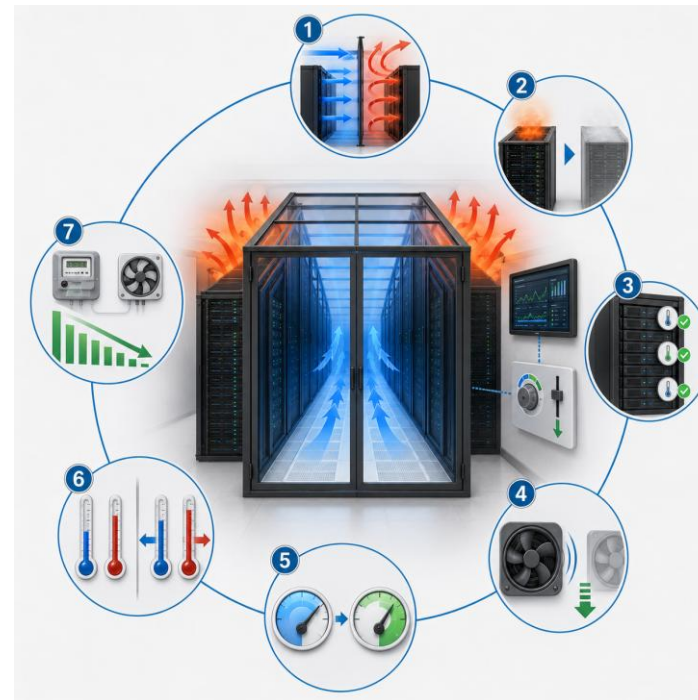
Ejemplo conceptual: el resultado real debe verificarse mediante mediciones.

Gestión térmica: racks y contención de pasillos

El ahorro aparece cuando la climatización se reajusta

La instalación del confinamiento debe ir acompañada de una optimización operacional:

1. Se reduce la mezcla de aire.
2. Disminuyen los puntos calientes.
3. Se estabiliza la temperatura de entrada.
4. Puede reducirse el caudal de ventilación.
5. Puede elevarse gradualmente la temperatura de suministro.
6. Aumenta el diferencial entre suministro y retorno.
7. Se reduce el consumo energético de climatización.



“Confinar sin reajustar la operación puede limitar el ahorro obtenido.”

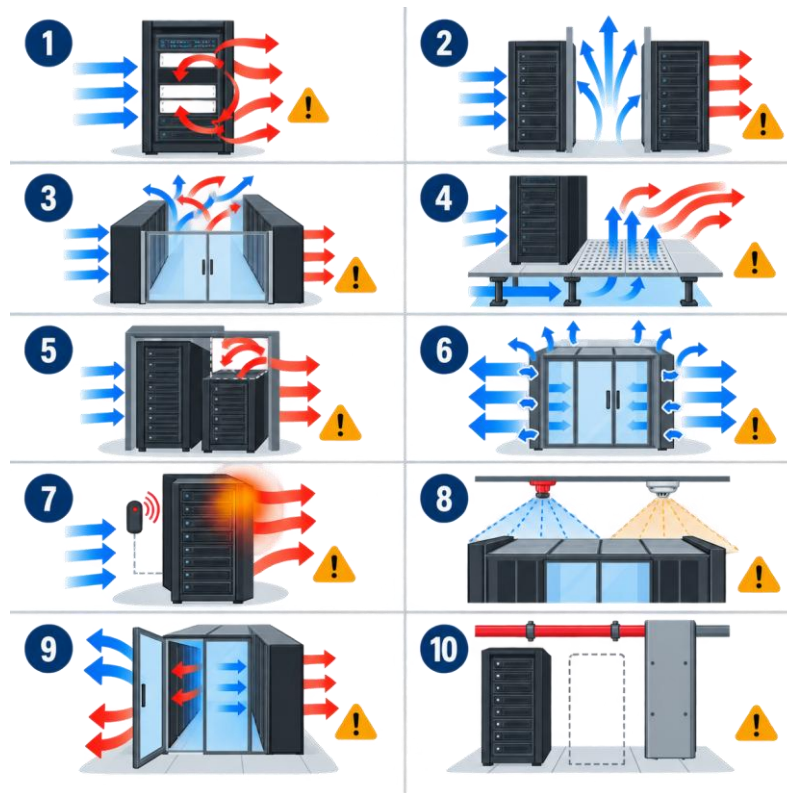


Gestión térmica: racks y contención de pasillos

Un confinamiento mal implementado puede trasladar el problema

Errores frecuentes:

- Confinar sin instalar paneles ciegos.
- Mantener espacios abiertos entre los racks.
- Instalar puertas sin cerrar la parte superior.
- Ubicar baldosas perforadas en pasillos calientes.
- No considerar racks de distintas alturas.
- Suministrar más aire del necesario.
- Controlar solamente la temperatura de retorno.
- No considerar la detección y extinción de incendios.
- No verificar el comportamiento con las puertas abiertas.
- No considerar el crecimiento futuro.



