

Conceptos básicos sobre el control de flujo de aire en los centros de datos: Comparación de sistemas de contención

Editado por David Knapp
Gerente de Marketing de Productos

Publicado: Enero de 2017

Estados Unidos y Canadá
+1-800-834-4969
Toronto, Ontario, Canadá
+905-850-7770

Latinoamérica
+52-55-5203-7525
Línea sin costo en México
01-800-01-7592

Europa
+44-1628-524-834

Oriente Medio y África
Dubái, EAU
+971-4-2602125

Asia-Pacífico
+86 21 6880-0266

techsupport@chatsworth.com



Conceptos básicos sobre el control de flujo de aire en los centros de datos: Comparación de sistemas de contención

Introducción

En la última década, muchas empresas han entendido las ventajas de las prácticas de gestión del flujo de aire en centros de datos que incluyen sistemas de contención. Ahora se comprende bien que, a medida que se eleva la carga media de calor por gabinete, simplemente disponer gabinetes en una configuración tradicional de pasillo caliente/pasillo frío abierto no es un enfoque eficaz. Las asociaciones industriales han considerado la refrigeración líquida indirecta y directa como posibles soluciones para aplicaciones de alta densidad, pero el uso de un sistema de contención con enfriamiento de perímetro sigue siendo una solución muy capaz para las densidades de bastidor promedio actuales y las densidades que se esperan para la próxima década. Por otra parte, los sistemas de contención admiten la adaptación de pasillo caliente/pasillo frío, aplicaciones del economizador y enfriamiento de aire libre.

Estas notas técnicas, de Chatsworth Products (CPI), analizan y comparan tres sistemas de contención de centros de datos y demuestran que hay diferencias importantes a considerar que distinguen a un sistema sobre los otros. Le ayudará a determinar la mejor opción para sus necesidades de contención de centros de datos y sus objetivos comerciales.

Dato útil

La contención separa el aire caliente y el frío, lo que le permite reducir el volumen de aire enviado para enfriar equipos, lo que conduce a una serie de mejoras en la eficiencia y también normalmente reduce los costos de energía para enfriamiento. Para más información sobre estos factores, lea el documento complementario *Conceptos básicos sobre el control de flujo de aire en los centros de datos: economía de los sistemas de contención*.

Los tres métodos de contención

Existen tres métodos básicos de contención completa. En esta sección, se describe cada sistema y se enumeran los beneficios y desafíos que se deben considerar con cada sistema.

Gabinetes con escape mediante conductos (CPI: ductos de escape vertical)

Los gabinetes con escape mediante conductos son gabinetes de bastidor de servidor cerrado con un ducto de escape vertical.

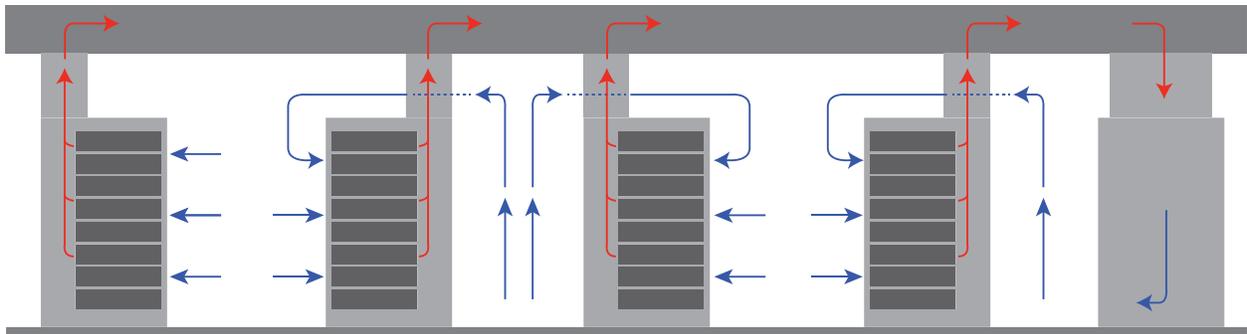


FIGURA 1: vista en sección de varios gabinetes de descarga con escape mediante conductos con ductos de escape vertical, que muestra el flujo de aire a través de los gabinetes y la habitación. Nota: El aire caliente de escape se aísla y se retira de la habitación a través de los ductos de escape vertical.

