

Scelta tra sistemi di raffreddamento per Data Center basati su sala, fila o rack

White Paper 130

Revisione 2

di Kevin Dunlap e Neil Rasmussen

> In sintesi

Le apparecchiature IT a densità elevata e variabile di ultima generazione creano condizioni lontane da quelle per cui il tradizionale raffreddamento per Data Center è stato progettato, dando luogo a sistemi di raffreddamento sovradimensionati, inefficienti e poco gestibili. I metodi di raffreddamento basati su sala, fila e rack, invece, sono stati appositamente sviluppati per vincere queste nuove sfide. In questo documento vengono descritti tali metodi di raffreddamento ottimizzati e si forniscono indicazioni sul loro utilizzo nei Data Center di ultima generazione.

Contenuti

Cliccare su una sezione per accedervi

Introduzione	2
Sistemi di raffreddamento basati su sala, fila e rack	2
Confronto tra i tre metodi di raffreddamento	8
Conclusioni	15
Risorse	16

Introduzione

Quasi tutta l'energia elettrica fornita ai carichi IT in un Data Center diventa, alla fine, calore disperso che è necessario rimuovere onde evitare surriscaldamenti. Virtualmente, ogni apparecchiatura IT è raffreddata ad aria: tutte le parti di un'apparecchiatura IT incamerano aria ambiente ed espellono il calore disperso nell'aria di scarico. Poiché un Data Center può contenere migliaia di dispositivi IT, il risultato è che al suo interno vi sono migliaia di percorsi di flussi d'aria calda che insieme rappresentano la produzione totale di calore disperso del Data Center. Tale calore disperso deve essere rimosso. Lo scopo del sistema di condizionamento dell'aria per il Data Center è di catturare in modo efficiente il complesso flusso di calore disperso, espellendolo quindi dalla sala.



Link per visualizzare le risorse disponibili

White Paper 55

The Different Types of Air Distribution for IT Environments

Il metodo tradizionale impiegato per il raffreddamento dei Data Center consiste nell'utilizzo di unità di condizionamento perimetrali che distribuiscono l'aria fredda sotto un pavimento flottante, senza alcuna forma di contenimento. Questa strategia è nota con il nome di distribuzione dell'aria a fornitura mirata e ritorno diffuso, trattata nel White Paper 55, *The Different Types of Air Distribution for IT Environments*. In questo tipo di approccio, uno o più sistemi di condizionamento dell'aria che lavorano in parallelo spingono aria fredda nel Data Center estraendone al contempo aria ambiente più calda. Il principio base è che i condizionatori d'aria non solo offrono capacità di raffreddamento di base, ma funzionano anche come grandi miscelatori che agitano e mescolano in modo costante l'aria nella sala per portarla a una temperatura media uniforme, evitando la formazione di punti caldi. Questo metodo dà buoni risultati solo fintanto che la potenza necessaria per miscelare l'aria rappresenta una piccola parte del consumo energetico totale del Data Center. Le simulazioni e le esperienze mostrano che questo sistema è efficace quando la densità di alimentazione media nel Data Center è nell'ordine di 1-2 kW per rack, ossia di 323-753 W/m² (30-70 W/ft²). Per aumentare la densità di alimentazione di questo tradizionale approccio al raffreddamento è possibile adottare diverse misure, ma ci sono comunque limiti pratici. È possibile trovare ulteriori informazioni sulle limitazioni nell'utilizzo del sistema di raffreddamento tradizionale nel White Paper 46 *Potenza e raffreddamento per blade server e rack ad altissima densità*. Con la densità di alimentazione delle moderne apparecchiature IT che tende a portare i valori di densità di picco fino a 20 kW per rack o più, le simulazioni e le esperienze mostrano che il raffreddamento tradizionale (senza contenimento), dipendente dalla miscelazione dell'aria, non funziona più in modo efficace.



Link per visualizzare le risorse disponibili

White Paper 46

Potenza e raffreddamento per blade server e rack ad altissima densità

Per risolvere questo problema, esistono metodi di progettazione che si concentrano sul raffreddamento basato su sala, fila o rack. Nell'ambito di tali approcci, i sistemi di condizionamento dell'aria sono specificamente integrati con la sala, con le file di rack o con i rack singoli al fine di ridurre al minimo la miscelazione dell'aria. Ciò garantisce una migliore prevedibilità, una densità e un'efficienza superiori, nonché molti altri vantaggi. Nel presente documento vengono spiegati e messi a confronto i diversi metodi. Verrà di seguito dimostrato che ciascuno dei tre approcci ha il proprio specifico campo di applicazione e che è prevedibile una tendenza verso il raffreddamento basato su file per piccoli Data Center e zone ad alta densità, e verso il raffreddamento basato su sala con contenimento per i Data Center più grandi.

Sistemi di raffreddamento basati su sala, fila e rack

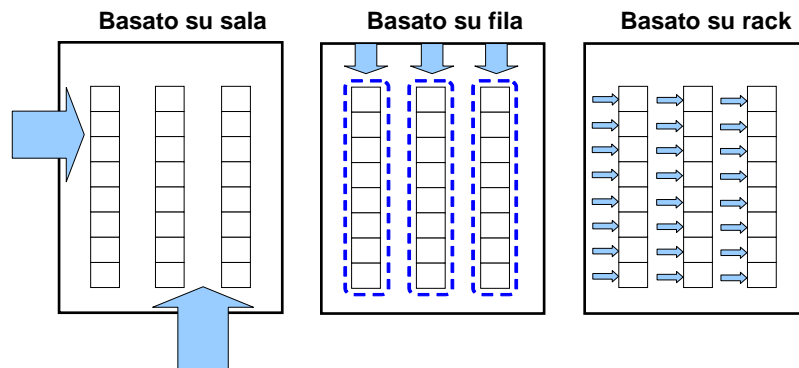
Ogni sistema di condizionamento dell'aria di un Data Center ha due funzioni chiave: fornire la capacità complessiva di raffreddamento e distribuire l'aria ai carichi IT. La prima funzione indicata si applica a tutti i sistemi di raffreddamento per sala, fila e rack e, in particolare, la capacità complessiva di raffreddamento espressa in kilowatt del sistema di condizionamento dell'aria deve consentire di scaricare il carico di alimentazione totale (kW) dell'apparecchiatura IT. La principale differenza tra le architetture di raffreddamento consiste nel modo in cui esse eseguono la seconda delle funzioni critiche indicate sopra, ossia la distribuzione dell'aria ai carichi. La principale differenza tra i sistemi di raffreddamento basati su sala, fila e rack consiste nel modo in cui essi eseguono la seconda delle funzioni critiche

indicate sopra, ossia la distribuzione dell'aria ai carichi. Diversamente dalla distribuzione dell'alimentazione (per la quale il flusso è limitato ai fili e chiaramente visibile come parte del design), il flusso d'aria è solo approssimativamente vincolato dal design della sala; inoltre il flusso d'aria effettivo non è visibile nell'implementazione e varia considerevolmente tra le varie installazioni. Il controllo del flusso d'aria costituisce l'obiettivo principale dei diversi metodi di progettazione dei sistemi di raffreddamento.