Gestión térmica: racks y contención de pasillos

Primero se mide, luego se confina y finalmente se optimiza

1. Diagnóstico

Medir temperaturas, caudales, carga TI y consumo energético.

2. Correcciones básicas

Instalar paneles ciegos, sellar aberturas y ordenar la distribución del aire.

3. Diseño del confinamiento

Seleccionar la estrategia y coordinarla con climatización, seguridad y mantenimiento.

4. Puesta en servicio

Verificar temperaturas, presión diferencial, alarmas y funcionamiento de puertas.

5. Optimización continua

Ajustar ventiladores, setpoints y capacidad de climatización según la carga real.



Gestión térmica: racks y contención de pasillos

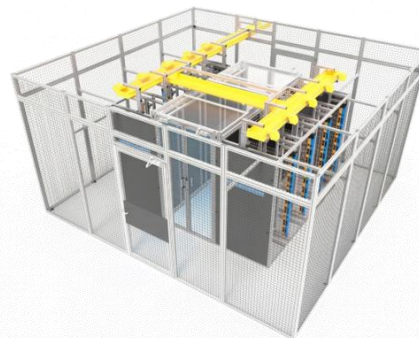
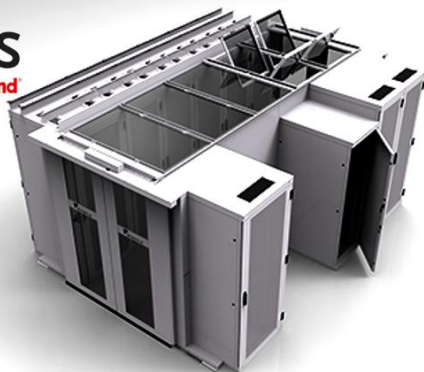
El confinamiento convierte el aire frío en capacidad útil

- La eficiencia térmica comienza separando el suministro y el retorno.
- El confinamiento reduce la mezcla, el bypass y la recirculación.
- La solución debe integrar racks, climatización, sensores, control y seguridad.
- Los resultados deben comprobarse mediante mediciones.
- El ahorro se obtiene al optimizar la operación después de confinar.



Racks y Confinamiento Legrand para Data Centers

MINKELS
A brand of **legrand**

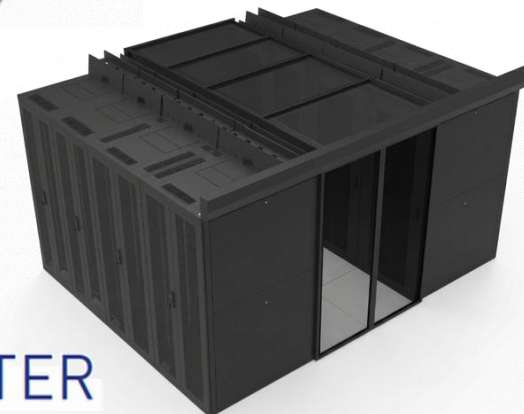


modulan
A brand of **legrand**

CONTAIN-IT™ FLEX



LINKEO
DATA CENTER



Racks y Confinamiento Legrand para Data Centers

LINKEO DC

- ▶ **Completos en un part number or componibles**
- ▶ Solución componible: Fácil de configurar
- ▶ Dimensiones : **42/47U**
Ancho **600/800mm**
Profundidad **1000/1200mm**
- ▶ Capacidad estática de carga: 1500kg
- ▶ Perfiles removibles de 19" frontales y posteriores.
- ▶ **Puertas frontales/posteriores reversibles, simples o dobles (80% Perforado)**
- ▶ **Paneles laterales con llaves y extraibles (1 or 2 partes)**
- ▶ Múltiples entradas de cable superior e inferior con escobillas
- ▶ Opciones de ruedas, fijación a piso, zócalo, kit de unión y otros