Tal como se muestra en la [Figura 1] anterior, el escape de aire caliente emitido por los servidores está dentro del gabinete, lo que aísla completamente el aire de la habitación. El aire caliente sale del gabinete a través del ducto de escape vertical superior, que dirige el aire caliente hacia una cámara de distribución sobre el techo colgante y vuelve a las unidades de enfriamiento (en la imagen) o a respiraderos externos.

Consideraciones de arquitectura para gabinetes con salida mediante conductos (CPI: ducto de escape vertical):

Beneficios:

- Es el método más simple de implementar y cambiar; basado en el gabinete.
- Es el método más rentable para implementar.
- El ducto de escape es el "pasillo caliente".
- Toda la sala es el "pasillo frío" y proporciona aire de suministro.
- Los gabinetes se pueden colocar en cualquier lugar en la habitación y en cualquier orientación; se recomienda la configuración tradicional de pasillo caliente/pasillo frío para optimizar el uso del espacio, pero no se exigen estrictas filas "pasillo caliente/pasillo frío".
- No se requiere más espacio de pasillo para implementar un gabinete con salida mediante conductos; la ubicación de las columnas de edificios y las estructuras de apoyo no afectan la implementación.
- Elimina la necesidad de un piso elevado.
- El suministro de aire frío se puede enviar desde cualquier lugar de la habitación, no se requiere una estricta entrega por "el frente del gabinete".
- El equipo auxiliar se puede colocar en cualquier lugar y aún así enfriarse lo suficiente, porque la habitación es fresca.
- Si hay un piso elevado, las fugas a través de los mosaicos son principalmente hacia el "pasillo frío" y no al aire de desvío desperdiciado.
- Se requieren cambios mínimos o ninguno en el sistema de extinción de incendios. Los rociadores deben cubrir la habitación; en cualquier instalación nueva, solo tiene que regular el chorro del rociador para centrarlo sobre los pasillos.

Desafíos:

- Este sistema requiere una cámara de distribución en la parte superior y la adición de collares en las unidades de acondicionadores de aire para crear un retorno cerrado completo.
- Este sistema requiere que se coloquen ductos sobre cada gabinete; los ductos deben poder extenderse hasta la cámara de distribución en la parte superior.
- Algunos dispositivos no ofrecen una opción de ducto de escape vertical, por lo que necesitan que un tercero suministre el ducto; CPI puede ofrecer una solución personalizada.
- La velocidad de los ventiladores en las unidades de acondicionamiento de aire se debe ajustar para que cumplan en la mayor medida posible con las necesidades del equipo; esto puede requerir que algunas unidades se apaguen o actualicen con ventiladores de velocidad variable.
- La optimización de las condiciones de operación puede requerir la adición de algunos controles de instrumentación o HVAC.

Contención de pasillo caliente (HAC)

La contención de pasillo caliente (HAC) es el tipo más popular de solución de contención utilizado en la actualidad. En este método, una configuración del sistema de escape y deflectores están situados a lo largo del pasillo caliente, con puertas que bloquean las entradas al pasillo en cada extremo.

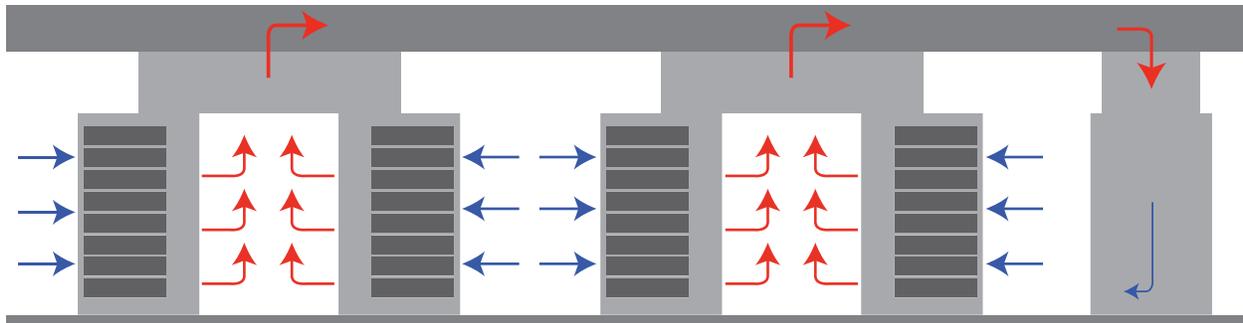


FIGURA 2: Vista en sección de una solución de HAC con ductos construidos sobre los pasillos calientes, que muestra el flujo de aire a través de los pasillos contenidos y la habitación. Nota: El aire caliente de escape se aísla y se retira de la habitación a través de los ductos sobre los pasillos calientes contenidos.