Le 3 configurazioni di base sono illustrate planimetrie generiche della **Figura 1**. In tale figura, gli elementi quadrati neri rappresentano i rack disposti in file e le frecce blu rappresentano l'associazione logica delle unità di trattamento dell'aria della sala computer (CRAH, Computer Room Air Handler) ai carichi nei rack IT. Il layout fisico effettivo delle unità CRAH può variare. Nel raffreddamento basato su sala, le unità CRAH sono associate alla sala; nel raffreddamento basato su file, le unità CRAH sono associate a file o gruppi, mentre nel raffreddamento basato su rack, le unità CRAH sono associate con i singoli rack.

Figura 1

Planimetrie che mostrano il concetto di base di sistema di raffreddamento basato su sala, fila e rack. Le frecce blu indicano la relazione tra la sala e i principali percorsi di fornitura dell'aria di raffreddamento.



Nelle seguenti sezioni vengono riepilogati i principi operativi di base relativi a ciascun metodo.

Raffreddamento basato su sala

Nel raffreddamento basato su sala, le unità CRAH sono associate alla sala e agiscono in contemporanea per affrontare il carico termico totale della sala stessa. Il raffreddamento basato su sala può essere composto da uno o più condizionatori d'aria che forniscono aria fredda senza alcun vincolo di condutture, smorzatori, bocchettoni e simili oppure con fornitura e/o aspirazione parzialmente limitate da un sistema a pavimento sollevato o da un plenum di aspirazione a soffitto. Per ulteriori informazioni, consultare il White Paper 55, *The Different Types of Air Distribution for IT Environments*.

Durante la fase di progettazione, l'attenzione rivolta al flusso d'aria varia solitamente in modo notevole. Per sale di dimensioni inferiori, i rack vengono talvolta disposti in modo non pianificato, senza alcuno specifico vincolo pianificato per il flusso d'aria. Per installazioni di dimensioni superiori e più sofisticate, è possibile che per distribuire l'aria in layout di corridoi caldi/corridoi freddi ben pianificati (con il preciso scopo di indirizzare e allineare il flusso d'aria agli armadi IT) vengano utilizzati dei pavimenti sollevati.

Il design basato su sala è notevolmente influenzato dai vincoli specifici della sala, inclusi altezza del soffitto, forma della sala, ostruzioni sopra/sotto il pavimento, layout dei rack, posizione delle unità CRAH, distribuzione dell'alimentazione tra i carichi IT e così via.

Quando i percorsi di approvvigionamento e di ritorno non sono contenuti, il risultato è che le prestazioni sono scarsamente prevedibili e poco uniformi, soprattutto all'aumentare della densità di alimentazione. Pertanto, con i progetti tradizionali, per comprendere al meglio le prestazioni legate al design di installazioni specifiche, potrebbero essere necessarie complesse simulazioni al computer denominate nel loro insieme

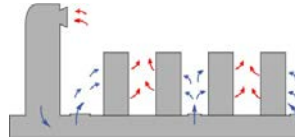
Link per visualizzare le risorse disponibili
[White Paper 55](#)

The Different Types of Air Distribution for IT Environments

“fluidodinamica computazionale” (CFD, Computational Fluid Dynamics). Inoltre, alterazioni delle apparecchiature IT, quali spostamenti, aggiunte e modifiche, potrebbero invalidare il modello di prestazioni e richiedere ulteriori analisi e/o test. In particolare, la verifica della ridondanza CRAH tramite analisi risulta ancora più complicata e difficile da convalidare. Un esempio di configurazione di raffreddamento basata su sala è illustrato nella **Figura 2**.

Figura 2

Esempio di raffreddamento basato su stanza tradizionale e senza contenimento



Un altro significativo difetto raffreddamento basato su sala e senza contenimento consiste nel fatto che in molti casi non è possibile utilizzare l'intera capacità nominale del sistema CRAH. Ciò si verifica, quando un'elevata percentuale dei percorsi di distribuzione dell'aria dalle unità CRAH bypassa i carichi IT e torna direttamente alle unità CRAH stesse. Tale azione di bypass significa che il flusso d'aria CRAH non porta al raffreddamento dei carichi. Si tratta, in pratica, di una riduzione nella capacità di raffreddamento globale. Di conseguenza, i requisiti di raffreddamento del layout IT possono risultare superiori alla capacità di raffreddamento del sistema CRAH, nonostante la quantità necessaria di capacità nominale. Questo aspetto è descritto in modo più dettagliato nel White Paper 49, *Avoidable Mistakes that Compromise Cooling Performance in Data Centers and Network Rooms*.



Link per visualizzare le risorse disponibili
White Paper 49

Avoidable Mistakes that Compromise Cooling Performance in Data Centers and Network Rooms



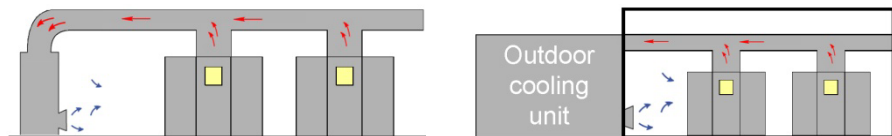
Link per visualizzare le risorse disponibili
White Paper 135

Impatto del contenimento dei corridoi di aria calda e fredda sulla temperatura e sull'efficienza del Data Center

Per nuovi Data Center maggiori di 200 kW, il raffreddamento basato su sala deve avere come specifica il contenimento del corridoio di aria calda, per evitare i problemi trattati sopra. Questo metodo è efficace sia con che senza pavimento flottante e le unità di raffreddamento possono essere collocate sia all'interno del Data Center che all'esterno. Per i Data Center esistenti con raffreddamento basato su sala e con pavimento flottante, è consigliato il contenimento del corridoio di aria fredda, perché normalmente è più semplice implementarlo. Per ridurre al minimo la miscelazione nei Data Center, viene utilizzato sia il contenimento del corridoio caldo che del corridoio freddo. Ognuna di queste soluzioni presenta i propri vantaggi esclusivi, descritti più in dettaglio nel White Paper 135, *Impatto del contenimento dei corridoi di aria calda e fredda sulla temperatura e sull'efficienza del Data Center*. Nella **Figura 3** sono illustrati due esempi di raffreddamento di ultima generazione basato su sala.

Figura 3

Esempi di raffreddamento di ultima generazione basato su sala con contenimento



Raffreddamento basato su fila

Con una configurazione basata su fila, le unità CRAH sono associate a una fila, si presuppone cioè che esse siano dedicate a una fila ai fini della progettazione. Le unità CRAH possono essere posizionate tra i rack IT oppure possono essere montate a soffitto. In confronto al tradizionale raffreddamento basato su sala senza contenimento, i percorsi del flusso d'aria sono più brevi e più chiaramente definiti. Inoltre, i flussi d'aria sono più prevedibili ed è possibile utilizzare l'intera capacità nominale del sistema CRAH, nonché ottenere densità di alimentazione superiori.