Racks y Confinamiento Legrand para Data Centers

LINKEO DC



Otros accesorios:

- ▶ Ordenador de cables con anillas
- ▶ Ordenador vertical metálico
- ▶ Módulos con 4 ó 6 ventiladores
- ▶ Fijación para PDU
- ▶ Bandejas fijas y deslizantes



Racks y Confinamiento Legrand para Data Centers

LINKEO DC



CONTINUIDAD DE TIERRA

RUEDAS Y PATAS DE
NIVELACIÓN

CEPILLO ENTRADA
DE CABLES

KIT DE FIJACIÓN A PISO

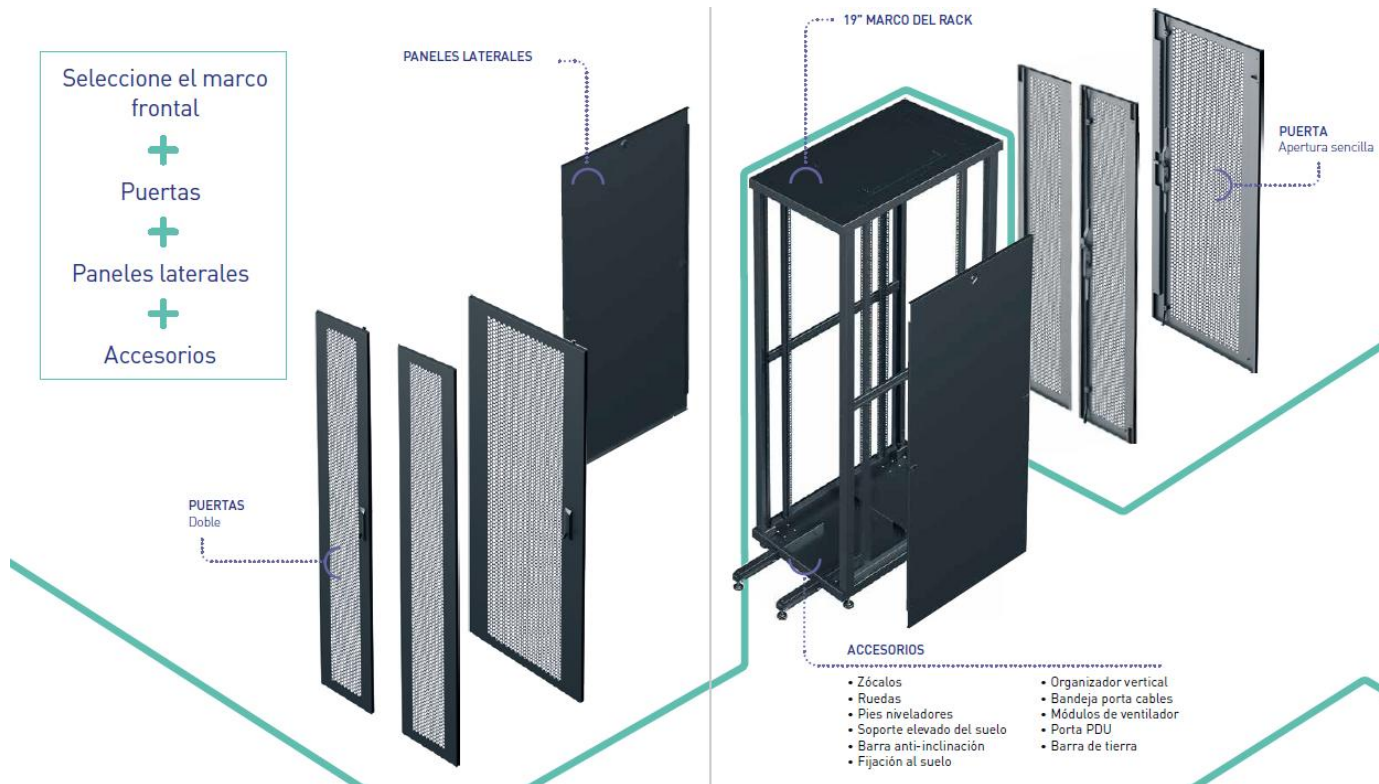
Otros accesorios:

- ▶ Zócalo
- ▶ Barra antivuelco
- ▶ Kit de soporte para piso falso
- ▶ Kit barra puesta a tierra