Tal como se muestra en la [Figura 2] anterior, la solución HAC contiene y aísla el aire de escape caliente de la habitación y así evita que llegue a los pasillos fríos adyacentes y se mezcle con el aire frío. El aire de escape caliente en los pasillos calientes luego vuelve a las unidades de enfriamiento, generalmente a través de cámaras de distribución de techo colgante.

Consideraciones arquitectónicas para HAC:

Beneficios:

- Los pasillos contenidos son los "pasillos calientes".
- Toda la habitación (excepto el pasillo caliente contenido) es el "pasillo frío", y suministra el aire.
- Elimina la necesidad de un piso elevado.
- El suministro de aire frío se puede enviar desde cualquier lugar de la habitación; no se requiere una estricta entrega por "el frente del gabinete".
- El equipo auxiliar se puede colocar en cualquier lugar y aún así enfriarse lo suficiente, porque la habitación es fresca.
- Si hay un piso elevado, las fugas a través de los mosaicos son principalmente hacia el "pasillo frío" y no al aire de desvío desperdiciado.
- Se requieren cambios mínimos o ninguno en el sistema de extinción de incendios. Los rociadores deben cubrir la habitación y el pasillo contenido; en cualquier instalación nueva, solo tiene que regular el chorro del rociador para centrarlo sobre los pasillos.

Desafíos:

- Más complicado de implementar y cambiar en comparación con el gabinete con salida mediante conductos de escape (CPI: ducto de escape vertical).
- Método más caro de implementar en comparación con gabinete con salida mediante conductos de escape (CPI: ducto de escape vertical).
- Los gabinetes se deben colocar en las filas de pasillo caliente/pasillo frío adyacentes e instalar en pares para crear "pasillos calientes".
- Este sistema puede requerir que las longitudes de fila tengan tamaños uniformes, estén paralelas y alineadas; la solución CPI se puede instalar en pasillos irregulares.
- Quizá se necesiten espacios más amplios en los pasillos para las puertas en los extremos de cada pasillo; la solución CPI tiene puertas correderas y no necesita espacio adicional para apertura de puertas.
- Este sistema requiere una cámara de distribución en la parte superior y la adición de collares en las unidades de tratamiento de aire para crear un retorno cerrado completo.
- Este sistema requiere que se construya un ducto sobre cada pasillo caliente; el ducto debe poder extenderse hasta la cámara de distribución en la parte superior.
- La vía superior puede penetrar en el HAC, por lo que se necesitarán medidas adicionales para mitigar las fugas y el aumento de los costos.
- Las autoridades de códigos locales podrían exigir espacios libres amplios entre el ducto y el techo.
- El pasillo contenido puede alcanzar una temperatura "incómoda" para el personal.
- Dependiendo de la temperatura interior, las autoridades de códigos locales podrían considerar que el pasillo caliente contenido sea una ubicación peligrosa y exigir equipo de seguridad o señalización adicionales.

- La velocidad de los ventiladores en las unidades de acondicionamiento de aire se debe ajustar para que cumplan en la mayor medida posible con las necesidades del equipo; esto puede requerir que algunas unidades se apaguen o actualicen con ventiladores de velocidad variable.
- La optimización de las condiciones de operación puede requerir la adición de algunos controles de instrumentación o HVAC.

Contención de pasillo frío

Las configuraciones de contención de pasillo frío (CAC) se utilizan normalmente para modernizar los entornos de centros de datos donde ya hay un sistema de enfriamiento de piso elevado.