Il raffreddamento basato su fila ha numerosi vantaggi secondari, oltre alle prestazioni del sistema di raffreddamento. La riduzione della lunghezza del percorso del flusso d'aria implica la diminuzione della quantità di potenza necessaria per la ventola CRAH, aumentando in tal modo l'efficienza. Questo non è un vantaggio minore, se si considera il fatto che in molti Data Center con carico modesto le perdite di potenza della ventola CRAH superano da sole il consumo energetico complessivo del carico IT.

Un design basato su fila consente di focalizzare la capacità e la ridondanza di raffreddamento sulle esigenze effettive di specifiche file. Ad esempio, una fila di rack può eseguire applicazioni ad alta densità quali i blade server mentre un'altra fila esegue applicazioni a densità di alimentazione inferiore, quali gli armadi di comunicazione. Inoltre, è possibile focalizzare la ridondanza N+1 o 2N su file specifiche.

Per nuovi Data Center minori di 200 kW, deve essere specificato il raffreddamento basato su fila, che può essere allestito senza pavimento flottante. Per i Data Center esistenti, il raffreddamento basato su fila deve essere preso in considerazione al momento della distribuzione di carichi a densità più elevate (5 kW per rack e superiori). Il White Paper 134, *Implementazione di pod ad alta densità in un Data Center a bassa densità*. Nelle **Figure 4a e 4b** sono illustrati esempi di raffreddamento basato su fila.


 Link per visualizzare le risorse disponibili
White Paper 134
Implementazione di pod ad alta densità in un Data Center a bassa densità

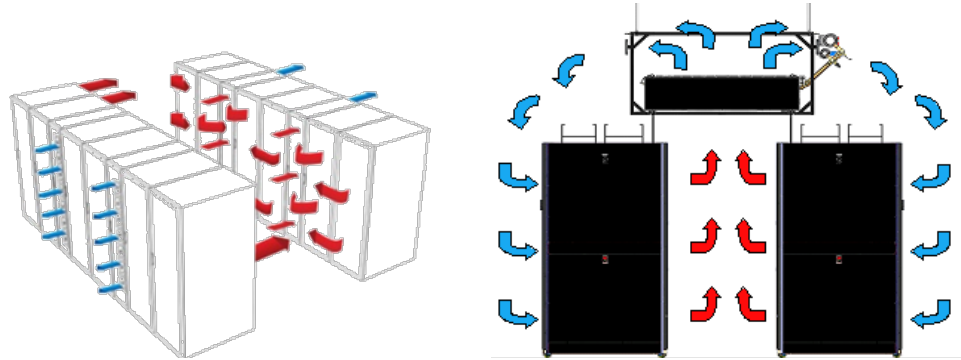
Figura 4

4a (sinistra)


Raffreddamento basato su fila montato a pavimento

4b (destra)

Raffreddamento basato su fila montato a soffitto



Entrambi i sistemi di raffreddamento illustrati nella **Figura 4a e 4b** possono inoltre essere configurati come sistema di contenimento del corridoio caldo in grado di estendere la capacità di densità di alimentazione. Questo design ottimizza ulteriormente la prevedibilità delle prestazioni eliminando qualsiasi possibilità di miscelazione dell'aria. Le semplici e predefinite geometrie di layout del raffreddamento basato su fila danno luogo a prestazioni prevedibili, che possono essere interamente personalizzate dal produttore e sono relativamente immuni all'influenza della geometria o di altri vincoli della sala. Ciò rende notevolmente più semplice sia la definizione che l'implementazione dei progetti, in particolare a densità superiori a 5 kW per rack. Le modalità di definizione della densità di alimentazione sono descritte in modo dettagliato nel White Paper 120, *Linee guida per calcolare la densità di potenza dei Data Center*.

 Link per visualizzare le risorse disponibili
White Paper 120
Linee guida per calcolare la densità di potenza dei Data Center

Raffreddamento basato su rack

Con un raffreddamento basato su rack, le unità CRAH sono associate a un rack, si presuppone cioè che esse siano dedicate a un rack ai fini della progettazione. Le unità CRAH vengono direttamente montate sui rack IT o al loro interno. Rispetto al raffreddamento basato su sala o su fila, i percorsi del flusso d'aria del raffreddamento basato su rack sono ancora più brevi e chiaramente definiti; i flussi d'aria sono pertanto totalmente immuni a qualsiasi variazione di installazione o vincolo della sala. Di conseguenza, è possibile utilizzare l'intera capacità nominale del sistema CRAH, nonché ottenere i valori di densità di alimentazione più elevati (fino a 50 kW per rack). Nella **Figura 5** è mostrato un esempio di raffreddamento basato su rack.

Figura 5

Raffreddamento basato su rack con unità di raffreddamento completamente integrata nel rack



Il raffreddamento basato su rack, come quello basato su fila, ha altre caratteristiche univoche, oltre alla grande capacità di densità. La riduzione della lunghezza del percorso del flusso d'aria implica la diminuzione della quantità di potenza necessaria per la ventola CRAH, aumentando in tal modo l'efficienza. Come già spiegato in precedenza, questo non è un vantaggio minore, se si considera che in molti Data Center con carico modesto le perdite di potenza della ventola CRAH superano da sole il consumo energetico complessivo del carico IT.

Una progettazione basata su rack consente di focalizzare la capacità e la ridondanza di raffreddamento sulle effettive esigenze di specifici rack, ad esempio diverse densità di alimentazione per blade server/armadi di comunicazione. Inoltre, è possibile focalizzare la ridondanza N+1 o 2N su rack specifici. Invece, il raffreddamento basato su fila e su sala consente di specificare tali caratteristiche solo a livello di fila e sala rispettivamente.

Proprio come nel caso del raffreddamento basato su fila, la geometria deterministica del raffreddamento basato su rack dà luogo a prestazioni prevedibili, che possono essere interamente personalizzate dal produttore. Ciò consente di specificare in modo semplice la densità di alimentazione e il design al fine di implementare la densità indicata. Il raffreddamento basato su rack deve essere utilizzato in Data Center di tutte le dimensioni quando è necessario il raffreddamento per rack indipendenti ad alta densità. Il principale svantaggio di questo approccio, rispetto agli altri, è che richiede un elevato numero di dispositivi di condizionamento dell'aria e di tubazioni associate, soprattutto a densità di alimentazione inferiori.