Racks y Confinamiento Legrand para Data Centers

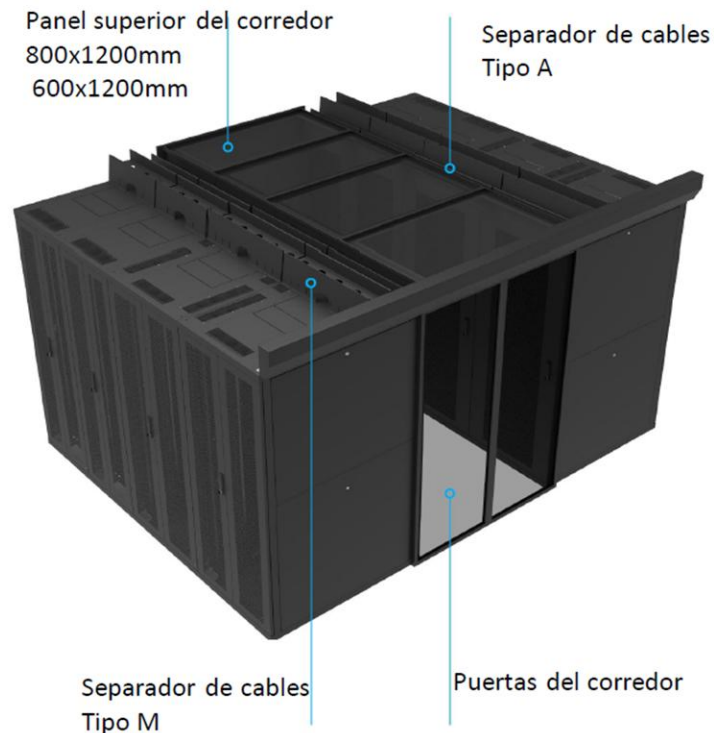
LINKEO DC



Racks y Confinamiento Legrand para Data Centers

LINKEO DC

- Solución estándar incluida en catálogo
- Ancho del pasillo 1200mm
- Paneles superiores de 600 y 800mm de ancho. Policarbonato (4mm espesor)
- Puerta corredera de 2 hojas de vidrio templado y con sensor de mano
- Panel trasero en caso que no se requiera otra puerta
- Kit de unión y módulos ciegos
- Panel de gestión de flujo de aire



Racks y Confinamiento Legrand para Data Centers

CONTAIN-IT FLEX: Confinamiento flexible y eficiente

Contain-IT™ FLEX es un sistema modular de confinamiento de pasillos diseñado para mejorar la eficiencia energética y la confiabilidad térmica del Data Center.

Principales beneficios

- Separa el aire frío de suministro del aire caliente de retorno.
- Reduce el bypass y la recirculación de aire.
- Crea condiciones térmicas más uniformes y predecibles.
- Reduce el riesgo de alarmas por sobrettemperatura.
- Permite aprovechar mejor la capacidad de climatización instalada.
- Contribuye a reducir el PUE, el consumo energético y la huella de carbono.
- Facilita el aumento de la densidad de equipos por rack.



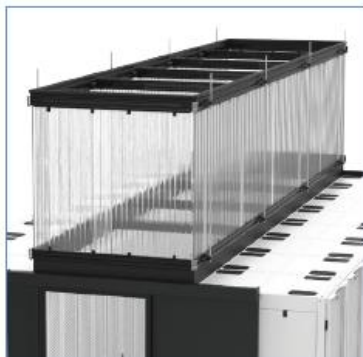
Desempeño comprobado

El sistema alcanza una **integridad del flujo de aire superior al 97,5 %**, con niveles mínimos de fuga en aplicaciones horizontales y verticales.



Racks y Confinamiento Legrand para Data Centers

CONTAIN-IT FLEX: Una solución adaptable a cada Data Center



Confinamiento horizontal

- Cubre la parte superior del pasillo.
- Puede utilizarse en pasillos fríos o calientes.
- Se adapta a instalaciones nuevas y existentes.
- Permite modificar fácilmente la longitud del pasillo.



Confinamiento vertical

- Conduce el aire hacia un plenum o zona superior de retorno.
- Puede suspenderse desde la estructura del edificio.
- Es compatible con configuraciones de estratificación térmica.



Configuración mixta

- Permite transiciones entre confinamiento horizontal y vertical.
- Facilita la adaptación alrededor de ductos y otras obstrucciones.
- Mantiene la continuidad del confinamiento en recorridos complejos.