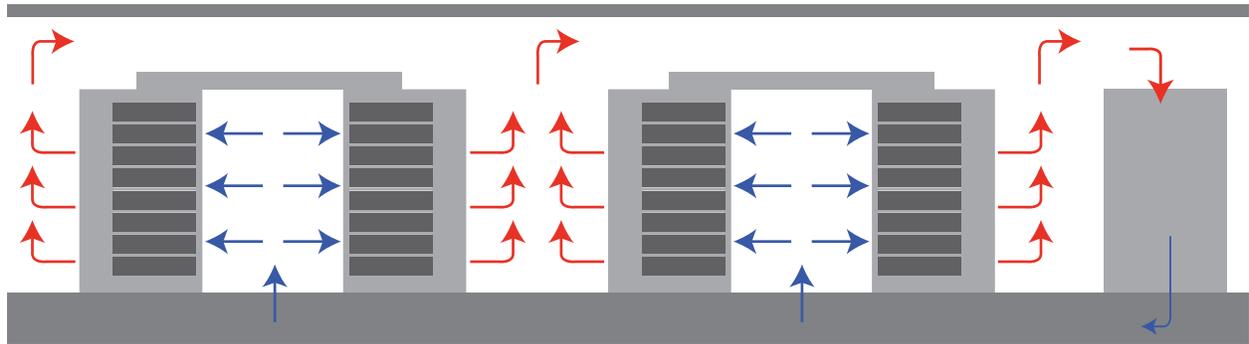


FIGURA 3: Vista en sección de una solución de CAC con techos construidos sobre los pasillos fríos que muestran el flujo de aire en los pasillos contenidos y a través de los gabinetes y de nuevo hacia las unidades de enfriamiento de toda la habitación. Nota: El aire caliente de escape se aísla en la habitación por los techos sobre el pasillo frío contenido.

Como se ve en la [Figura 3] anterior, se dispone un techo o particiones sobre el pasillo frío, con puertas en cada extremo. Esto aísla el aire de admisión frío dentro del pasillo frío y lo mantiene separado del aire caliente en los pasillos calientes cercanos. El aire caliente se eleva libremente en los pasillos calientes y vuelve a través de la habitación hacia los acondicionadores de aire.

Consideraciones arquitectónicas para CAC:

Beneficios:

- Este sistema es una adaptación simple para el medio ambiente existente de pasillo caliente/pasillo frío, especialmente a través de una cámara de distribución de piso elevado.
- El pasillo contenido es el "pasillo frío" y proporciona aire de suministro.

Desafíos:

- Más complicado de implementar y cambiar que el gabinete con salida mediante conductos (CPI: ducto de escape vertical).
- Más costoso de implementar que el gabinete con salida mediante conductos (CPI: ducto de escape vertical).
- La habitación es el "pasillo caliente".
- Los gabinetes se deben colocar en las filas de pasillo caliente/pasillo frío adyacentes e instalar en pares para crear "pasillos fríos".
- Este sistema puede requerir que las longitudes de fila tengan tamaños uniformes, estén paralelas y alineadas; la solución CPI se puede instalar en pasillos irregulares.
- Quizá se necesiten espacios más amplios en los pasillos para las puertas en los extremos de cada pasillo; la solución CPI tiene puertas correderas y no necesita espacio adicional para apertura de puertas.
- Se debe enviar aire frío al "pasillo frío" contenido, ya sea a través de un piso elevado o ductos en la parte superior.
- Este sistema utiliza normalmente un diseño de piso elevado.
- El flujo de aire disponible puede ser difícil de controlar para cumplir con los requisitos de los equipos.
- La estructura del techo de contención sobre el pasillo frío contenido debe estar construida alrededor de las columnas del edificio y otras estructuras de apoyo.
- Quizás sea necesario moverlo y elevarlo sobre los gabinetes para dar espacio suficiente para la estructura del techo de contención.
- Necesita que se extienda un sistema de extinción de incendios hacia el espacio contenido (estos cambios pueden ser costosos).
- La habitación puede alcanzar una temperatura "incómoda" para el personal.

- El equipo auxiliar estará en un espacio de "pasillo caliente", lo que puede reducir el rendimiento.
- Si hay un piso elevado, las fugas a través de los mosaicos son sobre todo hacia el "pasillo caliente", lo que baja la temperatura del aire de retorno a las unidades de refrigeración, lo que puede reducir la eficiencia de la unidad de enfriamiento.
- La velocidad de los ventiladores en las unidades de acondicionamiento de aire se debe ajustar para que cumplan en la mayor medida posible con las necesidades del equipo; esto puede requerir que algunas unidades se apaguen o actualicen con ventiladores de velocidad variable.
- La optimización de las condiciones de operación puede requerir la adición de algunos controles de instrumentación o HVAC.