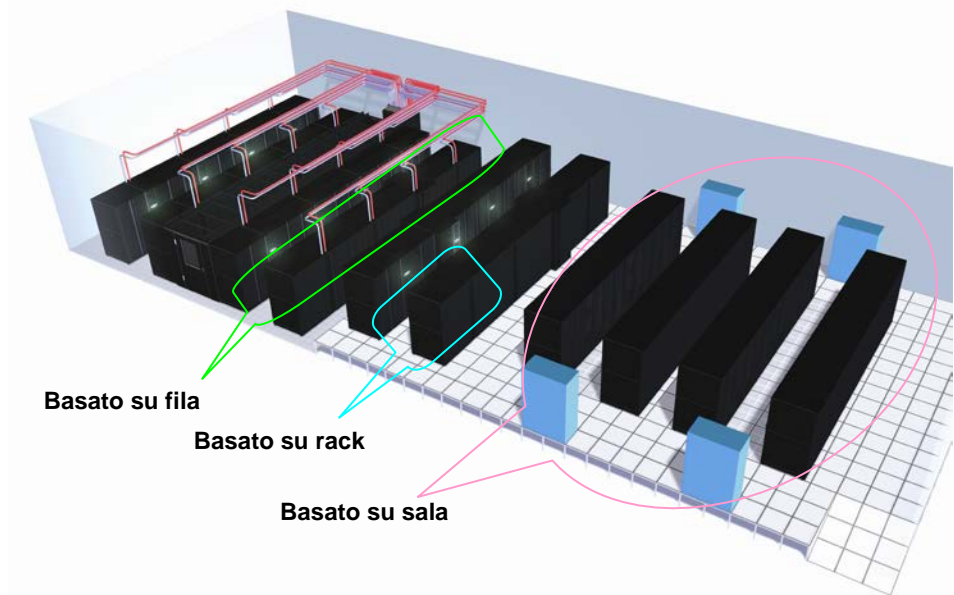
Raffreddamento ibrido

Niente impedisce che il raffreddamento basato su sala, fila e rack venga utilizzato insieme in una stessa installazione. Infatti, in molti casi l'uso di più architetture risulta vantaggioso. Come illustrato nella **Figura 6**, posizionare diverse unità di raffreddamento in differenti posizioni nello stesso Data Center è considerato come un approccio ibrido. Questo approccio apporta vantaggi ai Data Center che operano su un ampio spettro di densità di alimentazione dei rack.

Il raffreddamento basato su fila o rack può inoltre risultare molto utile per eseguire aggiornamenti di densità nell'ambito di un design basato su sala a bassa densità esistente. In tal caso, piccoli gruppi di rack in un Data Center esistente vengono predisposti con sistemi di raffreddamento basati su fila o rack. L'apparecchiatura di raffreddamento a livello di fila o rack isola in modo efficace i nuovi rack a densità elevata, rendendoli in pratica "neutrali" dal punto di vista termico, rispetto al sistema di raffreddamento basato su sala esistente. Tuttavia è molto probabile che questo abbia un significativo effetto positivo grazie all'effettiva aggiunta di capacità di raffreddamento per il resto della sala. Di conseguenza, è possibile aggiungere carichi ad alta densità a un Data Center a bassa densità esistente senza modificare il sistema di raffreddamento basato su sala in uso. L'implementazione di questo metodo dà come risultato lo stesso raffreddamento ibrido mostrato nella **Figura 6**.

Figura 6

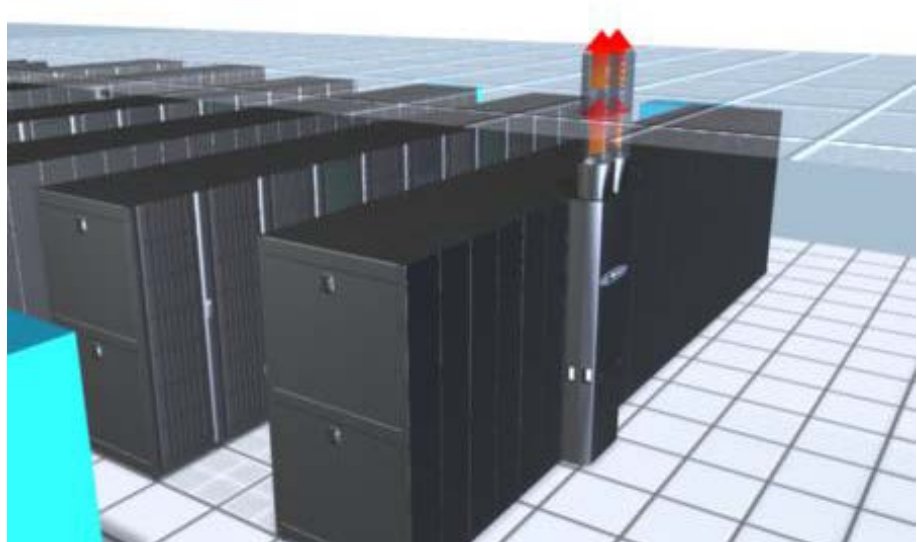
Disposizione a pavimento d un sistema che utilizza contemporaneamente architetture basate su sala, su fila e su rack



Un altro esempio di approccio ibrido consiste nell'utilizzare un sistema di raffreddamento per rack a camino per catturare l'aria di scarico a livello del rack e incanalarla direttamente verso un sistema di raffreddamento basato su sala. Questo sistema ha alcuni dei vantaggi di un sistema di raffreddamento basato su rack, ma può essere integrato in un sistema di raffreddamento basato su sala esistente o pianificato. Un esempio di questo tipo di apparecchiatura è mostrato nella **Figura 7**.

Figura 7

Sistema di scarico a livello rack nel controsoffitto



Confronto tra i tre metodi di raffreddamento

Per fare le scelte giuste tra raffreddamento basato su sala, fila o rack per nuovi Data Center o per ampliamenti, è essenziale mettere in relazione le prestazioni dei metodi di raffreddamento con i problemi pratici che influiscono sul design e sul funzionamento dei Data Center reali.

In questa sezione vengono messi a confronto i tre metodi di raffreddamento rispetto a diversi criteri comunemente identificati dagli utenti di Data Center, tra cui:

- Agilità
- Disponibilità di sistema
- Costi legati al ciclo di vita (TCO)
- Funzionalità
- Gestibilità
- Costi iniziali
- Efficienza elettrica
- Tubazioni dell'acqua o altre tubazioni in prossimità di un'apparecchiatura IT
- Posizione dell'unità di raffreddamento
- Ridondanza
- Metodo di eliminazione del calore

Nella **Tabella 1** vengono riepilogati i primi cinque criteri mostrando un confronto tra pro e contro del raffreddamento basato su rack, fila e sala. Dalla tabella è possibile trarre le seguenti conclusioni:

- Il raffreddamento basato su rack è il più flessibile, il più rapido da implementare ed è in grado di ottenere elevati valori di densità, ma comporta spese aggiuntive.
- Il raffreddamento basato su fila garantisce gran parte della flessibilità, della rapidità e dei vantaggi in termini di densità dell'approccio basato su rack, però con costi minori.
- Il raffreddamento basato su sala consente cambiamenti rapidi al modello di distribuzione del raffreddamento tramite la riconfigurazione delle piastrelle. La ridondanza nel raffreddamento è condivisa tra tutti i rack del Data Center con basse densità. Tale metodo offre vantaggi in termini di costi e semplicità.

Tabella 1

Pro e contro del sistema di raffreddamento basato su rack, fila e sala. Le buone prestazioni sono evidenziate.