Opciones de soporte

- Soportado directamente sobre los racks.
- Suspendido desde la estructura superior.
- Instalado sobre bandejas de rejilla Cablofil.
- Combinación de diferentes soportes en una misma solución.

La solución es compatible con racks de distintos fabricantes y con proyectos Greenfield o Brownfield.



Racks y Confinamiento Legrand para Data Centers

CONTAIN-IT FLEX: Diseño modular e instalación simplificada



Aluminum Beam



Plastic Beam



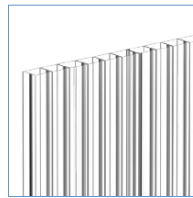
Inside Corner



Outside Corner



Splice



Multi-wall Panel



Panel Retention Clip



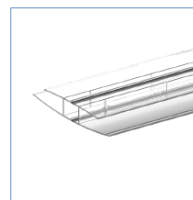
Hanger Bracket



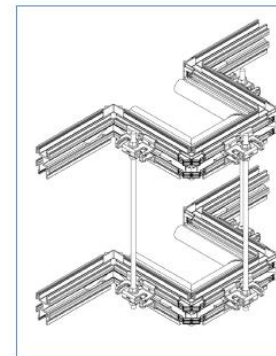
Bulb Seal



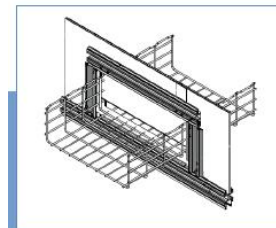
Cabinet Seal



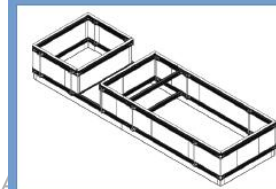
Panel Splice



Vertical Column Solution



Cablofil Pass Through

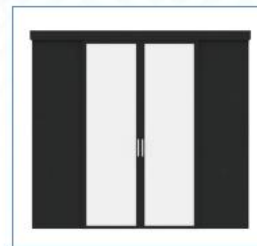


Vertical to Horizontal



Racks y Confinamiento Legrand para Data Centers

CONTAIN-IT FLEX: Diseño modular e instalación simplificada



Dual Sliding Door



Cabinet-to-Wall
Left Sliding Door



Racks y Confinamiento Legrand para Data Centers

CONTAIN-IT FLEX: Integridad del flujo, seguridad y buenas prácticas



Blanking panels



Front to rear blanking panels



Angled airflow baffles



Bottom Panels

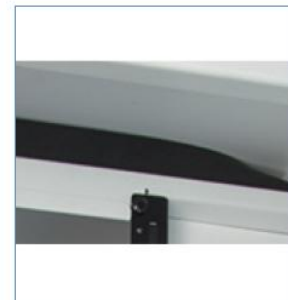
- Integridad del flujo de aire de hasta **98,7 %**, reduciendo fugas, bypass y recirculación.
- Mejora la uniformidad térmica y disminuye el riesgo de alarmas por sobrettemperatura.
- Puede incorporar paneles superiores **Drop Away** para permitir el ingreso del sistema de extinción.
- La solución debe coordinarse con la detección de incendios, la normativa aplicable y la autoridad competente.
- Requiere paneles ciegos, sellos, barreras interiores y deflectores para dirigir correctamente el aire.
- Su desempeño depende tanto del confinamiento del pasillo como del sellado interior de cada rack.



Air Dam Kits



Floor Seal Brackets



Seal Kits



Conclusiones

1. La climatización debe responder a la carga térmica real y a la densidad de potencia de los equipos TI.
2. Controlar temperatura y humedad es fundamental para asegurar disponibilidad, confiabilidad y vida útil.
3. La eficiencia depende de separar correctamente el aire frío de suministro y el aire caliente de retorno.
4. El confinamiento reduce la mezcla, el bypass, la recirculación y la formación de puntos calientes.
5. Racks, climatización, sensores, control y seguridad deben diseñarse como un sistema integrado.
6. Medir temperaturas, caudales, presión y consumo permite comprobar el desempeño y orientar los ajustes.
7. La reducción del PUE y del consumo energético se obtiene mediante una optimización operacional continua.





¡Síguenos!



Salvador Burton
salvador.burton@legrand.com
+56 9 4011 4400
legrand.cl