¿Qué tipo de contención debe utilizar?

Intel y T-Systems realizaron experimentos¹ en 2010 en la Euroindustriepark con sede en Múnich, que sugirieron que no había ventaja de eficiencia de una forma de contención sobre otra. El rendimiento de enfriamiento relativo de los tres sistemas fue más o menos igual. Sin embargo, recientes modelos CFD creados por CPI sugieren que hay una ventaja de eficiencia para los gabinetes con salida mediante conductos (CPI: ducto de escape vertical) y HAC en ciertas condiciones.

El tipo de sistema de contención que seleccione para su centro de datos debe basarse en sus propios requisitos comerciales y limitaciones arquitectónicas. Sea cual fuere el método que utilice, se debe aislar lo suficiente el aire caliente del frío en el centro de datos. En cada caso, tendrá que considerar lo siguiente.

Es muy importante un sellado eficaz

Para lograr la mayor cantidad posible de aislamiento entre el suministro de aire frío y el aire de escape caliente, es importante usar buenos sellos en su sistema de contención. Esto incluye los sellos dentro y alrededor de los gabinetes, y entre los gabinetes y los componentes del sistema de contención.

Entre los beneficios de un sellado eficaz se cuentan los siguientes:

- Evita la recirculación interior de aire y el desvío del flujo de aire en los gabinetes.
- Permite que los acondicionadores de aire del sistema de enfriamiento se adapten para soportar variaciones mínimas de presión en la habitación y mantengan una leve diferencia de presión entre los espacios abiertos y contenidos.
- Maximiza la eficiencia del uso de energía. Cuanto mejor sea el sello, mejor control tendrá para reducir las velocidades del ventilador para que igualen en una medida muy cercana el volumen de la demanda de suministro de aire de los servidores. En consecuencia, el aire de escape de retorno se envía a temperaturas más altas a las unidades de enfriamiento.
- Permite tener el costo operativo más bajo en términos de ahorro de energía.

Al seleccionar una solución de contención, debe tener en cuenta el sello. Los proveedores de contención suelen describir el rendimiento del sello del sistema en términos de fugas, por lo general es un porcentaje basado en determinado volumen de flujo de aire para cada gabinete bajo una presión específica de trabajo. Al comparar estos valores, tenga en cuenta que probablemente las condiciones no coincidan. El volumen de flujo de aire debe ser el volumen máximo sostenible en toda la habitación a la presión estática planeada durante el funcionamiento. Por ejemplo, CPI define nuestro rendimiento del sistema de contención en 3000 CFM (5097 CMH) de flujo de aire de escape por gabinete en 0.05 pulgadas de agua (0.01 kPa) con menos de un 5 % de fugas.

Evite la recirculación interior y el desvío de flujo de aire dentro y alrededor de los gabinetes

La gestión eficaz del flujo de aire y la reducción de costos de enfriamiento exige eliminar el desvío del flujo de aire dentro o a través del gabinete, utilizando las siguientes mejores prácticas, como se muestran en la [Figura 4] a continuación.

- Utilice técnicas de bastidores adecuadas para bloquear el flujo de aire alrededor del equipo de montaje en bastidor.
- Utilice los paneles de relleno para sellar todo espacio de montaje en bastidor no utilizado para bloquear el flujo de aire entre los equipos de montaje en bastidor.
- Utilice diques de aire y sellos alrededor de los equipos de montaje en bastidor para evitar la recirculación de aire caliente a los lados de los equipos.

- Utilice sellos alrededor de las aberturas para cables en el cuerpo del gabinete y los pisos elevados.
- Utilice sellos entre los gabinetes para bloquear el flujo de aire entre los gabinetes en el espacio contenido.
- Utilice paneles para bloquear el flujo de aire debajo del gabinete hacia el espacio contenido.