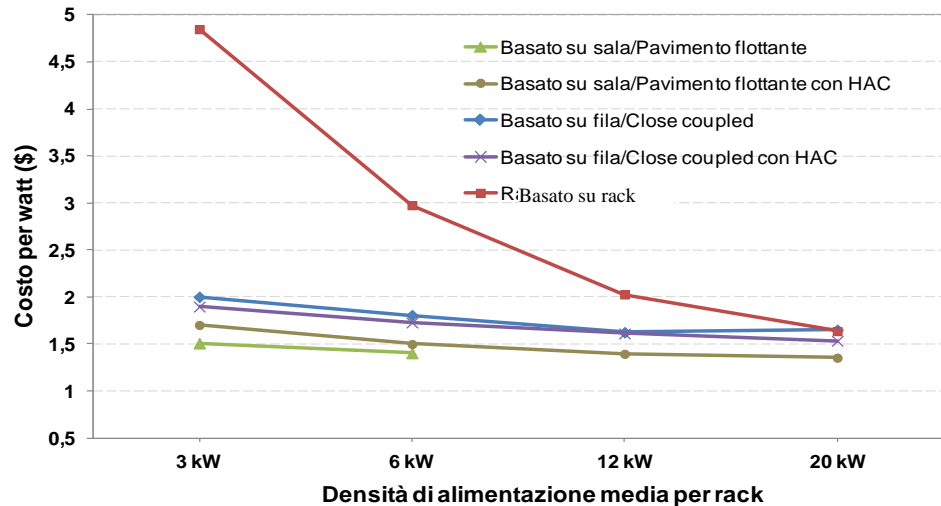
Categoria		Basato su rack	Basato su fila	Basato su sala
Agilità	Pro	Semplice da pianificare per qualsiasi densità di alimentazione; isolato dal sistema di raffreddamento attuale	Semplice da pianificare per qualsiasi densità di alimentazione; è possibile condividere la capacità di raffreddamento	Modifica rapida del modello di distribuzione del raffreddamento per densità di alimentazione <3 kW.
	Contro	Non è possibile condividere con altri rack la capacità di raffreddamento	Necessario layout con corridoio caldo/corridoio freddo	Meno efficiente se non presente in tutto lo spazio
Disponibilità di sistema	Pro	Il sistema close coupling elimina i punti di concentrazione del calore e i gradienti di temperatura verticali; le soluzioni standardizzate riducono al minimo l'errore umano	È possibile condividere le unità ridondanti tra più rack in un pod; il sistema close coupling elimina i gradienti di temperatura verticali	È possibile condividere le unità ridondanti tra tutti i rack del Data Center
	Contro	Ridondanza necessaria per ogni rack	Ridondanza necessaria per ogni pod di rack	Contenimento necessario per separare i flussi d'aria
Costi legati al ciclo di vita (TCO)	Pro	Il sistema preingegnerizzato e i componenti standardizzati eliminano o riducono la necessità di pianificazione e progettazione	Capacità di soddisfare i requisiti di raffreddamento; è possibile eliminare o ridurre pianificazione e progettazione	È semplice riconfigurare le piastrelle perforate
	Contro	È probabile che il sistema di raffreddamento sia sovradimensionato e la sua capacità verrà sprecata, con aumento dei costi iniziali	In questo approccio i costi iniziali possono essere maggiori all'aumentare delle dimensioni del Data Center	La distribuzione dell'aria implica capacità sovradimensionate; i requisiti di pressione per l'area di distribuzione al di sotto del pavimento variano in funzione delle dimensioni della sala e della profondità del pavimento
Funzionalità	Pro	I componenti standardizzati riducono il livello di esperienza tecnica; il personale interno può eseguire le procedure di assistenza di routine	I componenti modulari riducono l'inattività; i componenti standardizzati riducono il livello di esperienza tecnica richiesto	L'apparecchiatura di raffreddamento è posta sul perimetro o fuori dalla sala, in modo che i tecnici restino a di sala dall'apparecchiatura IT
	Contro	Ridondanza 2N richiesta per contemporanea riparazione e manutenzione del sistema	L'apparecchiatura di raffreddamento è posta sulla fila, per cui i tecnici lavoreranno vicino all'apparecchiatura IT	Necessario un tecnico qualificato o esperti per eseguire l'assistenza
Gestibilità	Pro	Facile navigare nell'interfaccia di menu, con possibilità di fornire analisi di guasto predittive	Facile navigare nell'interfaccia di menu, con possibilità di fornire analisi di guasto quasi predittive	I sistemi più grandi semplificano il numero di punti a cui connettersi e da gestire
	Contro	Per grandi allestimenti sono necessari molti punti di connettività	Per grandi allestimenti sono necessari molti punti di connettività	Necessaria formazione avanzata per l'assistenza; impossibile fornire analisi in tempo reale

Costi iniziali

Gran parte dei responsabili di Data Center si preoccupano per i costi iniziali dei diversi metodi di raffreddamento. È stata eseguita un'analisi con lo scopo di illustrare come variano i costi iniziali per i tre diversi tipi di metodi di raffreddamento con refrigerazione ad acqua in funzione delle densità di alimentazione dei rack. Nella **Figura 8** vengono illustrati i risultati per un Data Center, basati sui presupposti indicati nella casella laterale.

Figura 8

Costi iniziali in funzione della densità di alimentazione rack media per i tre tipi di metodi di raffreddamento



> Dati di base del Data Center

- Carico IT: 480 kW
- Ubicazione: St. Louis, MO
- Densità di rack: 3, 6, 12, 20 kW per rack (120 cfm/kW)
- Miscelazione dell'aria e bypass per l'aria fredda per sistema basato su sala senza HAC: 125% del nominale
- Costi delle tubature basati sul database dei costi RSMears: tubazioni in acciaio
- Costo dell'energia: \$ 0,15 kW/h
- I costi iniziali comprendono: unità di raffreddamento, tubature, refrigeratore monoblocco, installazione e contenimento
- I costi elettrici annui comprendono: ventola unità di raffreddamento, refrigeratore e pompe
- Ridondanza di raffreddamento: N

Il raffreddamento basato su sala presenta i costi iniziali più bassi perché ha meno unità di raffreddamento e tubazioni. Il costo diminuisce leggermente all'aumentare della densità di alimentazione del rack perché, a parità di capacità del Data Center, il modello presume un ingombro del Data Center minore via via che la densità aumenta. Di conseguenza, sono necessari meno pavimenti flottanti e tubature: da qui i minori costi iniziali. Si noti che l'efficienza elettrica basata su sala peggiorerà all'aumentare della densità di alimentazione del rack (argomento trattato nella sezione successiva). L'HAC (contenimento del corridoio di aria calda) aumenta la densità di alimentazione per tutti e due i metodi di alimentazione e riduce sensibilmente il consumo energetico del sistema di raffreddamento (argomento trattato nella sezione successiva), anche se i costi iniziali aumentano leggermente a causa del costo di contenimento.

Il raffreddamento basato su fila presenta costi iniziali leggermente più alti rispetto a quello basato su sala, perché ha un numero relativamente maggiore di unità di raffreddamento e tubazioni. Il costo diminuisce all'aumentare della densità di alimentazione del rack per lo stesso motivo del raffreddamento basato su sala, tranne che per il fatto che anche il numero delle unità di raffreddamento diminuirà all'aumentare della densità. L'HAC non riduce solo il consumo energetico del raffreddamento basato su fila, ma anche i costi iniziali perché richiede meno unità di raffreddamento.

Il raffreddamento basato su rack presenta costi iniziali leggermente più alti rispetto agli altri due metodi a densità di alimentazione minori. Questo avviene a causa dell'aumento del numero di unità di raffreddamento, che comporta l'incremento del costo in conto capitale delle unità e delle tubature per le densità minori. Ad esempio, per lo scenario con rack da 3 kW, il raffreddamento basato su fila presenta un totale di 48 unità di raffreddamento, ma per il sistema basato su rack le unità passano a 160. Anche il raffreddamento basato su rack richiede contenimento anteriore e posteriore per rack e unità di raffreddamento, aspetto che aggiunge ulteriori costi iniziali al sistema. All'aumentare della densità, i costi iniziali migliorano sensibilmente, perché il numero di unità di raffreddamento viene ridotto per

ottimizzare i costi iniziali stessi. Quindi, il raffreddamento basato su rack è la soluzione più economica per alte densità di alimentazione per rack.

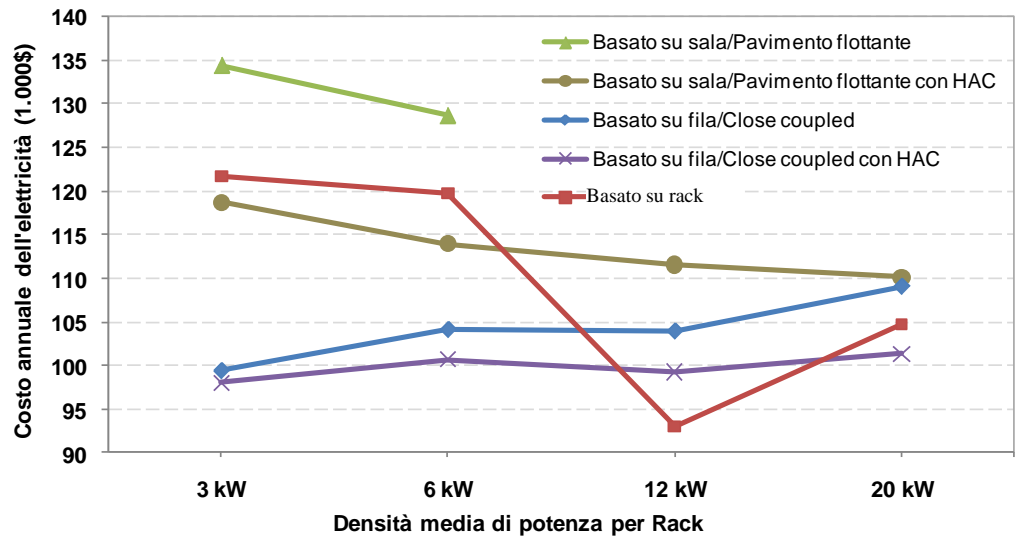
Efficienza elettrica

I costi per l'elettricità stanno diventando una parte sempre più consistente dei costi operativi totali, a causa dell'aumento delle tariffe per l'elettricità, dei requisiti di energia elettrica dei server e della densità di alimentazione. Mentre il fatto che i costi per l'elettricità dipendono dalle tariffe e dall'alimentazione dei server è chiaramente compreso da tutti, solitamente l'influenza della densità di alimentazione su tali costi non viene presa in considerazione.

La **Figura 9** mostra gli effetti della densità di alimentazione sui costi annuali per l'elettricità nei tre tipi di metodi di raffreddamento con refrigerazione ad acqua, utilizzando gli stessi presupposti della **Figura 8**.

Figura 9

Costi elettrici annui in funzione della densità di alimentazione rack media per i tre tipi di metodi di raffreddamento



I costi dell'elettricità per raffreddamento basato su sala senza HAC sono più elevati per via della necessità propria di questo metodo di spostare una quantità maggiore di aria su distanze superiori e per la necessità delle unità CRAH di consumare elettricità per agitare o mescolare l'aria nella sala, onde evitare i punti di concentrazione del calore. Tali costi dell'elettricità vengono ridotti utilizzando il sistema HAC, per via della separazione dei flussi d'aria. All'aumentare della densità, i costi energetici diminuiscono leggermente per via dei tubi più corti e della relativa diminuzione di consumo energetico della pompa.

I costi per l'elettricità sono decisamente ridotti per il raffreddamento basato su fila rispetto a quello basato su sala, poiché le unità CRAH sono strettamente collegate al carico e dimensionate in base ad esso. Si evitano flussi d'aria inutili, con un risparmio potenziale nel consumo energetico della ventola di oltre il 50% rispetto al raffreddamento basato su sala. I costi elettrici aumenteranno all'aumentare della densità di alimentazione del rack, perché verrà ridotto il numero di unità di raffreddamento e sarà necessario un flusso d'aria e d'acqua maggiore per consentire a ogni unità di raffreddamento di raggiungere la capacità necessaria a mantenere le temperature. La maggiore velocità di esercizio della ventola riduce gli effettivi risparmi che è possibile raggiungere con le ventole a velocità variabile. In tal caso, l'aggiunta di unità ridondanti comporterà in effetti una riduzione del consumo energetico, ma prevederà costi iniziali più alti. Inoltre, l'elevato flusso d'acqua necessario per mantenere la capacità consuma ulteriore energia.

I costi elettrici per il raffreddamento basato su rack sono maggiori a basse densità per via dell'aumento del numero di unità di raffreddamento, che richiede un maggiore consumo energetico per lo spostamento di aria e acqua. anche con ventole a velocità variabile, l'aumento delle unità di raffreddamento a densità minori limita il risparmio energetico raggiunto con la velocità minima delle ventole. A densità minori, la velocità minima delle ventole fornisce un flusso d'aria maggiore di quanto necessario. Inoltre, sono necessarie ulteriori tubature per convogliare l'acqua. All'aumentare della densità di alimentazione del rack, i costi energetici diminuiscono. Ma, per le alte densità, il costo inizierà ad aumentare perché ogni rack dispone di un'unità di raffreddamento e, all'aumentare delle densità, è necessario un flusso d'aria maggiore da ogni unità di raffreddamento, le ventole CRAH si avvicineranno alla velocità massima di esercizio e tutto questo comporterà una riduzione dei risparmi effettivi che è possibile ottenere con le ventole a velocità variabile. Inoltre, anche l'elevato flusso d'acqua necessario per mantenere la capacità consuma ulteriore energia.

Tubazioni dell'acqua o altre tubazioni in prossimità di un'apparecchiatura IT

Le ricerche evidenziano le preoccupazioni degli utenti per la co-localizzazione di tubazioni di acqua e refrigerante con le apparecchiature IT, per via della possibilità di perdite di liquidi su queste ultime e per il relativo fermo macchine o danneggiamento.