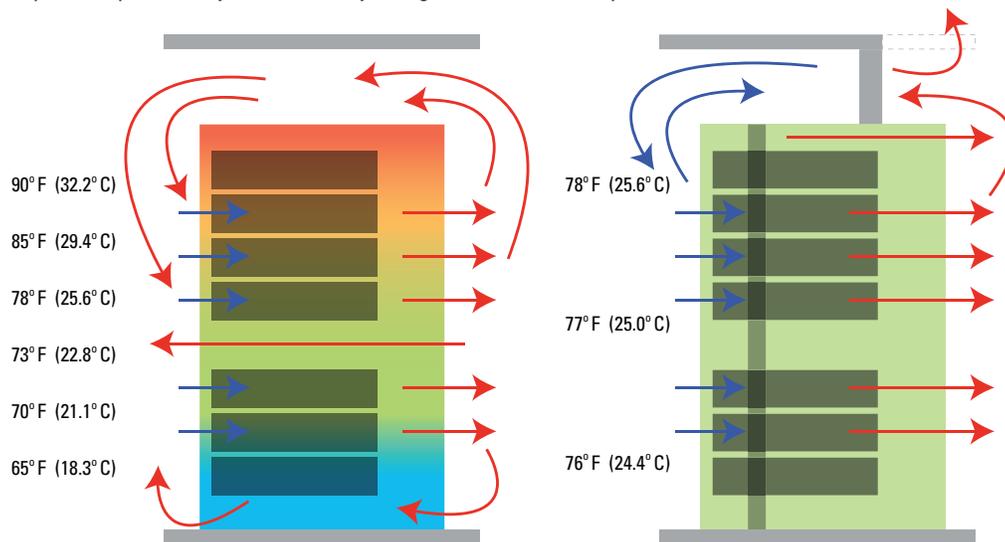


FIGURA 4: Vista en sección de gabinetes que muestran el desvío del flujo de aire alrededor del equipo (izquierda) y que muestra una buena gestión del flujo de aire que guía el aire a través de los equipos y bloquea la recirculación (derecha). Es fundamental utilizar deflectores y paneles de relleno en gabinetes para sellar aberturas que permitirían que el aire se desvíe de los equipos. Todo el aire que pasa a través del gabinete debe pasar a través de los equipos y transferir calor lejos del equipo y fuera del gabinete.

Estos pasos se deben realizar antes de implementar cualquier otro proyecto de contención. El bloqueo del desvío del flujo de aire a través de los gabinetes (y aberturas en pisos de acceso elevados utilizados para llevar el flujo de aire) es un componente vital de cualquier solución eficaz de gestión de flujo de aire, y puede resolver temporalmente los problemas de enfriamiento sin necesidad de salidas mediante conductos adicionales ni contención de pasillo. Además, se necesita un procedimiento y la disciplina del personal para instalar paneles de relleno cuando se quita el equipo y se instalan sellos cuando se crean nuevas aberturas en el piso.

Gestión de la presión

Instalar un "buen sello" en su sistema de contención no es solo una cuestión de tener barreras de contención sin fugas. También exige gestión de la presión total del entorno contenido, particularmente con CAC. Una arquitectura de aislamiento completa debe incluir un sistema eficaz de gestión diferencial de presión. Esto puede incluir la actualización o la introducción de controles de HVAC.

Análisis de ingeniería de aprovechamiento

Una vez que se cumplen los pasos básicos de bloqueo de desvío del flujo de aire en el gabinete y se toma la decisión de implementar un sistema de contención completa, se puede crear un modelo computacional de dinámica de fluidos (CFD) para demostrar los resultados de la adición de contención.

Algunos proveedores de contención pueden brindar un análisis básico, que puede incluir un modelo CFD del espacio para describir las condiciones anteriores y posteriores y el suministro relativo y las temperaturas de retorno. También se puede utilizar para calcular una parte de los ahorros gracias a los requisitos energéticos inferiores del sistema de enfriamiento. CPI ofrece un servicio de inspección del sitio de contención previo a la instalación.

Otra opción es que un estudio formal de ingeniería analice todo el sistema de enfriamiento, las contribuciones de los componentes individuales y el impacto total de la economización anual parcial sobre ese sitio específico. También puede considerar el rendimiento

en diversas condiciones, como los rangos recomendados y permitidos sugeridos en *RP-1499, ASHRAE serie para comunicación de datos 1, Pautas Térmicas para los Entornos de Procesamiento de Datos*². Un estudio de ingeniería brinda una estimación mucho más detallada para incluir cualquier actualización o cambio en el sitio cuando se implementa la solución de contención.