I Data Center ad alta densità con più condizionatori d'aria si avvalgono generalmente di un sistema di raffreddamento con refrigerazione ad acqua. Si prevede che questa tendenza continui ancora a causa di aspetti legati all'ambiente e ai costi. Sebbene esistano dei refrigeranti che hanno meno probabilità di danneggiare un'apparecchiatura IT, essi rappresentano un'alternativa più dispendiosa rispetto all'acqua. Le preoccupazioni relative alla disponibilità e la spinta verso densità più elevate hanno portato all'introduzione di sistemi a pompaggio di refrigerante all'interno dell'ambiente del Data Center. Tali sistemi sono generalmente costituiti da uno scambiatore di calore e una pompa che isolano l'elemento refrigerante nel Data Center dall'acqua refrigerata e consentono una refrigerazione senza oli per ridurre la contaminazione in caso di perdita. Tuttavia, il sistema può isolare anche altri liquidi di raffreddamento, come il glicole. Per ulteriori informazioni sui sistemi a pompaggio di refrigerante, consultare il White Paper 59, *The Different Technologies for Cooling Data Centers*.



Link per visualizzare le risorse disponibili

White Paper 59

The Different Technologies for Cooling Data Centers

Posizione dell'unità di raffreddamento

L'ubicazione di un'unità di condizionamento dell'aria può avere notevoli ripercussioni sulle prestazioni del sistema.

Nel caso raffreddamento basato su rack, il problema relativo alla prevedibilità delle prestazioni viene completamente eliminato determinando l'esatta ubicazione del condizionatore d'aria rispetto al carico di destinazione. Il vantaggio è che le prestazioni del sistema di raffreddamento possono essere completamente definite in anticipo. Se il progetto del sistema prevede un'implementazione graduale, l'ubicazione delle future unità di condizionamento dell'aria non richiede grandi sforzi di pianificazione o progettazione, poiché esse vengono automaticamente implementate assieme a ciascun rack.

Il posizionamento dei condizionatori d'aria nel raffreddamento basato su fila dipende da semplici regole di progettazione. La quantità e l'ubicazione dei condizionatori d'aria basati su fila vengono determinate in base a regole stabilite mediante simulazioni e test. Naturalmente, è inclusa la necessità di garantire che i condizionatori d'aria abbiano dimensioni sufficienti per le specifiche di densità delle file. Vi sono inoltre altre regole (ad esempio quella che prevede di evitare le ubicazioni alle estremità delle file) che consentono di ottimizzare le prestazioni e la capacità del sistema. Nelle future implementazioni, viene conservata una

certa flessibilità di posizionamento durante l'intera fase di implementazione. La densità di alimentazione rack media/media di picco della fila può essere utilizzata per stabilire la quantità e l'ubicazione dei condizionatori d'aria nell'ambito di un processo "just in time". Il raffreddamento basato su fila è il più flessibile rispetto a quello basato su rack, presenta un minore ingombro e costi ridotti.

Nel caso del raffreddamento basato su sala senza contenimento, l'efficienza dipende sostanzialmente dall'ubicazione delle unità di raffreddamento. Ad esempio, è possibile che le ubicazioni più efficaci non siano disponibili, a causa dei vincoli fisici della sala, tra cui vani delle porte, finestre, rampe e tubazioni inaccessibili. Generalmente, il risultato è un design ben lontano dall'essere ottimale, anche nel caso in cui vengano applicati ingenti sforzi di ingegnerizzazione. Inoltre, la logistica dell'installazione di condizionatori d'aria basati su sala richiede solitamente che essi vengano posizionati per primi nella sala prevedendo già tutte le future fasi di implementazione IT. Poiché l'esatto layout delle fasi IT future può non essere sempre prevedibile, le ubicazioni dei condizionatori risultano spesso inappropriate. È questo il motivo per cui il contenimento è così importante per i moderni progetti di raffreddamento basato su sala. Il contenimento consente una flessibilità molto maggiore nel posizionamento delle unità di raffreddamento. Il raffreddamento basato su sala con contenimento consente inoltre di posizionare le unità CRAH al di fuori del Data Center.

Ridondanza

La ridondanza è necessaria nei sistemi di raffreddamento per consentire il mantenimento di sistemi attivi e garantire il corretto funzionamento dei Data Center in caso di guasto a un dispositivo di condizionamento dell'aria. I sistemi di alimentazione spesso utilizzano alimentatori a doppio percorso per i sistemi IT al fine di assicurare la ridondanza. Ciò è dovuto al fatto che i cavi e i collegamenti di alimentazione rappresentano di per sé un potenziale singolo punto di guasto. Nel caso del raffreddamento, il design N+1 è comune rispetto al doppio percorso, poiché i percorsi comuni di distribuzione dell'aria, essendo semplicemente costituiti da flussi aperti di aria attorno al rack, hanno probabilità di guasto molto ridotte. In questo caso, l'idea è che, se il sistema richiede quattro unità CRAH, l'aggiunta di una quinta unità consentirà di soddisfare il carico di raffreddamento totale anche in caso di guasto di una delle altre unità. Da qui la denominazione di "ridondanza N+1". Per densità di alimentazione superiori, questo semplice concetto di ridondanza non è più applicabile. Il modo in cui la ridondanza viene garantita è diverso per i tre tipi di metodi di raffreddamento, come spiegato di seguito.

Per il raffreddamento basato su rack, non vi è alcuna possibilità di condividere il raffreddamento tra i rack, né alcun percorso di distribuzione comune per l'aria. Pertanto, l'unico modo per garantire la ridondanza è di fornire un sistema CRAH a doppio percorso N+X o 2N completo per ciascun rack, essenzialmente almeno due sistemi CRAH per rack. Si tratta di un grande svantaggio rispetto agli altri due approcci. Tuttavia, per rack isolati ad alta densità è una soluzione molto efficace, poiché la ridondanza è interamente determinata e prevedibile, risultando indipendente da qualsiasi altro sistema CRAH.

Il raffreddamento basato su fila assicura la ridondanza a livello di fila. Ciò richiede un'unità CRAH aggiuntiva o N+1 per ciascuna fila. Sebbene le unità CRAH per le file siano più piccole e più convenienti rispetto a quelle per le sale, si tratta di un grande svantaggio in situazioni con carichi ridotti (circa 1-2 kW per rack). Tuttavia, a densità superiori tale svantaggio non sussiste più e l'approccio N+1 è sostenuto fino a 25 kW per rack. Rispetto ai design basati su sala o su rack (che tendono verso 2N a densità superiori), ciò rappresenta un enorme vantaggio: la possibilità di garantire la ridondanza in situazioni ad alta densità con un numero inferiore di unità CRAH aggiuntive rappresenta un notevole vantaggio del raffreddamento basato su fila, che implica a sua volta altri grandi benefici in termini di costo totale di esercizio (TCO).

Per il raffreddamento basato su sala, è la sala stessa a costituire un percorso di erogazione dell'aria comune a tutti i carichi IT. In linea di principio, ciò consente di garantire la ridondanza introducendo una singola unità CRAH aggiuntiva, indipendente dalle dimensioni della sala. Questo concetto si applica al raffreddamento basato su sala senza contenimento a valori di densità molto bassi, comportando per questo approccio un vantaggio in termini di costi a basse densità. Tuttavia, in un raffreddamento basato su sala senza contenimento a densità superiori, la capacità di una specifica unità CRAH di compensare la "perdita" di un'altra unità è fortemente influenzata dalla geometria della sala. Ad esempio, il modello di distribuzione dell'aria di una specifica unità CRAH non può essere sostituito da un'unità CRAH di backup situata in una posizione remota rispetto all'unità guasta. Il risultato è che il numero di unità CRAH aggiuntive necessarie per stabilire la ridondanza aumenta a partire dalla singola unità aggiuntiva per le basse densità fino ad arrivare al doppio di unità CRAH richieste per valori di densità superiori a 10 kW per rack. Non è questo il caso per un raffreddamento basato su sala che utilizza il contenimento, perché i percorsi di aria fornita e di ritorno sono separati.