Principales diferencias entre sistemas de contención

La siguiente tabla brinda una lista de las principales consideraciones para cada tipo de sistema de contención y resume las principales diferencias entre los sistemas de contención. Clasifique las soluciones para que coincidan con sus requisitos según una comparación de los beneficios y desafíos anteriormente expuestos y las diferencias de rendimiento, complejidad y el costo relativos presentados a continuación.

Condiciones resumidas	Gabinetes con escape mediante ductos (CPI: ducto de escape vertical).	Contención de pasillo caliente (HAC)	Contención de pasillo frío (CAC)
Condición en espacio contenido	Caliente, aire de retorno	Caliente, aire de retorno	Frío, aire de suministro
Fuga calculada, sistema de contención, buen sello ¹	< 5 %	5 %	5 %
Fuga calculada, piso elevado (cámara de suministro), buen sello ²	0 %	7 %	10 %
Fuga calculada, techo colgante (cámara de retorno), buen sello	3 %	3 %	0 %
implementación de enfriamiento N+1	Habitación	Habitación/pasillo	Habitación/pasillo
Incremento mínimo de implementación de TI	Gabinete	Par de filas	Par de filas
Componentes obligatorios del sistema de contención			
Paneles de relleno para cada U no utilizada en el bastidor	X	X	X
Deflectores de perímetro frontal para el interior de los gabinetes	X	X	X
Sellos para la entrada de cables en los gabinetes	X	X	X
Sellos para la base del gabinete	X	X	X
Ducto de escape vertical de montaje superior	X		
Puertas de pasillo, dos juegos		X	X
Techo del pasillo			X
Ducto de pasillo		X	
Paneles colgantes de pasillo, según sea necesario		X	X
Consideraciones arquitectónicas			
Piso elevado o ductos superiores de aire frío			X
Techo colgante u otra cámara de retorno de aire caliente	X	X	
Collares de ductos para acondicionadores de aire	X	X	
Detección y extinción de incendios en el espacio contenido		X	X
Iluminación en espacio contenido		X	X
¿Interfiere con el paso de cables de red?		X	X
¿Interfiere con el paso de alimentación?		X	X
Consideraciones de diseño			
Realizar análisis CFD de habitación	X	X	X
Análisis de ingeniería para primer detalle de costos, ahorro, retorno de la inversión	Opcional	Opcional	Opcional
Solicitudes de programas de reducción de costos energéticos de servicios públicos	Opcional	Opcional	Opcional
Solicitudes para otros programas de diseño sostenible	Opcional	Opcional	Opcional
Diseño o implementación de controles de sistema de enfriamiento	Opcional	Opcional	Opcional

Continuación de la tabla

Consideraciones sobre la instalación			
Recomendaciones para prolongar la duración del sitio	X		X
Recomendado para nuevas construcciones	X	X	
Dificultad de instalación inicial	Fácil	Moderado	Moderado
Dificultad de cambio; adición de un nuevo gabinete	Fácil	Difícil	Difícil
Dificultad de cambio; quitar o sustituir un gabinete	Fácil	Moderado	Moderado
Precio relativo de contención	Bajo	Mediana	Mediana
Precio relativo de instalación	Bajo	Mediana	Mediana

Notas:

¹ Las fugas de los sistemas de contención individuales variarán según el cuidado utilizado para sellar aberturas al instalar y modificar. Sin embargo, un sello similar se puede crear con cualquiera de los sistemas. 5 % figura como la fuga objetivo para un buen sellado. Esto demuestra el concepto básico de los sistemas de contención con un rendimiento similar, tal como lo sugiere el estudio de T-Systems e Intel. Sin embargo, el rendimiento global debería considerar la fuga adicional a través de piso elevado o cámaras de distribución de techo colgante, que es diferente para cada sistema y puede afectar los costos generales. Las fugas superiores requieren un mayor volumen de aire, lo que significa que se deben utilizar más unidades de enfriamiento o acondicionadores de aire.

² Cuando se utiliza un piso de losa, la fuga estimada y el buen sellado se reduciría a 0 %. Con CAC, el aire frío se envía al espacio contenido por el piso elevado o desde los ductos superiores. Aunque las fugas se reducirían a 0 % con ductos superiores, los ductos tendrán que ser muy grandes para soportar el volumen de aire y el espacio arquitectónico debe poder albergar tanto el tamaño físico de los ductos como la estructura de soporte para ellos. Del mismo modo, si un CAC se utiliza con un enfriamiento en fila, la fuga sería del 0 %, pero el primer costo de implementación y alimentación de las unidades de enfriamiento en fila y los costos de operación de las unidades de enfriamiento normalmente serán mayores que los de un diseño de enfriamiento de un perímetro basado en la habitación.

Conclusión

El tipo de sistema de contención que seleccione para su centro de datos debe basarse en sus propios requisitos comerciales y limitaciones arquitectónicas. Tal como lo demuestran estas notas, los diferentes sistemas comprenden diferentes combinaciones de componentes y costo relativo, y se necesitará diferente cantidad de construcción según su sitio específico. Independientemente del sistema que elija, la reducción en la energía de enfriamiento necesaria para su sitio podría ser significativa.

CPI ofrece los tres estilos de contención. A pesar de que el ducto de escape vertical demostrará ser la solución más eficiente para muchos clientes, los sistemas de HAC y CAC se pueden diseñar e instalar para brindar un rendimiento similar. Nuestros ingenieros de aplicaciones de campo pueden ayudarle a determinar cuál es la solución correcta para su sitio, hacer recomendaciones específicas y brindar análisis sobre cómo la implementación de la contención afectará su rentabilidad.

Si planea implementar o mejorar la gestión del flujo de aire o una solución de contención de centro de datos, comuníquese con CPI para obtener asistencia. 

Referencias

¹ Open Data Center Alliance, T-Systems e Intel. Noviembre de 2011 *DataCenter 2020: las diferentes eficiencias de contención de pasillo caliente y pasillo frío indican que no hay diferencias significativas*. Notas técnicas. <https://opendatacenteralliance.org/article/whitepaper-datacenter-2020-hot-aisle-and-cold-aisle-containment-efficiencies-reveal-no-significant-differences/>

²ASHRAE. 2015. *Serie 1 de ASHRAE Datacom: Thermal Guidelines for Data Processing Environments, cuarta edición*. Comité Técnico 9.9.

Agradecimientos

Este documento presenta los conceptos básicos de control de flujo de aire y los consolidados, resume y actualiza contenido de notas técnicas de CPI anteriores del autor Ian Seaton, quién está jubilado.

Seaton, Ian. Marzo de 2008 *La mejor oportunidad de ahorrar energía en el centro de datos*. Notas técnicas.

Seaton, Ian. Abril de 2009. *Soluciones Passive Cooling de CPI: El camino hacia una mayor densidad y un menor costo total*. Notas técnicas.

Seaton, Ian. Mayo de 2009 *Gabinete con salida mediante conductos – Control del flujo de aire de salida más allá del pasillo caliente/pasillo frío*. Notas técnicas.

Seaton, Ian. Mayo de 2012 *¿Cuánto aislamiento es suficiente?*. Notas técnicas.

Colaboradores



David Knapp, gerente de Marketing de Productos

David Knapp tiene más de 18 años de experiencia en el sector de telecomunicaciones con CPI como experto en aplicación de producto y comunicador técnico en los puestos de Soporte Técnico, escritor técnico y gerente de Marketing de Productos. Actualmente, se concentra en soluciones de centros de datos, redes empresariales y administración de la energía.



CHATSWORTH PRODUCTS

A pesar del esfuerzo realizado para garantizar la precisión de toda la información, CPI no se responsabiliza por errores u omisiones y se reserva el derecho de modificar la información y las descripciones de los servicios o productos presentados.
©2017 Chatsworth Products, Inc. Todos los derechos reservados. Chatsworth Products, CPI, Passive Cooling de CPI, eConnect, RMR, GlobalFrame, MegaFrame, Saf-T-Grip, Seismic Frame, SlimFrame, TeraFrame, GlobalFrame, CUBE-IT PLUS, Evolution, OnTrac, QuadraRack y Velocity son marcas comerciales registradas federalmente de Chatsworth Products. Simply Efficient, Secure Array, EuroFrame, Klik-Nut y Motive son marcas comerciales Chatsworth Products. Todas las otras marcas comerciales pertenecen a sus respectivas empresas. 2/17 MKT-60020-677.es-CO