Metodo di eliminazione del calore

I problemi particolari trattati in questa sezione sono influenzati dal metodo di eliminazione del calore. I condizionatori d'aria per sale computer (CRAC) a espansione diretta utilizzati per raffreddare i Data Center funzionano in modo diverso dalle unità a refrigerazione d'acqua (CRAH). L'utilizzo delle unità CRAC in questa modalità influenza la loro efficienza, l'umidificazione, la ridondanza del funzionamento e così via. È necessario eseguire un'analisi per includere in un particolare progetto il funzionamento e i comandi della soluzione di raffreddamento specificata. Per ulteriori informazioni sui metodi di eliminazione del calore, consultare il White Paper 59, *The Different Technologies for Cooling Data Centers*.



Link per visualizzare le risorse disponibili

White Paper 59

The Different Technologies for Cooling Data Centers

Conclusioni

L'approccio convenzionale nei confronti del raffreddamento dei Data Center con sistemi basati su sala senza contenimento presenta dei limiti tecnici e pratici in rapporto ai Data Center di ultima generazione. Questi ultimi hanno infatti la necessità di adattarsi a requisiti sempre mutevoli, di supportare con grande affidabilità densità di alimentazione elevate e variabili, nonché di ridurre il consumo di energia elettrica ed altri costi operativi. Tutto ciò ha portato direttamente allo sviluppo di strategie di contenimento per il raffreddamento basato su sala, fila e rack. Tali sviluppi rendono possibile affrontare densità operative di 3 kW o più per rack. Il metodo convenzionale basato su sala ha dato i suoi frutti nel settore e rimane comunque un'alternativa efficace e funzionale per le installazioni a densità inferiore e per quelle applicazioni in cui le modifiche apportate alla tecnologia IT sono minime.

I sistemi di raffreddamento basati su sala, fila e rack con contenimento garantiscono ai Data Center di nuova generazione tutto ciò di cui hanno bisogno: flessibilità, prevedibilità, scalabilità, consumi di energia elettrica ridotti, TCO ridotto e disponibilità ottimale. Gli utenti dovrebbero essere consapevoli che i nuovi prodotti offerti dai fornitori utilizzeranno tali metodi. Si prevede che molti Data Center utilizzeranno una combinazione dei tre metodi di raffreddamento. Il raffreddamento basato su rack verrà applicato in situazioni in cui i fattori chiave sono costituiti da densità estreme, livelli elevati di precisione di implementazione o layout non strutturati. Il raffreddamento basato su sala senza contenimento rimarrà un approccio efficace per applicazioni a bassa densità o applicazioni in cui le modifiche avvengono di rado. Per la maggior parte degli utenti che dispongono delle più recenti tecnologie server ad alta densità, il raffreddamento basato su sala e fila con contenimento consentirà di ottenere un equilibrio ottimale tra prevedibilità elevata, alta densità di alimentazione e adattabilità, il tutto con il miglior TCO complessivo.



Note sull'autore

Neil Rasmussen è Innovation Senior Vice President della Divisione IT di Schneider Electric. Ha stabilito le linee guida tecnologiche mondiali di R&S sull'infrastruttura di alimentazione, raffreddamento e rack per Data Center.

Neil è titolare di 25 brevetti per infrastrutture di raffreddamento e alimentazione di Data Center ad alta densità ed efficienza, ha pubblicato oltre 50 White Paper sui sistemi di raffreddamento e di alimentazione, molti dei quali divulgati in più di 10 lingue, e di recente ha rivolto un'attenzione particolare al tema dell'efficienza energetica. È un oratore di fama internazionale, esperto di Data Center ad alta efficienza, e attualmente si occupa dello sviluppo delle infrastrutture scalari e modulari ad elevata efficienza e densità per Data Center. È uno dei principali ideatori del sistema InfraStruXure di APC.

Dopo aver fondato APC, nel 1981, Neil ha ricoperto la carica di Engineering & CTO Senior Vice-President per 26 anni, assumendo il ruolo che ricopre attualmente dopo la fusione tra APC e Schneider Electric nel 2007. Ha conseguito la laurea e il master in Ingegneria Elettrica presso il MIT, presentando una tesi sull'analisi dell'alimentazione a 200 MW per un reattore a fusione Tokamak. Dal 1979 al 1981 ha lavorato presso l'MIT Lincoln Laboratory studiando i sistemi di accumulo energetico nei volani e i sistemi a energia solare.

Kevin Dunlap è Cooling Solutions Vice-President in Schneider Electric. Ha conseguito una laurea in Gestione aziendale, con indirizzo specifico nella gestione dei sistemi informatici, presso l'Università di Phoenix. Kevin Dunlap, che si occupa di gestione dell'alimentazione dal 1994, avendo già lavorato per Systems Enhancement Corp., un fornitore di soluzioni hardware e software per la gestione dell'alimentazione. Tale azienda è stata acquisita da APC nel 1997. In seguito all'acquisizione, Dunlap è quindi entrato a far parte di APC in qualità di Product Manager per le schede di gestione prima e poi, dopo l'acquisizione di Airflow Company, Inc. nel 2000, per le soluzioni di raffreddamento di precisione. Kevin Dunlap ha partecipato a svariati convegni sui temi di raffreddamento e gestione dell'alimentazione, nonché ad attività consortili del settore e a commissioni ASHRAE per la gestione termica e la realizzazione di economizzatori efficienti dal punto di vista energetico.



Risorse

Cliccare sull'icona per visualizzare le Risorse



The Different Types of Air Distribution for IT Environments

White Paper 55



Potenza e raffreddamento per blade server e rack ad altissima densità

White Paper 46



Avoidable Mistakes that Compromise Cooling Performance in Data Centers and Network Rooms

White Paper 49



Linee guida per calcolare la densità di potenza dei Data Center

White Paper 120



Humidification Systems: Reducing Energy Costs in IT Environments

White Paper 133



Implementazione di pod ad alta densità in un Data Center a bassa densità

White Paper 134



Impatto del contenimento dei corridoi di aria calda e fredda sulla temperatura e sull'efficienza del Data Center

White Paper 135



The Different Technologies for Cooling Data Centers

White Paper 59



Visualizza tutti i White Paper

whitepapers.apc.com



Ricerca con tutte le applicazioni

TradeOff Tools™

tools.apc.com



Contattateci

Per feedback e commenti relativi a questo white paper:

Data Center Science Center
DCSC@Schneider-Electric.com

Se avete richieste specifiche sulla progettazione del vostro data center:

Contattate il vostro referente commerciale **Schneider Electric**
www.apc.com/support/contact/index.cfm